เอกสารประกอบการประชุมวาระที่ 5.14
IS25502891 4 Report

Ph.D. Thesis Proposal

LINEARIZATION OF FOURTH-ORDER ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS BY POINT TRANSFORMATIONS

การทำสมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับสี่ให้เป็นเชิงเส้นโดยการแปลงแบบจุด

By

Miss. Supaporn Suksern

School of Mathematics

Institute of Science

Suranaree University of Technology

October, 2007

Thesis Proposal

Miss Supaporn Suksern
School of Mathematics
Thesis advisor: Professor Dr. Sergey Meleshko

I.D.No.: D4810278
Institute of Science

1 Thesis Title

LINEARIZATION OF FOURTH-ORDER ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS BY POINT TRANSFORMATIONS
การทำสมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับสี่ให้เป็นเชิงเส้นโดยการแปลงแบบจุด

2 Introduction

In the 19th century, one of the most important problems in analysis was the problem of classification of ordinary differential equations. One type of classification problem is the equivalence problem. Two differential equations are equivalent if there is an invertible transformation which transforms one equation into another. The linearization problem is a particular case of the equivalence problem, where one of the equations is a linear equation.

For the linearization problem one studies the classes of equations equivalent to linear equations.

2.1 Second-order equations

The first linearization problem for ordinary differential equations was solved by S. Lie [1]. He found the general form of all ordinary differential equations of second order that can be reduced to a linear equation by changing the independent and dependent variables. He showed that any linearizable second-order equation should be at most cubic in the first-order derivative and provided a linearization test in terms of its coefficients. The linearization criterion is written through relative invariants of the equivalence group. A.M. Tresse [2] and R. Liouville [3] treated the equivalence problem for second-order ordinary differential equations in terms of relative invariants of the equivalence group of point transformations. In [4], an infinitesimal technique for obtaining relative invariants was applied to the linearization problem.

Since the method used in the research is similar to the Lie method, let us consider it in details.

The Laguerre canonical form of a second-order linear ordinary differential equation with the independent variable t and the dependent variable u is

$$u'' = 0. \tag{1}$$

In [13, 14], N.H. Ibragimov and S.V. Meleshko solved the problem of linearization of third-order ordinary differential equation

$$y''' = F(x, y, y', y''), \tag{6}$$

by means of point transformations (2).

Any linear third-order equations with the independent variable t and the dependent variable u can be written in the Laguerre canonical form

$$u''' + \alpha(t)\, u = 0. \tag{7}$$

They found all candidates for linearization, i.e. the general form of third-order equation (6) that can be obtained from linear equation (7) by any point transformations (2).

The first candidate for linearization is

$$y''' + (A_1 y' + A_0)\, y'' + B_3 y'^3 + B_2 y'^2 + B_1 y' + B_0 = 0, \tag{8}$$

where $A_i = A_i(x, y)$ and $B_i = B_i(x, y)$ are arbitrary functions of x, y.

The second candidate for linearization is

$$\begin{aligned} y''' + \frac{1}{y' + r}[-3y''^2 + (C_2 y'^2 + C_1 y' + C_0)y'' \\ + D_5 y'^5 + D_4 y'^4 + D_3 y'^3 + D_2 y'^2 + D_1 y' + D_0] = 0, \end{aligned} \tag{9}$$

where $r = r(x, y) = \frac{\varphi_x}{\varphi_y}$, $C_i = C_i(x, y)$ and $D_i = D_i(x, y)$ are arbitrary functions of x, y.

They provided the linearization test for each candidate and described the procedure for obtaining the linearizing point transformations as well as the linearized equation.

In [15], the linearization of third-order equations by means of non-local transformations (namely, so-called generalized Sundman transformations) was investigated.

2.3 Fourth-order equations

In 2005, R. Dridi and S. Neut [16] used Cartan's method to study the equivalence problem of fourth-order ordinary differential equation with the flat model under contact transformations. As a result, they obtain that the following propositions are equivalent :

(i) The equation $y^{(4)} = f(x, y, y', y'', y''')$ is equivalent to the equation $u^{(4)} = 0$ under a contact transformation.

(ii) The equation $y^{(4)} = f(x, y, y', y'', y''')$ admits a contact symmetry group of 8 parameters.

(iii) f satisfies

$$f_{rrr} = 0, \quad f_{rrr}^2 + 6f_{qrr} = 0,$$
$$-4f_q f_r + 6f_r D_x f_r - f_r^3 - 8f_q - 4D_x^2 f_r + 8D_x f_q = 0$$
$$-1440f_r D_x^2 f_r - 1600f_y + 832f_q D_x f_r - 144f_q^2 + 1512D_x f_r f_r^2 - 808f_q f_r^2 + 480D_x^3 f_r$$
$$-1600f_p f_r - 189f_r^4 + 2000D_x f_q f_r - 864\left(D_x f_r\right)^2 - 1120D_x^2 f_q + 1600D_x f_q = 0$$

where $p = y'$, $q = y''$, $r = y'''$.

In the thesis research we will study the linearization problem for a fourth-order ordinary differential equation

$$y^{(4)} = F\left(x, y, y', y'', y'''\right). \tag{10}$$

Notice that the Laguerre form of a linear fourth-order equation is

$$u^{(4)} + \alpha\left(t\right)u' + \beta\left(t\right)u = 0. \tag{11}$$

3 Research objectives

This thesis is devoted to studing the linearization problem of fourth-order ordinary differential equation (10). The objective of the research is to find the necessary and sufficient conditions for a fourth-order ordinary differential equation to be linearizable by a point transformation.

4 Terminology

1. **An overdetermind system** is a system with the number of equations larger than the number of unknown functions.

2. **A symmetry group of a differential equation** is a group of transformations converting each solution of the equation into another solution of the same equation.

3. **An admitted group** is a symmetry group admitted by the given differential equation.

4. **Compatibility of system** means existence of a solution.

5. **Equivalence problem**

   The problem of finding all equations, which are equivalent to a given equation is called *an equivalence problem.* If the given equation is a linear equation, then the equivalence problem is called *a linearization problem.*

6. **Laguerre canonical form**

   Theorem : Any linear $k-th-$order ordinary differential equation

$$y^{(k)} + a_1 y^{(k-1)} + a_2 y^{(k-2)} + a_3 y^{(k-3)} + \cdots + a_{k-1} y' + a_k y = c,$$

   can be reduced to the equation of the form

$$u^{(k)} + b_3 u^{(k-3)} + \cdots + b_{k-1} u' + b_k u = 0. \tag{12}$$

   The equation (12) is called the *Laguerre canonical form.*

5 Scope and limitations of the study

The proposed research will deal with fourth-order ordinary differential equations. Linearization will be considered with respect to point transformations.

6 Research procedure

The research procedure to be used in this thesis is the following:

1. To find necessary conditions for linearization by using a change of the dependent and independent variables.

2. To find sufficient conditions for linearization by using the compatibility theory.

7 Expected results

The expected outcome of this research project are criteria for the fourth-order ordinary differential equation to be linearizable by a point transformation.

8 References

[1] Lie, S. (1883). *Klassifikation und Integration von gewöhnlichen Differentialgleichungen zwischen x, y, die eine Gruppe von Transformationen gestatten. III* Archiv for Matematik og Naturvidenskab, 8(4), 371-427. Reprinted in Lie's Gessammelte Abhandlundgen, 1924, 5, paper XIY, pp. 362-427.

[2] Tresse, A. M. (1896). *Détermination des Invariants Ponctuels de l'Équation Différentielle Ordinaire du Second Ordre $y'' = f(x, y, y')$.* Preisschriften der fürstlichen Jablonowskischen Geselschaft XXXII, Leipzig, S.Herzel.

[3] Liouville, R. (1889). *Sur les Invariantes de Certaines Equations* J. de l'Ecole Polytechnique 59, 7-88.

[4] Ibragimov, N. H. (2002). *Invariants of a Remarkable Family of Nonlinear Equations.* Nonlinear Dynamics 30(2), 155166.

[5] Cartan, E. (1924). *Sur les varietes a connexion projective.* Bull. Soc. Math. France 52, 205-241.

[6] Chern, S.-S. (1940). *The geometry of the differential equation* $y''' = F(x, y, y', y'', y''')$. Rep. Nat. Tsing Hua Univ. 4, 97111.

[7] Grebot, G. (1997). *The characterization of third order ordinary differential equations admitting a transitive fiber-preserving point symmetry group.* Journal of Mathematical Analysis and Applications, 206, 364-388.

[8] Bocharov, A. V., Sokolov, V. V. and Svinolupov, S. I. (1993). *On some equivalance problems for differential equations* . Preprint, WRI/Ufa.

[9] Doubrov, B. (2001). *Contact trivialization of ordinary differential equations.* In: O. Kowalski, D. Krupka, and J. Slovak (eds.): Proceedings of the 8th International Conference on Differential Geometry and Its Applications. Opava, Czech Republic: Silesian University in Opava, pp. 7384.

[10] Doubrov, B., Komrakov, B. and Morimoto, T. (1999). *Equivalence of holonomic differential equations.* Lobachevskii Journal of Mathematics 3, 3971.

[11] Gusyatnikova, V. N. and Yumaguzhin, V. A. (1999). *Contact Transformations and Local Reducibility of ODE to the Form* $y''' = 0$. Acta Applicandae Mathematicae 56, 155179.

[12] Neut, S. and Petitot, M. (2002). *La géométrie de l'équation* $y''' = f(x, y, y', y'')$. C. R. Acad. Sci. Paris 335, 515518. Ser.I, Équations différentielles/Ordinary Differential Equations.

[13] Ibragimov, N.H. , Meleshko, S.V. (2004). *Linearization of third-order ordinary differential equations by point transformations.* Archives of ALGA, 1, 71-93.

[14] Ibragimov, N.H. , Meleshko, S.V. (2005). *Linearization of third-order ordinary differential equations by point and contact transformations.* Journal of Mathematical Analysis and Applications, 308, 266-289.

[15] Euler, N., Wolf,T., Leach,P. G. L. and Euler, M. (2003). *Linearisable third-order ordinary differential equations and generalised Sundman transformations: The Case* $X''' = 0$. Acta Applicandae Mathematicae 76, 89115.

[16] Dridi, R. and Neut, S. (2005) *On the geometry of* $y^{(4)} = f(x, y, y', y'', y''')$. Journal of Mathematical Analysis and Applications, 323, 1311-1317.

9 Research plan

N	Year	2006		2007		2008		2009	
	Activities	June-Sep	Oct-Dec	Jan-May	June-Dec	Jan-May	June-Dec	Jan-May	June-Dec
1.	Study of the method and literature research.	↔	↔	↔					
2.	Finding the necessary conditions for linearization.			↔	↔				
3.	Finding the sufficient conditions for linearization.			↔	↔				
4.	Illustrating some examples.				↔	↔	↔		
5.	Preparation of the thesis.					↔	↔	↔	

Student's signature: .....

(Miss. Supaporn Suksern)

Date: 19/10/2007

Thesis advisor's signature: .....

(Prof. Dr. Sergey Meleshko)

Date: 19/10/2007

เอกสารประกอบการประชุมวาระที่ 5.13

Ph.D. Thesis Proposal

GROUP CLASSIFICATION OF ONE-DIMENSIONAL EQUATIONS OF FLUIDS WITH INTERNAL ENERGY DEPENDING ON THE DENSITY AND THE GRADIENT OF THE DENSITY

การจำแนกประเภทเชิงกลุ่มของสมการของไหลหนึ่งมิติ ซึ่งมีพลังงานภายในขึ้นกับความหนาแน่นและเกรเดียนต์ของความหนาแน่น

By

Mrs. Prakrong Voraka

School of Mathematics

Institute of Science

Suranaree University of Technology

October, 2007

Thesis Proposal

Mrs. Prakrong Voraka
School of Mathematics
Thesis advisor: Prof. Dr. Sergey Vasilevich Meleshko

I.D.No.: D4810254
Institute of Science

1 Thesis title

GROUP CLASSIFICATION OF ONE-DIMENSIONAL EQUATIONS OF FLUIDS WITH INTERNAL ENERGY DEPENDING ON THE DENSITY AND THE GRADIENT OF THE DENSITY
การจำแนกประเภทเชิงกลุ่มของสมการของไหลหนึ่งมิติ ซึ่งมีพลังงานภายในขึ้นกับความหนาแน่นและเกรเดียนต์ของความหนาแน่น

2 Introduction

Many important physical processes in nature are governed by partial differential equations (PDEs). For this reason, it is important to understand the physical behavior of the model represented by the PDEs. In addition, the knowledge of the mathematical character, properties, and solutions of the governing equations are required. Therefore, there is interest in finding exact solutions of PDEs. In general, it is not easy to obtain exact solutions of PDEs. One of the methods for constructing exact solutions is group analysis [1].

Many applications of group analysis to partial differential equations are collected in [2]. Group analysis, besides constructing exact solutions, provides a regular procedure for mathematical modeling by classifying differential equations with respect to arbitrary elements. An application of group analysis implies several steps. The first step is a group classification with respect to arbitrary elements. Equivalence and admitted Lie groups are found at this step. The next step is to construct an optimal system of subalgebras of admitted Lie algebras for finding exact solutions.

In this research we focus on the application of group analysis to the one-dimensional equations of fluids, where the internal energy is a function of the density and the density gradient $\varepsilon(\rho, |\nabla\rho|)$.

3 Fluids with internal energy $\varepsilon(\rho, |\nabla\rho|)$

In the one-dimensional equations of fluids, the density ρ and the velocity u satisfy the mass conservation equation [3]

$$\frac{\partial\rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho u) = 0, \tag{1}$$

and the equation of conservation of momentum

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho u) + \frac{\partial}{\partial x}(\rho u^2 + \Pi) = 0, \tag{2}$$

where

$$\Pi = P + \rho\lambda\rho_x^2,\ P = \rho^2\frac{\partial\varepsilon}{\partial\rho} - \rho\frac{\partial}{\partial x}\left(\rho\lambda\rho_x\right),\ \lambda = 2\frac{\partial\varepsilon}{\partial\alpha},\ \alpha = \rho_x^2,$$

t is time, ρ_x is the gradient of ρ with respect to the space variable x, P is the pressure and $\varepsilon(\rho, \alpha)$ is the internal energy.

Models where the internal energy depends on the gradient of the density were also considered in [4,5]. Chan and Hilliard [4] studied

$$\varepsilon = F(\rho, T) + \frac{C(\rho, T)}{2\rho}(\nabla\rho)^2,$$

where T is the temperature. Partz [5] proposed

$$\varepsilon = F(\rho, S) + \frac{C}{2\rho}(\nabla\rho)^2,$$

where S is the entropy and C is constant.

Notice that if ε depends only on ρ, these equations are similar to the isentropic gas dynamics equations. A Complete study of group properties of the one-dimensional isentropic gas dynamics equations was done in [6](see also [7]).

Recently, group analysis was applied to a similar class of models with $\varepsilon = \varepsilon(\rho, \dot{\rho})$, where $\dot{\rho}$ is the material derivative of the density. Bagderina and Chupakhin [8] focused on the group classification of the Green-Naghdi model. The Green-Naghdi model describes a motion of dispersive shallow water [9,11]

$$\begin{aligned} \frac{\partial h}{\partial t} + div(hu) &= 0, \\ \dot{u} + g\nabla h + \frac{r^2}{3h}\nabla(h^2\ddot{h}) &= 0, \end{aligned} \tag{3}$$

where h is the water depth, u is the horizontal velocity, g is gravity, r is the ratio of the vertical length scale to the horizontal length scale, and dot means the material derivative. Replacing h by ρ, equations (3) take the form

$$\begin{aligned} \frac{\partial\rho}{\partial t} + div(\rho u) &= 0, \\ \dot{u} + g\nabla\rho + \frac{r^2}{3h}\nabla(\rho^2\ddot{\rho}) &= 0. \end{aligned} \tag{4}$$

The last equation of (4) can also be rewritten as

$$\rho\dot{u} + \nabla P = 0,$$

where

$$P = (\frac{g}{2})\rho^2 + (\frac{r^2}{3})\rho^2\ddot{\rho} = 0.$$

Hence, for the Green-Naghdi model

$$\varepsilon = \frac{g\rho}{2} - \frac{r^2}{6}\dot{\rho}^2.$$

Another model where ε depends on ρ and $\dot{\rho}$ is the Iordanski-Kogarko-Wijngaarden model [10,11]. This model describes a bubbly fluid with incompressible liquid phase and small volume concentration of gas bubbles. This model can be written in the form

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial\rho_1}{\partial t} + div(\rho_1 u) = 0,\\
&\frac{\partial\rho_2}{\partial t} + div(\rho_2 u) = 0,\\
&\frac{\partial N}{\partial t} + div(Nu) = 0,\\
&\dot{u} + \frac{1}{\rho}\nabla p = 0,\\
&R\ddot{R} + \frac{3}{2}\dot{R}^2 = \frac{1}{\rho_{10}}(p_2 - p).
\end{aligned} \tag{5}$$

Here $\rho_1 = \alpha_1\rho_{10}, \rho_2 = \alpha\rho_{20}$, ρ_{10} is constant and is the physical density of the liquid, ρ_{20} is the physical density of the gas, α_1 and α_2 are the volume fractions, $\alpha_1+\alpha_2 = 1$, N is the bubble number density, R is the bubble radius, $\rho = \rho_1 + \rho_2$. The volume fraction of the gas phase α_2 is defined by the formula $\alpha_2 = \frac{4}{3}\pi R^3 N$. The gas pressure p_2 is a given by a function of ρ_{20}: $p_2 = \rho_{20}^2\frac{d\varepsilon_{20}}{d\rho_{20}}$, where $\varepsilon_{20}(\rho_{20})$ is the internal energy of the gas phase. It is assumed that the mass conservations $c_i = \rho_i/\rho, (i = 1, 2)$, and the number of bubbles per unit mass $n = N/\rho$ are constant. Hence, one obtains

$$R^3 = \frac{3}{4\pi n}\left(\frac{1}{\rho} - \frac{c_1}{\rho_{10}}\right), \quad \rho_{20} = c_2\left(\frac{1}{\rho} - \frac{c_1}{\rho_{10}}\right)^{-1},$$

and in this model

$$\varepsilon = c_2\varepsilon_{20}(\rho_{20}) - 2\pi\rho_{10}R^3\dot{R}^2.$$

The group classification of the one-dimensional equations with the internal energy depending on ρ and $\dot{\rho}$ was recently considered in [12].

The thesis research is focused on application of group analysis to the one-dimensional equations of a fluid with $\varepsilon = \varepsilon(\rho, |\nabla\rho|)$.

4 Method for Solving

In this section the group analysis method for constructing invariant solutions of partial differential equations is discussed. An introduction to this method can be found in various textbooks, e.g. L. V. Ovsyannikov (1982), P. Olver (1986), N. H. Ibragimov (1999).

4.1 Lie group

Let V be an open subset in $Z = R^n(x) \times R^m(u)$, Δ a symmetric interval in R^1, $x = (x_1, x_2, ...x_n) \in R^n(x)$ the independent variables, $u = (u^1, u^2, ..., u^m) \in R^m(u)$ the dependent variables and the parameter $a \in \Delta$. Transformations of the independent variable x and the dependent variable u are represented as follows

$$\begin{aligned} \bar{x}_i &= f^i(x, u; a), \ (i = 1, 2, ..., n), \\ \bar{u}^j &= g^j(x, u; a), \ (j = 1, 2, ..., m). \end{aligned} \tag{6}$$

Definition 4.1. *A set of transformations (6) is a local one-parameter Lie group if it has the following properties:*

1) $\varphi(z, 0) = z$ *for all* $z \in V$.

2) $\varphi(\varphi(z, a), b) = \varphi(z, a + b)$ *for all* $a, b, a + b \in \Delta, z \in V$.

3) If $a \in \Delta$ *and* $\varphi(z, a) = z$ *for all* $z \in V$, *then* $a = 0$.

Let us expand the functions $f^i(x, u, a)$ and $g^j(x, u, a)$ into Taylor series with respect to the parameter a in a neighborhood of $a = 0$. Then, invoking the initial condition 1), one obtains

$$\begin{aligned} \bar{x}_i &\approx x_i + a\xi^i(x, u), \ (i = 1, 2, ..., n), \\ \bar{u}^j &\approx u^j + a\zeta^j(x, u), \ (j = 1, 2, ..., m), \end{aligned} \tag{7}$$

where

$$\xi^i(x, u) = \left.\frac{\partial f^i(x, u, a)}{\partial a}\right|_{a=0}, \ \zeta^j(x, u) = \left.\frac{\partial g^j(x, u, a)}{\partial a}\right|_{a=0}. \tag{8}$$

The transformations $x_i + a\xi^i(x, u)$ and $u^j + a\zeta^j(x, u)$ are called infinitesimal transformations of the Lie group of transformations (6) and

$$X = \xi^i(x, u)\frac{\partial}{\partial x_i} + \zeta^j(x, u)\frac{\partial}{\partial u^j} \tag{9}$$

is called an infinitesimal generator of the Lie group (6).

Theorem 4.1. *(Lie) Let functions* $f^i(x, u, a)$, $i = 1, ..., n$ *and* $g^j(x, u, a)$, $j = 1, ..., m$ *satisfy the group properties and have the expansion*

$$\bar{x}_i = f^i(x, u, a) \approx x_i + a\xi^i(x, u),$$

$$\bar{u}^j = g^j(x, u, a) \approx u^j + a\zeta^j(x, u).$$

Then the functions f^i and g^j satisfy the Cauchy problem

$$\begin{aligned} \frac{d\bar{x}_i}{da} &= \xi^i(\bar{x}, \bar{u}), \\ \frac{d\bar{u}^j}{da} &= \zeta^j(\bar{x}, \bar{u}), \end{aligned} \tag{10}$$

with the initial data

$$\bar{x}_i \mid_{a=0} = x_i, \ \bar{u}^j \mid_{a=0} = u^j. \tag{11}$$

Equations (10) are called Lie equations. When applying the group of transformations (6) to differential equations one need to know the transformations of the derivatives. For the sake of simplicity, we explain the basic idea by the case where $n = 1$, and $m = 1$.

Let $u_0(x)$ be a given function. The transformed function $u_a(x)$ can be obtained in the following way. As a first step, we have to solve the equation

$$\bar{x} = f(x, u_0(x); a)$$

with respect to x. Since the Jacobian is nonzero,

$$\left.\frac{\partial \bar{x}}{\partial x}\right|_{a=0} = \left[\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial u}\frac{du_0}{dx}\right]_{a=0} = 1,$$

by the inverse function theorem one can express x as a function of $\bar{x}$ and a in some neighborhood of $a = 0$,

$$x = \theta(\bar{x}, a). \tag{12}$$

Note that there is the identity

$$\bar{x} = f(\theta(\bar{x}, a), u_0(\theta(\bar{x}, a)); a). \tag{13}$$

The transformed function $u_a(x)$ is

$$u_a(\bar{x}) = g(\theta(\bar{x}, a), u_0(\theta(\bar{x}, a)); a). \tag{14}$$

Differentiating the last expression with respect to a, one gets

$$\frac{du_a(\bar{x})}{d\bar{x}} = \frac{\partial g}{\partial x}\frac{\partial \theta}{\partial \bar{x}} + \frac{\partial g}{\partial u}\frac{\partial u_0}{\partial x}\frac{\partial \theta}{\partial \bar{x}} = \left[\frac{\partial g}{\partial x} + \frac{\partial g}{\partial u}u_0'(x)\right]\frac{\partial \theta}{\partial \bar{x}}. \tag{15}$$

The derivative $\partial\theta/\partial\bar{x}$ is obtained by differentiating (13) with respect to $\bar{x}$

$$1 = \frac{\partial f}{\partial x}\frac{\partial \theta}{\partial \bar{x}} + \frac{\partial f}{\partial u}\frac{\partial u_0}{\partial x}\frac{\partial \theta}{\partial \bar{x}} = \left[\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial u}u_0'(x)\right]\frac{\partial \theta}{\partial \bar{x}}. \tag{16}$$

Because $\partial f/\partial x + u_0'(x)\partial f/\partial u \neq 0$ in some neighborhood of $a = 0$, one has

$$\frac{\partial \theta}{\partial \bar{x}} = 1 \Big/ \left[\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial u} u_0^{'}(x)\right]$$

and

$$\begin{aligned}\bar{u}_{\bar{x}} &= \left[\frac{\partial g(x, u_0; a)}{\partial x} + \frac{\partial g(x, u_0; a)}{\partial u} u_0^{'}(x)\right] \Big/ \left[\frac{\partial f(x, u_0; a)}{\partial x} + \frac{\partial f(x, u_0; a)}{\partial u} u_0^{'}(x)\right] \\ &= h(x, u_0(x), u_0'(x); a).\end{aligned}$$

Transformation (6) together with

$$\bar{u}_{\bar{x}} = h(x, u, u_x; a) \tag{17}$$

is called the prolongation of (6). As before, the function h can be written by Taylor expansion with respect to the parameter a in some neighborhood of the point $a = 0$:

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{x}} \approx u_x + a\zeta^{u_x}(x, u, u_x), \tag{18}$$

where

$$\zeta^{u_x}(x, u, u_x) = \left.\frac{\partial h(x, u, u_x, a)}{\partial a}\right|_{a=0}, \quad h|_{a=0} = u_x.$$

Using the definition of the function h, equation (15) can be rewritten

$$h\left[\frac{\partial f}{\partial x} + u_x \frac{\partial f}{\partial u}\right] = \frac{\partial g}{\partial x} + u_x \frac{\partial g}{\partial u}.$$

Differentiating this equation with respect to the group parameter a and substituting $a = 0$, one finds

$$\left[\frac{\partial h}{\partial a}\left(\frac{\partial f}{\partial x} + u_x \frac{\partial f}{\partial u}\right) + h\left(\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial a} + u_x \frac{\partial^2 f}{\partial u \partial a}\right)\right]_{a=0} = \left[\frac{\partial^2 g}{\partial x \partial a} + u_x \frac{\partial^2 g}{\partial u \partial a}\right]_{a=0}$$

or

$$\begin{aligned}\zeta^{u_x}(x, u, u_x) = \left.\frac{\partial h}{\partial a}\right|_{a=0} &= \left[\frac{\partial^2 g}{\partial x \partial a} + u_x \frac{\partial^2 g}{\partial u \partial a}\right]_{a=0} - h|_{a=0}\left[\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial a} + u_x \frac{\partial^2 f}{\partial u \partial a}\right]_{a=0} \\ &= \left(\frac{\partial \zeta^u}{\partial x} + u_x \frac{\partial \zeta^u}{\partial u}\right) - u_x\left(\frac{\partial \xi^x}{\partial x} + u_x \frac{\partial \xi^x}{\partial u}\right) \\ &= D_x(\zeta^u) - u_x D_x(\xi^x)\end{aligned}$$

where

$$\xi^x = \left.\frac{\partial f}{\partial a}\right|_{a=0}, \quad \zeta^u = \left.\frac{\partial g}{\partial a}\right|_{a=0}, \quad \zeta^{u_x} = \left.\frac{\partial h}{\partial a}\right|_{a=0}$$

$$D_x = \frac{\partial}{\partial x} + u_x \frac{\partial}{\partial u} + u_{xx} \frac{\partial}{\partial u_x} + \ldots \ .$$

The first prolongation of the generator (9) is given by

$$\underset{1}{X} = X + \zeta^{u_x}(x,u,u_x)\frac{\partial}{\partial u_x} \ .$$

Similar, one obtains the infinitesimal transformation of the second derivative

$$\bar{u}_{\bar{x}\bar{x}} \approx u_{xx} + a\zeta^{u_{xx}}(x,u,u_x,u_{xx}),$$

where

$$\zeta^{u_{xx}} = D_x(\zeta^{u_x}) - u_{xx}D_x(\xi^x).$$

The second prolongation of generator (9) is

$$\underset{2}{X} = \underset{1}{X} + \zeta^{u_{xx}}(x,u,u_x,u_{xx})\frac{\partial}{\partial u_{xx}} \ .$$

In case $n, m \geq 2$ one proceeds similarly.

Let $x = (x_1, ..., x_n)$ be the independent variables and $u = (u^1, ..., u^m)$ the dependent variables. We will use the notion $u_{(1)} = \{u_i^j\}, u_{(2)} = \{u_{is}^j\}, ...$ for partial derivatives of first, second, etc. order:

$$u_i^j = D_i(u^j), \quad u_{is}^j = D_s(u_i^j),$$

where

$$D_i = \frac{\partial}{\partial x_i} + u_i^j\frac{\partial}{\partial u^j} + u_{is}^j\frac{\partial}{\partial u_s^j} + u_{isk}^j\frac{\partial}{\partial u_{sk}^j} + ... \tag{19}$$

Let a generator of a Lie group be

$$X = \xi^i(x,u)\frac{\partial}{\partial x_i} + \eta^j(x,u)\frac{\partial}{\partial u^j} \ .$$

The generator of the prolonged Lie group is

$$\underset{1}{X} = X + \zeta_i^j(x,u,u_{(1)})\frac{\partial}{\partial u_i^j} \ .$$

where

$$\zeta_i^j = D_i(\eta^j) - u_s^j D_i(\xi^s), \quad i,s = 1,...,n; \ j = 1,...,m.$$

The generator of the second prolongation is

$$\underset{2}{X} = \underset{1}{X} + \zeta_{i_1 i_2}^j(x,u,u_{(1)},u_{(2)})\frac{\partial}{\partial u_{i_1 i_2}^j}$$

where

$$\zeta_{i_1 i_2}^j = D_{i_2}(\zeta_{i_1}^j) - u_{si_1}^j D_{i_2}(\xi^s), \quad i_1,i_2,s = 1,...,n; \ j = 1,...,m.$$

The generator of l-th prolongation is

$$\underset{l}{X} = \underset{l-1}{X} + \zeta_{i_1...i_l}^j(x,u,u_{(1)},...,u_{(l)})\frac{\partial}{\partial u_{i_1...i_l}^j}$$

where

$$\zeta_{i_1...i_l}^j = D_{i_l}(\zeta_{i_1...i_{l-1}}^j) - u_{si_1...i_{l-1}}^j D_{i_l}(\xi^s), \ i_1,...i_l,s = 1,...,n; \ j = 1,...,m. \tag{20}$$

4.2 Admitted Lie group

Let $\beta = (\beta_1, \beta_2, ..., \beta_n)$ be a multi-index, $|\beta| = \beta_1 + \beta_2 + \cdots + \beta_n$ and $p = (p^k_\beta)$, where $p^k_\beta = \partial^{|\beta|} u^k / \partial x_1^{\beta_1} \partial x_2^{\beta_2} \cdots \partial x_n^{\beta_n}$. A system of l-th order differential equation is considered as a manifold in J^l, where $J^l = \{x, u, p^k_\beta / |\beta| \leq l\}$. Let this manifold be assigned by the equations

$$F_\alpha(x, u, p) = 0, \ \alpha = 1, 2, ..., t.$$

We can consider this system in vector form,

$$F(x, u, p) = 0,$$

where $F = (F_1, F_2, \cdots, F_t)$. The system and the manifold

$$(S) = \{(x, u, p) \in J^l / F_\alpha(x, u, p) = 0, \ \alpha = 1, 2, ..., t\}$$

are denoted by (S). A Lie group of transformations (6) which transforms a solution $u_0(x)$ of (S) into a solution $u_a(x)$ of the same system of equations is called an admitted Lie group of transformations. Hence one has

$$F_\alpha(\bar{x}, \bar{u}, \bar{u}_{(1)}, \bar{u}_{(2)}, ..., \bar{u}_{(l)}) = 0, \ \alpha = 1, 2, ..., t.$$

Differentiating these equations with respect to the parameter a, and substituting $a = 0$, one finds

$$\left[\frac{\partial F_\alpha}{\partial x_i} \frac{\partial \bar{x}_i}{\partial a} + \frac{\partial F_\alpha}{\partial u^j} \frac{\partial \bar{u}^j}{\partial a} + \frac{\partial F_\alpha}{\partial u^j_{i_1}} \frac{\partial \bar{u}^j_{i_1}}{\partial a} + \cdots + \frac{\partial F_\alpha}{\partial u^j_{i_1 i_2 \cdots i_l}} \frac{\partial \bar{u}^j_{i_1 i_2 \cdots i_l}}{\partial a} \right]_{a=0} = 0$$

or

$$\xi^i \frac{\partial F_\alpha}{\partial x_i} + \zeta^j \frac{\partial F_\alpha}{\partial u^j} + \zeta^j_{i_1} \frac{\partial F_\alpha}{\partial u^j_{i_1}} + \zeta^j_{i_1 i_2} \frac{\partial F_\alpha}{\partial u^j_{i_1 i_2}} + \cdots + \zeta^j_{i_1 i_2 \cdots i_l} \frac{\partial F_\alpha}{\partial u^j_{i_1 i_2 \cdots i_l}} = 0$$

where

$$\xi^i = \left. \frac{\partial \bar{x}_i}{\partial a} \right|_{a=0}, \zeta^j = \left. \frac{\partial \bar{u}^j}{\partial a} \right|_{a=0}, \zeta^j_{i_1} = \left. \frac{\partial \bar{u}^j_{i_1}}{\partial a} \right|_{a=0}, \zeta^j_{i_1 \cdots i_l} = \left. \frac{\partial \bar{u}^j_{i_1 \cdots i_l}}{\partial a} \right|_{a=0}.$$

Note that the coefficients $\zeta^j_{i_1 \cdots i_l}$ are given by (20) . The last equation can be expressed as an action of the prolonged infinitesimal generator

$$\underset{l}{X} F_\alpha \Big|_{(F=0)} = 0, \ \alpha = 1, 2, ..., t, \tag{21}$$

where

$$\underset{l}{X} = \xi^i \frac{\partial}{\partial x_i} + \zeta^j \frac{\partial}{\partial u^j} + \zeta^j_{i_1} \frac{\partial}{\partial u^j_{i_1}} + \zeta^j_{i_1 i_2} \frac{\partial}{\partial u^j_{i_1 i_2}} + \cdots + \zeta^j_{i_1 i_2 \cdots i_l} \frac{\partial}{\partial u^j_{i_1 i_2 \cdots i_l}}.$$

Theorem 4.2. *A local Lie group of transformations (6) is admitted by the system (S) (or the system (S) admits the local Lie group of transformations (6)) if it satisfies (21).*

Equations (21) are called *the determining equations.*

4.3 Equivalence Lie group of transformations

A non-degenerate change of the dependent variables u, the independent variables x and arbitrary elements ϕ which transfers any system of differential equations of a given class

$$F_\alpha(x, u, p, \phi) = 0, \quad (\alpha = 1, 2, ..., t) \tag{22}$$

into a system of equations of the same class, but with different arbitrary elements ϕ, is called *an equivalence transformation.* Let equivalence transformations compose a Lie group

$$\bar{x}_i = f^i(x, u, \phi; a), \ \ \bar{u}^j = g^j(x, u, \phi; a), \ \ \bar{\phi}^k = h^k(x, u, \phi; a), \tag{23}$$
$$(i = 1, 2, ...n; j = 1, 2, ...m; k = 1, 2, ..., r).$$

Generators of this Lie group have the form

$$X^e = \xi^i \frac{\partial}{\partial_{x_i}} + \zeta^j \frac{\partial}{\partial_{u_j}} + \zeta^{\phi^k} \frac{\partial}{\partial_{\phi_k}},$$

where

$$\xi^i = \xi^i(x, u, \phi) = \left.\frac{\partial f^i}{\partial a}\right|_{a=0},$$

$$\zeta^j = \zeta^j(x, u, \phi) = \left.\frac{\partial g^i}{\partial a}\right|_{a=0},$$

$$\zeta^{\phi^k} = \zeta^{\phi^k}(x, u, \phi) = \left.\frac{\partial h^k}{\partial a}\right|_{a=0}.$$

Transformation of the arbitrary elements is obtained in the following way. Let $\phi_0(x, u)$ be given. By virtue of the inverse function theorem one can solve the equations

$$\bar{x} = f(x, u, \phi_0(x, u); a), \bar{u} = g(x, u, \phi_0(x, u); a)$$

with respect to x and u:

$$x = \bar{f}(\bar{x}, \bar{u}; a), \ \ u = \bar{g}(\bar{x}, \bar{u}; a).$$

The transformed arbitrary elements are

$$\phi_a(\bar{x}, \bar{u}) = h(\bar{f}(\bar{x}, \bar{u}; a), \bar{g}(\bar{x}, \bar{u}; a), \phi_0(\bar{f}(\bar{x}, \bar{u}; a), \bar{g}(\bar{x}, \bar{u}; a)); a).$$

Transformation of a function $u_0(x)$ is given in a different way. If $u_0(x)$ is a solution of system (22) with $\phi_0(x, u)$, by the equation

$$\bar{x} = f(x, u_0(x), \phi_0(x, u_0(x)); a),$$

one finds $x = \bar{f}(\bar{x}; a)$, and the transformed function is

$$u_a(\bar{x}) = g(\bar{f}(\bar{x}, a), u_0(\bar{f}(\bar{x}, a)), \phi_0(\bar{f}(\bar{x}, a), u_0(\bar{f}(\bar{x}, a))); a). \tag{24}$$

Differentiating (24) with respect to $\bar{x}$, we get the transformation of derivatives $\bar{p}_a = q(x, u, p, \phi, ...; a)$. By the assumption that $u_a(\bar{x})$ is a solution of the same system of equations with transformed arbitrary elements $\phi_a(\bar{x}, \bar{u})$, the equations

$$F_\alpha(\bar{x}, u_a(\bar{x}), \bar{p}_a(\bar{x}), \phi_a(\bar{x}, u_a(\bar{x}))) = 0, \quad (\alpha = 1, 2, ...t)$$

are satisfied for an arbitrary $\bar{x}$. Because of a one-to-one correspondence between x and $\bar{x}$ one has

$$F_\alpha(f(z(x), a), g(z(x), a), q(z_p(x), a), h(z(x))) = 0, \quad (\alpha = 1, 2, ...t)$$

where $z(x) = (x, u_0(x), \phi(x, u_0(x)))$, $z_p(x) = (x, u_0(x), \phi(x, u_0(x)), p_0(x), ...)$. Differentiating these equations with respect to the group parameter a, one obtains the determining equations

$$\tilde{X}^e F_\alpha(x, u, p, \phi)\Big|_{(S)} = 0, \ (\alpha = 1, 2, ...t)$$

The prolonged operator for the equivalence Lie group

$$\tilde{X}^e = X^e + \varsigma^{u_x}\partial_{u_x} + \varsigma^{\phi_x}\partial_{\phi_x} + \varsigma^{\phi_u}\partial_{\phi_u} + \cdots \tag{25}$$

where

$$\varsigma^{u_\lambda} = D^e_\lambda \varsigma^u - u_x D^e_\lambda \xi^x, \quad D^e_\lambda = \partial_\lambda + u_\lambda \partial_u + (\phi_u u_\lambda + \phi_\lambda)\partial_\phi$$
$$\varsigma^{\phi_\lambda} = \tilde{D}^e_\lambda \varsigma^\phi - \phi_x \tilde{D}^e_\lambda \xi^x - \phi_u \tilde{D}^e_\lambda \varsigma^u, \quad \tilde{D}^e_\lambda = \partial_\lambda + \phi_\lambda \partial_\phi.$$

The sign $|_{(S)}$ means that the equations $\tilde{X}^e F_\alpha(x, u, p, \varphi) = 0$ are considered on any solution $u_0(x)$ of equations (22).

4.4 Lie algebra

Let us consider two generators

$$X_i = \zeta_i^\alpha(z)\frac{\partial}{\partial z_\alpha}, \quad i = 1, 2$$

Definition 4.2. *The generator*

$$X_3 = \zeta_3^\alpha(z)\frac{\partial}{\partial z_\alpha}$$

with the coefficients

$$\zeta_3^\alpha = X_1(\zeta_2^\alpha) - X_2(\zeta_1^\alpha)$$

is called a commutator of the generators X_1 and X_2.

Definition 4.3. *Let L be a vector space. Assume that there is a function $[.,.] : L \times L \to L$, satisfying the following properties:*
1.(bilinearity): for any $X_1, X_2, X_3 \in L$ and $a, b \in R$,

$$[aX_1 + bX_2, X_3] = a[X_1, X_3] + b[X_2, X_3],$$

$$[X_1, aX_2 + bX_3] = a[X_1, X_2] + b[X_1, X_3].$$

2.(skew-symmetric): for any $X_1, X_2 \in L$,

$$[X_1, X_2] = -[X_2, X_1].$$

3.(the Jacobi identity): for any $X_1, X_2, X_3 \in L$,

$$[[X_1, X_2], X_3] + [[X_2, X_3], X_1] + [[X_3, X_1], X_2] = 0.$$

Then L is called a Lie algebra.

Definition 4.4. *A vector space $S \subset L$ is called a subalgebra of the Lie algebra L if $[X_1, X_2] \in S$ for any $X_1, X_2 \in S$.*

Definition 4.5. *(Automorphism). Let $L, \widetilde{L}$ be Lie algebras and $X_1, X_2 \in L$. A linear one-to-one map f of L onto $\widetilde{L}$ is called an isomorphism if it satisfies the condition*

$$f([X_1, X_2]_L) = [f(X_1), f(X_2)]_{\widetilde{L}},$$

where the indices L and $\widetilde{L}$ denote the commutators in the corresponding algebras. An isomorphism of L onto itself is called an automorphism of the Lie algebra L.

In applications of group analysis to partial differential equation one studies the Lie algebra L^r of admitted generators. Let L^r be an r-dimensional Lie algebra with basis $X_1, X_2, ..., X_r$: i.e., any vector $X \in L^r$ can be decomposed uniquely as $X = \sum_{k=1}^{r} x_k X_k$ where x_k are the coordinates of the vector X in the basis $X_1, X_2, ..., X_r$. Then $[X_i, X_j] = \sum_{k=1}^{r} c_{ij}^k X_k$; $i, j = 1, 2, ..., r$ with real constants c_{ij}^k. The numbers c_{ij}^k are called *the structure constants of the Lie algebra L^r for the basis* $X_1, X_2, ..., X_r$. Let$(\bar{x}_1(t), ..., \bar{x}_r(t))$ be a solution of the system of linear equations

$$\frac{d\bar{x}_j}{dt} = \sum_{\beta=1}^{r} c_{\beta i}^j \bar{x}_\beta, \quad (j = 1, 2, ..., r)$$

satisfying the initial conditions at $a = 0$:

$$\bar{x}_j = x_j.$$

The solution of this Cauchy problem induces an automorphism $A_i, (i = 1, 2, ..., r)$ of the Lie algebra L^r. One of the main aims of group analysis is finding exact solutions. All solutions can be divided into equivalence classes of solutions as follows.

Definition 4.6. *Two solutions u_1 and u_2 are equivalent with respect to the admitted Lie group G if solutions are transformable into another by a transformation belonging to the group G.*

The problem of classification of exact solutions is equivalent to the classification of subalgebras of the admitted Lie algebra L. In order to give a method for classification of subalgebras, we need to give some definitions. The criterion for two Lie algebras to be isomorphic can be stated in terms of their structural constants. If the Lie algebras L and $\widetilde{L}$ are isomorphic, then there exist bases in them in which their structural constants are correspondingly equal. The set of all subalgebras of the Lie algebra L^r is divided into equivalence classes with respect to these automorphisms A_i. A list of representatives, where each element of this list is one representative from every class is called *an optimal system of subalgebras.* After constructing the optimal system, one can start seeking invariant solutions.

4.5 Invariant solutions

One of the main goals of application of group analysis to differential equation is the construction of representations of solutions. Solutions whose representations are obtained with the help of the admitted group are called invariant. These solutions can be constructed by the following way.

Assume that G is a group admitted by the system (S). Let L be the Lie algebra which corresponds to G, and $L^r \subset L$ a r subalgebra. The algorithm of finding invariant solutions with respect to the subalgebra L^r consists of the following.

Let L^r be a Lie algebra with the basis

$$X_k = \xi_k^i(x,u)\frac{\partial}{\partial x_i} + \zeta_k^j(x,u)\frac{\partial}{\partial u^j}, \quad (k = 1, 2, ...r).$$

Find the general solution of the system of linear homogeneous equations

$$\xi_k^i \frac{\partial J}{\partial x_i} + \zeta_k^j \frac{\partial J}{\partial u^j} = 0, \quad (k = 1, 2, ..., r),$$

where $J = J(x,u)$. The set of functionally independent solutions of these equations is called an universal invariant of the Lie algebra L^r. The universal invariant J consists of $s = m + n - r_*$ functionally independent invariants

$$J = \left(J^1(x,u), J^2(x,u), ..., J^{m+n-r_*}(x,u) \right),$$

where r_* is the total rank of the matrix composed by the coefficients of the generators X_k, $(k = 1, 2, ..., r)$.

Choosing m invariants such that the rank of the Jacobi matrix $\dfrac{\partial(J^1, ..., J^m)}{\partial(u^1, ..., u^m)}$ is equal to m, one composes the relations

$$J^i = \Phi^i \left(J^{m+1}, J^{m+2}, ..., J^{m+n-r_*} \right), \quad (i = 1, 2, ..., m). \tag{26}$$

Equations (26) form the representation of the invariant solution with respect to the algebra L^r. The representation of an invariant solution is obtained by solving the invariants $J^1, J^2, ..., J^m$ with respect to the dependent variables $u^1, ..., u^m$:

$$u^i = \phi^i(x, J^{m+1}, u^{m+2}, ..., u^{m+n-r_*}),\ (i = 1, ..., m).$$

The last set of relations is called the representation of the solution invariant with respect to L^r.

5 Research objectives

The research is devoted to application of group analysis to a class of one dimensional equations of fluids where the internal energy depends on the density and the gradient of the density. The objectives of research are as follows.

1. To find an equivalence Lie group of (1),(2).
2. To find an admitted Lie group of (1),(2).
3. To classify all subalgebras of the admitted Lie group of (1),(2).
4. To study invariant solutions of (1),(2).

6 Scope and limitations of the study

The proposed research will deal with the one-dimensional equations of fluids where the internal energy depends on the density and the gradient of the density.

7 Research procedure

The research procedure to be used in this thesis consists of a number of steps which can be briefly described as follows.

1. Construct determining equations of the equivalence Lie group for system (1),(2) and solve them.
2. Construct determining equations of the admitted Lie group for system (1), (2) and solve them.
3. Classify the internal energy with respect to admitted Lie group.
4. Construct optimal systems of admitted subalgebras.
5. To find invariant solutions of (1),(2).

8 Expected results

The expected outcome of this research project is the classification of one dimensional equations of fluids where the internal energy depends on the density

and the gradient of the density.

9 References

[1] Ovsyannikov L. V., (1982), Group analysis of differential equations, Academic Press, New York.

[2] Ibragimov N. H., (1996), CRC handbook of Lie group analysis of differential equations, Vol. 3, CRC Press, Boca Raton.

[3] Gavrilyuk S. L. and Shugrin S. M., (1996), *Media with equations of state that depend on derivatives*, Journal of Applied Mechanics and Technical Physics, Vol. 37, No. 2, 177-189.

[4] Cahn JW. and Hilliard JE., (1959), *Free energy of a non uniform system III*, J Chem Phys, 31, 688-699.

[5] Pratz J., (1981), *Thèse de* 3^e *cycle*, Aix-Marseille.

[6] Chirkunov YA., (1990), *Group classification of systems of linear partial differential equations of first-order with two unknown functions and two independent variables*, Docl As USSR, 314(1), 155-159.

[7] Meleshko SV., (1998), Isentropic flows of an ideal gas (Fragment 401). Institute of Theoretical and Applied Mechanics and Institute of Hydrodynamics.

[8] Bagderina YY. and Chupakhin AP., (2005), *Invariant and partially invariant solutions of the Green-Naghdi equations*, Journal of Applied Mechanics and Technical Physics, 46(6), 791-799.

[9] Green A. E. and Naghdi P. M., (1975), *A derivative of equations for wave propagation in water of variable depth*, J. Fluid Mech., 78, 237-246.

[10] Iordanski S. V., (1960), *On the equations of motion of the liquid containing gas bubbles*, Zhurnal Prikladnoj Mekhaniki i Tekhntheskoj Fiziki, 3, 102-111.

[11] Gavrilyuk S.L. and Teshukov V.M., (2001), *Generalized vorticity for bubbly liquid and dispersive shallow water equations*, Continuum Mech. Thermodyn, 13, 365-382.

[12] Hematulin A., Meleshko S. V., Gavrilyuk S. L., (2007), Group classification of one-dimensional equations of fluids with internal inertia, Mathematical Methods in Applied Sciences (accepted).

[13] Ibragimov N. H., (1999), Elementary Lie group analysis and ordinary differential equations, John Wiley & Sons, Chichester.

[14] Ibragimov N. H., (2004), *Invariant Lagrangians and a new method of integration of nonlinear equations*, J. Math. Anal. Appl. 304, 212-235.

[15] Olver P. J., (1986), Applications of Lie groups to differential equations, Springer-Verlag, New York.

10 Research plan

Year	2007		2008		2009
Activities	Jan-May	June-Dec	Jan-May	June-Dec	Jan-May
1. Study of the method and literature research.	$\leftrightarrow$				
2. Finding the equivalence Lie group.		$\leftrightarrow$	$\leftrightarrow$		
3. Finding the admitted Lie group.		$\leftrightarrow$	$\leftrightarrow$		
4. Classification of subalgebras and invariant solutions.			$\leftrightarrow$	$\leftrightarrow$	
5. Preparation of the thesis.				$\leftrightarrow$	$\leftrightarrow$

Student's signature: .....

(Mrs. Prakrong Voraka)

Date: 24/10/2007

Thesis advisor's signature: .....

(Prof.Dr.Sergey V. Meleshko)

Date: 24/10/2007

เอกสารประกอบการประชุมวาระที่ 5-12

Ph.D. Thesis Proposal

NUMERICAL SIMULATION OF THE FLUID FLOW PAST A TORUS WITH ROTATING BOUNDARY

การจำลองเชิงตัวเลขของของไหลที่ไหลผ่านทรงห่วงยางที่มีพื้นผิวหมุน

By

Mister Pairin Suwannasri

School of Mathematics

Institute of Science

Suranaree University of Technology

October, 2007

Thesis Proposal

Name: Mr. Pairin Suwannasri ID.No. D4810100
School of Mathematics Institute of Science
Thesis advisor: Assoc. Prof. Dr. Nikolay P. Moshkin

1 Thesis title

NUMERICAL SIMULATION OF THE FLUID FLOW PAST A TORUS WITH ROTATING BOUNDARY

การจำลองเชิงตัวเลขของของไหลที่ไหลผ่านทรงห่วงยางที่มีพื้นผิวหมุน

2 Introduction

The fluid flow past various axisymmetric bodies have received attention from many researchers due to their simple geometrical shape and wide variety of practical applications. Some examples include the flows behind a circular disk (Calvert1967; Fuchs et al. 1979), a sphere (Sakamoto and Haniu 1990), a holed disk (Takamoto 1987), and a torus(Majumdar and O'Neill 1977).

In order to study the fluid flow past a torus, the low-Reynolds-number flow or the Stoke flow have been used by many researchers such as Ghosh(1927), Pell and Payne(1960), Majumdar and O'Neill(1977), Jonhson and Wu (1979), Chwang and Hwang (1990), etc. According the article of Majumdar and O'Neill (1977), the Stokes flow about a torus of anchor ring type has been studied for the two axisymmetric flows which occur when either the torus rotates about its axis of symmetry in an unbounded quiescent fluid or when the torus is at rest in a uniform stream directed along its axis of symmetry. The first attempt at solving for the torus in a uniform stream was made by Ghosh (1927). However, his solution erroneously assumes that the stream function vanished on the body as well as along the axis of symmetry, with the consequent implication that there is no flux of fluid through the central hole of the torus. This type of solution is unacceptable physically since it leads to a discontinuity in pressure over the plane of symmetry of the hole. Pell and Payne (1960) made a detailed study of the problem and correctly treated the value taken by the stream function vanishes on the body as one of the unknowns of the problem. Their analysis leads to an exact solution for the stream function, but it is of great algebraic complexity and no calculations of the drag force acting on the body were given.

Majumdar and O'Neill (1977) presented an alternative solution of this problem. The

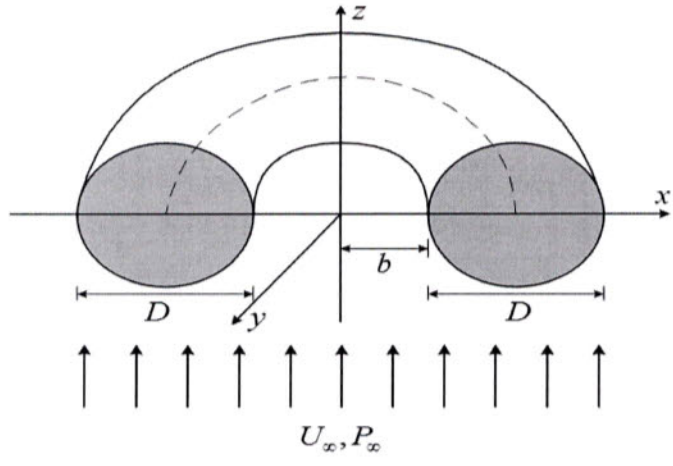
form of their solution is such that the velocity and pressure fields are calculated directly, the advantage of this approach being that it provides the solution in a particularly simple form compared with that given by Pell and Payne, and permits the force acting on the torus to be determined in a simple and straightforward way.

The case of axisymmetrical rotation problem was solved by Jonhson and Wu (1979), who obtained the solution of five fundamental torus motion: a translation along and a translation perpendicular to the generating or longitudinal axis, a rotation about an axis perpendicular to the longitudinal axis and intersecting the torus centre-line, a rotation about the longitudinal axis, and torus expanding radially. They also obtained the solution of a second order accurate expression for the drag force. However, the rotation about a curved line, such as a circle, was not considered until Chwang and Hwang (1990) studied the Stokes flow around a rotating torus that can be analyzed the locomotion of bacteria, which propel their cells by rotating their along curved filaments call flagella. They obtained the analytical solution of velocity field and found that the total force and the total torque acting in the flied are zero.

In the present study, we are going investigate the viscous incompressible fluid flow past a torus with rotating boundary in a uniform stream directed along its axis of symmetry for moderate Reynolds numbers. We will also study the influence of the rate of rotation of torus surface on the flow structure and the forces acting on the torus. The numerical algorithms by using finite difference method will be developed for solving the Navier-Stokes equations in the terms of primitive variables.

3 Mathematical formulation of problem

3.1 Statement of the problem



รูปที่ 1: The sketch of geometry of the torus.

A rigid open torus,with meridional cross-sectional diameter D, hole radius b, and surface S_b is placed axisymmetrically in a uniform stream which flows with constant velocity U_∞ and pressure P_∞. The sketch of geometry is illustrated in Figure 1. We consider a torus body, represented by a compact set $\mathcal{B} \subset \mathbb{R}^3$, moving in a fluid $\mathcal{L}$ which occupies the region $\mathcal{D} = \mathbb{R}^3 \setminus \mathcal{B}$ exterior to the body.

The fluid $\mathcal{L}$ is viscous incompressible with constant density ρ and viscosity μ. Accordingly, the equations which govern the flow are

$$\rho\left(\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + (\vec{u}\cdot\nabla)\vec{u}\right) = -\nabla p + \mu\Delta\vec{u} \qquad in \quad \mathcal{D}\times[0,T], \tag{1}$$

$$div\ \vec{u} = 0 \qquad in \quad \mathcal{D}\times[0,T]. \tag{2}$$

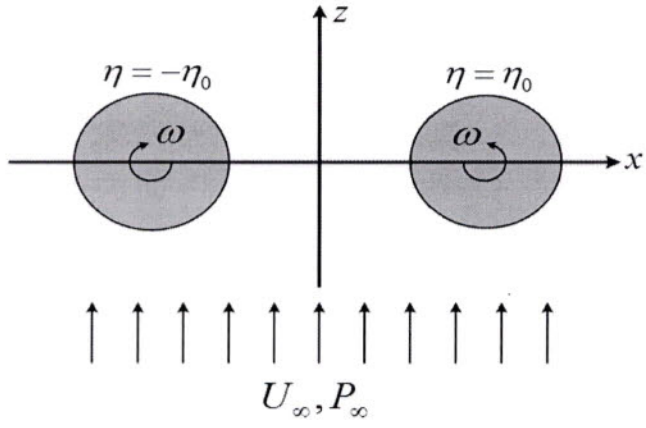
where the quantities $\vec{u}(x,t)$ and $p(x,t)$ represent the velocity and the pressure associated to each particle of $\mathcal{L}$. The boundary conditions are no-slip on the torus surface

$$\vec{u} = \vec{u}_* \qquad on \quad S_b$$

where $\vec{u}_*$ is the velocity of torus surface. Upstream and downstream boundary conditions at infinity are

$$\vec{u} = (u_x, u_y, u_z) = (0,0,U_\infty) \qquad at \quad x^2+y^2+z^2 \to \infty$$

where u_x, u_y and u_z are components of the velocity vector in x, y and z directions, respectively(see Figure1.). We shall assume that the boundary of torus rotates about its central axis at angular velocity ω (see figure 2). Equations (1) and (2) above are referred to as the Navier-Stokes equations.



รูปที่ 2: The sketch of geometry of the problem.

The force acting on a torus is

$$\bar{F} = \int_{\mathrm{S}} \mathrm{T}\cdot\vec{n}d\mathbf{S}$$

where $\mathbf{S}$ is the surface of torus and $\vec{n}$ is the outward normal unit vector on the boundary. A stress tensor T can be defined by

$$\mathrm{T} = pI + \mu\left[\nabla\vec{u} + (\nabla\vec{u})^T\right]$$

where $\nabla\vec{u}$ is a gradient tensor.

3.2 Governing equation

The studies of the fluid flow past a torus based on a toriodal coordinates system. The toriodal coordinates system (ξ, η, ϕ) are defined by the following equations

$$\begin{aligned} x &= \frac{c\sin\xi\cos\phi}{\cosh\eta - \cos\xi} \\ y &= \frac{c\sin\xi\sin\phi}{\cosh\eta - \cos\xi} \\ z &= \frac{c\sin\phi}{\cosh\eta - \cos\xi} \end{aligned}$$

where $\xi \in [0, 2\pi)$, $\eta \in (-\infty, \infty)$ and $\phi \in [0, 2\pi)$, c is a characteristic length in the toriodal coordinates system which is positive.

Under the axisymmetic flow conditions(all variables depend only on ξ,η), the non-dimensional Navier-Stokes equations in the toroidal coordinate system (ξ, η, ϕ) are

$$\frac{\partial(u_\xi)}{\partial\xi} + \frac{\partial(u_\eta)}{\partial\eta} - \frac{2h}{c}u_\xi sin\xi + (coth\eta - \frac{2h}{c})u_\eta = 0, \tag{3}$$

$$\begin{aligned} &\frac{\partial u_\xi}{\partial t} + \frac{1}{h}\left(u_\xi\frac{\partial u_\xi}{\partial\xi} + u_\eta\frac{\partial u_\xi}{\partial\eta}\right) + \frac{1}{c}\left(u_\eta^2 sin\xi - u_\xi u_\eta sinh\eta\right) = -\frac{1}{h}\frac{\partial P}{\partial\xi} \\ &+\frac{1}{Re}\left[\frac{1}{h^2}\left(\frac{\partial^2 u_\xi}{\partial\xi^2} + \frac{\partial^2 u_\xi}{\partial\eta^2}\right) - \frac{1}{ch}\left(sin\xi\frac{\partial u_\xi}{\partial\xi} + 2sinh\eta\frac{\partial u_\eta}{\partial\xi} - 2sin\xi\frac{\partial u_\eta}{\partial\eta}\right)\right] \\ &+\frac{1}{Re}\left[\left(\frac{coth\eta}{h^2} - \frac{1}{ch}sinh\eta\right)\frac{\partial u_\xi}{\partial\eta} + \left(\frac{1}{ch}cosh\eta - \frac{2}{c^2}\left(sin^2\xi + sinh^2\eta\right) + \frac{1}{c^2}\left(cosh\eta cos\xi - 1\right)\right)u_\xi\right] \\ &+\frac{1}{Re}\left[\left(\frac{sin\xi}{c^2 sinh^2\eta}\left(\left(1 + sinh\eta\right)\left(1 - cosh\eta cos\xi\right) + sinh^3\eta\right)\right)u_\eta\right], \end{aligned} \tag{4}$$

$$\begin{aligned} &\frac{\partial u_\eta}{\partial t} + \frac{1}{h}\left(u_\xi\frac{\partial u_\eta}{\partial\xi} + u_\eta\frac{\partial u_\eta}{\partial\eta}\right) + \frac{1}{c}\left(u_\xi^2 sinh\eta - u_\xi u_\eta sin\xi\right) = -\frac{1}{h}\frac{\partial P}{\partial\eta} \\ &+\frac{1}{Re}\left[\frac{1}{h^2}\left(\frac{\partial^2 u_\eta}{\partial\xi^2} + \frac{\partial^2 u_\eta}{\partial\eta^2}\right) - \frac{1}{ch}\left(sin\xi\frac{\partial u_\eta}{\partial\xi} - 2sinh\eta\frac{\partial u_\xi}{\partial\xi} + 2sin\xi\frac{\partial u_\xi}{\partial\eta}\right)\right] \\ &+\frac{1}{Re}\left[\left(\frac{coth\eta}{h^2} - \frac{sinh\eta}{ch}\right)\frac{\partial u_\eta}{\partial\eta} - \frac{sin\xi sinh\eta}{c^2}u_\xi - \frac{2}{c^2}\left(sin\xi sinh\eta + sinh^2\eta - \frac{c}{2h}cosh\eta\right)u_\eta\right] \\ &+\frac{1}{Re}\left[\frac{1}{c^2 sinh^2\eta}\left(sin^2\xi sinh^2\eta + sinh^2\eta\left(cosh\eta cos\xi - 1\right) - \left(cosh\eta cos\xi - 1\right)^2\right)u_\eta\right]. \end{aligned} \tag{5}$$

where u_ξ and u_η are the velocity components in ξ and η directions, respectively, and $h = c/(\cosh\eta - \cos\xi)$. In the above equations, the velocities are non-dimensionalized with the free stream velocity U_∞ and the pressure by ρU_∞^2.The non-dimensional parameter which appear in the above equations are the Reynolds number

$$Re = \frac{DU_\infty}{\nu},$$

where D is a diameter of a torus and $\nu = \rho/\mu$ is the coefficient of the kinematic viscosity. The nondimensional boundary condition employed for investigation are

- **On the torus surfaces**, the no-slip boundary condition will be used

$$u_\xi = \frac{D\omega}{2U_\infty}, \qquad u_\eta = 0, \qquad \xi \in [0, 2\pi), \eta = \pm\eta_0. \tag{6}$$

- **At infinity**, the constant streamwise velocity and pressure will be used,

$$\vec{u} = (u_x, u_y, u_z) = (0, 0, 1), \qquad P = \frac{P_\infty}{\rho U_\infty^2}, \qquad x^2 + y^2 + z^2 \to \infty. \tag{7}$$

4 Research methodology

The governing equations solved in this research include the equations of continuity and momentums (3)-(5) subject to the boundary conditions (6)-(7). The fluid flow equations (3) - (5) will be solved by using the finite difference method based on the projection method [5,8,9]. In this method, an intermediate velocity field, which does not satisfy the incompressibility constraint, is first computed at each time step. Then, the pressure is used to project the intermediate velocity into the space of discretely incompressible functions. The velocity variable is updated by the resulting *Poisson equation* for the pressure solved with Dirichlet, Neumann or Robin boundary conditions. For the sake of simplicity, the explicit scheme of the second order accurate in time will be used.

We will verify numerical algorithm by comparing our numerical results with available data from laboratory physical models which are known exact or approximate solutions.

5 Scope and limitations of the study

1. Axisymmetric(z-axis) and steady flows are considered.
2. The fluid is considered viscous incompressible.
3. Using the finite different method based on primitive variables to solve the Navier-Stokes equation in term of the toroidal coordinate system.

6 Research objectives

The main goals of this research are to study the behavior fluid flow past a torus of circular cross-section with rotating boundary, construct a numerical model and develop a computer program to predict the behavior of the fluid flow. The objective of research are the following

1. Propose a mathematical formulation to describe the problem of the viscous incompressible fluid flows past a torus with rotating boundary.
2. Derive a finite difference scheme for solving the governing equations of the problem in primitive variables.
3. To verify numerical algorithms of the solution of the problem by comparing with data from laboratory physical models which are known, and exact or approximate solutions.
4. To study influence of the rate of rotation of torus surface on structure of fluid flow and hydrodynamic parameters.

7 Expected results

Expected results of the thesis project include the followings

1. We will obtain the schemes, numerical models and computer programs based on the primitive variable method for solving the problem of the viscous incompressible fluid flows past a torus with rotating its boundary.
2. Validation of numerical algorithms of the problem will be done by comparing with data from laboratory physical models which are known, and exact or approximate solutions.
3. Influence of the rate of rotation of torus surface on the flow structure and forces acting on torus will be analyzed.
4. Longer term results of this study will be used by researchers doing numerical simulation of viscous incompressible fluid flows past a torus.

8 References

[1] S.R. Majumdar and M.E. O'Neill, (1977). On Axisymmetric Stokes flow past a torus. Journal of Applied Mathematics ans Physics. Vol. **28**, 541-550.

[2] S.R. Majumdar, (1979). Axisymmetric Stokes flows generated by the motion of a closed torus. Journal of Applied Mathematics ans Physics. Vol. **30**, 967-982.

[3] R.E. Johnson and T.Y. Wu, (1979) Hydrodynamics of low-Reynolds-number flow. Part 5. Motion of a slender torus. J. Fluid Mech. Vol. **95**, part 2, 263-277.

[4] A.T. Chwang and W. Hwang, (1990).Rotation of a torus. Phys. Fluid A. Vol **2**, No. 8, 1309-1311.

[5] D.L. Brown, R. Cortez and M.L. Minion, (2000). Accurate projection methods for the incompressible Navier-Stokes equations. J. compuational Physics. Vol. **168**, 464-499.

[6] S. Armfield and R Street, (2003). The pressure accurate of fractional-step methods for the Navier-Stokes equations on staggered grids. J. ANZIAM. Vol. **44**, c20-c39.

[7] N.A. Kampanis and J.A. Ekaterinaris, (2006). A staggered grid, high-order accurate method for the incompressible Navier-Stokes equations.J. Computatinal Physics. Vol. **215**, 589-613.

[8] J.L. Guermond, P. Minev and J. shen, (2006). An overvier of proection methods for incompressibe flows. Comput. Methods Appl. Mech. Engrg. Vol. **195**, 6011-6045.

[9] R. Saye, A Navier-Stokes teaching module..

[10] J. C.Tannehill, D. A. Anderson and R. H. Pletcher. (1997). *Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer*, 2nd Ed. Taylor&Francis.

[11] L. M. Milne-Thomson. (1996). Theoretical Hydrodynamics,5th Ed.Dover.

[12] T. Cebeci, J. P. Shao, F. Kafyeke and E. Laurendeau. (2005). Computational Fluid Dynamics for Engineers.Springer.

[13] Z.U.A. Warsi. (1993). *Fluid Dynamics Theoretical and Computational Approaches.* CRC Press, Inc.

9 Research Plan

Thesis work begins in January 2007.

Year	2007		2008			2009	
Activities	May-Aug	Sept-Dec	Jan-Apr	May-Aug	Sept-Dec	Jan-Apr	May-Aug
1. Literature search, survey. Study the methodology used in this research .	↔	↔					
2. Formulate problem and construct the mathematical model.	↔	↔					
3. Develop computer codes.	↔	↔	↔	↔	↔		
4. Numerical solution of particular problem.				↔	↔	↔	↔
5. Thesis preparation.					↔	↔	↔

Student's signature .....

(Mr. Pairin Suwannasri)

Date: 30 October 2007

Thesis advisor's signature .....

(Assoc.Prof.Dr. Nikolay P. Moshkin)

Date: 30 October 2007

เอกสารประกอบการประชุมวาระที่ 5.11

Ph. D. Thesis Proposal

ESTABLISHMENT OF INSULIN-PRODUCING CELLS AND TRANSPLANTATION FOR POTENTIAL OF DIABETES MELLITUS TREATMENT

การสร้างเซลล์ที่ผลิตอินซูลินและการปลูกถ่ายเซลล์เพื่อเป็นแนวทางในการรักษาโรคเบาหวาน

By

Miss Piyaporn Rattananinsruang
School of Microbiology
Institute of Science
Suranaree University of Technology
August 2007

Ph. D. Thesis proposal

Miss Piyaporn Rattananinsruang **I.D.No.D4910022**

School of Microbiology **Institute of Science**

Thesis committee

(A) Asst. Prof. Dr. Wilairat Leeanansaksiri Chairperson

(B) Prof. Dr. Chatchalit Rattarasarn Committee

(C) Dr. Chavaboon Dechsukhum Committee

1. Thesis title

ESTABLISHMENT OF INSULIN-PRODUCING CELLS AND TRANSPLANTATION FOR POTENTIAL OF DIABETES MELLITUS TREATMENT

การสร้างเซลล์ที่ผลิตอินซูลินและการปลูกถ่ายเซลล์เพื่อเป็นแนวทางในการรักษาโรคเบาหวาน

2. Introduction

Diabetes mellitus is one of the most common chronic disease threaten the health and health economics in every country of the world. The prevalence of diabetes in the world's population will rise from 151 million in the year 2000, to 221 million by the year 2010 and to 300 million by 2025 (Zimmet, 2003). In Thailand, the estimated prevalence of diabetes in Thai adults was 9.6% (2.4 million people) (Aekplakorn, 2003).

Type 1 diabetes is an autoimmune destruction of the pancreatic β cells and affects children and young adults. Type 1 diabetes known as insulin-dependent diabetes mellitus (IDDM) that is this type can be treated by exogenous insulin treatment. Whereas the most common form of diabetes is type 2 diabetes. In type 2 diabetes, the body does not produce enough insulin or the cells do not use insulin properly. This type of diabetes is called non-insulin-dependent diabetes mellitus (NIDDM), obesity related diabetes or adult-onset diabetes. It can prevent or delay the onset of this type by management of diet, exercise and weight reduction (Kahn, 2005). When the disease progresses, type 2 diabetic patients finally require insulin to

maintain blood glucose level (Bethel, 2005). The clinician will include the insulin therapy in treatment strategy for improving symptoms, enhancing quality of life and provide a sense of well-being (White, 2003). Although diabetic patients have benefited from insulin therapy, the intensive treatment can cause hypoglycemia (Bernroider, 2007).

At present, islet cell transplantation is the most potential source for diabetes treatment. Transplantation of islet cells has demonstrated normoglycemia in the absence of exogenous insulin therapy. Nevertheless, the limitation of islet cell replacement are the following factors: non-functioning of isolated islets, the small number of transplanted islets, the immunogenecity of isolated islets, transplantation to inappropriate sites, recurrence of auto-immunity in the transplanted islets and rejection and immunosuppression (Gunasekaran, 2003). Therefore, the scientists take an interest in human embryonic stem cells (hESCs). hESCs are more interesting because they have the differentiation potential to become several tissues in the body, while adult stem cells have limited differentiation capacity. The strategies for differentiation of hESCs into insulin-producing cells have been demonstrated by many research groups (Assady, 2001; Segev, 2004 and Baharvand, 2006). The insulin-producing cells are expressed the markers that are associated with pancreatic β cell differentiation pathway. These cells can also produce and secrete insulin in response to glucose concentration. However, the differentiation of insulin-producing cells protocols use of insulin containing medium. Therefore, insulin may be absorbed from the culture medium into the cells (Rajagopal, 2003). Moreover, these methods maintain undifferentiated hESCs on mitotically inactivated mouse embryonic fibroblasts (MEF) feeder layers which can provide the animal pathogen contamination to hESCs (Mallon, 2006). In addition, those studies did not test the function of insulin-producing cells in animal model. Therefore, *in vivo* characterization of the cells remains to be solved.

This study aims to produce the insulin-producing cells from undifferentiated hESCs and to evaluate the capability of insulin-producing cells to produce insulin in response to blood glucose when transplanted into the diabetic monkey model. The transplantation protocol is designed to prevent graft rejection and to investigate whether diabetic monkey model can be used as an animal model for studying the possible treatment for this disease. A further advantage of monkey model is that it has

an evolution more closely to human. In addition, it would be provide the outcome in physiological changing and side effects developing treatment. The achievement of these goals must have the capacity to address an advancement and safety therapeutic strategy before attempting to treat patients with diabetes.

3. Literature review

3.1 Diabetes mellitus

3.1.1 Epidemiology

The prevalence of diabetes in the world's population will rise from 151 million in the year 2000, to 221 million by the year 2010 and to 300 million by 2025 (Zimmet, 2003) (Fig. 1). The expected population growth between 2000 and 2003 will be focused in developing countries (Wild, 2004). There will be a 170% increase, from 84 to 228 million and the majority of people with diabetes are in the age range of 45-64 years, in the developing countries (King, 1998). In contrast, the majority of people with diabetes in developed countries are >64 years of age (Wild, 2004).The global diabetes prevalence is similar in men and women but it is slightly higher in men <60 years of age and in women at older ages (Wild, 2004). However, the fact that there are more women than men with diabetes in many countries is remarkable. For the developed countries, a probably explanation is the greater long life of women.

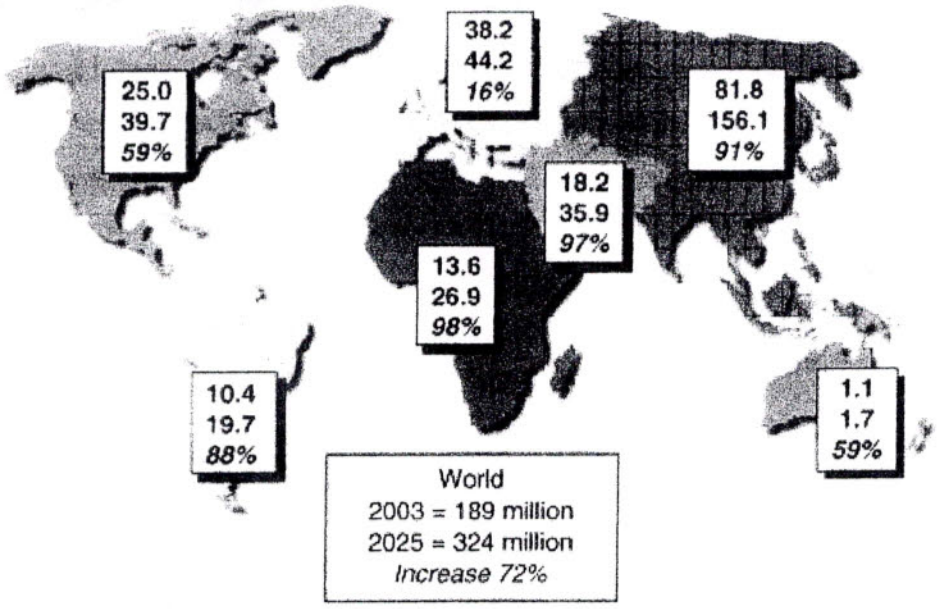


Fig. 1 Prevalence of diabetes in the world's population (Zimmet, 2003).

The International Collaborative Study of Cardiovascular Disease in Asia (InterASIA) has demonstrated that diabetes and impaired fasting glucose are common in Thai adults. These conditions are associated with adverse levels of cardiovascular risk factors. The estimated national prevalence of diabetes in Thai adults was 9.6% (2.4 million people), which included 4.8% of previously diagnosed and 4.8% of newly diagnosed subjects. The prevalence of impaired fasting glucose was 5.4% (1.3 million people). The prevalence of diabetes and impaired fasting glucose in Thailand are rise to Western levels appears to be ascribing to changes in demographic factors including the greater age of the population, the increased proportion living in an urban area and increasing levels of obesity (Aekplakorn, 2003).

3.1.2 The classification of diabetes

Diabetes mellitus (DM) is a disease in which the body does not produce or properly use insulin. Insulin is a hormone produced by the pancreas, a large gland behind the stomach. Insulin is needed to convert sugar, starches, and other food into energy. Glucose is the main source of fuel for the body, it passes into the bloodstream which is used by cells for growth and energy. This energy is needed for daily

functioning. The patients with diabetes have abnormally high levels of glucose in the bloodstream which is lost through the kidneys. Thus, the body loses its main source of fuel (Kahn, 2005 and Diabetes Overview, http://diabetes.niddk.nih.gov/dm/pubs/overview/index.htm, 2007).

The types of diabetes are classified in term of their specific etiology or pathogenesis.

Type 1 diabetes was previously called insulin-dependent diabetes mellitus (IDDM) or juvenile-onset diabetes. Type 1 diabetes is an autoimmune disease which the immune system attacks and destroys the insulin-producing β cells in the pancreas. Thus, the body's produces little or no insulin. It develops most often in children and young adults but can appear at any age. People with type 1 diabetes require daily insulin treatment to survive. Risk factors for type 1 diabetes may include autoimmune, genetic, and environmental factors. There are currently no known methods of preventing type 1 diabetes (Kahn, 2005 and Diabetes Overview, http://diabetes.niddk.nih.gov/dm/pubs/overview/index.htm, 2007).

Type 2 diabetes was previously called non-insulin-dependent diabetes mellitus (NIDDM), obesity related diabetes or adult-onset diabetes. About 90 to 95 percent of people with diabetes have type 2. It usually begins as insulin resistance, a disorder in which the cells do not use insulin properly. This type of diabetes is associated with older age, obesity, family history of diabetes, previous history of gestational diabetes, impaired glucose metabolism, physical inactivity, and race/ethnicity. African Americans, Hispanic/Latino Americans, American Indians, and some Asian Americans and Native Hawaiians or Other Pacific Islanders are at particularly high risk for type 2 diabetes. Type 2 diabetes is increasingly being diagnosed in children and adolescents. Studies show that people at high risk for type 2 diabetes can prevent or delay the onset of the disease by maintaining a healthy diet and regular exercise (Kahn, 2005 and Diabetes Overviw, http://diabetes.niddk.nih.gov/dm/pubs/overview/index.htm, 2007).

Gestational diabetes mellitus (GDM) is a form of glucose intolerance that is diagnosed in some women during pregnancy. It is also more common among obese women and women with a family history of diabetes. Although this form of diabetes usually disappears after the birth of the baby, women who have had gestational

diabetes have a 20 to 50 percent chance of developing type 2 diabetes within 5 to 10 years. About 7.05% of pregnant women in Thailand develop gestational diabetes. Gestational diabetes is caused by the hormones of pregnancy or a shortage of insulin. The maternal risk factors for GDM include increasing age, racial origin, family history of diabetes mellitus and pre-pregnancy body mass. Older mothers and overweight women are more likely to get gestational diabetes. Diabetes during pregnancy has serious adverse consequences for both mothers and their children (Kahn, 2005 and Diabetes Overview, http://diabetes.niddk.nih.gov/dm/pubs/overview/index.htm, 2007).

Pre-gestational diabetes mellitus (PDM) is diagnosed prior to pregnancy. PDM can be either type 1 or type 2 diabetes. Mothers with PDM and their children face accelerated diabetes complications, such as hypertension and retinopathy, increased risk for many adverse outcomes including birth defects, perinatal mortality (Pregnancy in Preexisting Diabetes, http://diabetes.niddk.nih.gov/dm/pubs/america/pdf/chapter36.pdf, 2007).

Other specific types of diabetes and maturity-onset diabetes of the young (MODY) is identified in a relatively specific way or have other distinctive, distinguishing features of the underlying defect or disease process. Major causes of this type which include genetic defects of β-cell function associated with specific monogenic defects. Most of these are characterized by a dominant pattern of inheritance and the onset of hyperglycemia at an early age. They are characterized by impaired insulin secretion with minimal or no defects in insulin action. They are inherited in an autosomal dominant pattern but are heterogeneous. A number of specific genetic defects have been identified, including variations in hepatic nuclear factor 4α (HNFα) (MODY1), glucokinase (MODY2), HNF1α (MODY3), insulin-promoting factor 1 (IPF1) (MODY4), and HNF3β (MODY5). Some forms of diabetes are associated with rare autosomal dominantly inherited genetic defects of insulin or insulin action. Structurally abnormal insulins, from specific mutations in the insulin gene, with resultant impaired receptor binding, have been identified in a few families (Kahn, 2005).

Pre-diabetes is a condition that occur before people develop type 2 diabetes, of which blood glucose are higher than normal but not yet high enough to be diagnosed as diabetes. A combination of obesity, inactivity and genetics is responsible.

Most people with pre-diabetes aren't aware they have it, and insurers may not cover testing for or treatment of the condition. Recent research has shown that some long-term damage to the body, especially the heart and circulatory system, may already be occurring during pre-diabetes. People with pre-diabetes can prevent the development of type 2 diabetes by making changes in their diet and increasing their level of physical activity (Diabetes Overview, http://diabetes.niddk.nih.gov/dm/pubs/overview/index.htm, 2007).

Type 1 and type 2 diabetes have different causes (Kahn, 2005). In type 1 diabetes, inherited risk factors from parents must stimulate the disease. Something in environment must trigger diabetes; type 1 diabetes develops more often in winter than summer. Moreover, other viruses have mild effect on triggers type 1 diabetes. In people who are breastfed and in those who first eat solid food at later ages, type 1 diabetes is less common. The development of type 1 diabetes seems to take many years; researchers found that most of those who later got diabetes had autoantibody in their blood for years before the development of diabetes. Type 2 diabetes has a stronger genetic basis than type 1, and depends on more environmental factors. The ethnic groups with the highest risk are African Americans, Mexican Americans, and Pima Indians. Type 2 diabetes is common in people who eat too much fat, eat too little carbohydrate and fiber, and get too little exercise. Obesity is a strong risk factor type 2 diabetes, people who have been obese for a long time have high risk to develop type 2 diabetes.

The recommendations for the classification and diagnosis of diabetes mellitus use the terms "type 1" and "type 2" instead of "IDDM" and "NIDDM" to designate the two major types of diabetes mellitus. The simplification of the diagnostic criteria for diabetes mellitus is a level of 126 mg/dL (7 mmol/L) or higher by performing the Fasting Plasma Glucose (FPG) Test. (Kahn, 2005 and Diagnosis of Diabetes, http://www.diabetes.niddk.nih.gov/dm/pubs/diagnosis/index.htm,2007). These provide an easier and more reliable means of diagnosing persons at risk of complications from hyperglycemia. Earlier detection of diabetes mellitus may lead to tighter control of blood glucose levels and a reduction in the severity of complications associated with this disease.

3.1.3 Complications of diabetes

Diabetes could cause problems in so many parts of the body; nerve damage (neuropathy), damage to large blood vessels (called macrovascular disease), damage to small blood vessels such as capillaries (called microvascular disease). Diabetic neuropathies lead to numbness and sometimes pain and weakness in the hands, arms, feet and legs. Neuropathy can also cause problems in digestive system, heart, and sex organs. Neuropathies are more common in people who have had diabetes for at least 25 years, are overweight, have poor blood glucose control, and have high blood pressure. The most common type is peripheral neuropathy, which affects the arms and legs. This type of nerve damage causes numbness in the feet. This increases the chance of foot injuries, which, if left untreated, can lead to amputation.

In macrovascular disease, high blood glucose causes hardening of the arteries (arteriosclerosis), which can lead to a heart attack, stroke or poor circulation in the feet. Heart disease is the leading cause of diabetes-related death. Adults with diabetes have heart disease death rates about 2 to 4 times higher than adults without diabetes. The risk of stroke is also 2 to 4 times greater for people with diabetes. Moreover, in microvascular disease that is high blood glucose also thickens capillary walls, makes blood stickier and can cause small blood vessels to leak. Together, these effects reduce blood circulation to the skin, arms, legs, and feet. They can also change the circulation to the eyes and kidneys. Reduced capillary blood flow may cause some brown patches on the legs (Kahn, 2005 and Complication of Diabetes, http://www.diabetes.niddk.nih.gov/complications/index.htm, 2007)

Nephropathy (kidney disease) is a common and important accompaniment of diabetes and one that in young diabetics takes precedence over heart disease as a cause of illness and death. There is a wide variation in the type and degree of renal damage. It occurs in long standing diabetes. A serious complication known as retinopathy (eye disease) and lead to loss of vision. It usually takes between 10-13 years for diabetic retinopathy to develop and it is present in some degree in most diabetics who have had the disease for 20 years. Diabetes is the leading cause of blindness in adults 20 to 74 years old and is estimated to affect 12,000 to 24,000 new cases each year (Kahn, 2005 and Complication of Diabetes, http://www.diabetes.niddk.nih.gov/complications/index .htm, 2007).

The problem of hypoglycemia due to insulin or oral hypoglycemic drugs is much more common in type 1 than in type 2. Another acute complication which is more likely to occur in type 1 diabetes is ketoacidosis, a condition caused by a lack of insulin leading to a build-up of ketoacids. This condition can directly cause an acute life-threatening event, a diabetic coma (Kahn, 2005 and Complication of Diabetes, http://www.diabetes.niddk.nih.gov/complications/index.htm, 2007).

3.1.4 Diabetes treatment

The major goal in diabetes treatments is controlling elevated blood sugars (glucose) without causing abnormally low levels of blood sugar. Type 1 diabetes treatments include insulin, exercise, a diabetes diet and oral medications are useless in this type. Type 2 diabetes treatments include weight reduction, a diabetes diet and exercise. When these treatments fail to control the elevated blood sugars, oral medications are used. If oral medications are still insufficient, insulin medications are consider (Kahn, 2005 and Diabetes Overview, http://diabetes.niddk.nih.gov/dm/pubs/overview/index.htm, 2007).

Nowadays, there are nine different classes of drugs, sometimes being used in combination to control diabetes without insulin injections. Furthermore, treatment with combination of these drugs is not successful in the majority of type 2 diabetics in their entire lives and they do not work at all for type 1 diabetes (Kahn, 2005 and Treatments of Diabetes, http://www.diabetes.niddk.nih.gov/treatments/index.htm, 2007)

For everyone with type 1 diabetes and some people with type 2 diabetes, insulin is required for survival in which their pancreas is unable to produce. People inject themselves with insulin by using a syringe or an insulin pen injector. However, their tissue will bruise and damage. Furthermore, others may use an insulin pump, which is provides a continuous supply of insulin and eliminating the need for daily shots. The benefit of the insulin pump is that the user no longer has to inject insulin continuously; patients can alter their diet at any time, and accommodate the alteration by taking additional units of insulin. An inhaled insulin delivery system provides rapid-acting insulin as a dry powder that is inhaled through the mouth into the lungs. The insulin then passes into the bloodstream. The United States Food and Drug Administration (FDA) approved inhaled insulin on January 27, 2006, for adults with

type 1 or type 2 diabetes. The most widely used form of insulin is synthetic human insulin, which is chemically identical to human insulin but manufactured in a laboratory. Unfortunately, insulin has increase risk of thrombosis, increase plaque formation, stimulates connective tissue synthesis, elevates blood pressure and increases heart disease risk (Kahn 2005 and Treatments of Diabetes, http://www.diabetes.niddk.nih.gov/treatments/index.htm, 2007).

In recent years, researchers have focused increasing attention on transplantation for people with type 1 diabetes. Pancreas transplants have been performed since the late 1960s. After a successful pancreas transplant, many people with diabetes no longer need to use insulin. The pancreas contains about 1 million islet cells, 75 to 80 percent of which produce insulin. The beta cells that produce insulin reside in the islets, transplanting these cells may offer a less invasive, less expensive and less risky option than a pancreas transplant for people with diabetes. The liver, not the pancreas, is the site of the transplant because it's easier to access the large portal vein in the liver than it is to access a vein in the pancreas. The cells that grow in the liver secrete insulin much like cells in the pancreas do. Unfortunately, transplants aren't always successful. The body may reject the new organ days or even years after the transplant, which means that patients need to take immunosuppressive drugs the rest of life. These drugs are costly and can have serious side effects, including a high risk of infection and organ injury. The side effects can be more dangerous than diabetes. Type 1 diabetic patients are not considered for transplantation unless their diabetes can not be controlled or are serious complications develop (Kahn 2005 and Treatments of Diabetes, http://www.diabetes.niddk.nih.gov/treatments/index.htm, 2007).

The requirements for an effectively unlimited supply for pancreatic β-cell replacement has led to explore the way to generate insulin producing cells to use in this treatment. Recently, scientists developed cell-based therapy for alternative treatment to conventional donor dependent transplantation. Stem cells are self-renewing cells and are able to differentiate *in vivo* to produce the desired kind of cell. Laboratories all over the world have been exploring the possibility of using stem cells to restore damaged or lost tissue (Beattie, 2004 and Stojkovic, 2004).

3.2 Stem cells

3.2.1 Classification of stem cells

Stem cells are often classified with regard to their origin, present both in the embryo and in the adult. Depend on the stem cells originate, they have different properties. According to the classification scheme, there are two kinds of stem cells; embryonic stem cells and adult stem cells (Stojkovic, 2004 and Kiatpongsan, 2006).

Embryonic stem cells (ESCs) are derived from embryos that develop from eggs, have been fertilized *in vitro* (in an *in vitro* fertilization [IVF] clinic) and then donated for research purposes with informed consent of the donors. Once removed the inner cell mass (ICM), which is part of the early (4-5 days old) embryo called the blastocyst, the cells can be cultured into embryonic stem cells. ESCs have the intrinsic ability to become mesoderm, ectoderm, or endoderm, thus giving rise to every differentiated cell in the body. In addition, it is also immortal by self renewal capability. Consequently, ESCs are more promising as a therapeutic tool because it has less limitation on differentiation potential.

Adult stem cells originate from mature adults; the numbers of cell types which they can differentiate are limited. Unlike embryonic stem cells, which are defined by their origin (the inner cell mass of the blastocyst), the origin of adult stem cells in mature tissues is unknown. An adult stem cell is an undifferentiated cell found among differentiated cells in a tissue or organ, can renew itself, and can differentiate to yield the major specialized cell types of the tissue or organ. The primary roles of adult stem cells in a living organism are to maintain and repair the tissue in which they are found. It is generally believed that adult stem cell therapies will complement but not replace embryonic stem cell therapies. Certain kinds of adult stem cells seem to have the ability to differentiate into a number of different cell types, given the right conditions. If the differentiation of adult stem cells can be controlled in the laboratory, these cells may become the basis of therapies for many serious common diseases.

Moreover, stem cells can be classified by a hierarchal system (Kiatpongsan, 2006).

1. Totipotent stem cell is the first stage stem cell that can be found in zygote. It can develop into both embryonic and extraembryonic tissues.

2. Pluripotent stem cell is the later stage of totipotent stem cell. This cell type can develop into all kinds of cells of an embryo (except the extraembryonic tissues). Pluripotent stem cell can be found in an embryo, fetus and developing organism.

3. Multipotent stem cell is a stem cell in any specific tissues, organs or systems. This stem cell has more limited differentiation potential. For instance, hematopoietic stem cell has an ability to develop into only cells in the hematological system.

3.2.2 Derivation and culture of hESCs

The human embryonic stem cells (hESCs) are derived from the inner cell mass of blastocyst-stage embryos that are isolated by mechanically or immunosurgery methods. They can be maintained in an undifferentiated or pluripotency state *in vitro* for prolonged periods of time. The potential of hESCs to differentiate into representing ectoderm, mesoderm and endoderm derivatives has generated the possible use of hESCs in therapeutic applications (Trounson, 2006). The derivation process involves culturing of the inner cell mass (ICM) of blastocyst stage, induce to proliferate and differentiate into desired cell types (Stojkovic, 2004) (Fig. 2). The first successful derivations of hESCs performed in the Thomson laboratory at the University of Wisconsin (Madison, WI, USA) were isolated from the ICM of human blastocyst and placed on mitotically inactivated murine feeder cells (Thomson, 1998).

Continuous culture of isolated ICM cells and hESCs in an undifferentiated state still requires the presence of feeder layers. Some previous reports have demonstrated that the growth of undifferentiated hESCs can be maintained on mouse embryonic fibroblast (MEF) feeders and on laminin- or Matrigel-coated-plastic surface with MEF conditioned medium. The xenosupport systems possibly transfer of harmful animal pathogens to any human transplant recipients in clinical use of existing human cells (Mallon, 2006). Furthermore, human feeder layers are used for hESCs culture including human adult marrow cells, human fetal muscle (FM), human adult skin (AS), commercial human fetal skin (FS; D551/CCL-10, American Type Culture Collection [ATCC]), human adult uterine endometrial cells (hUECs), human adult breast parenchymal cells (hBPCs) and embryonic fibroblasts (hEFs), which are capable to support undifferentiated stage and proliferation state of hESCs (Cheng, 2003; Richards, 2003 and Lee, 2004). Conditioned medium from hESC-derived

fibroblasts (hESC-dFs) efficiently supports growth of hESCs in feeder-free culture systems (Stojkovic, 2005). However, these culture conditions still have the ingredients from animal such as fetal bovine serum (FBS) and bovine albumin that contain in culture medium. For the clinical potential in cell replacement therapy, differentiated cells from hESCs will be cultured in xeno-free systems (Mallon, 2006).

3.2.3 Characterization of hESCs

The resulting of hESC lines are also formed flat and compact colonies with distinct cell borders which have a high ratio of nucleus to cytoplasm and prominent nucleoli. The hESCs exhibit high levels of telomerase activity and show normal karyotype (number and type of component chromosomes) after prolonged culture with multiple passages. They are survived and proliferated in vitro indefinitely under well-defined tissue culture conditions. Most of the cells can be subcultured after freezing, thawing, and replating. The cells can be differentiated into a variety of cell types both *in vitro* and *in vivo* conditions. The hESC lines are expressed the stage-specific antigens (SSEA-3 and SSEA-4), the glycoproteins tumor recognition antigen (TRA-1-60, TRA-1-81 and TRA-2-54), germ cell tumor marker (GCTM-2), trophoblast giant (TG343 and 30), cluster of differentiation (CD9 and 133), Octamer-4 (Oct4), Nanog, SRY-box containing gene 2 (Sox-2), teratocarcinoma-derived growth factor 1 (Tdgf1), left-right determination factor 2 (LeftyA), RNA exonuclease 1 (Rex-1), Stellar, Dazl, Nanos 1, pumilio gene (Pum 1 and 2), growth differentiation factor-3 (Gdf3), thymus cell antigen 1 (Thy-1) and alkaline phosphatase (Stojkovic, 2004 and Raikwar, 2006). Markers that are common to characterize hESCs are the following: SSEA-3, SSEA-4, TRA-1-60, TRA-1-81, Oct4 and alkaline phosphatase. Nevertheless, there are differences between hESCs in their pluripotency or the genetic profile under the same conditions, their potential for large-scale culture and growth under feeder-free protocols, or their ability to form teratoma after injection into severe combined immunodeficiency (SCID) mice. Moreover, their capacity to differentiate into different cell types under in vitro conditions is variable (Stojkovic, 2004 and Raikwar, 2006). It is important to note that the difference in various hESC lines might inform the scientists to choose the appropriate hESC line for their reseach.

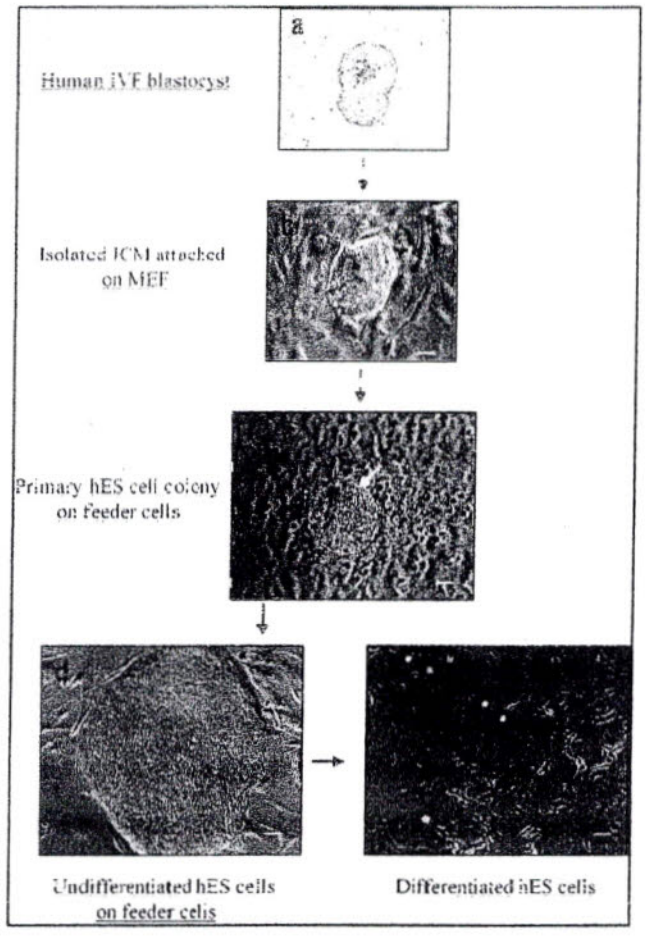


Fig. 2 Derivation of hESCs. (a) Day 8 (IVF = day 0) hatching blastocyst derived after in vitro fertilisation. Alternatively, blastocysts could be received after intracytoplasmic sperm injection or nuclear transfer procedure. Note the presence of well-formed ICM (asterisk). (b) ICM isolated by immunosurgery and attached to the mouse feeder cells (MEF). Mechanical isolation of ICM is another possibility in order to remove trophectoderm cells. (c) Thirteen-day-old primary hES cell colony grown on MEF. Alternatively, feeder cells could also be of human origin. Note the presence of cells with typical hES-cell like morphology (white arrow). (d) Undifferentiated hES-NCL1 colony grown on human feeder. (e) Spontaneous differentiation of hES-NCL1 cells with neuronal-precursors morphology. Induced differentiation of pluripotent hES cells could be achieved after addition of specific factor(s). Scale bars: 200mm (a, c, d, e) and 100mm (b) (Stojkovic, 2004).

3.2.4 Differentiation of hESCs into insulin-producing cells

For diabetes therapies, type I diabetes is mostly studied. Many scientists have focused on the objective of inducing islet neogenesis from stem cells *in vitro*. The cell replacement for islet destruction states would be available in unlimited supply. Consequently, embryonic stem cells are possibly induced to differentiate efficiently into insulin-producing cells and release insulin appropriately in response to glucose (Beattie, 2004 and Jones, 2004).

Many scientists have established techniques to induce hESCs differerentiation into insulin-producing cells. For instance, Assady *et al.* have used of hESCs in both adherent and suspension culture conditions, and observed spontaneous *in vitro* differentiation that included the generation of cells with characteristics of insulin-producing β cells. The H9 line of hESCs was used. These cells grow as homogeneous and undifferentiated colonies when they are propagated on a feeder layer of MEFs. Accordingly, spontaneous in vitro differentiation of hESCs was investigated after removal of cells from the MEF feeder layer using two different model systems. Cells grown under adherent conditions in tissue culture plates, in the absence of MEFs, displayed a pleiotropic pattern with numerous morphologies. In contrast, *in vitro* differentiation in suspension culture resulted in a more consistent pattern, with the formation of discrete embryoid bodies (EBs). Organization of EBs started as early as day 3 after removal from MEFs and transfer to suspension culture. With progressive days in suspension culture, more complex structures became evident, such as epithelial- or epithelial-like cells lining hollow structure or cysts. Until day 19 after EBs development, occasional cells expressing insulin were evident as early as 14 days of differentiation, with a progressive increase in number through day 19. By immunohistochemistry analysis which is using anti-insulin antibody, EBs was stained positively for insulin (60-70%), and 1-3% of cells were positively stained at maximum density. Insulin release was measured by enzyme immunoassay in undifferentiated hESCs, differentiated hESCs, and MEF cells. Insulin release was significantly greater from 20- to 22-day of EBs (60-70 EBs per dish), as compared with undifferentiated hESCs. The expressions of other β-cell-related genes using RT-PCR analysis of undifferentiated and differentiated hESCs were examined. Insulin mRNA, islet glucokinase (GK) and glucose transporter-2 (GLUT2) genes were identified in

differentiated but not in undifferentiated hESCs. The glucose transporter-1 (GLUT1) isotype, a constitutive glucose transporter, was widely expressed in all forms of hESCs. Expression of three transcription factors was examined. Expression of Oct4 mRNA, a marker of the pluripotent state was detected in undifferentiated hESCs but decreased progressively during the subsequent differentiation. The differentiated hESCs expressed insulin promoter factor-1/pancreatic and duodenal homeobox factor-1 (IPF1/PDX1) and neurogenin 3 (Ngn3) transcription factors. They have been shown to contribute to the regulation of pancreatic and endocrine cell differentiation (Assady, 2001).

Segev et al. presented a method for forming immature islet-like clusters of insulin-producing cells derived from hESCs. EBs were first cultured and plated in insulin-transferin-selenium-fibronectin (ITSF) medium, followed by medium supplemented with N2, B27, and basic fibroblast growth factor (bFGF). One of the first stages contains ITSF that enriches the nestin-positive cells. Both bFGF and keratinocyte growth factor were found to enhance the formation of islet-like clusters from ES cells. Next, the glucose concentration in the medium was lowered, bFGF was withdrawn, and nicotinamide was added. Nicotinamide is a poly-synthetase (ADP-ribose) inhibitor known to differentiate and increase β cell mass in cultured human fetal pancreatic cells. This stage induces differentiation into insulin-secreting cells. Dissociating the cells and growing them in suspension resulted in the formation of clusters which exhibited higher insulin secretion and had longer durability than cells grown as monolayers. In addition, transcript for insulin was shown both by RT-PCR and in situ hybridization, along with transcripts for proinsulin and processing enzymes, prohormone convertase (PC1/3 and PC2), indicating that stage 6 cells acquired the ability to synthesize and process proinsulin to mature insulin. Transcripts for the two components of the K^{+}_{ATP} channel (SUR1 and KIR6.2), GLUT2 and GK, which participate in signal-secretion coupling in pancreatic β cells, were also detected. In addition, transcription factors such as NK homeodomain family (Nkx6.1), islet 1 (Is11), paired box (Pax) genes (Pax4 and Pax6), Ngn3, and islet amyloid polypeptide (IAPP) were also present in stage 6 cells. Somatostatin transcript was not detected beyond stage 4, although the protein was detected by immunohistochemistry in stage 6. In contrast, through present in stage 3 and stage 4 cells, only minor expression of

PDX1 was observed in stage 6 cells. PDX1 expression during stages 3 and 6 may initiate a cascade of events leading to insulin transcription (Segev, 2004).

In another report, Baharvand et al. described and illustrated the differentiation of the hESC line into endocrine pancreatic-like cells which are characterized using a variety of experimental approaches. The Royan H1 hESC line was grown on a mitomycin-C-treated MEF feeder layer in gelatin-coated tissue culture dishes. Royan H1 cells were maintained in hESC medium. In order to promote directed differentiation of hESC (Royan H1 hESC line) into insulin-secreting cells, the strategy included: (i) formation of EB (stage 1); (ii) selective differentiation of cell populations expressing nestin using fetal calf serum depletion and culture with insulin-tranferin-selenium-fibronectin (ITSFn) (stage 2); (iii) proliferation and maintenance of precursor cells (stage 3); and (iv) the differentiation induction and maintenance of insulin-positive cells (stage 4). The resultant cells were positive for dithizone, a zinc-chelating agent known to selectively stain pancreatic β cells and were immunoreactive for antibodies against insulin, glucagons, and C-peptide. Semi-quantitative RT-PCR analysis of the cells showed the expression of pancreatic genes in the differentiated hESCs in a development stage-dependent manner. Insulin and other pancreatic β-cell related genes, such as glucagon, somatostatin, KATP- channel genes KIR6.2 and SUR1, IAPP, Isl1, PC1/3, PC2, GK, Nkx6.1, GLUT2 and Pax4 were expressed in the differentiating cells. The results indicate that differentiated cells can express genes involved in the β-cell differentiation pathway. Moreover, insulin hnRNA was observed, indicated the potential de novo synthesis of insulin in hESC-derived β cells. Expression of Oct-4, a pluripotent cell marker, was detected in undifferentiated hESCs and EBs but not in differentiated hESCs at the final stage of differentiation. The Glut1 gene that is a constitutive glucose transporter was widely expressed in all stages, but GLUT2, a β-cell specific transporter was exclusively expressed at the last stage of differentiation. Differentiated cells (at stage 4) were examined for their insulin secretion potential. Significant insulin concentration was observed when glucose was added to the medium in comparison with buffer containing lower glucose concentrations. The ultrastructure of differentiated cells as viewed by Transmission Electron Micrograph (TEM) showed secretary cells characteristics with mitochondria, Golgi complex, rough endoplasmic reticulum (rER) and euchromatin nuclei. However,

the cells differentiated from hESC were devoid of typical β-cell granules (Baharvand, 2006).

Despite recent reports have achieved insulin containing cells from hESCs, one report has described about the culture medium containing insulin can provided the possibility that insulin is concentrated from the medium (Rajagopal, 2003) . In this report, the insulin positive cells did not stain with an antibody for C-peptide, a byproduct of de novo insulin synthesis. Moreover, electron microscopy of differentiated cells failed to demonstrate the granule characteristic of β cells. Therefore, the convenient cultures systems for inducing insulin-producing cells from hESCs must be adjusted to obtain the endogenous insulin synthesis. In addition, the system should be used to create growth systems and to reduce exposure of hESCs to animal ingredients in order to further develop potential medical application (Mallon, 2006). Moreover, some factors of hESCs have to be overcome before application for therapeutic purposes. For examples, during differentiation state, the major histocompatibity complex is up-regulated, leading to the non-self proteins expression on the graft cells which may result in immune rejection of the graft in the absence of immunosuppressive therapy (Stojkovic, 2004). The expression of high level of telomerase activity that has ability to form teratoma after injection is also noted (Fujikawa, 2005). Furthermore, prolonged growth *in vitro* may also cause chromosomal aberrations. Therefore, complete characterization of hESC lines including their molecular status, a continuous genetic and chromosomal analysis are important. However, the results from many laboratories demonstrated the rapid progress for possible treatment of diabetes by using hESCs.

4. Thesis objectives

4.1 To induce hESCs differentiation into insulin producing cells

4.2 To evaluate the capability of insulin-producing cells in response to blood glucose both *in vitro* and *in vivo* using diabetic monkey model

4.3 To produce monkey model for diabetes mellitus studying

5. Thesis hypothesis

The hESC derived insulin-producing cells will be normalized blood glucose when transplanted into diabetic monkey model. In addition, the diabetic monkey model can be generated the diabetic model which can serve as a model for the disease treatment. The knowledge from this study has value in therapeutic application in human system in the future.

6. Scope and limitations of the study

6.1 To direct the hECSs differentiation into insulin-producing cells by using suitable protocol (xeno-free system) for future therapeutic applications

6.2 To transplant insulin-producing cells into the diabetic monkey model for evaluation of disease treatment

7. Thesis procedure

7.1 hESC culture

The hESCs line H9 (Wicell Research Institute, Madison, USA) will be maintained in the undifferentiated state by culture on the layer of commercial human fibroblast (hF) feeders that had been mitotically inactivated by mitomycin-C and plated onto tissue culture dish that contained the culture medium. Cultures will be grown at 37°C in a 5% CO_2 and 95% humidity. After 7 days, the cells will be mechanically passaged by using a pasture pipette. Cells will be passaged every 7 days until passage 5. They will be either cryopreserved in liquid nitrogen or cultivate further on 35-mm culture dishes that contain fresh feeder layers at least 8 months.

7.2 The differentiation of hESCs into insulin-producing cells

hESC colonies will be isolated by trypsinization from the cultures and collect by centrifugation. For insulin-producing cells differentiation, the protocols are as follows: (1) induced embryoid bodies (EBs) formation, (2) expanded insulin-producing precursors and (3) matured the insulin-producing cells. The morphology of cells will be observed under phase-contrast microscope.

7.3 Histology analysis

EBs and insulin-producing cells will be fixed overnight in 4% paraformaldehyde, dehydrated in graduated alcohol (70%-100%), and embedded in paraffin. For histomorphology, 5-μm sections will be stained with hematoxylin/eosin.

7.4 Immunohistochemistry assay

Deparaffinized 5-μm sections will be incubated with the primary antibody. The following antibodies are analyzed: nestin, insulin, glucagon, PGP9.5, Tubulin, GAP43 and C-peptide. Then, the cells will be incubated with secondary antibody fluorescine isothiocyanate-, rhodamine-conjugated anti-mouse and anti-rabbit for conjugated with primary antibody.

7.5 Real Time Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction (real time RT-PCR)

To determine the insulin-producing cells derived from hESC culture, the expression of pancreatic cell genes will be examined by real time RT-PCR. Total RNA will be extractioned by using RNA extraction kit. RNA samples will use to analyze gene expression including Isl1, Isl2, GLUT2, Glucagon, Nestin, Amylase, PDX-1, Oct-4, Neuro D and Nkx 6.1. The presences of these genes are also implicated successful derived insulin-producing cells.

7.6 Insulin content and insulin release

To test whether insulin release of induced cells are glucose-dependent, cells will be incubated with no or 3, 5, 8, 11 or 20 mmol/l glucose for 30-60 min at 37°C. Insulin secretion into the incubation medium will be determined by insulin enzyme-linked immunosorbence assay (ELISA) kit. Total cell protein content will be tested by the protein assay kit.

7.7 Transplantation of insulin-producing cells or islet cells into diabetic monkey model

Diabetic model will be induced by streptozotocin (STZ) injection into monkey model. STZ-treated monkey will be intraperitoneal implanted with semi-permeable membrane-encapsulated insulin-producing cells or islet cells, which are insulin could release but the cells could not pass through. The monkey will be received 880,000 IE or 13,000 IE/kg body weight (IE = islet cells) or ≥ 4,000 islet equivalent/kg + packed cell volume of less than 10 ml. (Edmonton protocol). Cells implantation will be

performed two times to achieve insulin-independent state. The viability of cells will be more than 70% which are detected by fluorescein diacetate dye inclusion and propidium iodide dye exclusion, and endotoxin-free.

7.8 Indication for successful islet cells transplantation

The successful islet cells transplantation will be performed by the following methods:

7.8.1 C-peptide blood level of STZ-induced diabetic monkey

- Basal c-peptide blood level $\geq$ 0.30 nM
- C-peptide blood level after stimulated by 1mg of glucagon injection $\geq$ 0.60 nM

7.8.2 Normal glycated hemoglobin (hemoglobin A1c) for measured the blood glucose control which helps to prevent the hyperglycemia state

7.8.3 Fasting blood sugar level < 8 mmol/l

- Other methods which may be used to verify the insulin-independence state are glucose tolerance test, glycouria (glucose level in urine), ketouria (level of acetoacetic acid in urine)

7.8.4 Determine immunohistochemistry and histology of the graft after transplantation of insulin-producing cells into diabetic monkey model

8. Expected result benefit

The successful derivation of hESCs differentiate into insulin-producing cells will advance the stem cell therapy technology for the future diabetic treatment.

9. References

Aekplakorn, W., et al. (2003). The prevalence and management of diabetes in Thai adults: the International Collaborative Study of Cardiovascular Disease in Asia. **Diabetes Care** 26:2758-2763.

Assady, S., Maor, G., Amit, M., Itskovitz-Eldor, J., Skorecki, K. L., and Tzukerman, M. (2001). Insulin production by human embryonic stem cells. **Diabetes** 50:1691-1697.

Baharvand, H., Jafary, H., Massumi, M., and Ashtiani S. K. (2006). Generation of insulin-secreting cells from human embryonic stem cells. **Dev Growth Differ.** 48:323-32.

Beattie, G. M. and Hayek, A. (2004). Human embryonic stem cells and type I diabetes: how far to the clinic?. **The Permanent Journal, Winter** 8 (1):11-14.

Bernroider, E., et al. (2005). The role of intramyocellular lipids during hypoglycemia in patients with intensively treated type 1 diabetes. **J Clin Endrocrinol Metab.** 90:5559-5565.

Bethel, M. A., and Feinglos, M. N. (2005). Basal insulin therapy in type 2 diabetes. **J Am Board Fam Pract.** 18:199-204.

Cheng, L., Hammond, H., Ye, Z., Zhan, X., and Dravid, G. (2003). Human adult marrow cells support prolonged expansion of human embryonic stem cells in culture. **Stem Cells** 21:131-142.

Fujikawa, T., Oh, S. H., Pi, L., Hatch, H. M., Shupe, T., and Peterson, B. E. (2005). Teratoma formation leads to failure of treatment for type I diabetes using embryonic stem cell-derived insulin-producing cells. **Am J Pathol.** 166:1781-1791.

Gunasekaran, S. (2003). Human pancreatic islet transplantation. **Int J Diab Dev Countries** 23:55-57.

Jones, M. P., Burns, C. J., and Persaud, S. (2004). Beta-cell replacement technologies: the potential of stem cells. **Drug Discovery Today: Therapeutic Strategies** 1:213-217.

Kahn, C. R., Weir, G. C., King, G. L., Jacobson, A. M., Moses, A. C., and Smith, R. J. (2005). **Joslin's diabetes mellitus** (14th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Kiatpongsan, S., Tannirandorn, Y., and Virutamasen, P. (2006). Introduction to stem cell medicine. **J Med Assoc Thai.** 89:111-7.

King, H., Aubert, R. E., and Herman, W. H. (1998). Global burden of diabetes, 1995-2025: prevalence, numerical estimates, and projections. **Diabetes Care** 21:1414-1431.

Lee, J. B., et al. (2004). Available human feeder cells for the maintenance of human embryonic stem cells. **Reproduction** 128:727-735.

Mallon, B. S., Park, K. Y., Chen, K. G., Hamilton, R. S., and McKay, R. D. G. (2006). Toward xeno-free culture of human embryonic stem cells. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology** 38:1063-1075.

Raikwar, S. P., Mueller, T., and Zavazava, N. (2006). Strategies for developing therapeutic application of human embryonic stem cells. **Physiology** 21:19-28.

Rajagopal, J., Anderson, W. J., Kume, S., Martinez, O. I., and Melton, D. A. (2003). Insulin staining of ES cell progeny from insulin uptake. **Science** 299:363.

Richards, M., Tan, S., Fong, C. Y., Biswas, A., Chan, W. K., and Bongso, A. (2003). Comparative evaluation of various human feeders for prolonged undifferentiated growth of human embryonic stem cells. **Stem Cells** 21:546-556.

Segev, H., Fishman, B., Ziskind, A., Shulman, M., and Itskovitz-Eldor, J. (2004). Differentiation of human embryonic stem cells into insulin-producing clusters. **Stem Cells** 22:265-274.

Stojkovic, M., Lako, M., Strachan, T., and Murdoch, A. (2004). Derivation, growth and applications of human embryonic stem cells. **Reproduction** 128:259-267.

Stojkovic, P., et al. (2005). An autogeneic feeder cell system that efficiently supports growth of undifferentiated human embryonic stem cells. **Stem Cells** 23:306-314.

Thomson, J. A., et al. (1998). Embryonic stem cell lines derived from human blastocysts. **Science** 282:1145-1147.

Trounson A. (2006). The production and directed differentiation of human embryonic stem cells. **Endocrine Reviews** 27:208-219.

White, J. R., Davis, S. N., Cooppan, R., Davidson, M. B., Mulcahy, K., and Manko, G. A. (2003). Clarifying the role of insulin in type 2 diabetes management. **Clinical Diabetes** 21:14-21.

Wild, S., Roglic, G., and Green, A. (2004). Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. **Diabetes Care** 27:1047-1053.

Zimmet, P., Shaw, J., and Albertit, K. G. M. M. (2003). Preventing type 2 diabetes and the dysmetabolic syndrome in the real world: a realistic view. **Diabet Med.** 20:693-702.

Diabetes Overview [On-line]. Available: http://diabetes.niddk.nih.gov/dm/pubs /overview/index.htm

Pregnancy in Preexisting Diabetes [On-line]. Available: http://diabetes.niddk.nih. gov/dm/pubs/america/pdf/chapter36.pdf

Diagnosis of Diabetes [On-line]. Available: http://www.diabetes.niddk.nih.gov/ dm/pubs/diagnosis/index.htm

Complication of Diabetes [On-line]. Available: http://www.diabetes. niddk.nih.gov/complications/index.htm

Treatments of Diabetes [On-line]. Available: http://www.diabetes.niddk.nih.gov/ treatments/index.htm

10. Thesis plan

Step	Activity	2007	2008		2009		2010		2011
		Jul-Dec	Jan-Jun	Jul-Dec	Jan-Jun	Jul-Dec	Jan-Jun	Jul-Dec	Jan-May
1	Derived insulin-producing cells from undifferentiated hESCs								
2	Characterization of insulin-producing cells								
3	Transplanted insulin-producing cells into diabetic monkey model								
4	Tested cell function *in vivo*								
5	Data analysis								
6	Writing thesis								
7	Submit thesis								

(Asst. Prof. Dr. Wilairat Leeanansaksiri)
Thesis advisor's signature
Date 20 / Sep / 2007

Piyaporn

(Miss Piyaporn Rattananinsruang)
Student's signature
Date 20 / Sep / 2007

เอกสารประกอบการประชุมวาระที่ 5.10

Ph.D. Thesis Proposal

REGULATION AND EXPANSION OF HEMATOPOIETIC STEM CELLS

การควบคุมและการเพิ่มจำนวนเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือด

ขอสวยกหาเอะขอแนะนำ

ใช้งพิมพ์ข้อปัญหาที่ถูกต้อง

จุดมุ่งหมายเพื่อจะหาต่อเป็น

โดกไผหาจุดๆ

By

Miss Kamonnaree Chotinantakul

School of Microbiology, Institute of Science

Suranaree University of Technology

July 2007

Thesis Proposal

Miss Kamonnaree Chotinantakul I.D. No. D4910329

School of Microbiology Institute of Science

Thesis Committee

(A) Asst. Prof. Dr. Wilairat	Leeanansaksiri	Chairperson
(B) Prof. Dr. Kovit	Pattanapanyasat	Committee
(C) Dr. Chavaboon	Dechsukhum	Committee

1. Thesis title

REGULATION AND EXPANSION OF HEMATOPOIETIC STEM CELLS

การควบคุมและการเพิ่มจำนวนเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือด

2. Introduction

2.1 Significance of the study

Agranulocytosis, as characterized by a profound decrease in the number of, or absolute lack of, granulocytes in the blood circulation. This appearance is a risk stage that cause high mortality rate to patients due to infectious complications, especially from bacteria and fungal infections (Andres *et al.*, 2006, Viscoli, 1998). Most, but not all, instances of agranulocytosis is resulted from a decrease in the number of granulocytes production and an increase in the rate of the granulocytes eradication by various mechanisms, notably from cancer chemotherapy such as alkylating agents and antimetabolites (Viscoli, 1998, Volpe and Warren, 2003). There are the majority of patient developed neutropenia after treated with chemotherapy regimens. However, the treatment of agranulocytosis has high medical cost from antibiotic treatment and colony-stimulating factor, for instance, granulocyte macrophage colony-stimulating factor (GM-CSF) or granulocyte colony-stimulating factor (G-CSF), to stimulate the production of granulocytes in the bone marrow (Timmer-Bonte and Tjan-Heijnen, 2006). Moreover, the treatment is limited by antibiotic resistant, therefore, the new finding to increase the efficacy of agranulocytosis treatment and reduce the medical cost are required. There is an interesting method to overcome these problems namely gene therapy that stimulates the production of leukocytes, especialy myeloid cell line from autologous hematopoietic stem cells (HSCs) of patients. These myeloid cells, then, could be delivered to their own patients to prevent the chemotherapy-induced agranulocytosis and infections. This strategy called "Autologous blood transfusion". On the other hand, patients who have matching human leukocyte antigen (HLA)

typing can be treated from these cells, this strategy called "Allogeneic blood transfusion"

Retroviral vectors expressing Id1 in mouse HSC had been constructed to promote myeloid development and showed stable transgene expression (Leeanansaksiri *et al.*, 2005). HSCs could be instructed toward common myeloid progenitors (CMP), and then toward to granulocyte/monocyte progenitors (GMP) by expressing Id1 protein. After that, these cells would differentiate toward each type of mature myeloid cell lineage. Most of them would be committed toward neutrophil and macrophage/dendritic cells while the rest were eosinophil, basophil and mast cells. This research, therefore, focuses on the development of human HSCs culture by feeder free system using the new cytokine and growth factor cocktail that consists of $HOXB_4$, IL-6, Flt3L, SCF, TPO, and DELTA1-Fc which never been studied before. In addition, this study will develop human HSC fate regulation by Id1 using lentiviral vectors for transient transgene expression as inducible system and instruct stem cell fate toward GMP.

2.2 Literature review

Agranulocytosis, as characterized by a profound decrease in the number of, or absolute lack of, granulocytes in the blood circulation, is a risk stage that cause high mortality rate to patients due to infectious complications; especially from bacteria and fungal infections (Andres *et al.*, 2006, Viscoli, 1998). There are two main mechanisms causing agranulocytosis: the reduction of blood cell production and the increase of the blood cell destruction rate. The first mechanism can be caused by various conditions such as bone marrow suppression in aplastic anemia, anemia,

thrombocytopenia, drug-induced bone marrow suppression in committed granulocyte progenitors, and ineffective granulopoiesis in myelodysplastic syndrome. The second mechanism is mainly from immune-medicated cell injury, hypersplenism, and cell destruction from bacteria and fungus infections. Moreover, the most important factor causing agranulocytosis with this mechanism is chemotherapy treatment, for instance, alkylating agents and antimetabolites for cancer treatment (Viscoli, 1998, Volpe and Warren, 2003).

Unfortunately, agranulocytosis treatments have limited by several factors. First, these therapies resulted in high medical cost from both antibiotic treatment and colony-stimulating factor that stimulate hematopoiesis, particularly granulocytes production from bone marrow using G-CSF (Timmer-Bonte and Tjan-Heijnen, 2006). Furthermore, antibiotic resistance from pathogens hinders the treatment and enhances the expense. Thus, new findings to increase the efficiency and reduce the cost of this treatment are required. There is an interesting technique namely "Gene therapy" that stimulates leukopoiesis from HSCs, notably myeloid cell lineage, from both autologous and from other donors, then infused these cells into self or nonself-patients, called autologous and allogeneic blood transfusion, respectively. For allogeneic blood transfusion, patients must have HLA-matching, otherwise they might develop graft-versus-host disease (Shlomchik, 2007).

2.2.1 Hematopoiesis system

The development of blood cells in adult hematopoiesis is an ordered sequence of the generation from HSCs toward mature blood cells. HSCs contain the capacity to self-renew, proliferate and differentiate to produce all mature blood cell types from

limited number in the bone marrow (Kondo *et al.*, 2003, Spangrude *et al.*, 1991). HSCs are given rise from earlier stem cell of the mesoderm of the embryo (Rosenbauer and Tenen, 2007). These stem cells populated at various sites since the development of embryo until adult life, which are aorta-gonads-mesonephros (AGM), yolk sac, fetal liver, cord blood, bone marrow, and blood circulation. After birth, bone marrow is the predominant site for the hematopoiesis system. The maturation of mature hematopoietic lineages from adult HSCs is committed through a series of specific lineage identity as described by Weissman model (Figure 1). Long-term reconstituting (LT-) HSCs contain the unique ability for life-long self-renewal and multilineage differentiation potential. Next, long-term HSCS give rise to short-term HSCs that have reduced self-renewal and retain the ability for multilineage differentiation potential. Multipotential progenitors (MPPs) are, then, gave rise from short-term HSCs, of note, these progenitors are still able to generate all blood-cell lineages but have lost all self-renewal potential. After that, these multipotential progenitors give rise to more specific cell lineages consisting of the common lymphoid progenitors (CLPs), which give rise to T and B cells, and the common myeloid progenitors (CMPs) that give rise to granulocyte/macrophage progenitors (GMPs), megakaryocyte/erythroid progenitors (MEPs), mast-cell and basophil progenitors, and macrophage and dendritic-cell progenitors (MDPs).

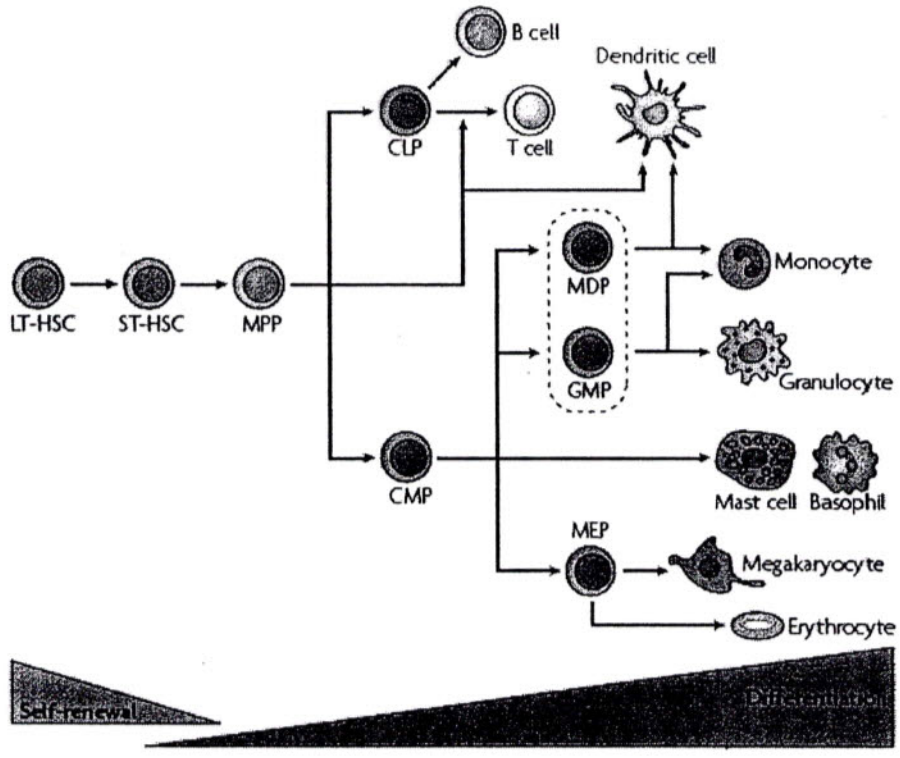


Figure 1. Concept of hematopoietic lineage diversitification

Source: Rosenbauer and Tenen (2007)

Although the generation of hematopoiesis system has been elucidated for some extent, there are some questions remain to be explored: what kind of molecular mechanism controlling the differentiation of stem cells and progenitor cells, and how stem cells control cell fate decision and commit to more specific cell lineage? These processes are necessary for hematopoiesis system and the most important factor driving this system is transcription factors, which act as an orchestral manner to activate or suppress target gene involved in hematopoietic hierarchy system.

SCL and AML1 are transcription factors that necessary for almost all lineages in hematopoietic development (Downing, 2003, Lecuyer and Hoang, 2004, Tenen, 2003). SCL plays a crucial role in earliest stage in hematopoiesis and is essential in

several downstream differentiation and lineage commitment of the definitive hematopoietic compartment. On the other hand, AML1 is clearly mediated in early hematopoiesis but the specific differentiation and lineage commitment remain to be elucidated. GATA-1 is required for erythroid lineage development (Krug *et al.*, 2002) while PU.1 is mediated myeloid and lymphoid lineages development (Rosenbauer and Tenen, 2007, Schroeder *et al.*, 2003). PU.1 also suppresses erythroid differentiation in the proerythroblast stage (Schuetze *et al.*, 1993) and blocks GATA-1 activity (Zhang *et al.*, 2000). Furthermore, CCAAT/enhancer binding protein-α (C/EBPα) drives the myeloid commitment to more mature cells (Friedman, 2002, Ward *et al.*, 2000).

Not only transcription factors are required in hematopoiesis system, other mechanisms are also mediated in this process. First, controlling cell surface receptor expression that recognizes specific transcription factors. Second, control and stimulate other cascades to express important transcription factors; and third, regulate the expression of essential genes that require for cell lineage commitment from HSCs toward more specific mature cells (Kelly and Gilliland, 2002, Krug *et al.*, 2002, Zhu and Emerson, 2002).

2.2.2 Cultivation of HSCs

The method to maintain and expand HSCs *in vitro* is a challenge strategy. However, there are a few number of research studied HSCs expansion with different methods and obtained different results. One method using stromal supportive feeder cell line co-culture with HSCs could maintain the capacity in an undifferentiated state, but not expand or increase the number of primitive HSCs (Mayani *et al.*, 1998,

Nolta *et al.*, 2002). Thus, this method is suitable for sustained HSCs but not for the transplantation purpose due to insufficient number of stem cells.

Researchers have been developed new techniques to enhance the proliferation rate of HSCs using mesenchymal stem cell instead of stromal feeder cell line as a feeder cell to produce both extracellular matrix proteins and a variety of cytokines necessary for the development of hematopoietic cells. With this method, hematopoietic cells can be promoted proliferation *ex vivo* (Huang *et al.*, 2006, Jang *et al.*, 2006, Van Overstraeten-Schlogel *et al.*, 2006, Xie *et al.*, 2006). Moreover, Zhang Y and colleague (Zhang *et al.*, 2006c) have developed the cultivation of HSCs on supportive feeder cell as co-culture system using mesenchymal stem cell as feeder cell instead of stromal feeder cell line and performed in 3-dimensional (3D) configuration. They found that using this method could enhance the cell growth and proliferation rate than using 2-dimentional culture. However, this cultivation by co-culture system might lose a few numbers of hematopoietic cells, which adhere to the supportive feeder cell. Moreover, cytokines and growth factors secreted from mesenchymal stem cell, could promote the differentiation of hematopoietic progenitor cells, notably the cultivation on feeder cell longer than 7 days.

While co-culture system with feeder cell seems to lose hematopoietic cells and might be at risk of viral contaminated from animal stromal cells, feeder free condition is another attractive strategy to enhance the efficiency of *ex vivo* expansion of hematopoietic stem/progenitor cells. Because cytokine and growth factor cocktails could inhibit cell death, stimulate proliferation, and prevent differentiation of HSCs such as angiopoietin-like proteins (Zhang *et al.*, 2006a) and cytokine cocktails (Table 1) (Audet *et al.*, 1998, Brandt *et al.*, 1992, Brugger *et al.*, 1993, Heike and Nakahata,

2002, Ikebuchi *et al.*, 1987, Jacobsen *et al.*, 1995, Kobayashi *et al.*, 1996, Kohler *et al.*, 1999, Petzer *et al.*, 1996, Sui *et al.*, 1995, Suzuki *et al.*, 2006, Xu *et al.*, 2000, Yonemura *et al.*, 1997, Young *et al.*, 1996), these cytokines and growth factors might be used to support the expansion of hematopoietic stem/progenitor cells.

2.2.3 Combination of cytokines for *ex vivo* expansion of hematopoietic stem/ progenitors cells

Extensive papers for *ex vivo* expansion involve stem cell factor (SCF), Flt-3 ligand (FL) and thrombopoietin (TPO). SCF is thought as the major regulator in early hematopoiesis (Heike and Nakahata, 2002). The combination of SCF and GM-CSF/IL-3 fusion protein (PIXY321) resulted in an increase the number of human high proliferative potential colony-forming cell (HPP-CFC), as characterized by their resistance to 5-fluorouracil, their ability to form secondary multilineage colonies and, in the mouse system, by their similarity to marrow-repopulating cells (Srour *et al.*, 1993).

Table 1 *Ex vivo* generation of primitive hematopoietic progenitor/stem cells from human $CD34^+$ cells

$CD34^+$ source	Cytokines	Test	Fold increase	Reference
BM	SCF, PIXY321	HPP-CFC	5.5	Blood 81:661, 1992
PB	SCF, IL-1, IL-3, IL-6, EPO	LTCIC	1.1	Blood 84:2898, 1994
PB	IL-1, IL-3, IL-6, SCF, EPO	LTCIC	> 1	Blood 84:2829, 1994
CB	IL-1, IL-3, SCF	LTCIC	15-20	Blood Cells 20:468, 1994
BM, CB	FL, IL-3, IL-6, SCF	LTCIC	increase	Blood 87:3563, 1996
BM	FL, SCF, IL-3	LTCIC	30	J. Exp. Med. 183:2551, 1996
CB	FL, TPO	LTCIC	>200,000	Blood 89:2644, 1997
BM	SCF, IL-3, FL, IL6, G-CSF, NGF	LTCIC	47-68	Proc, Natl, Acad, Sci, U. S. A. 93:1470, 1997
CB	SCF, FL, IL-6/sIL-6R	CFU-Mix	increase	Blood 90:4363, 1997
CB	FL, TPO, SCF, IL-6	LTCIC	280	Blood 93:3736, 1999
CB	SCF, FL, TPO, G-CSF	LTCIC	47	Exp. Hematol. 28:1470, 2000
CB	SCF, FL, TPO, G-CSF	E-LTCIC	21	Exp. Hematol. 28:1470, 2000
CB	SCF, FL, TPO, IL-6/sIL-6R	CFU-Mix	increase	J, Clin. Invest. 105:1013, 2000

Source: Heike and Nakahata (2002).

Additionally, FL amplified progenitors and stem cells in a short-term period (De Felice *et al.*, 1998, De Felice *et al.*, 1999). The combination of FL and TPO leaded to a massive expansion of hematopoietic progenitor cells including $CD34^+/CD38^-$ and $CD34^+/CD38^+$ in stroma-free culture of human $CD34^+$ cord blood cells after 20 weeks (Piacibello *et al.*, 1997). TPO, a most potent cytokine in megakaryopoiesis, promotes the proliferation and differentiation of immature megakaryocytes (Deutsch and Tomer, 2006). One study suggests the role of TPO versus IL-3, IL-6 and G-CSF for expansion of $CD34^+CD38^-Lin^-$ cord blood cell in serum-free media with SCF and FL (Levac *et al.*, 2005).

A complex IL-6 and IL-6 receptor (IL-6R) initiate intracellular signaling through gp130 homodimerization (Kishimoto *et al.*, 1995). IL-6 acts as a potent cofactor to maintain and enhance proliferation of human $CD34^+$ progenitor cells *in vitro* (Shah *et al.*, 1996). FL, like SCF, together with IL-6/soluble IL-6R induced human hematopoietic progenitors expansion (Ebihara *et al.*, 1997). IL-3 and IL-6 showed synergistic action on proliferation of murine pluripotent hematopoietic progenitors *in vitro* (Ikebuchi *et al.*, 1987). On the other hand, Ogawa M and colleague found that combination of IL-1 and IL-3 resulted in negative effect on HSCs by inhibiting cell growth (Ogawa and Matsunaga, 1999). Moreover, other investigator found that Delta-1 and Delta-4 (Karanu *et al.*, 2001, Ohishi *et al.*, 2002) or HOXB4 (Friel *et al.*, 2006) or cytokine cocktail of SCF+GM-CSF+IL-2+TPO+IL-6+FL (Mohamed *et al.*, 2006) could increase the expansion and differentiation of HSCs.

2.2.4 The use of the stem cell self-renewal genes in hematopoietic development

Delta-1 and Delta-4 are Notch ligands which Notch signaling is mediated in cellular differentiation, proliferation, apoptosis, adhesion and epithelial-to-mesenchymal transition (Hofmeister *et al.*, 2007). Delta-1 showed effect on lymphopoiesis by control the balance between granulocytic and monocytic progenies (Neves *et al.*, 2006). Delta-1-stromal expressing cells reduced monocytic compartment and enhanced granulocytic cells. One study suggests the relative role on density of Notch ligand on induction of Notch signaling of human $CD34^+CD38^-$ cord blood progenitors (Delaney *et al.*, 2005). On the one hand, nonobese diabetic (NOD)/severe combined immunodeficient (SCID) repopulating cells increased when

expanded in low concentrations of the Notch ligand, but on the other hand, higher ligand concentrations leaded to an increase of $CD34^+$ precursors apoptosis. In addition, Delta1 supplemented with SCF, TPO, FL, IL-3 and IL-6/sIL-6 receptor chimeric protein could stimulate the generation of SCID repopulating cells (SRCs) (Suzuki *et al.*, 2006).

Homeobox domain, formed as a conserve helix-turn-helix structure, is encoded on HOX genes consisting of four main families of HOX factors in mammals (groups A, B, C and D) (Hofmeister *et al.*, 2007, Lawrence and Largman, 1992). HOXB4, one of homeodomain transcription factor, plays a functional role in HSC self-renewal and is mediated the augmentation of human embryonic stem cells to hematopoietic progenitors and their descendant lineage (Bowles *et al.*, 2006). HOXB4 is enriched in $CD34^+$ subpopulations of human HSCs and down-regulated on more definitive hematopoietic progenitors (Sauvageau *et al.*, 1994). Recombinant HOBX4 protein has been shown to support human and murine HSC *ex vivo* expansion (Amsellem *et al.*, 2003, Krosl *et al.*, 2003). HOXB4 promoted stem cell repopulating capacity in stromal cell culture and maintenance of pluripotentiality. Recently, Zhang XB and colleague have demonstrated the potent effect of *HOXB4* over-expressing in $CD34^+$ on engraftment of short-term repopulating cells with the less significant on long-term repopulating cells in nonhuman primate (Zhang *et al.*, 2006b).

2.2.5 Id Transcription factor

The inhibitor of DNA-binding (Id) proteins are transcription factor containing an helix-loop-helix (HLH) domain mediated its interaction to other proteins. There are four Id proteins (Id1, 2, 3, and 4) in mammalian cells which have been described so

far (Benezra *et al.*, 1990, Christy *et al.*, 1991, Pagliuca *et al.*, 1995, Sun *et al.*, 1991). Id proteins exert its capacity to control differentiation, cell cycle progression in animals to human by preventing transcription factor binding to DNA target (Benezra *et al.*, 1990, Benezra *et al.*, 2001, Chen and Lim, 1997, Riechmann *et al.*, 1994). Id1, Id2, and Id3 are differential expressed in hematopoietic cells and nonhematopoietic tissues, while Id4 is expressed in other cells except hematopoietic cells (Riechmann *et al.*, 1994). Normally, basic HLH (bHLH) proteins contain the basic region that mediated the DNA-binding activity and depend on the interaction of transcription factors in the form of homo- or heterodimers. But Id proteins, a member of bHLH, lack the DNA-binding region, thus, the dimerization between Id and other bHLH cannot bind to DNA (Benezra *et al.*, 2001). Additionally, Id proteins are often found to form heterodimer with the ubiquitously expressed bHLH proteins called E proteins (eg. E2A (Jen *et al.*, 1992), E2-2 (Henthorn *et al.*, 1990) and HEB genes (Cooper *et al.*, 1997)). This binding, in turn, blocks DNA binding either alone or heterodimerize with cell-type-restricted bHLH proteins. Due to this effect of Id activity, these proteins were name Id (inhibitor of DNA binding)

Basically, after two HLH dimers dimerize to each other, they expose the two half-sites into specific DNA sequence referred to as E-boxes, represented by *CANNTG*, (Ephrussi *et al.*, 1985) or related sequence, N-boxes, as identified by *CACNAG* (Klambt *et al.*, 1989, Tietze *et al.*, 1992). bHLH proteins binding to N-box motif differ from the E-boxes-binding bHLH proteins in their basic regions containing a proline residue, thereby, alter their DNA-binding activity and result in antagonize function of developmental process implicated by bHLH action. The example of this bHLH proteins subgroup is drosophila *hairy* (Ingham *et al.*, 1985) and gene of

Enhancer of split products (Klambt *et al.*, 1989), and the rate protein, *HES-1* (Sasai *et al.*, 1992). These bHLH proteins, thus, called dominant negative (dn) proteins HLH proteins (Cooper *et al.*, 1997).

According to their expression pattern, HLH family can be divided into, first, class I E proteins containing E2A, E2-2, Hela E-box-binding factor (HEB) and daughterless. Second, class II factors expressed in a tissue-specific-binding: MyoD and myogenin in mucle tissue, stem-cell leukemia/T-cell acute lymphoblastic leukemia-1 (SCL/Tal-1) and lymphoblastic leukemia derived sequence 1 (lyl-1) in hematopoietic cells, Atonal, NeuroD/BETA2, and achaete-scute complex. Class III HLH proteins, included the Myc family of transcription factor , TFE3, SREBP-1, and the microphthalmia-associated transcription factor, Mi. Class IV HLH proteins include Mad, Max, and Mxi, which contain the capacity to form homodimer and heterodimer with Myc proteins. Class V proteins are defined by a negative regulator of class I and class II HLH proteins like Id family, that intermediate distribute in tissues and cells, additionally, emc is included in this group. Class VI HLH proteins include a define feature of a proline in their basic region which are Drosophila proteins Hairy and Enhancer of split. Finally, class VII HLH proteins are members of aromatic hydrocarbon receptor (AHR), the AHR nuclear- translocator (Arnt), hypoxia-inducible factor 1α, and the *Drosophila Singleminded* and Period proteins (Cooper *et al.*, 1997, Massari and Murre, 2000, Murre *et al.*, 1989, Visvader *et al.*, 1991). Specifically, class I and class II have been shown to play a role during hematopoietic development. Also, SCL/Tal-1, E2A, lyl-1 and Id-1 have been demonstrated to be widely expressed in hematopoietic cells and heterodimerized

SCL/Tal-1 and E2A resulting in a positive effect in erythroid development (Quesenberry *et al.*, 1996).

2.2.6 Expression of Id transcription factors in embryonic stem (ES) cells, hematopoietic progenitor/stem cells, and definitive committed hematopoietic cells

Proliferation, differentiation, cell cycle regulation in some sort of cells are controlled by Id transcription factor family (Coppe *et al.*, 2003, Engel and Murre, 2001, Kreider *et al.*, 1992, Massari and Murre, 2000, Tzeng, 2003, Yokota, 2001, Zebedee and Hara, 2001). Nogueira and colleague (Nogueira *et al.*, 2000) studied ES cell-derived hematopoietic blast cells *in vitro* and found that Id1, Id2, Id3 and Id4 expressed at low levels in ES cell and embryoid body. Moreover, during blast cell colonies development, Id1, Id3, and Id4 expression were down-regulated while that of Id2 remained stable. This data suggests that Id1, Id3, and Id4 are a negative modulator at the first stage of hematopoietic development from ES cells to blast cell colonies.

In addition, Leeanansaksiri and colleagues (Leeanansaksiri *et al.*, 2005) demonstrated the Id proteins expression in HSC and committed progenitors at different stages of the development using real-time polymerase chain reaction (RT-PCR). Id1 and Id2 transcripts were found at very low to undetectable levels in HSC. However, Id1 and Id2 expression increased in common myeloid progenitors and over-expressed in granulocyte/macrophage progenitors. This study suggests that the Id1 and Id2 expression were increased during hematopoietic development whereas the decreased Id1 expression occured in megakaryocyte/erythroid progenitors including more mature red blood cells, while in contrast to higher Id1 expression in common

myeloid progenitors. Furthermore, Id1 and Id2 expressed at very low or undetectable levels in common lymphoid progenitors, committed T and B cells, suggesting that Id1 levels were maintained at low levels during lymphoid lineage development. Additionally, neither Id3 nor Id4 expressed in ES cells. Id4 expression also was not found during hematopoietic development. To support those studies, Id1 and Id2 are selectively induced in hematopoiesis as demonstrated by Id1 mRNA levels were up-regulated during cell proliferation while those of Id2 were up-regulated in differentiating cells (Cooper and Newburger, 1998, Yokota and Mori, 2002).

The expression level of Id proteins differs in different sort of hematopoietic cell lineage and in different stage of development (Leeanansaksiri *et al.*, 2005). Id1 protein expressed at low levels in bone marrow cell (BMC) and FACS-purified Gr-1^{+}-granulocytes. In contrast, TER119^{+}-erythroid cells and B220^{+}-B cells isolated from spleen showed the very low or undetectable level of Id1 expression. Nevertheless, the progenitor-enriched (lineage-low (Lin^{low})) BMC showed an increase in Id1 expression. This Lin^{low} BMCs were account for 1% of total BMC and the majority of cells in bone marrow were myleloid cell progenitors. Furthermore, Id1 expression in lymphoid cells isolated from spleen represented the low level of expression in B220^{+}-B-cell and CD3^{+}-T-cell. These data demonstrated that Id1 expressed at high levels in hematopoietic progenitor cells in bone marrow and decreased its expression at very low levels in erythoroid and lymphoid lineages. Moreover, Id1 protein was decreased during myeloid development to committed granulocytes. On the other hand, Id1 protein was maintained in at high levels during the development of myeloid progenitors to mature macrophages, suggesting that high level of Id1 protein might be account for the cell lineage decisions and committed to macrophages instead of

granulocytes. Id1 expression and regulation in hematopoietic development can be summarized in Figure 2.

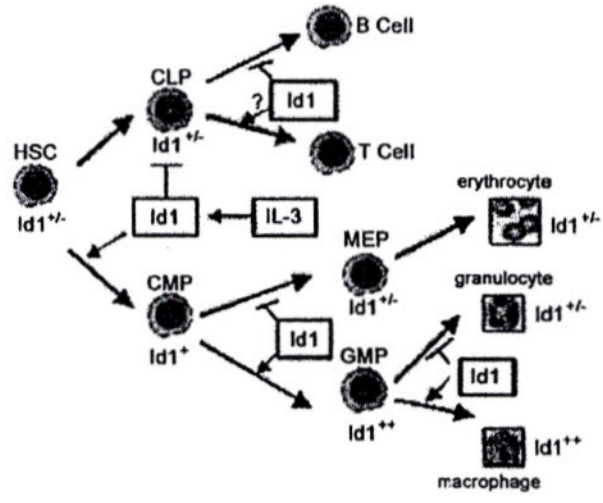


Figure 2. Id1 expression and regulation in hematopoietic development

Source: Leeanansaksiri *et al.* (2005)

Id1 is also differential expressed in multipotential erythroid-myeloid-lymphoid (EML) cells which closely related to HSC and myeloid progenitor (MPRO), resembling more committed MPROs that has been differentiated for 40 hours (Tsai *et al.*, 1994, Tsai and Collins, 1993). Id1 expression studied in these two cell lines showed that 1) EML cells contained low levels of Id1 expression while MPRO cell line had high levels of Id1 expression, 2). during the differentiation of EML cells toward commited myeloid cells, Id1 could be induced to express by IL-3 and 3) high level of Id1 expression could not be stimulated by cytokines that trans-activate growth and differentiation of EML cells toward more committed erythroid or B cells (Leeanansaksiri *et al.*, 2005). Therefore, Id1 and Id2 can be assumed as a crucial

regulator to control growth and differentiation of primitive hematopoietic stem cells toward more committed myeloid cells.

2.2.7 Controlling of hematopoietic cell fate by Id1intracellular regulator

Although a number of paper has been demonstrated molecular biology and biological pathways involved in hematopoietic cell fate, the cell fate decisions during hematopoietic development are from internally driven programs or environmental instructive signals remain to be explore (Georgopoulos, 2002, Zhu and Emerson, 2002). For example, whether hematopoietic growth factor mediates controlled cell fate or just as a permissive factor for survival of certain cell lineages. To support this question, one experiment showed the study of regulation of HSC cell fate decision by Id1 both *in vitro* and in animal model (Leeanansaksiri *et al.*, 2005). Over-expression of Id1 protein in EML cells *in vitro* resulted in an inhibition of cell development toward mature erythroid cells, but supported the commitment toward committed myeloid cell lineage. Therefore, the regulation of Id1 protein in EML cells could instruct cells toward myeloid versus erythroid cell fate. Due to EML contains the capacity to differentiate to various blood cell types as HSC does, thus, the regulation of Id protein levels could instruct cells toward CMP and then toward a myeloid (GMP) versus erythroid (MEP) cell fate. Furthermore, the constitutive expression of Id1 in $CD34^+$ cells *in vitro* has accelerated neutrophil differentiation while inhibited eosinophil development (Buitenhuis *et al.*, 2005).

In addition, the effect of Id1 on long-term reconstitution activity of HSC has been demonstrated in a mouse model (Leeanansaksiri *et al.*, 2005). Purified HSCs have been infected with retroviral vectors expressing Id1, and then, have been

transplanted into lethally irradiated mice. Four to six months after transplantation, over-expression of Id1 in HSC *in vivo* accelerated myeloid development whereas in contrast erythroid and B cell development were inhibited. To support this experiment, other studies on transgenic mice over-expressing Id1 in the B cell lineage showed an impaired B cell development at the pro-B cell stage (Hirayama and Ogawa, 1995, Sun, 1994). Moreover, Id1 over-expression in mouse erythroleukemia (MEL) cells represented an inhibition of erythroid development while its expression was down-modulated during the terminal erythroid differentiation (Cooper *et al.*, 1997, Hirayama *et al.*, 1994, Matsunaga *et al.*, 1998). Although, over-expression of Id1 have not affected the early stages of myeloid development, its expression have resulted in inhibition at the final stages of granulocyte but not macrophage differentiation (Leeanansaksiri *et al.*, 2005). Therefore, by considering Id effects on the early stages of myeloid versus erythroid or lymphoid development, Id1 might play a role in regulation of the final choice between macrophage and neutrophil development.

To sum up, if the level of Id1 expression increases, this will support 1) commitment of HSC toward myeloid versus lymphoid lineage 2) myeloid versus erythroid cell development at the CMP stage and 3) macrophage versus a granulocyte cell fate in committed granulocyte/macrophage progenitors.

3. Research objectives

This research has two main objectives as follow:

3.1 To expand human hematopoietic stem cells from bone marrow and cord blood stem cells *in vitro*

3.2 To construct human hematopoietic stem cell fate toward myeloid cell lineage

4. Research hypothesis

When using the cytokine and growth factor cocktail consisting of HOXB4, IL-6, Flt3L, SCF, TPO and Delta1-Fc for *in vitro* expansion of HSCs, the growth rate and proliferation of stem cells will be increased. This will enhance the efficiency of transplantation and gene therapy. Infection of lentiviral vector containing *Id1* gene into HSC will construct the stem cell fate decision toward myeloid lineage which would be useful for the treatment of agranulocytosis resulting from chemotherapy and bacterial infections.

5. Scope and limitations of the study

Forty of each bone marrow and cord blood samples will be collected from Buriram Hopsital. HSCs ($CD34^+$ cells) will be isolated from bone marrow and cord blood by Ficoll-Hypaque technique, and follow by $CD34^+$ cell separation using magnetic anti-human CD34 beads. Purified $CD34^+$ cells will be expanded *ex vivo* in serum free medium containing cytokine and growth factor cocktail (HOXB4, IL-6, Flt3L, SCF, TPO and Delta1-Fc) and determined the cell viability and proliferation

rate by trypan blue and CellTiTer 96 Aqueous one solution cell proliferation assay kit, respectively. To control cell fate decisions to myeloid lineage, *Id1* gene will be cloned to modified lentiviral vector-VTRES-GFP (S-GFP-lentiviral vector), then produce progeny virions by four plasmids system. After that, HSCs expanded with cytokine and growth factor cocktail will be infected with Id1-S-GFP-lentiviral vector and cultured in serum free medium supplemented with cytokine and growth factor cocktail. Cells will be determined for Id1 and other genes (i.e. SCL, NF-E2, GATA-1, GATA-2, GATA-3, PU.1, C/EBPα, Aiolos) expression by real-time RT-PCR and western blotting to confirm whether HSCs can give rise toward myeloid lineage. Moreover, differentiation capability of stem cells after cell fate regulation will be examined by culture in different cytokine cocktails which will drive cell differentiation toward each mature cell lineage. Then, morphology and specific cell surface marker of each cell lineage will be performed.

6. Research procedures

6.1 Umbilical cord blood (UBC) collection

A double bag collection system with 350 ml citrate phosphate dextrose (CPD) anticoagulant will be used to collect UBC. The bag will be modified by reducing CPD to 20 ml by transferring the excess to satellite bag, which will then be sealed and removed, keeping the system closed. The collection of cord blood will be performed in the Department of Obstetrics and Gynecology at the Buriram hospital. Written informed consent will be obtained from the mother for UBC collection.

The umbilical cord will be doubly clamped and transected 10–30 s after the delivery of newborns of 32 or more weeks of gestation. After removal of the newborn from the operative field, the free end of the cord will be wiped with iodine to ensure sterility of the collections. While the placenta will still be *in utero*, the umbilical vein will be punctured and the cord blood will be collected by gravity in the collection bag. During cesarean sections or multiple births, after the birth of the baby, UCB will then be collected from the removed placenta outside the operating theater. Efforts will be made to obtain maximal volumes from each collection. The delivery of the newborn will not be influenced in any way and, in particular, the clamping of the cord will not be accelerated nor the delivery of the placenta delayed. The UCB units will be stored at room temperature until delivered to the laboratory and processing. Tissue from cord blood will be sectioned 2-3 inch and stored in liquid nitrogen.

6.2 Bone marrow cell (BMC) harvesting

6.2.1 BMC harvesting from small bones by perfusion method

Small bones of long bone such as metacarpal and ulna bones will be collected from corpses of human at Buriram hospital and stored in RPMI 1640 at 4°C. BM fluid will be collected using method as previously described by Kushida *et al* (Kushida *et al.*, 2000). Briefly, two needles will be inserted into a long bone, while the end of the extension tube will be connected to a needle. The other end will be placed into a culture flask containing 20 ml of phosphate-buffered saline (PBS) with heparin (10 U/ml). The other needle will be connected to a syringe containing 30 ml of PBS, and the PBS will be then pushed gently from the syringe into the medullary cavity to flush out the BM. The medium containing the BM fluid will be collected in the culture

flask, and the process will be repeated twice. The filtrates will be combined, aliquoted in 50-ml sterile Falcon tubes, and centrifuged at room temperature, 1500 rpm for 10 min, and the supernatant will then be discarded. The pellets will be resuspended in bone marrow media for a final volume of approximately 15 ml and labeled as infusate. Cell counts and viability of bone marrow cells will be determined by manual counts on a hemacytometer and Trypan blue exclusion.

6.2.2 BMC harvesting from large bones by flushing

Large bone of long bones will be collected from the operation or corpses of human at Buriram hospital stored in RPMI 1640 at 4°C. A bone will be immerged in Betadine prior to being separated into a small bone using a saw under sterile condition. BMC will be collected by flushing at the cancelous bone using bone marrow media (RPMI 1640, human serum albumin 2.28%, heparin 1000 UI/ml, HEPES 1M, gentamicin sulfate 40 mg/ml, Pennicillin and Streptomycin 0.1%, and L-Glutamine 0.1%) prepared as described previously by Flores *et al* (Flores *et al.*, 2005) with slight modification. The filtrates will be combined, aliquoted in 50-ml sterile Falcon tubes, and centrifuged at room temperature, 1500 rpm for 10 min, and the supernatant will then be discarded. The pellets will be resuspended in bone marrow media for a final volume of approximately 15 ml and labeled as infusate. Cell counts and viability of bone marrow cells will be determined by manual counts on a hemacytometer and Trypan blue exclusion.

6.2.3 BMC harvesting from small pieces of bones and bone marrow from operation room

Bone marrow or small pieces of bones collected from operation room will be stored in bone marrow media at 4°C until processing. Under sterile condition, bone marrow or small pieces of bones will be filtered through pore size stainless steel 80 and 40 μm, respectively, to harvest BMC follow by washing the filter with fresh bone marrow media. Then, those bone marrow and bones will be soaked and agitated for 30 min in fresh bone marrow media, filtered again through 80 and 40 μm, respectively, and collect the filtrate. The pellets will be resuspended in bone marrow media for a final volume of approximately 15 ml and labeled as infusate. Cell counts and viability of bone marrow cells will be determined by manual counts on a hemacytometer and Trypan blue exclusion.

6.3 $CD34^+$ cell purification

Umbilical cord and bone marrow mononuclear cells will be isolated by Ficoll–Paque density separation. $CD34^+$ cells will be purified with CD34 monoclonal antibody (mAb) 561-coated M-450 Dynabeads, incubating 4 X 10^7 beads with 2.5 to 5 X 10^7 cells/mL for 30 minutes at 4°C (Rosenzwajg *et al.*, 1996). Cells will be then washed with Dulbecco's phosphate-buffered saline (DPBS). Rosetted cells will be seperated with a magnet, and beads will be detached from the cells with DETACHaBEAD CD34 (Dynal) according to the manufacturer's instructions. Isolated CD 34^+ cells will be maintained in Iscove's Modified Dulbecco's Medium (IMDM) medium supplemented with 10% fetal bovine serum (FBS), 2mM L-glutamine and antibiotics (penicillin 100 U/ml and streptomycin 100 mg/ml). An

aliquot of the CD34+ cells fraction will be analyzed to assess purity by flow cytometry and colony formation assay.

6.4 Expansion of enriched $CD34^+$ cells *in vitro*

On day 0, enriched $CD34^+$ cells from bone marrow and cord blood will be seeded at a concentration of 2×10^4 cells/ml in triplicate flat-bottomed 24-well plates in 1 mL of IMDM supplemented with 10% FBS, 2mM L-glutamine and antibiotics (penicillin/streptomycin 100 mg/ml). The cultures will be incubated at 37°C in a humidified atmosphere of 5% CO_2 for 21 d. At initiation and every 48 h thereafter, cultures will be supplemented with combinations of IL-6 (100 ng/mL), Flt3L (100 ng/mL), SCF (100 ng/mL), TPO (10 ng/mL), $HOXB_4$ (10 nM) and Delta1-Fc (10 µg/ml). As a control, IMDM medium without an additional of growth factor and cytokine cocktail will be perfomed. Every week, all cultures will be demipopulated by removal of one half the culture volume (and cells), which will be replaced by fresh medium and growth factors. The total number of amplified cells, viable cell staining with trypan blue, and proliferation rate will be determined every day. Once, a week, some cells will be harvested to determine colony assay.

6.5 Proliferation rate assay

Proliferation rate of HSCs from bone marrow and cord blood after cell expansion according to indicated time point will be performed using CellTiTer 96® Aqueous One Solution Cell Proliferation assay kit (Promega, USA) as described by manufacturer instruction. Briefly, 3×10^4 HSCs will be cultured in 96 well titer plate containing IMDM supplemented with HOXB4, IL-6, Flt3L, SCF and TPO. After 0, 12, 24, 36, 48, 60 and 72 h, a tetrazolium compound [3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-5-

(3-carboxymethoxyphenyl)-2-(4-sulfophenyl)-2H-tetrazolium, inner salt; MTS(a)] and an electron coupling reagent (phenazine ethosulfate; PES) will be added to the culture dish and incubated for 4 h at 37°C in a humidified, 5% CO_2 atmosphere. Then, record the absorbance at 490 nm using a 96-well plate reader.

6.6 Lentiviral vectors preparation

Id1 cDNA will be amplified and cloned into modified lentiviral vector-VTREX that express green fluorescent protein (Id1-S-GFP-lentiviral vector), which is tetracycline-inducible system and contain a modified long terminal repeat (LTR) sites that inhibit its integration activity into host genome. To produce lentiviral progeny virion, Id1-S-GFP-lentiviral vector will be transiently transfected into packaging cell line 293T/17 cells (ATCC CRL-11268) with lentiviral packaging vectors [packaging mix containing pLP1, pLP2 (pRev), pLP/VSVG (Invitrogen)] in DMEM supplemented with 4 mM L-glutamine, 1.5 g/L sodium bicarbonate and bovine serum albumin at 37°C, 5% CO_2 atmosphere for 24 h. Empty vector of GFP-lentiviral vector will be used as a control. After 24 h, supernatant will be discarded and replaced with the fresh medium and incubated for 24-48 h. Next, supernatant containing progeny virus will be collected from each plate, each of which will be composed of Id1-S-GFP-lentiviral vector (supernatant A) and empty vector GFP-lentiviral vector (supernatant B), which will be used further as described below.

6.7 Lentiviral vectors transduction of $CD34^+$ cells from bone marrow and cord blood

Expanded $CD34^+$ cells from both bone marrow and cord blood will be cultured in supernatant A with additional of 100 ng/ml of each HOXB4, Flt3L, SCF, IL-6, and

TPO for 48 h at 37°C, 5% CO_2 atmosphere. GFP^+ cells will be isolated by flow cytometry. Supernatant B will be used as a control. Furthermore, sorted cells will be cultured in the medium containing HOXB4, Flt3L, SCF, IL-6, TPO and tetracycline at 37°C, 5% CO_2 atmosphere for 3 days to stimulate Id1 expression and control cell fate decision to myeloid cell lineage. Infected cells will be determined Id1 expression by real-time RT-PCR and western blot, and myeloid cell differentiation by colony assay as describe below.

6.8 Real-time RT-PCR

Id1 gene expression will be determined by real-time RT-PCR and western blotting to confirm the successful of gene and protein expressions. Furthermore, SCL, NF-E2, GATA-1, GATA-2, GATA-3, PU.1, C/EBPα, and Aiolos will be observed to identify stage of cell growth as described by Akashi et al (Akashi *et al.*, 2000) (Figure 3) which will confirm the success of controlling toward myeloid cell fate more than lymphoid and erythroid cell lineages by Id1.

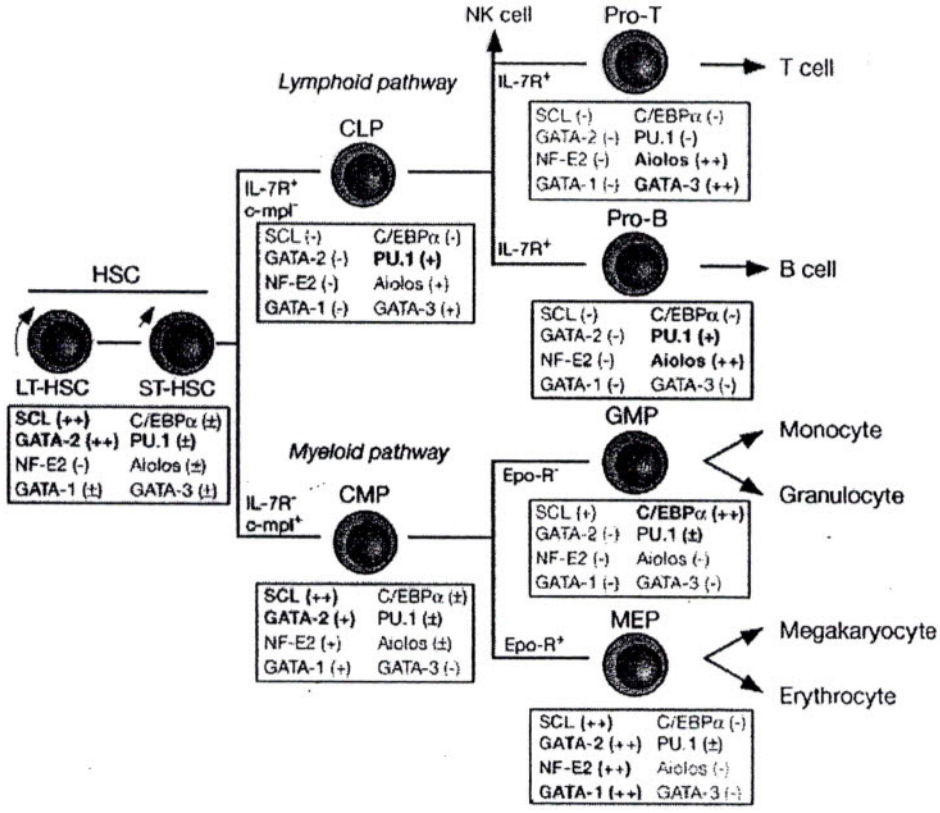


Figure 3. Proposed model of major hematopoietic maturation pathways from HSCs

Source: Akashi K *et al.* (2000)

Total and mRNA will be extracted from infected $CD34^+$ cells using Trizol reagent and Oligo-dT purification (Invitrogen), respectively, and collected in DEPC water containing RNase inhibitor. RNA will then be reverse-transcribed into cDNA and subjected to PCR. The reaction will be 75 mM KCl, 50 mM Tris (pH 8.3), 3 mM $MgCl_2$, 500 mM dNTPs and 2 μM primers, and incubated at 42°C for 60 min. After that, lentiviral vectors will be inactivated by incubated at 95°C for 5 min. cDNA will be quantified by spectrophotometric measurement at O.D.260.

cDNA will be used in real time PCR using SYBR green master mix and GAPDH will be used as the control. The reaction will be performed at 95°C/15 min and 45

cycles of: 95°C/1 min, 60°C/30 s, and 72°C/1 min in the Cobas Taqman under the PCR condition of 56 mM KCl, 19.6 mM Tris (pH8.3), 1.6 mM $MgCl_2$, 200 μM dNTPs, 1 μM primers and SYBR green. A melting curve will be performed in each experiment to validate the specificity of amplification.

6.9 Western blotting

Transfected cells from supernatant A and B containing lentiviral virion from 6.6 will be extracted to identify Id1 protein expression using lysis buffer (1X PBS, 1% NP40, 0.5% sodium deoxycholate, 0.1% SDS and 10 mg/ml PMSF). Cell lysate will be mixed with 2 X reducing buffer (1:1) and boiled for 10 min at 95°C. Then, proteins will be resolved on 8-10% SDS-polyacrylamide gel electrophoresis and transferred onto PVDF membrane. The membrane will be blocked at room temperature in 5% milk/TBST solution, and probed with Abs to detect Id1 or actin (Santa Cruz Biotechnology), followed by anti-rabbit HRP-conjugated Ab (Promega). Bands will be visualized with LumiGlo-HRP substrate (New England Biolabs) and autoradiography. Id1 level of transfected cells will be compared with non-transfected cells.

6.10 Colony formation assay

Expanded and infected $CD34^+$ cells will be determined the capability of primitive HSCs to differentiate into each cell lineages. Cells will be cultured on 6-well plates at a density of 10^4 cells per well. Nine different groups will be performed to study the differentiation and proliferation of erythrocyte cells, megakaryocytes, neutrophils, macrophages, lymphocytes, eosinophils, mast cells + granulocytes, granulocytes + macrophages, and granulopoietic and erythroid colony-forming units (CFU-GM,

BFU-E, and CFU-GEMM). Each of these assays will be supplemented with EPO (1U/ml), TPO (50 U/ml), G-CSF (25 ng/ml), M-CSF (50 ng/ml), Flt3L (10 ng/ml) + IL-7 (10 ng/ml), IL-5 (6 ng/ml), SCF (100 ng/ml) + IL-3 (20 ng/ml), and GM-CSF (100 ng/ml) + IL-3, respectively. For CFU-GM and BFU-E, culture will be added with EPO + GM-CSF + IL-3 + SCF. Plates will be incubated at 37°C in a humidified, 5% CO_2 atmosphere. Colony scoring will be performed on day 7-10.

For colony-forming unit assay, 1 X 10^3 expanded cells, as well as treated $CD34^+$ cells will be grown in 1.17% methylcellulose. The resulting CFCs will be scored on day 14 by plucking colonies from methylcellulose cultures which will then be scored by morphological under inverted microscope or stained with FITC-conjugated anti-human CD13, and GpA and scored at the immunofluorescence microscope (Piacibello *et al.*, 1999). As a control, fresh enriched $CD34^+$ cells will be plated at identical cell concentrations in the same culture assays.

6.11 Enumeration of differentiated cells

Proliferated and differentiated cells from 6.10 will be determined cell type by morphological and cell surface marker studies.

6.11.1 Cell morphology

An aliquot of cells will be performed will be centrifuged onto slides for 5 minutes at 1000 rpm (Cytospin) and air dried. Cells will then be fixed in -20°C methanol for 2 minutes and stained with Wright staining.

6.11.2 Flow cytometry detection of cell surface markers

Cells from colony assay will be immunostained with FITC-conjugated antibodies against lineage markers: Mac-1 (macrophages), Gr-1 (granulocytes), B220 (B cells), CD-3 (lymphocytes), CD8 (T cells), Ter119 (erythrocytes), and CD71 (erythrocytes). After that, fluorescently stained cells will be analyzed by flow cytometry. To identify purity of $CD34^+$ cells from HSCs, FITC-conjugated anti-CD34 will be used.

6.12 Statistical analysis

Student's paired *t*-tests will be used for the analysis of fold increase in HSCs expansion *in vitro*, CFC yield in culture by comparing plain medium and supplemented medium with growth factor and cytokine cocktail within the same time period.

6.13 Instrumentation

Instruments required for the investigation of flow cytometry, inverted microscope, and ELISA reader are located at the Center for Scientific and Technological Equipment, Institute of Medicine, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand.

7. Expected results

From this study, we will able to control *in vitro* human HSCs expansion from bone marrow and cord blood in serum free medium containing growth factor and cytokine cocktail. This expansion will enhance the rate of HSCs expansion in a short

time and will be useful for transplantation and gene therapy. In addition, we anticipate to control Id1 gene expression in $CD34^+$ cells by lentiviral vector leading to control cell fate decision toward myeloid cell lineage which will be useful for the treatment of agranulocytosis in the future.

8. Reference

Akashi, K., Traver, D., Miyamoto, T., and Weissman, I. L. (2000). A clonogenic common myeloid progenitor that gives rise to all myeloid lineages. **Nature**. 404: 193-7.

Amsellem, S., Pflumio, F., Bardinet, D., Izac, B., Charneau, P., Romeo, P. H., *et al.* (2003). Ex vivo expansion of human hematopoietic stem cells by direct delivery of the HOXB4 homeoprotein. **Nat Med**. 9: 1423-7.

Andres, E., Zimmer, J., Affenberger, S., Federici, L., Alt, M., and Maloisel, F. (2006). Idiosyncratic drug-induced agranulocytosis: Update of an old disorder. **Eur J Intern Med**. 17: 529-35.

Audet, J., Zandstra, P. W., Eaves, C. J., and Piret, J. M. (1998). Advances in hematopoietic stem cell culture. **Curr Opin Biotechnol**. 9: 146-51.

Benezra, R., Davis, R. L., Lockshon, D., Turner, D. L., and Weintraub, H. (1990). The protein Id: a negative regulator of helix-loop-helix DNA binding proteins. **Cell**. 61: 49-59.

Benezra, R., Rafii, S., and Lyden, D. (2001). The Id proteins and angiogenesis. **Oncogene**. 20: 8334-41.

Bowles, K. M., Vallier, L., Smith, J. R., Alexander, M. R., and Pedersen, R. A. (2006). HOXB4 overexpression promotes hematopoietic development by human embryonic stem cells. **Stem Cells**. 24: 1359-69.

Brandt, J., Briddell, R. A., Srour, E. F., Leemhuis, T. B., and Hoffman, R. (1992). Role of c-kit ligand in the expansion of human hematopoietic progenitor cells. **Blood**. 79: 634-41.

Brugger, W., Mocklin, W., Heimfeld, S., Berenson, R. J., Mertelsmann, R., and Kanz, L. (1993). Ex vivo expansion of enriched peripheral blood CD34+ progenitor cells by stem cell factor, interleukin-1 beta (IL-1 beta), IL-6, IL-3, interferon-gamma, and erythropoietin. **Blood**. 81: 2579-84.

Buitenhuis, M., van Deutekom, H. W., Verhagen, L. P., Castor, A., Jacobsen, S. E., Lammers, J. W., *et al.* (2005). Differential regulation of granulopoiesis by the basic helix-loop-helix transcriptional inhibitors Id1 and Id2. **Blood**. 105: 4272-81.

Chen, B., and Lim, R. W. (1997). Physical and functional interactions between the transcriptional inhibitors Id3 and ITF-2b. Evidence toward a novel mechanism regulating muscle-specific gene expression. **J Biol Chem**. 272: 2459-63.

Christy, R. J., Kaestner, K. H., Geiman, D. E., and Lane, M. D. (1991). CCAAT/enhancer binding protein gene promoter: binding of nuclear factors during differentiation of 3T3-L1 preadipocytes. **Proc Natl Acad Sci U S A**. 88: 2593-7.

Cooper, C. L., Brady, G., Bilia, F., Iscove, N. N., and Quesenberry, P. J. (1997). Expression of the Id family helix-loop-helix regulators during growth and development in the hematopoietic system. **Blood**. 89: 3155-65.

Cooper, C. L., and Newburger, P. E. (1998). Differential expression of Id genes in multipotent myeloid progenitor cells: Id-1 is induced by early-and late-acting cytokines while Id-2 is selectively induced by cytokines that drive terminal granulocytic differentiation. **J Cell Biochem**. 71: 277-85.

Coppe, J. P., Smith, A. P., and Desprez, P. Y. (2003). Id proteins in epithelial cells. **Exp Cell Res**. 285: 131-45.

De Felice, L., Di Pucchio, T., Breccia, M., Agostini, F., Mascolo, M. G., Guglielmi, C., *et al.* (1998). Flt3L enhances the early stem cell compartment after ex vivo amplification of umbilical cord blood CD34+ cells. **Bone Marrow Transplant**. 22 Suppl 1: S66-7.

De Felice, L., Di Pucchio, T., Mascolo, M. G., Agostini, F., Breccia, M., Guglielmi, C., *et al.* (1999). Flt3LP3nduces the ex-vivo amplification of umbilical cord blood committed progenitors and early stem cells in short-term cultures. **Br J Haematol**. 106: 133-41.

Delaney, C., Varnum-Finney, B., Aoyama, K., Brashem-Stein, C., and Bernstein, I. D. (2005). Dose-dependent effects of the Notch ligand Delta1 on ex vivo differentiation and in vivo marrow repopulating ability of cord blood cells. **Blood**. 106: 2693-9.

Deutsch, V. R., and Tomer, A. (2006). Megakaryocyte development and platelet production. **Br J Haematol**. 134: 453-66.

Downing, J. R. (2003). The core-binding factor leukemias: lessons learned from murine models. **Curr Opin Genet Dev**. 13: 48-54.

Ebihara, Y., Tsuji, K., Lyman, S. D., Sui, X., Yoshida, M., Muraoka, K., *et al.* (1997). Synergistic action of Flt3 and gp130 signalings in human hematopoiesis. **Blood**. 90: 4363-8.

Engel, I., and Murre, C. (2001). The function of E- and Id proteins in lymphocyte development. **Nat Rev Immunol**. 1: 193-9.

Ephrussi, A., Church, G. M., Tonegawa, S., and Gilbert, W. (1985). B lineage--specific interactions of an immunoglobulin enhancer with cellular factors in vivo. **Science**. 227: 134-40.

Flores, M. G., Holm, B., Larson, M. J., Lau, M. K., Si, M. S., Lowsky, R., *et al.* (2005). A technique of bone marrow collection from vertebral bodies of cynomolgus macaques for transplant studies. **J Surg Res**. 124: 280-8.

Friedman, A. D. (2002). Transcriptional regulation of granulocyte and monocyte development. **Oncogene**. 21: 3377-90.

Friel, J., Schiedlmeier, B., Geldmacher, M., and Ostertag, W. (2006). Stromal cells selectively reduce the growth advantage of human committed CD34+ hematopoietic cells ectopically expressing HOXB4. **Growth Factors**. 24: 97-105.

Georgopoulos, K. (2002). Haematopoietic cell-fate decisions, chromatin regulation and ikaros. **Nat Rev Immunol**. 2: 162-74.

Heike, T., and Nakahata, T. (2002). Ex vivo expansion of hematopoietic stem cells by cytokines. **Biochim Biophys Acta**. 1592: 313-21.

Henthorn, P., Kiledjian, M., and Kadesch, T. (1990). Two distinct transcription factors that bind the immunoglobulin enhancer microE5/kappa 2 motif. **Science**. 247: 467-70.

Hirayama, F., Clark, S. C., and Ogawa, M. (1994). Negative regulation of early B lymphopoiesis by interleukin 3 and interleukin 1 alpha. **Proc Natl Acad Sci U S A**. 91: 469-73.

Hirayama, F., and Ogawa, M. (1995). Negative regulation of early T lymphopoiesis by interleukin-3 and interleukin-1 alpha. **Blood**. 86: 4527-31.

Hofmeister, C. C., Zhang, J., Knight, K. L., Le, P., and Stiff, P. J. (2007). Ex vivo expansion of umbilical cord blood stem cells for transplantation: growing

knowledge from the hematopoietic niche. **Bone Marrow Transplant**. 39: 11-23.

Huang, X. B., Liu, T., Meng, W. T., and Zhi, W. (2006). [Osteoblasts differentiated from human marrow bone mesenchymal stem cells support hematopoietic stem/progenitor cells from umbilical cord blood]. **Zhongguo Shi Yan Xue Ye Xue Za Zhi**. 14: 552-6.

Ikebuchi, K., Wong, G. G., Clark, S. C., Ihle, J. N., Hirai, Y., and Ogawa, M. (1987). Interleukin 6 enhancement of interleukin 3-dependent proliferation of multipotential hemopoietic progenitors. **Proc Natl Acad Sci U S A**. 84: 9035-9.

Ingham, P. W., Pinchin, S. M., Howard, K. R., and Ish-Horowicz, D. (1985). Genetic Analysis of the Hairy Locus in DROSOPHILA MELANOGASTER. **Genetics**. 111: 463-486.

Jacobsen, S. E., Okkenhaug, C., Myklebust, J., Veiby, O. P., and Lyman, S. D. (1995). The FLT3 ligand potently and directly stimulates the growth and expansion of primitive murine bone marrow progenitor cells in vitro: synergistic interactions with interleukin (IL) 11, IL-12, and other hematopoietic growth factors. **J Exp Med**. 181: 1357-63.

Jang, Y. K., Jung, D. H., Jung, M. H., Kim, D. H., Yoo, K. H., Sung, K. W., *et al.* (2006). Mesenchymal stem cells feeder layer from human umbilical cord blood for ex vivo expanded growth and proliferation of hematopoietic progenitor cells. **Ann Hematol**. 85: 212-25.

Jen, Y., Weintraub, H., and Benezra, R. (1992). Overexpression of Id protein inhibits the muscle differentiation program: in vivo association of Id with E2A proteins. **Genes Dev**. 6: 1466-79.

Karanu, F. N., Murdoch, B., Miyabayashi, T., Ohno, M., Koremoto, M., Gallacher, L., *et al.* (2001). Human homologues of Delta-1 and Delta-4 function as mitogenic regulators of primitive human hematopoietic cells. **Blood**. 97: 1960-7.

Kelly, L. M., and Gilliland, D. G. (2002). Genetics of myeloid leukemias. **Annu Rev Genomics Hum Genet**. 3: 179-98.

Kishimoto, T., Akira, S., Narazaki, M., and Taga, T. (1995). Interleukin-6 family of cytokines and gp130. **Blood**. 86: 1243-54.

Klambt, C., Knust, E., Tietze, K., and Campos-Ortega, J. A. (1989). Closely related transcripts encoded by the neurogenic gene complex enhancer of split of Drosophila melanogaster. **Embo J**. 8: 203-10.

Kobayashi, M., Laver, J. H., Kato, T., Miyazaki, H., and Ogawa, M. (1996). Thrombopoietin supports proliferation of human primitive hematopoietic cells in synergy with steel factor and/or interleukin-3. **Blood**. 88: 429-36.

Kohler, T., Plettig, R., Wetzstein, W., Schaffer, B., Ordemann, R., Nagels, H. O., *et al.* (1999). Defining optimum conditions for the ex vivo expansion of human umbilical cord blood cells. Influences of progenitor enrichment, interference with feeder layers, early-acting cytokines and agitation of culture vessels. **Stem Cells**. 17: 19-24.

Kondo, M., Wagers, A. J., Manz, M. G., Prohaska, S. S., Scherer, D. C., Beilhack, G. F., *et al.* (2003). Biology of hematopoietic stem cells and progenitors: implications for clinical application. **Annu Rev Immunol**. 21: 759-806.

Kreider, B. L., Benezra, R., Rovera, G., and Kadesch, T. (1992). Inhibition of myeloid differentiation by the helix-loop-helix protein Id. **Science**. 255: 1700-2.

Krosl, J., Austin, P., Beslu, N., Kroon, E., Humphries, R. K., and Sauvageau, G. (2003). In vitro expansion of hematopoietic stem cells by recombinant TAT-HOXB4 protein. **Nat Med**. 9: 1428-32.

Krug, U., Ganser, A., and Koeffler, H. P. (2002). Tumor suppressor genes in normal and malignant hematopoiesis. **Oncogene**. 21: 3475-95.

Kushida, T., Inaba, M., Ikebukuro, K., Ngahama, T., Oyaizu, H., Lee, S., *et al.* (2000). A new method for bone marrow cell harvesting. **Stem Cells**. 18: 453-6.

Lawrence, H. J., and Largman, C. (1992). Homeobox genes in normal hematopoiesis and leukemia. **Blood**. 80: 2445-53.

Lecuyer, E., and Hoang, T. (2004). SCL: from the origin of hematopoiesis to stem cells and leukemia. **Exp Hematol**. 32: 11-24.

Leeanansaksiri, W., Wang, H., Gooya, J. M., Renn, K., Abshari, M., Tsai, S., *et al.* (2005). IL-3 induces inhibitor of DNA-binding protein-1 in hemopoietic progenitor cells and promotes myeloid cell development. **J Immunol**. 174: 7014-21.

Levac, K., Karanu, F., and Bhatia, M. (2005). Identification of growth factor conditions that reduce ex vivo cord blood progenitor expansion but do not alter human repopulating cell function in vivo. **Haematologica**. 90: 166-72.

Massari, M. E., and Murre, C. (2000). Helix-loop-helix proteins: regulators of transcription in eucaryotic organisms. **Mol Cell Biol**. 20: 429-40.

Matsunaga, T., Hirayama, F., Yonemura, Y., Murray, R., and Ogawa, M. (1998). Negative regulation by interleukin-3 (IL-3) of mouse early B-cell progenitors and stem cells in culture: transduction of the negative signals by betac and betaIL-3 proteins of IL-3 receptor and absence of negative regulation by granulocyte-macrophage colony-stimulating factor. **Blood**. 92: 901-7.

Mayani, H., Gutierrez-Rodriguez, M., Espinoza, L., Lopez-Chalini, E., Huerta-Zepeda, A., Flores, E., *et al.* (1998). Kinetics of hematopoiesis in Dexter-type long-term cultures established from human umbilical cord blood cells. **Stem Cells**. 16: 127-35.

Mohamed, A. A., Ibrahim, A. M., El-Masry, M. W., Mansour, I. M., Khroshied, M. A., Gouda, H. M., *et al.* (2006). Ex vivo expansion of stem cells: defining optimum conditions using various cytokines. **Lab Hematol**. 12: 86-93.

Murre, C., McCaw, P. S., Vaessin, H., Caudy, M., Jan, L. Y., Jan, Y. N., *et al.* (1989). Interactions between heterologous helix-loop-helix proteins generate complexes that bind specifically to a common DNA sequence. **Cell**. 58: 537-44.

Neves, H., Weerkamp, F., Gomes, A. C., Naber, B. A., Gameiro, P., Becker, J. D., *et al.* (2006). Effects of Delta1 and Jagged1 on early human hematopoiesis: correlation with expression of notch signaling-related genes in CD34+ cells. **Stem Cells**. 24: 1328-37.

Nogueira, M. M., Mitjavila-Garcia, M. T., Le Pesteur, F., Filippi, M. D., Vainchenker, W., Dubart Kupperschmitt, A., *et al.* (2000). Regulation of Id gène expression

during embryonic stem cell-derived hematopoietic differentiation. **Biochem Biophys Res Commun**. 276: 803-12.

Nolta, J. A., Thiemann, F. T., Arakawa-Hoyt, J., Dao, M. A., Barsky, L. W., Moore, *et al.* (2002). The AFT024 stromal cell line supports long-term ex vivo maintenance of engrafting multipotent human hematopoietic progenitors. **Leukemia**. 16: 352-61.

Ogawa, M., and Matsunaga, T. (1999). Humoral regulation of hematopoietic stem cells. **Ann N Y Acad Sci**. 872: 17-23; discussion 23-4.

Ohishi, K., Varnum-Finney, B., and Bernstein, I. D. (2002). Delta-1 enhances marrow and thymus repopulating ability of human CD34(+)CD38(-) cord blood cells. **J Clin Invest**. 110: 1165-74.

Pagliuca, A., Bartoli, P. C., Saccone, S., Della Valle, G., and Lania, L. (1995). Molecular cloning of ID4, a novel dominant negative helix-loop-helix human gene on chromosome 6p21.3-p22. **Genomics**. 27: 200-3.

Petzer, A. L., Zandstra, P. W., Piret, J. M., and Eaves, C. J. (1996). Differential cytokine effects on primitive (CD34+CD38-) human hematopoietic cells: novel responses to Flt3-ligand and thrombopoietin. **J Exp Med**. 183: 2551-8.

Piacibello, W., Sanavio, F., Garetto, L., Severino, A., Bergandi, D., Ferrario, J., *et al.* (1997). Extensive amplification and self-renewal of human primitive hematopoietic stem cells from cord blood. **Blood**. 89: 2644-53.

Piacibello, W., Sanavio, F., Severino, A., Dane, A., Gammaitoni, L., Fagioli, F., Perissinotto, E., Cavalloni, G., Kollet, O., Lapidot, T., & Aglietta, M. (1999). Engraftment in nonobese diabetic severe combined immunodeficient mice of

human CD34(+) cord blood cells after ex vivo expansion: evidence for the amplification and self-renewal of repopulating stem cells. **Blood**. 93: 3736-49.

Quesenberry, P. J., Iscove, N. N., Cooper, C., Brady, G., Newburger, P. E., Stein, G. S., *et al.* (1996). Expression of basic helix-loop-helix transcription factors in explant hematopoietic progenitors. **J Cell Biochem**. 61: 478-88.

Riechmann, V., van Cruchten, I., and Sablitzky, F. (1994). The expression pattern of Id4, a novel dominant negative helix-loop-helix protein, is distinct from Id1, Id2 and Id3. **Nucleic Acids Res**. 22: 749-55.

Rosenbauer, F., and Tenen, D. G. (2007). Transcription factors in myeloid development: balancing differentiation with transformation. **Nat Rev Immunol**. 7: 105-17.

Rosenzwajg, M., Canque, B., and Gluckman, J. C. (1996). Human dendritic cell differentiation pathway from CD34+ hematopoietic precursor cells. **Blood**. 87: 535-44.

Sasai, Y., Kageyama, R., Tagawa, Y., Shigemoto, R., and Nakanishi, S. (1992). Two mammalian helix-loop-helix factors structurally related to Drosophila hairy and Enhancer of split. **Genes Dev**. 6: 2620-34.

Sauvageau, G., Lansdorp, P. M., Eaves, C. J., Hogge, D. E., Dragowska, W. H., Reid, D. S., *et al.* (1994). Differential expression of homeobox genes in functionally distinct CD34+ subpopulations of human bone marrow cells. **Proc Natl Acad Sci U S A**. 91: 12223-7.

Schroeder, T., Kohlhof, H., Rieber, N., and Just, U. (2003). Notch Signaling Induces Multilineage Myeloid Differentiation and Up-Regulates PU.1 Expression. **J Immunol**. 170: 5538-5548.

Schuetze, S., Stenberg, P. E., and Kabat, D. (1993). The Ets-related transcription factor PU.1 immortalizes erythroblasts. **Mol Cell Biol**. 13: 5670-8.

Shah, A. J., Smogorzewska, E. M., Hannum, C., and Crooks, G. M. (1996). Flt3 ligand induces proliferation of quiescent human bone marrow CD34+CD38- cells and maintains progenitor cells in vitro. **Blood**. 87: 3563-70.

Shlomchik, W. D. (2007). Graft-versus-host disease. advanced online publication.

Spangrude, G. J., Smith, L., Uchida, N., Ikuta, K., Heimfeld, S., Friedman, J., *et al.* (1991). Mouse hematopoietic stem cells. **Blood**. 78: 1395-402.

Srour, E., Brandt, J., Briddell, R., Grigsby, S., Leemhuis, T., and Hoffman, R. (1993). Long-term generation and expansion of human primitive hematopoietic progenitor cells in vitro. **Blood**. 81: 661-669.

Sui, X., Tsuji, K., Tanaka, R., Tajima, S., Muraoka, K., Ebihara, Y., *et al.* (1995). gp130 and c-Kit signalings synergize for ex vivo expansion of human primitive hemopoietic progenitor cells. **Proc Natl Acad Sci U S A**. 92: 2859-63.

Sun, X. H. (1994). Constitutive expression of the Id1 gene impairs mouse B cell development. **Cell**. 79: 893-900.

Sun, X. H., Copeland, N. G., Jenkins, N. A., and Baltimore, D. (1991). Id proteins Id1 and Id2 selectively inhibit DNA binding by one class of helix-loop-helix proteins. **Mol Cell Biol**. 11: 5603-11.

Suzuki, T., Yokoyama, Y., Kumano, K., Takanashi, M., Kozuma, S., Takato, T., *et al.* (2006). Highly efficient ex vivo expansion of human hematopoietic stem cells using Delta1-Fc chimeric protein. **Stem Cells**. 24: 2456-65.

Tenen, D. G. (2003). Disruption of differentiation in human cancer: AML shows the way. **Nat Rev Cancer**. 3: 89-101.

Tietze, K., Oellers, N., and Knust, E. (1992). Enhancer of splitD, a dominant mutation of Drosophila, and its use in the study of functional domains of a helix-loop-helix protein. **Proc Natl Acad Sci U S A**. 89: 6152-6.

Timmer-Bonte, J. N., and Tjan-Heijnen, V. C. (2006). Febrile neutropenia: highlighting the role of prophylactic antibiotics and granulocyte colony-stimulating factor during standard dose chemotherapy for solid tumors. **Anticancer Drugs**. 17: 881-9.

Tsai, S., Bartelmez, S., Sitnicka, E., and Collins, S. (1994). Lymphohematopoietic progenitors immortalized by a retroviral vector harboring a dominant-negative retinoic acid receptor can recapitulate lymphoid, myeloid, and erythroid development. **Genes Dev**. 8: 2831-41.

Tsai, S., and Collins, S. J. (1993). A dominant negative retinoic acid receptor blocks neutrophil differentiation at the promyelocyte stage. **Proc Natl Acad Sci U S A**. 90: 7153-7.

Tzeng, S. F. (2003). Inhibitors of DNA binding in neural cell proliferation and differentiation. **Neurochem Res**. 28: 45-52.

Van Overstraeten-Schlogel, N., Beguin, Y., and Gothot, A. (2006). Role of stromal-derived factor-1 in the hematopoietic-supporting activity of human mesenchymal stem cells. **Eur J Haematol**. 76: 488-93.

Viscoli, C. (1998). The evolution of the empirical management of fever and neutropenia in cancer patients. **J Antimicrob Chemother**. 41 Suppl D: 65-80.

Visvader, J., Begley, C. G., and Adams, J. M. (1991). Differential expression of the LYL, SCL and E2A helix-loop-helix genes within the hemopoietic system. **Oncogene**. 6: 187-94.

Volpe, D. A., and Warren, M. K. (2003). Myeloid clonogenic assays for comparison of the in vitro toxicity of alkylating agents. **Toxicol In Vitro**. 17: 271-7.

Ward, A. C., Loeb, D. M., Soede-Bobok, A. A., Touw, I. P., and Friedman, A. D. (2000). Regulation of granulopoiesis by transcription factors and cytokine signals. **Leukemia**. 14: 973-90.

Xie, C. G., Wang, J. F., Xiang, Y., Qiu, L. Y., Jia, B. B., Wang, L. J., *et al.* (2006). Cocultivation of umbilical cord blood CD34+ cells with retro-transduced hMSCs leads to effective amplification of long-term culture-initiating cells. **World J Gastroenterol**. 12: 393-402.

Xu, R., Medchill, M., and Reems, J. A. (2000). Serum supplement, inoculum cell density, and accessory cell effects are dependent on the cytokine combination selected to expand human HPCs ex vivo. **Transfusion**. 40: 1299-307.

Yokota, Y. (2001). Id and development. **Oncogene**. 20: 8290-8.

Yokota, Y., and Mori, S. (2002). Role of Id family proteins in growth control. **J Cell Physiol**. 190: 21-8.

Yonemura, Y., Ku, H., Lyman, S. D., and Ogawa, M. (1997). In vitro expansion of hematopoietic progenitors and maintenance of stem cells: comparison between FLT3/FLK-2 ligand and KIT ligand. **Blood**. 89: 1915-21.

Young, J. C., Bruno, E., Luens, K. M., Wu, S., Backer, M., and Murray, L. J. (1996). Thrombopoietin stimulates megakaryocytopoiesis, myelopoiesis, and

expansion of CD34+ progenitor cells from single CD34+Thy-1+Lin- primitive progenitor cells. **Blood**. 88: 1619-31.

Zebedee, Z., and Hara, E. (2001). Id proteins in cell cycle control and cellular senescence. **Oncogene**. 20: 8317-25.

Zhang, C. C., Kaba, M., Ge, G., Xie, K., Tong, W., Hug, C., *et al.* (2006a). Angiopoietin-like proteins stimulate ex vivo expansion of hematopoietic stem cells. **Nat Med**. 12: 240-5.

Zhang, P., Zhang, X., Iwama, A., Yu, C., Smith, K. A., Mueller, B. U., *et al.* (2000). PU.1 inhibits GATA-1 function and erythroid differentiation by blocking GATA-1 DNA binding. **Blood**. 96: 2641-8.

Zhang, X. B., Beard, B. C., Beebe, K., Storer, B., Humphries, R. K., and Kiem, H. P. (2006b). Differential effects of HOXB4 on nonhuman primate short- and long-term repopulating cells. **PLoS Med**. 3: e173.

Zhang, Y., Chai, C., Jiang, X. S., Teoh, S. H., and Leong, K. W. (2006c). Co-culture of umbilical cord blood CD34+ cells with human mesenchymal stem cells. **Tissue Eng**. 12: 2161-70.

Zhu, J., and Emerson, S. G. (2002). Hematopoietic cytokines, transcription factors and lineage commitment. **Oncogene**. 21: 3295-313.

9. Research Plan

Thesis procedure begins in July, 2007.

Step of study plan	Period (month)							
	2007	2008		2009		2010		2011
	7-12	1-6	7-12	1-6	7-12	1-6	7-12	1-5
1. Cord blood and bone marrow collection	←	—	—	—	→			
2. Stem cell isolation and expansion	←	—	—	—	—	→		
3. Id1-Lentiviral vector preparation	←	→						
4. Lentiviral vector transduction of stem cells		←	—	—	—	—	→	
5. Data analysis						←	→	
6. Thesis writing and result report							←	→

(Asst. Prof. Dr. Wilairat Leeanasaksiri)
Thesis advisor's signature
Date 11/9/07

(Miss Kamonnaree Chotinantakul)
Student's signature
Date 11/9/07

เอกสารประกอบการประชุมวาระที่ 9.11

Ph.D. Thesis Proposal

ESTROGENIC ACTIVITIES OF POMEGNANTE (*PUNICA GRANATUM* L.) EXTRACT IN OVARIECTOMIZED RATS

ฤทธิ์การเป็นเอสโตรเจนของสารสกัดจากทับทิม (*Punica granatum* L.) ในหนูตัดรังไข่

By

Miss Wilawan Promprom

School of Biology

Institute of Science

Suranaree University of Technology

November, 2007

Ph.D. Thesis Proposal

Miss Wilawan Promprom **I.D.No.D4810353**

School of Biology **Institute of Science**

Thesis Committee :

A. Assist. Prof. Dr. Sajeera	Kupittayanant	Chairperson
B. Assoc. Prof. Dr. Korakod	Indrapichate	Committee
C. Assist. Prof. Dr. Chusri	Talubmook	Committee

1. Thesis Title

ESTROGENIC ACTIVITIES OF POMEGNANTE (*PUNICA GRANATUM* L.) EXTRACT IN OVARIECTOMIZED RATS

ฤทธิ์การเป็นเอสโตรเจนของสารสกัดจากทับทิม (*Punica granatum* L.) ในหนูตัดรังไข่

2. Introduction

2.1 Background / Problem

Menopause is the permanent cessation of menstruation as the result of low levels of estrogen and high levels of gonadotropin . The average age of menopause is between 51 and 52 years, with a range of 40-60 years. The limitation of menopause is both genetically and environmentally influenced. The prevailing view has been normal menopause resulting from the depletion of ovarian follicles that can be stimulated to ovulate (Mishell *et al*., 1997).

The ovaries, as they age, are unable to respond to follicle-stimulating hormone (FSH) and luteinizing hormone (LH) stimulation. The estrogen production decreases and there is no corpus luteum to produce progesterone. The menopause is officially known as the "climacteric". This is divided into three phases: pre-menopause, peri-menopause and post-menopause.

However, when ovaries stop making estrogen. Women may have different signs or symptoms of menopause. That is because estrogen is used by many parts of their body. The symptoms of menopause can be divided in to early and late onset symptoms. Early symptoms included hot flashes, joint pain, sleep problems, forgetfulness and fatigue (Kronenberg, 1990). Furthermore, symptoms of menopause include atrophy of the urogenital epithelium, and atrophy of skin, night sweat, bone thining, loss of libido and mood disturbances, etc. (Hertz *et al.,* 1971; Kaufert and Syrotuik, 1981; Perz, 1997). Late symptoms includes vaginal dryness and irritation, osteoporosis and heart disease (Kleerekoper and Sullivan, 1995). Symptoms of menopause occurred after ovaries stop making estrogen. In most women, the menopause increases risk of cardiovascular diseases and osteoporosis of which has become a major health hazard afflicting over 2,000 million people world wide (Meryl, 1997).

The menopause is a universal phenomenon of whom, who lives beyond the age of 50-55 years. With current life expectancies, women of most societies can expect to live one-third of their lives after the event. In 1990, it was estimated that there were almost 500 million women aged 50 years or over worldwide, and this number is expected to increase to 1.2 billion by 2030. By that time, 76% will be living in the developing countries. About 50 million women worldwide reach the menopause

each year (WHO. Tech Rep Ser, 1996). A major consequence of the menopause is loss of bone and potential development of osteoporosis with fracture. Whether atherosclerotic cardiovascular diseases and Alzheimer's dementia are other consequences of the menopausal symptoms.

Treatments for menopause can be divided based on those symptoms that are present in a given woman at a specific time. Before menopause, the ovaries produce estrogen and progenterone. Estrogen works to regulate a woman's monthly menstrual cycle and secondary sexual characteristics (such as breast development and function), and also prepares the body for fertilization and reproduction. Progesterone is released to prepare the uterus for possible pregnancy and to prepare the breasts for lactation. As a woman around 50 years old, her body produces less estrogen and progesterone. Decreased levels of estrogen may cause hot flash, vaginal dryness etc. Hormone replacement therapy (HRT), synthetic estrogen and progesterone (called progestin) are designed to replace a woman's depleting hormone levels. Especially, Hormone replacement therapy help prevent osteoporosis, heart disease, and other diseases in postmenopausal women (Health-cares.net, online 2005). Currently, hormone therapy is recommened for postmenopausal women who have severe hot flashes or night sweats. The hormones used in hormone replacement therapy are estrogen and progestogen (synthetic progesterone). Prolonged use of unopposed estrogen can cause endometrial hyperplasia and carcinoma. Although, estrogen remains the drug of choice for menopausal in women. Hence, women with a uterus should be given estrogen in combination with some form of progestogen for endometrial hyperplasia protection. Women who have undergone hysterectomy can be prescribed estrogen therapy alone.

For most women, the menopause presents two sets of problems. First, most notice unpleasant symptoms such as hot flushes and vaginal dryness, but second, there are long-term sequel arising from estrogen deficiency. The main long-term problems are an increased risk of bone loss and cardiovascular diseases. Many women would prefer to avoid HRT in response to recent publications and instead seek alternative approaches to treat menopause symptoms and the long-term effects of the menopause, e.g. phytoestrogens.

Phytoestrogens are naturally occurring estrogens that may have beneficial effects on the cardiovascular system and may also alleviate common illnesses afflicting women, such as menopausal symptoms, osteoporosis and breast cancer. Phytoestrogens may also have advantages over conventional estrogens in that they may lower low-density lipoprotein cholesterol without inducing hypertriglyceridemia (Anderson and Johnstone, 1995). In addition, they may relieve menopausal symptoms without increasing the risk of uterine or breast neoplasia (Goodman, Wilken, Hankin and Kolonel, 1996). Thus, plant extracts containing phytohormones are very popular as 'alternative' medicine for many kinds of diseases. They are especially favored by women who enter menopause and are concerned about the side effects of hormone replacement therapy, such as vaginal bleeding, bloating, breast tenderness or swelling, headaches, mood changes, nausea (Stopper, Schmitt and Kobras, 2005). Especially, phytoestrogens are plant substances that have effects similar to those of estrogens (Krebs *et al.,* 2004). The phytoestrogens are widely used to alleviate menopausal symptoms. For example, herbs used in the United States for menopausal problems include black cohosh (*Cimicifuga racemosa*), dong quai (*Angelica sinensis*), ginseng (*Panax ginseng* and other *Panax* species), evening primrose oil (*Oenethera biennis*),

motherwort (*Leonurus cardiaca*), rad clover (*Trifolium pretense*), and licorice (*Glycyrrhiza glabra*) (Fredi and Fugh-Berman, 2002). Thai traditional medicines have been known for hormone replacement therapy for menopausal symptoms. For example, the phytoestrogen-rich plants, *Pueraria mirifica* with a local name of White Kwao Krua might be the most interesting one. This indigenous Thai herb has long been popularly consumed among Thai people, especially menopausal women for purposes similar to those for estrogen replacement therapy nowadays (Suntara, 1991). In addition, *Pueraria lobata* have been shown to have a protective effect on bone in ovariectomized (OVX) rats and mice (Ishida *et al.*, 1998; Ishimi *et al.*, 2000; Picherit *et al.*, 2000).

The purpose of thesis is to physiologically investigate the effects of pomegranate (*Punica granatum* L.) extract on ovariectomized rats. I will focus my work on its estrogenic activities. The results of my work are to help seeking natural alternatives to hormone replacement therapy for menopause.

2.2 Literature Review

2.2.1 Pharmacology and Physiology of Phytoestrogens

Phytoestrogens (also called plant oestrogens) are a group of substances found in plant food. They are a class of naturally occurring plant compounds with oestrogen-like structure and actions (Fig.1).

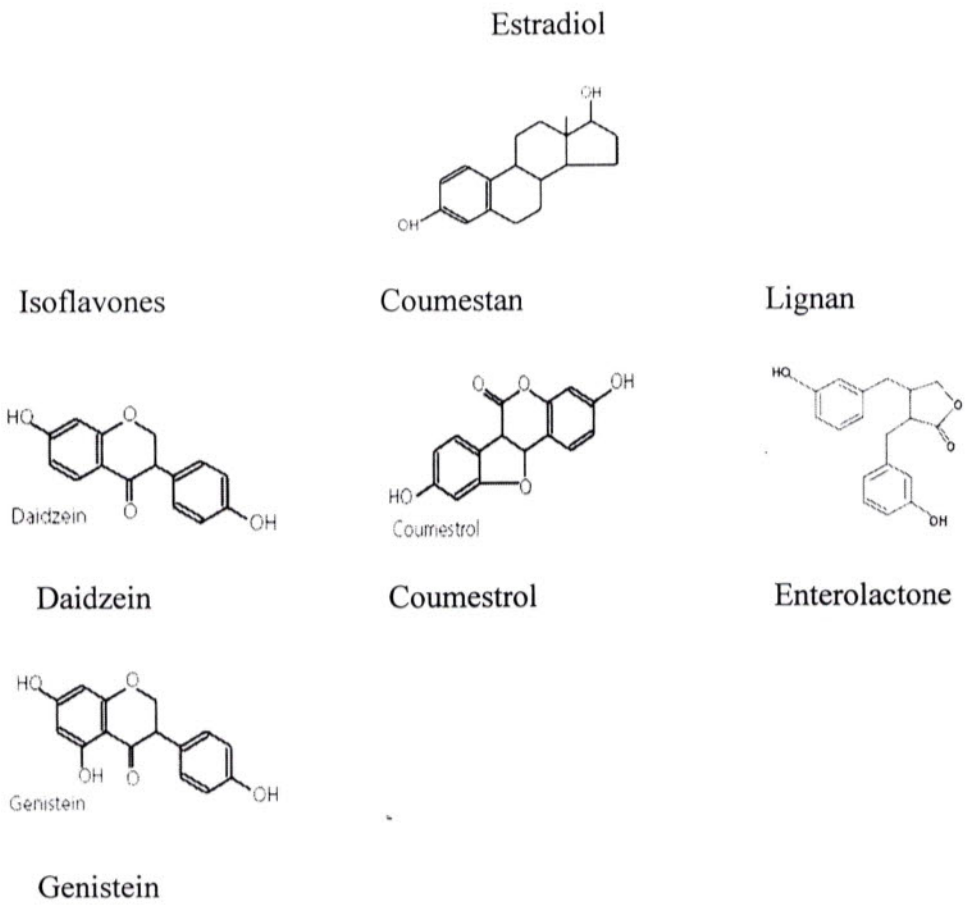


Figure 1. Structure of phytoestrogens compared with estrediol (Patisaul, 2005).

There are many types of phytoestrogens, but the major categories include isoflavones, lignans and coumestans. Common and significant sources of phytoestrogens are soybeans (isoflavones), cereals and oilseeds such as flaxseed (lignans) and alfalfa sprouts (coumestans). The most common and best studied phytoestrogen is the class of isoflavones. The most abundant active components of isoflavones are genistein and daidzein. These agents appear to have selective estrogenic actions (Foegh and Ramwell, 1998). Estrogenic activity is dependent on the affinity of binding to the estrogen receptors, which is determined by the presence of the aromatic ring as well as hydroxyl groups at specific site (Martucci and Fishman, 1993). Compared with estradiol, genistein and daidzein bind to estrogen

receptors with 100 and 1,000 times less affinity, respectively. Nevertheless, in the quantities that can be consumed in the diet, isoflavones can have biological effects.

Isoflavones are widely consumed by Asian populations, predominantly in the form of soy. The typical concentration of genistein in soy foods is 1 to 2 mg per g of protein, and Asians consume 20 to 80 mg of genistein per day in the usual diet. By contrast, the average American ingests only 1 to 3 mg per day (Barnes, Peterson, and Coward, 1995).

Concentrations of the phytoestrogens and their metabolites can be measured in urine, plasma and other body fluids and vary widely, even during controlled nutrition studies.

2.2.2 Phytoestrogens and The Menopause

Epidemiological studies suggest that eating a diet rich in phytoestrogens can help to relieve hot flushes and do not appear to increase the risk of breast or uterine cancer. But, the half-life of most phytoestrogens is relatively short at around 3-4 hours (Busby *et al.*, 2002). Therefore, in order to maintain effective blood levels, a phytoestrogen-rich food needs to be eaten several times each day. Especially, Western women typically eat diets low in phytoestrogens, containing less than 3 mg per day (Clarke and LIoyd, 2004), and more than 80% experience hot flushes. In contrast, Chinese and Japanese women typically eat diets containing between 30 and 100 mg phytoestrogen each day and less than 20% experience hot flushes (Sturdee, 1997). Estimation of the amount of phytoestrogens required to decrease hot flushes vary. The North American Menopause Society Consensus Opinion on Isoflavones, published in 2000, reviewed studies with intakes of between 30 and 80 mg phytoestrogens from whole foods and found these reduced hot flushes by up to 40% (North Ameican

Menopause Society, 2002). Phytoestrogens can be found in various species of plants especially from soy and leguminous herb. Especially, the *Pueraria* spp. is one among other genera of an indigenous herb that contained phytoestrogen. *Pueraria lobata* with a local name of kudzu originated predominately in China, Japan and Korea. The plant was found to contain high levels of isoflavones and phytoestrogen (Kaufman *et al.*, 1997). It slightly increased the uterus weight and remarkably increased the bone mineral density in ovarietomized (OVX) rats (Wang *et al.*, 2003). Among the phytoestrogen-rich plants, *Pueraia miifica* with a local name of white Kwao Krua might be the most interesting one. This indigenous Thai herb has long been popularly consumed among Thai people, especially menopausal women for purposes similar to those for estrogen replacement therapy nowadays (Suntrara, 1991). In addition, the estrogenic activity of *Pueraia mirifica* on reproductive function and all growths were conducted afterwards. The *Pueraia mirifica* stimulated the proliferation of vaginal and uterus epithelium in female rats and women (Sukavattana, 1940; Pope *et al.*, 1958; Malaivijitnond *et al.*, 2000). Phytoestrogens, therefore, appear to hold the greatest benefits for those women most severely affected.

2.2.3 Effect of Estrogen on Lipid Metabolism

Menopause is a normal biological event associated with depletion of functional ovarian follicles that are the source of oestradiol production. Accodingly there is a marked decrease in oestradiol levels. So, that the major anti-atherosclerotic effect of oestrogen is associated with its beneficial influence on lipid metabolism, including increased high-density lipoprotein (HLD), decreased low-density lipoprotein (LDL), lipoprotein and total cholesterol concentrations (Seed and Crook, 1994). Estrogen is associated with elevations in high density lipoprotein (HDL)

Cholesterol, especially HDL, by up to 20% (Psaty *et al.*, 1993). and reduction in low density lipoprotein (LDL) cholesterol by up to 19% and apolipoprotein A-I increases by 13% to 22% (Nabulsi *et al.*, 1993). In addition, serum triglyceride levels are elevated by 16% to 42%. Although a mild reduction in total apolipoprotein B levels has been reported, large very low density (VLDL) apolipoprotein B levels increase by ≈ 30%. The mechanism appears to be increased production rather than decreased clearance. Oral estrogens appear to have effects on VLDL and LDL cholesterol, but transdermal estrogen do not; and although HDL levels increase with transdermal estrogen. This effect has been postulated to be due to supraphysiologic concentration of estrogen in the portal circulation after intestinal absorption, leading to alterations in hepatic metabolism of lipids. (Walsh *et al.*, 1991).

Some *et al.* (1993) found a 50% reduction in lipoprotein with the combination therapy, a 30% reduction in LDL and a 19% increase increase in HDL. Similar findings were reported in a recent study by (Nabulsi *et al.*, 1993). The elevations in HDL, HDL_2, HDL_3, and apolipoprotein A-I and the reduction in LDL, apolipoprotein B and lipoprotein were similar between estrogen, combined estrogen and progesterone. To address these issues objectively, the postmenopausal estrogen/progestin intervention trial, a randomized, controlled trial of conjugated estrogen with and without the addition of progesterone (medroxyprogesterone or micronized progesterone) was undertaken. This 3-year study of 875 postmenopausal women found significant elevations in total HDL cholesterol with all regimens, although the combination therapy significantly attenuated this increase. The average increase in HDL levels was 5.6 mg/dl in the estrogen group and 1.2 to 4.1 mg/dl in the progesterone group. The HDL subtypes were not evaluated. The LDL cholesterol was

lowered to the same degree in all active treatment groups (14.5 to 17.7 mg/dl). The increase in triglyceride levels (11.4 to 13.7 mg/dl) did not differ significantly between estrogen and combination therapy.

In addition to lowering lipid levels, estrogen (but not progesterone or testosterone) also demonstrates marked antioxidant properties. At high local concentrations, 17-beta-estrdiol has been found to inhibit LDL oxidation and reduce cholesterol ester formation in vitro preparation (Negre *et al.*, 1993).

However, effects of phytostrogens on lipid profiles, vascular reactivity, thrombosis and cellular proliferation have been reported. When patients with type II hyperlipoproteinemia (mean TC 409 mg/dl) were placed on high soy diets for four week, the total cholesterol and LDL decrased by 16% and soy protein consumption in humans revealed an improvement in total cholesterol by 9% and LDL by 13%, as well as a decrease in triglyceride levels of 10% (Anderson and Johnstone, 1995). In fact, soy bean isoflavones have reported to prevent cardiovascular disease (Potter, 1998).

2.2.4 Effect of Estrogen on Bone Mass

Estrogen plays an important role in the growth and maturation of bone as well as in the regulation of bone turnover in adult bone. During bone growth estrogen is needed for proper closure of epiphyseal growth plates both in females and in males. Also in young skeleton estrogen deficiency leads to increased osteoclast formation and enhanced bone resorption. In menopause, estrogen deficiency induces cancellous as well as cortical bone loss. Highly increased bone resorption in cancellous bone leads to general bone loss and destruction of local architecture because of penetrative resorption and microfractures. In cortical bone the first response of estrogen withdrawal is enhanced endocortical resorption. Later, also intracortical porosity

increases. These lead to decreased bone mass, disturbed architecture and reduced bone strength. At cellular level in bone estrogen inhibits differentiation of osteoclasts thus decreasing their number and reducing the amount of active remodeling units. This effect is probably mediated through some cytokines, IL-1 and IL-6 being strongest candidates. Estrogen regulates the expression of IL-6 in bone marrow cells by a so far unknown mechanism. It is still uncertain if the effects of estrogen on osteoblasts is direct or is due to coupling phenomenon between bone formation to resorption (Kalervo and Pirkko, 1996).

Bone consists of a matrix with embedded cells such as osteoclasts and osteoblasts. Osteoclast cells break down bone, whilst osteoblasts cells form new bone tissue. When the activity of both osteoblasts and osteoclasts is equal (or coupled), the amount of bone, or bone mass, remains constant. If bone density falls below a certain Threshold, the risk of fracture is high. Bone loss is particularly notable in women at the menopause. When oestrogen production ceases, and excess loss is associated with increased risk of osteoporosis. There are many factors that influence the rate of rate of age-related bone loss (Goulding, 2002).

Interestingly, phytoestrogens are non-steroidal compounds naturally occurring in a wide range of foods of plant origin. They are able to 'compete' with, or mimic, the main circulating oestrogens of most mammals. The phytoestrogens which are known to bind to the estrogenic receptor sites of the cell and trigger the components and processes of estrogenic activity have a promising role in the treatment of osteoporosis (Adams, 1998). The isoflavonoid are among the most active phytoestrogens in the flavonoid class. The isoflavones found in soybeans, such as genistein, were found to prevent bone loss in the ovariectomized rat model of

osteoporosis (Bahram *et al.*, 1996). Furthermore, phytoestrogens might have beneficial effects on bone metabolism and osteoporosis but the evidence from experimental and observational studies is very limited (Knight, 1996).

Potter *et al.* (1988) reported the effects of soy protein and phytoestrogens on BMD in postmenopausal women. In this study the group taking soy protein, with associated high concentrations of isoflavone, significantly increased both bone mineral density and content in the lumbar spine, but not in other skeletal areas, as compared to a group consuming casein dry milk. In addition, pomegranate extract can improves a depressive state and protect bone loss in menopausal syndrome model ovariectomized mice (Junko, 2004).

2.2.5 Effect of Estrogen on Female Reproductive Organs

Estrogen is known as a "female hormone" because it plays a key role in shaping and preparing it for uniquely female function such as preganancy. For example, estrogen for the development of breast and hips. In addition, the vagina, uterus and mammary glands depend on the presence of estrogen in the body to mature. The most potent naturally occurring estrogen in humans is 17β-estradiol (E_2), followed by estrone (E_1) and estriol (E_3). Estraiol is the predominant estrogen during the premenopausal period, and is mainly secreted by the ovaries. After menopause, the main estrogen is estrone. Estrone is synthesized in adipose tissue from adrenal dehydroepiandrosterone. During pregnancy, estriol is produced in large quantities by the placenta. Estradiol occurs in all mammals, regardless of sex or age; its function, however, is related to control of female reproduction through cyclic release of anterior pituitary hormones and to cyclic changes of the female reproductive tract. During pregnancy, estradiol contributes to uterine growth, placental development, parturition,

and the development of the mammary gland. In particular, the ovaries stop producing oestrogen and progenterone and there is an increased production of gonadotropin hormones such as luteinizing hormone (LH) and follicle stimulating hormone (FSH). These hormone changes can cause a wide variety of vasomotor, vaginal and psychological symptoms and diseases including tissue atrophy, sexual dysfunction, impaired sleep and emotion disturbances. Currently, hormone replacement therapy (HRT) is commonly used to combat the symptoms and diseases associated with falling oestrogen and progesterone levels. However, HRT is associated with adverse effects and an increased risk of endometrial or breast cancer. Many women are therefore against HRT and choose to phytoestrogen for female body with symptoms arising primarily from the loss of estrogen.

Chansakaow *et al.* (2000); Ingham *et al.* (2002); Malaivjitnond *et al.* (2004) reported the effects of *Pueraria mirifica*, a Thai herb, belongs to the same family of soybean and *Pueraria lobata.* Its tuberous root was found to contain at least 13 known phytoestrogen. The estrogenic effect of *P.mirifica* were exhibited in various reproduction organs, that is induction of vaginal cornification and increased uterine weight in ovariectomized rats, prolongation of the menstrual cycle in mature female monkeys and alleviation of menopausal symptoms in women (Trisomboon, Malaivijitionond and Watanabe, 2004).

Einer *et al.* (1998) investigated the oestrogen effects of *Cimicifuga racemosa* on uterine growth in immature mice and on vaginal cornification in ovariectomized rats. Vehicle (negative control), estradiol-benzoate (positive control, 0.4 mg/kg) and a commercially available extract of *C. racemosa* (rhizome of *C. racemosa* extracted with a 50% water/ethanol mixture, 6-600 mg/kg) were administered for three days.

Estradiol-benzoate increased significantly the average wet weight of the mouse uteri. By contrast, no signs of uterotrophic or vaginotrophic effects were found in the mice and rats treated with the extrat. Eagon *et al.* (1997, 1999) found that an extract of *C. racemosa* obtained from the root (not rhizome) of the plant administered to ovariectomized rats for three weeks, increased the uterine growth. Also, pomegranate seed oil and extracts might be employed in menopausal women as external and internal phytoestrogen medicaments, as a possible alternative or supplement to conventional hormone replacement therapy (Lansky, 1999). In addition, mixtures of pomegranate seed, juice and peel products paradoxically have been reported not only prevent abortion (Ramirez *et al.*, 1988), but also conception (Gujral *et al.*, 1960; Zhan, 1995). However, such studied were performed on pomegranates grown India.

2.2.6 Herbal Alternatives for Menopause

Many women are now actively seeking alternative approaches including dietary supplements. The examples of these are given below.

Black Cohosh, know scientifically as *Actaea racemosa* L. (syn. *Cimicifuga racemosa* L), also known as snakeroot, bugbane, and bugwort. Black cohsh rhizomes and roots were routinely used as medicine by Native Amricans for the treatment of coughs, colds, constipatin, fatigue, and rheumatism, as well as to increase breast milk production (Brinker, 1996). In the general population, black cohosh has been shown to be effective treatment for hot flashes. There is some evidence demonstrate that it can be as effective as estrogen replacements therapy for some patients (Lieberman, 1998). and black cohosh has an estren-like beneficial effect osteopoosis is uncertain, however, it appears that cohosh is not a phytoestrogen.

Chastetree (*Vitex agnus-castus)*, or chasteberry is used to treat premenstrual breast pain and fibrocystic breast (Mills and Bone, 2000). It is also used for different types of menstrual irregularities and for sexual dysfunction, reducing sexual desire, as well as historically for decreased libido. Chastetree stimulates luteinizing hormone (LH) and may decrease follicle stimulating hormone (FSH) levels as well (Brown, 1994).

Dong Quai (*Angelica sinsensis)* is used for dysmenorrhea, amenorrhea, and menopausal symptoms. Dong Quai has not been shown to be effective for hot flashes (Hirata, 1997). It is unclear whether it is safe for patients with estrogen-dependent cancers. Donguai constituents can be carcinogenic, mutagenic and photocarcinogenic even without excessive light exposure. Dong quai is widely used in Chinese medicine, a Chinese herb traditionally prescribed as a folksy medicine for women.

Soy contains special chemicals that seem to fight illness and disease. These chemicals are known as phytochemicals. Phytoestrogens, a special kind of phytochemical, appear in high quantities in soy products. These phytoestrogens are a weaker form of our own natural estrogen, and seem to help combat the symptoms of menopause. A particularly beneficial type of soy estrogen is the isoflavone. Isoflavones are linked to the reduction of serious illnesses that plague menopausal women, including osteoporosis and heart disease (Setchell, 1998).

As stated above several herbs are used for menopause, in my thesis I will focus on pomegranates that has been wildly used and locally know in Thailand for its phytogenic activities.

2.2.6 Pomegranates (*Punica granatum* L.) The pomegranates (*Punica granatum* L.; Punicaceae) is a shrub or small tree. It is also found growing wild in the

warm valleys and outer hills of the Himalayas, has been extensively used as a folk medicine in many cultures (Langley, 2000). Pomegranate is a rich source of crude fibers, pectin, sugars, and several tannins (Gil *et al.*, 2000). In addition, it has recently been reported that pomegranate contains some species of flavonoids and anthocyanidins in their seed oil and juice. In addition, pomegranate juice is rich in antioxidants, antioxidants in general possess numerous important biological properties against cholesterol oxidation, protection against atherogenesis, anti-inflammatory effects, anti-aging effects, and protection against Alzheimer's disease and diabetes. The rind of the fruit is antihelminthic, useful in diarrhea, dysentery. Furthermore, the chemopreventive and adjuvant therapeutic applications of pomegranate to human breast cancer have been warranted recently (Kim *et al.*, 2002).

Furthermore, the effects of pomegranate compound on low-density lipoproteins and aggregation of platelts are beneficial because they reduce some of the major risk factors for coronary heart disease (Sudheesh, 1999). and pomegranate juice was found to slow down cholesterol oxidation by almost half, and reduce the retention of disproportionate LDL cholesterol (Sumer *et al.*, 2005). The rinds of fruits are valued as astringents in diarrhea and dysentery. In folk medicine pomegranate preparations of the dried pericarp and the juice of the fruits are employed as orally medication in the treatment of colic, colitis, leucorrhea, menorrhagia, oxyuriasis, paralysis, paralysis and rectoche, and external application to caked breast and to the nape of the neck in mumps and headache. Australian researchers found that their scientific investigation of pomegranate flower extract improved hyperglycaemia in Type II diabetes and obesity at least partially (Li *et al.*, 2005). The seed and juice

extract was diluted to 20 and 10% have been used to treat menopausal symptoms and bone loss (Junko *et al.*, 2004).

Part of the toxicity of pomegranate has not been intensively studied. Amorin (1995) observed no toxic effects in mice treated with aqueous extracts of pomegranate similar to those used in folk medicine and pomegranate fruits (excluding the peel) are not toxic but roots and bark are alkaloid content (Fuentes *et al.*, 1985).

However, one of the most remarkable characteristic of pomegranate fruit is that its seeds are the richest plant source of estrogens. Pomegranate seeds are known to contain the estrogenic compounds, estrone and estradiol that are chemically identical to those biosynthesized in human body (Heftmann *et al.*, 1996). Pomegranate seeds contain not only estrogens (estradiol, estrone, and estriol) but also other steroids such as testosterone and β-sitosterol and coumesterol. Whereas, anthocyanins and phenolic acids are the main ingredients of pomegranate juice. In our preliminary HPLC assay, isoflavone phytoestrogens such as genistein and daidzein are identified in both seed and peel extracts.

3. Research Objectives

The effect of pomegranate (*Punica granatum* L.) extract on ovariectomized rats has not yet been demonstrated. The aims of this thesis are therefore :

1. to investigate the effects of the pomegranate on
    1.1. serum estrogen level,
    1.2. bone protection, including bone mineral densitometry (BMD), bone histomorphometry ,

1.3. reproductive actions, including uterine weight, vaginal cy and mammary gland development .

1.4. lipid profile, including low-density lipoprotein (LDL), high-density lipoprotein (HDL), and triglycerides .

2. to test the effect of the pomegranate extract on antiimplantation .

3. to examine the effect of the pomegranate extract on uterine contraction and compared its effect to the known compounds such as daidzein and genistein. I will further investigate the underlying mechanism of the extracts.

4. Research Hypothesis

1. Pomegranate has estrogenic effects by increasing serum estrogen level, bone mass, uterine weight, high-density lipoprotein (HDL), mammary gland development, but decreasing low-density lipoprotein and triglycerides.

2. Pomegranate has antiimplantation effect.

3. The contraction effects produced by pomegranate applications are resembled to those of active compounds found in pomegranate and commercially available such as daidzein and genistein.

5. Scope and Limitation of the Study

5.1 The crude extracts of pomegranate will be used.

5.2 The estrogenic activities of plant extracts in ovariectomized rats will be observed by studying these parameters: estrogen level, bone protection, reproductive actions, lipid profile, antifertility activity and uterine contraction.

5.3 The ovariectomized rats will be used as a model of menopausal in women devoid estrogen hormone.

6. Research Methodology

6.1. Preparation of Plants Extract

Fresh pomegranate fruits (*Punica granatum* L.) will be obtained from a local farm, the Ja-rut Sang farm, Packchong District, Nakhon Ratchasima Thailand, during April-May 2007. The peel and seed will be cleaned, air dried and crushed into powder with a grinder and passed through a 40 mesh sieve and stored in a closed container for further use.

The powder of seed and peel (15 g), will be extracted in 125 ml methanol for 10 h. The extract will be then filtered through a Whattman #1 filter paper and evaporated in a rotary evaporator, dried by lyophilized, and kept at -20°C for further studies.

6.2 Plant Identification

Pomegranate yielded will be analyzed for the constituent by GC-MS (Haber *et. al.*, 2001).

A Hewlett-Packard 6890 gas chromatograph, coupled with a Hewlett-Packard 5973N mass spectrometer will be used for the establishment of fingerprint of pomegranate. The separation will be performed on HP-5MS column, 0.25 mm i.d. x 30 m, 0.25 μm coating thickness. The temperature of column programmed from 150 to 230°C at 6°C min^{-1}, 258 to 278°C at 10°C min^{-1} and 278 to 300°C at 50°C min^{-1} and 70°C min^{-1} respectively. The injector temperature and the detector temperature will be 300°C. Helium will be used as carrier gas with a constant flow rate of 1.0 ml min^{-1}.

The mass spectrometer will be operated at 70 eV, scan range 20-450 amu. All separated compounds will be identified from the recorded mass spectra by comparison with the mass spectra from the NIST and Wiley libraries.

6.3 Animals

Rats used in this study will be maintained in accordance with the guidelines of the Committee on Care and Use of Laboratory Animal Resources, National Research Council, Thailand. The experiments performed on rats will be conducted in accordance with the advice of the Institutional Animal Care and Use Committee, SUT.

Female Wistar rats, aged 9 weeks, will be acclimated in an environmentally controlled animal laboratory and fed with commercial food containing 0.8% Ca & 0.7% P, kept at a room temperature of 25°C, with free access to distilled water for 1 week. At 10 weeks of age, they will be ovariectomized under ether anesthesia.

The animals will be assigned to experimental groups, with six animals per group, per experiment as follow:

I. Intact (sham-operated) : received the vehicle (Tween 80 in distilled water, 10% v/v) orally in a volume of 1 ml.

II. Ovariectomized rats : serving as control, received the vehicle (Tween 80 in distilled water, 10% v/v) orally in a volume of 1 ml.

III. Ovariectomized rats will be subcutaneously injected with 17β-estradiol 1 mg/kg b.w of synthetic estrogen (estradiol ; Sigma Chemical Company, USA) and kept as positive control.

IV. Ovariectomized rats + pomegranate seed extract 400 mg/kg b.w : a

dose 400 mg/kg b.w of plant extract of the test suspended in vehicle will be administered orally in a volume of 1 ml.

V. Ovariectomized rats + pomegranate seed extract 500 mg/kg b.w : a dose 500 mg/kg b.w of plant extract of the test suspended in vehicle will be administered orally in a volume of 1 ml.

VI. Ovariectomized rats + pomegranate peel extract 400 mg/kg b.w : a dose 400 mg/kg b.w of plant extract of the test suspended in vehicle will be administered orally in a volume of 1ml.

VII. Ovariectomized rats + pomegranate peel extract 500 mg/ kg b.w : a dose 500 mg/kg b.w of plant extract of the test suspended in vehicle will be administered orally in a volume of 1 ml.

All these will be administered orally daily, the plant extract suspended in vehicle (Tween 80 in distilled water, 10% v/v) will be fed to the experimental rats by gastric intubation, using a gastric feeding needle. Group II will be subcutaneously injected with 17β-estradiol 1 mg/kg b.w alone. At approximately 2.00-3.00 p.m. every day for 2 weeks. At the end of the experiments, the rats will be sacrificed under ether anaesthesia.

6.4 Estrogen ELISA Assay

ECOLOGIENA® Estrogen (E1/E2/E3) ELISA kit (96 wells) purchase from Japan EnviroChemicals Ltd. (Osaka, Japan) will be used. Each sample (100 μg) will be dissolved in 1 ml of 10% MeOH, and graded concentrations of 17β-estradiol (E2; 0, 0.05, 0.15, 0.5, 3.0 μg/l in 10% MeOH) will be used as standards. The absorbance will be measured at 450 nm using a micro plate reader MPR-A4i and generated a

standard curve by 4-parameter logistic fitting. The estrogenic activity of the sample will be calculated from the standard curve (Naomi, 2006).

6.5 Bone Mineral Densitometry (BMD)

The left tibia of each rats are separated together with the periosteum from adherent muscles and connective tissues at sacrifice by over- anesthesia with sodium thiopental and ethyl ether and subjected to the single energy x-ray absorptiometry using dual energy x-ray analysis (DEXA). BMD values will be obtained from the proximal two-fifth tibia including the epimetaphyseal region (Junko *et al.*, 2004).

6.6 Bone Histomorphometry

The right tibia removed from each rats will be fixed with 70% ethanol and embedded in methyl methacylate (MMA) without decalcification. The fixed tibia will be sectioned (5 μm in thickness) serially and longitudinally using the microtome and the sections will be then stained by Villanueva Goldner's trichrome method for discrimination between mineralized and unmineralized bones and also for identification of cellular components. Stained bone sections will be analyzed at a magnification of 400x using the semi-automated histomorphometry system. The parameters measured for bone structures will be the total bone volume per tissue volume (BV/TV,%) and the mineralized bone volume per tissue volume (Md. BV/TV,%), trabecular thickness (Tb.Th., μm), trabecular number (Tb. N., mm) and trabecular separation (Tb. Sp., μm).

The parameters obtained for the bone formation will be the osteoid volume per bone volume (OV/BV,%), the osteoid surface per bone surface (OS/BS,%), and the osteoblast surface per bone surface (Ob. S/BS,%). The parameters measured for bone resorption will be the eroded surface per bone surface (ES/BS,%), the number of

osteoclasts per the bone perimeter (N. Oc./B. Pm./100 mm) and the osteoclast surface per bone surface (Oc.S/BS,%) (Junko *et al.*, 2004).

6.7 Vaginal Cytology

Vaginal smears will be checked daily between 09.00 -10.00 a.m. The vaginal epithelium cells will be observed under the microscope and classified into three types: leukocyte cells (L), nucleated cells (O) and cornified cells (Co). The representative cell type of vaginal smear cells from six rats in each treatment group will be expressed as a mode value (the most frequently occurring cell type in six rats). The appearance of cornified cells (or the majority of Co-cell type) will be used as an indicator of estrogenic activity (Suchinda, 2006).

6.8 Measurement of Mammary Gland Thickness, Weight and Histology

The proximal fourth and fifth left or right abdominoinguinal mammary glands will be examined. After exfoliating the skin and fat pad from the body, the thickness of each gland will be measured by vernier calipers. The fat pads of these glands will be excised and weighed. The thickness of skin devoid of fat and calculated that of the fat pad.

All mammary gland tissues will be dissected and fixed in 3% paraformaldehyde containing 0.1% glutaraldehyde for 1 h. Fixed tissues will either stained with toluidine blue or hematoxylin-eosin. Mammary glands stained with toluidine blue will be post-fixed for in 1% OsO_4 in 0.1 M PBS at 4°C for 1 h. The mammary tissues will be first dehydrated in ethanol and then in acetone prior to embedding in Agar 100 resin and incubated at 60°C overnight. Multiple 1 μm sections will be taken from each mammary gland and then stained. (Helena, 2006).

6.9 Uterine Wet Weight Determination

Uterine : body weight ratios will be calculated for each animal. The uterine wet weight analysis will be performed using digital weight scales. To determine the mean and SEM and to perform analysis of variance (ANOVA) using the Fisher's test of significance ($p < 0.05$).

6.10 Blood Biochemical Analysis

Blood will be obtained by cardiac puncture. The blood will be allowed to clot and than centrifuged at 3000 x g, at 4°C for 10 min. All biochemical determinations are performed in serum. Total serum cholesterol, high density lipoprotein (HDL), low density lipoprotein (LDL), triglyceride concentration in serum is measured by diagnostic kits (Raichem). The measurements of lipid fraction will made using Reflovet (Roch Dianostics GmbH).

6.11 Antiimplantation Activity

Proven fertile female Wistar rats, weighing between 145-150 g will be selected and left overnight with males of proven fertility in the ratio of 3:1. Day 1 of the pregnancy will be confirmed by the presence of spermatozoa in the vaginal smear. Thirty-six pregnant rats will be selected for antiimplantation activity. The extracts of pomegranate seed and peel will be prepared in 1%, Tween -80 suspended in distilled water and they will be administered to the rats at doses of 400 and 500 mg/kg body weight orally from days 1-7 of pregnancy. Control rats will receive the vehicle in 1%, Tween -80 alone. The animals will be laparotomised on day 10 of the pregnancy, under ether anesthesia and the uterine horns will be inspected for number of implants.

6.12. The Investigation of Physiological Effects of Pomegranate on Uterine Activities

6.12.1 Myometrial tissue preparations

Tweenty five non-pregnant Wistar rats (200-250 g) used in the study will be housed in the animal house of the SUT under a controlled environment (23-25 ^{o}C) and illumination (12 h light, 12 h dark) room. Rats will be given tap water and a standard diet ad libitum. Myometrial tissues will be obtained from the rats in diestrus. The reproductive phase will be examined using vaginal smear techniques. The rats will be killed by cervical dislocation. The uterus will be removed and immediately immersed in buffered physiological Krebs' solution (pH 7.40) containing (mM): 154 NaCl; 5.4 KCl; 1.2 $MgSO_4$; 12 glucose; 2 $CaCl_2$ and 10 N-[2-hydroxyethyl] piperazine-N'-[2-ethanesulfonic acid] [HEPES]. The uterus will be then placed in a shallow dissecting dish containing Krebs' solution at room temperature under a microscope. The longitudinal layer will be separated from the endometrium and the circular layers. Five or six strips (1-2 mm x 0.5 mm x 10 mm) of longitudinal fibres will be then dissected. The strips will be either used immediately or stored for a maximum of 12 h at 4^{o}C.

6.12.2 Measurements of Tension

The uterine strips were mounted vertically under resting tension of 1 g in a single-chamber (25 ml) tissue bath connected to a force transducer. The tissue bathing medium used will be Krebs' solution maintained at pH of 7.40, temperature of 37^{o}C. Contraction analysis will be performed using PowerLab system software (ADInstruments Australia). The strips will be allowed to contract spontaneously under a resting tension of 1 g. An equilibrium period of 30 min will be given before

the application of any chemical. The electrical signal from the transducer will be amplified and converted to a digital signal and recorded on a computer using Chart software.

6.12.3 The Maximal Effect of Pomegranate

At the beginning of my work, pomegranate, both the seed and peel extracts, at various concentrations will be applied on spontaneously contracting uterine strips to determine the maximal effect. The dose of maximal effect values will be then used throughout the experiments.

6.12.4 Effect of Pomegranate on Spontaneous Contraction

In order to examine the effect of pomegranate on spontaneous contraction, pomegranate will be added to spontaneously contracting uterus and the characteristics of contraction in the presence of pomegranate will be observed and compared with the contraction without pomegranate. To investigate whether the effect of pomegranate is via Ca^{2+} -CAM-MLCK pathways or non- Ca^{2+} CAM-MLCK pathways, agonists of the pathways the inhibiting and/or stimulating of such pathways will be added, respectively, to spontaneously contracting uterus in the continued presence of pomegranate.

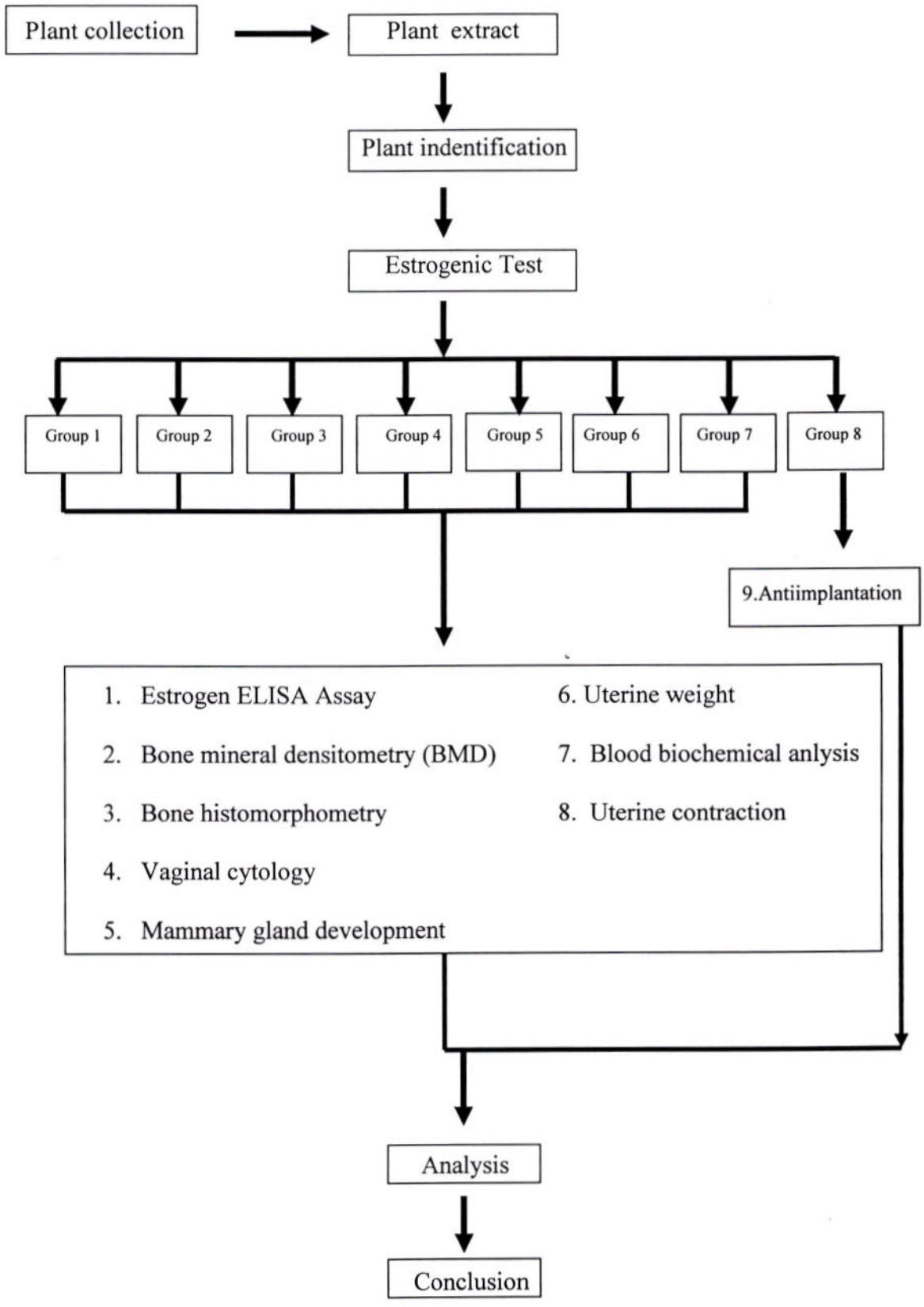


Figure 2. Flow chart showing research plan

6.13 Statistical Analysis

All data will be expressed as mean ± S.E.M. Analysis of variance (ANOVA). Significance level will be set at $P < 0.05$. The SPSS, a statistical analysis program, Version 13.

For tension measurements, the result data will be analyzed using Microcal Origin Software (Massachusetts, USA). Parameters that will be measured include maximum tension development of each contraction, the contraction integral (total tension developed in each contraction), contraction, duration, and contraction frequency.

7. Expected Results

At the end of the study, the results will increase our understandings about estrogenic activities of pomegranate. These include the understandings of :

1. the effects of pomegranate on estrogen level, bone protection, uterine weight, vaginal cytology, mammary gland development, and lipid profiles,
2. the effects of pomegranate on antiimplantation,
3. the underlying mechanisms whereby pomegranate exerts its effects to aid uterine contraction.

8. References

Adams, N. P. (1989). Phytoestrogens. In: Cheeke, P. (Ed.), Toxicants of Plant Origin. **Phytomedicine.** 23-51.

Anderson, J. W., Johnstone, B. M. and Cook-Newell, M. E. (1995). Meta-analysis of The effects of soy protein intake on serum lipids. **New England Journal of Medicine.** 333(5): 276-282.

Amorin, A. (1995). Test of mutagenesis in mice treated with aqueus extracts from *Punica granatum* L. **Revista Brasileria de Farmacia.** 74: 110-111.

Bahram, H. A., Lee, A. and Bruce, W.H. (1996). Dietary soybean prevents bone loss in a Ovariectomized rat model of osteoporosis. **Journal of Nutrition**. 126: 161-167.

Barnes, S., Peterson TG., and Coward L. (1995). Rationale for use of genistein-containing soy matrices in chemoprevention trial for breast and prostate cancer. **Journal of Cellular Biochemistry.** 22: 181-7.

Brown, D. (1994). Vitex agnus-castus clinical monograph. **Advances in Internal Medicine.** 2: 111-121.

Brinker, F. (1996). Review of *Macrotys* (black cohosh). **Journal of Eclectic Medicine.** 1: 2 - 4.

Busby, M. G. *et al.* (2002). Clinical characteristics and pharmacokinetics of purified soy isoflavones: single dose administration to healthy men. **American Jounal of Clinical Nutition.** 75: 126-39.

Chansakaow, S. *et al.* (2000). Isoflavonoids from *Pueraria mirifica* and their estrogenic activity. **Planta Medicine.** 66: 572-5.

Clarke, D. B., and LIoyd, A.S. (2004). Dietary exposure estimates of isoflavones from the 1998 UK Total Diet Study. **Food Additives & Contaminants.** 21: 305-16.

Eagon, C. L., Elm, M. S., Teepe, A. G., and Eagon, P. K. (1997). Medicinal botanicals: Estrogenicity in rat uterus and liver. **Proceeding of the American Association for Cancer Research.** 38: 293.

Eagon, P. K. *et al.* (1999). Medicinal botanicals with hormonal activity. **Proceeding of the American Association for Cancer Research.** 40: 161-162.

Einer, J. N., Zhao, J., Andersen, K. P., Kristoffersen, K. (1996). Cimicifuga and Melbrosia lack oestrogenic effects in mice and rats. **Maturitas.** 25: 149-153.

Foegh, M. L., and Ramwell P. W. (1998). Cardiovascular effects of estrogen: Implications of the discovery of the estrogen receptor subtype beta. **Current Opinion in Nephrology and Hypertension.** 7: 83-9.

Fredi, K., and Adriane F. B. (2002). Complementary and alternative medicine for menopausal symptoms: A review of randomized, controlled trials. **Advances in Internal Medicine.** 137: 805-813.

Fuents, V., Rodriguez, N., Pucheaux, M., Cabrera, L., and Lara, B. (1985). Estudios en La Medicina Tradicional en Cuba II. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**. 5: 13-40.

Gil *et al.* (2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with Phenolic composition and processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry.** 48: 4581-4589.

Goodman, M. T., Wilken, L. R., Hankin, J. N., and Kolonel, L. N. (1996). The Association of dietary phytoestrogen with the risk for endometrial cancer proceedings of second international symposium on the role of soy in preventing and treating chronic diseases. **St. Louis (MO): Protein Technology Internation.** 36.

Goulding. (2002). Major minerals: calcium and magnesium. In: **Essentials of Human Nutrition** (eds J Mann & As Truswell), pp. 129-43.

Gujral, M. L., Varma, D.R., and Sareen, K.N. (1960). Oral contraceptives. Part 1. Preliminary observations on the antifertility effect of some indigenous drugs. Indian **Journal of Medical Research** 48, 46-51.

Haber, E. *et al.* (2001). Automated sample preparation and gas-chromatographic-mass spectrometric analysis of urinary androgenic anabolic steroids. **Journal of Chromatography.** 755: 17-26.

Hartshorne, D. J., Ito M. and Erdodi, F. (1998). Myosin light chain phosphatase: Subunit composition, interactions and regulation. **Journal of Muscular Research Cell Motility.** 19(4): 325-341.

Health-cares. net. (2005). What is hormone replacement therapy (HRT) [online]. Available: http:// www.womens-health. health-cares.net.

Heftmann *et al.* (1996). Identification of estrone in pomegranate seeds. **Phytochemistry.** 5: 1337-1339.

Helena Ohrvik, Miyako Yoshioka, Agneta Oskarsson, and Jonas Tallkvist. (2006). Cadmium-induced disturbances in lactating mammary glands of mice. **Toxicology Letters.** 164: 207-213.

Hertz, D. G., Steiner, J. E., Zuckerman, H., and Pizanti, S. (1971). Psychological and Physical Symptom-Formation in Menopause. **Psychotho therapy and Psychosomatics.** 19: 47-52.

Hirata, J. D., Swiersz, L. M., Zell, B., Small, R., and Ettinger, B. (1997). Doed dong quai have estrogenic effects in postmenopausal women? A double-blind, placebo-Controlled trial. **Fertility and Sterility.** 68: 981-986.

Ingham, J. L., Tahara, S., and Pope, G. S. (2002). Chemical components and pharmacology of the rejuvenating plant *Pueraria mirifica.* In: keung WM. Editor. Pueraria: the genus Pueraria. **New York: Taylor&Francis** : 97-118.

Ishida, H. *et al.* (1998). Preventive effects of the plant isoflavones, daidzin and genistin, on bone loss in ovariectomized rats fed a calcium-deficient diet. **Biological & Phamrmaceutical Bulletin.** 21: 62-6.

Ishimi, Y. *et al.* (2000). Difference in effective dosage of genistein on bone and uterus in ovariectomized mice. **Biochemical and Biophysical Research Communications**. 274: 679-701.

Junko, Mori-Okamoto, Yoko, Otawara-Hamamoto, Hideyuki, Yamato, Hiroyuki, and Yoshimura. (2004). Pomegranate extract improves a depressive state and bone properties in menopausal syndrome model ovariectomized mice. **Journal of Ethnopharmacology**. 92: 93-101.

Kalervo, K. V., and Pirkko L. H. (1996). Estrogen and bone metabolism. **Maturitas.** 23: 65-69.

Kaufert, P., and Syrotuik, J. M. (1981). Symptom Reporting at the menopause. **New York Academy of Sciences.** 15: 173-84.

Kaufman, P. B., Duke, J. A., Brielmann, H., and Hoyt, J. E. (1997). A comparative survey of legume plants as sources of the isoflavones, genistein and daidzein: implications for human nutrition and health. **Journal of Alternative Complementry Medicine.** 3: 7-12.

Kim *et al.* (2002). Chemopreventive and adjuvant therapeutic potential of pomegranate (*Punica granatum)* for human breast cancer. **Breast Cancer Research and Treatment.** 71: 203-217.

Kleerekoper, M., and Sullivan, J. M. (1995). Osteoporosis As a Model for the Long-Term Clinical Consequences of the Menopause. **Progress in Cardiovacular Nursing.** 38: 181-8.

Knight, D. C., and Eden, J. A. (1996). A review of the clinical effects of phytoestrogens. **Obstetrics and Gynecology**. 87: 897-904.

Krebs, E. E. *et al.* (2004). Phytoestrogen for treatment of menopausal symptoms: a systematic review. **Obstetrics and Gynecology.** 104: 824-36.

Kronenberg, F. (1990). Hot flashes: epidemiology and physiology. **Annals of the National Academy of Medical Sciences.** 592: 52-86; discussion 123-33.

Langley P. (2000). Why a pomegranate? **Clinical Evidence.** 321: 1153-1154.

Lansky, E. P. (1999). Phytoestrogen supplement prepared from pomegranate seed and Herbal mixture or coconut milk. **US Patent**. 5: 891-440.

Li, Y. *et al.* (2005). Punica granatum flower extract, a potent alpha-glucosidaseinhibitor, improves postprandial hyperglycaemia in Zucker diabetic fatty rats. **Journal of Ethopharmacology**. 3: 99(2): 239-44.

Lieberman, S. (1998). A review of the effectiveness of *Cimicifuga racemosa* (black cohosh) for the symptoms of menopause. **Journal Watch Womens Health.** 7: 525-529.

Martucci C. P., and Fishman J. (1993). P 450 enzymes of estrogen metabolism. **Pharmacology Therapy.** 57: 237-57.

Malaivijitnond, S., Kiatthaipipat, P., Cherdshewasat, W., Watanabe, G., and Taya, K. (2000). Different effects of *Pueraia mirifica*, a herb cotaining phytoestrogens, on LH and FSH secretion in gonadectomized female and male ats. **Jounal of Pharmacological Sience.** 96: 428-435.

Meryl, S. L. (1997). In: Kelley, Harris., Ruddy, Sludge. (Eds.). **Metabolic BoneDiseases in Text Book of Rheumatology**, fifth ed. WB Saunders Co., London. 1563-1572.

Mills, S., and Bone, K. (2000). Principles and Practice of Phytotherapy. **London: Churchill Livingstone.**

Mishell, D. R. *et al.* (1997). Menopause: endocrinology, consequences of estrogen deficiency, effects of hormonal replacement therpy, treatment regimens. In: Mishell DR, Stenchever MA, Droegemueller W, Herbst AL, eds. **Comprehensive Gynecology 3rd end.** St. Louis: Mosby. 1159-98.

Nabulsi, A. A. *et al.* (1993). Association of hormone Replacement therapy with various cardiovascular risk factors in Postmenopausal women. **Journal of Medicine.** 328: 1069-75.

Nagata, C, Takatsuka, N, Kawakami, N, and Shimizu H. (2001). Soy product intake and hot flashes in Japanese women: Results from a community-basedprospective study. **Journal of Epidemiology.** 153: 790–3.

Naomi, S, Toshio, M, Kaoru, U, Tsutomu, W, and Satoshi, F. (2006). Phytoestrogens from *Aspalathus linearis.* **Biology & Pharmaceutical Bulletin.** 296: 1271-1274.

Negre-Salvayre, A., Pieraggi, M. T., Mabile, L., and Salvayre, R. (1993). Protective effect of 17-β-estradiol against the cytotoxicity of minimally oxidized LDL to cultured bovine aortic endothelial cell. **Atherosclerosis.** 99: 209-17.

North American Menopause Society. (2002). Role of isoflavones in menopausal health: a consensus opinion of the North Ameican Menopause Society. **Menopause.** 7: 215-29.

Patisaul, H. B. (2005). Phytoestrogen action in the adult and developing brain. **Journal of Neuroendocrinology.** 17 (1): 54-64.

Perz, J. M. (1997). Development of the Menopause Symptom list: a Factor AnalyticStudy of Menopause Associated Symptom. **Journal of Women Health.** 25: 53-69.

Picherit, C. *et al.* (2000). Daidzein is more Efficient than genistein in preventing ovariectomy-induced bone loss in rats. **Journal of Clinical Biochemistry & Nutrition.** 130: 1675-81.

Pope, G. S., Grundy, H. M., Jone, H. E. M., and Tait, S. A. S. (1958). The estrogenic substance (miroestrol) from the tueous roots of *P.mirifca.* **Journal of Endocrinology.** 17: 15-16.

Potter, S. M., Baum, J. A., Teng, H., Stillman, R. J., Shay, N. F., and Erdman, J. W. (1998). Soy protein and isflavones : Their effect on blood lipids and bone density in postmenopausal women. **American Journal of Clinical Research.** Nutr. 68: 1375-1379.

Psaty, B. M. *et al.* (1993). A review of the association of estrogens and progestinswith cardiovascular disease in postmenopausal women. **Archives of Internal Medicine.** 153: 1421-7.

Ramirez, V. R. *et al.* (1998). Vegetales empleados en medicina tradicional Norperuana. Banco Agrario del Peru and University of Trujillo, **Trujilla, Peru**.

Seed, M., and Crook D. (1994). Postmenopausal hormone replacement therapy Coronary heart disease and plasma lipoprotins. **Current Opinion in lipidology.** 5: 8-58.

Setchell, K. D. (1998). Phytoestrogen: the biochememistry, physiology, and Implication for human health of soy isoflavones. **American Journal of Clinical Biochemistry & Nutrition.** 68: 1333-1346.

Sharaf and Nigm. (1964). The oestrogenic activity of pomegranate seed oil. **Journal of Endocrinology.** 29: 91-92.

Some, M. R. *et al.* (1993). The lowering of lipoprotein(a) induced by estrogen plus progesterone replacement therapy in postmenopausal women. **Archives of Internal Medicine.** 153: 1462-8.

Somlyo, A. P., and Somlyo, A. V. (1994). Signal transduction and regulation in smooth muscle. **Nature.** 17; 372(6503): 231-236.

Stopper, H., Schmitt, E., and Kobras, K. (2005). Genotoxicity of Phytoestrogens. **Genes and Environment**. 574: 139-155.

Sturdee, D. W. (1997). Clinical symptoms of oestrogen deficiency. Current **Obstetrics and Gynaecology**. 7: 190-6.

Suchinda M., Kullakanya C., Pisamai K., Nontakorn U., and Wichai C., (2006). using vaginal cytology to assess the estrogenic activity of phytoestrogen-rich herb. **Journal of Ethnopharmacology.** 107: 354-360.

Sudheesh, S., and Vijayalakshmi, N. R. (1999). Suth Asian. **Journal of Preventive Cardiology.** 3: 103.

Sukavattana, T. (1940). Oestrogenic principle of *Butea superba*, preliminary eport. **Journal of Medical Association of Thailand.** 24: 183-194.

Sumner, M. D. *et al.* (2005). Effect of pomegranate juice consumption on myocardial perfusion in patients with coronary heart disease. **American Journal of Cardiology.** 96 (6): 810-4.

Suntara, A. (1991). The Remedy Pamphlet of Kwao Krua Tuber of Luang Anusarnsuntarakromkarnpiset, Chiang Mai. **Upatipongsa Press**, Chiang Mai Thailand.

Trisomboon, H., Malaivijitnond, S., Watanabe, G., and Taya, K. (2004). Estrogenic effects of *Pueraria mirifica* on the menstrual cycle and hormone-related ovarian function in cyclic female cynomolgus monkeys. **Journal of Pharmacological Sciences.** 94: 51-9.

Walsh, B. W., Schiff, I., Rosner, B., Greenberg, L., Ravnikar V., and Sack F.M. (1991). Effects of postmenopausal estrogen replacement on the concentrations and Metabolism of plasma lipoproteins. **New England Journal Medicine.** 325: 1196-204.

Walsh, M. P. (1990). The Ayerst Award Lecture 1990. Calcium-depdent mechanisms of regulation of smooth muscle contraction. **Biochemistry and Cell Biology**.

Wang, X., Wu, J., Chiba, H., Umegaki, K., Yamada, K., and Ishimi, Y. (2003). *Puerariae radix* prevents bone loss in ovaiectomized mic. **Jounal of Bone and Mineral Metabolism.** 21: 268-275.

World Health Organization. (1996). Report of a WHO scientific group. Research on the menopause in The 1990s. **WHO Tech Rep Ser**. 866.

Yu, J. *et al.* (2005). Antioxidant activity of citrus limonoids, flavonoids, and coumarins. **Journal of Agriculture and Food Chemistory.** 53: 870-7.

Zhan, B. (1995). Multifunctional vaginal suppository for contraception. **Chinese Patent CN**. 1: 103-789.

9. Research Plan

Thesis procedure begins in January, 2007

Step	Activities	Period							
		2007				2008			
		Jan-Mar	Apr-June	July-Sep	Oct-Dec.	Jan-Mar	Apr-June	July-Sep	Oct-Dec.
1	Literature review	←	→						
2	Plant & animal preparation	←	→	→					
3	Preliminary experimentation		←	→					
4	Experimentation		←	→	→	→			
5	Data analysis						←	→	
6	Writing up the thesis					←	→	→	
7	Thesis submission							←	→

Thesis Advisor's Signature……

(Assist.Prof.Dr. Sajeera Kupittayanant)

……/……/…….

Student Signature……

(Miss Wilawan Promprom)

……/……../……..

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

และ

หลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์

(หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2550)

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

และ

หลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์

(หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2550)

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

	หน้า
1. ชื่อหลักสูตร	1
2. ชื่อปริญญา	1
3. หน่วยงานที่รับผิดชอบ	1
4. ปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร	1
5. กำหนดการเปิดสอน	3
6. คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา	4
7. การคัดเลือกผู้เข้าศึกษา	4
8. ระบบการศึกษา	4
9. ระยะเวลาการศึกษา	4
10. การลงทะเบียนเรียน	4
11. การวัดผลและการสำเร็จการศึกษา	4
12. อาจารย์ผู้สอน	4
13. จำนวนนักศึกษา	10
14. สถานที่และอุปกรณ์การสอน	10
15. ห้องสมุด	10
16. งบประมาณ	11
17. หลักสูตร	11
18. การประกันคุณภาพของหลักสูตร	146
19. การพัฒนาหลักสูตร	147
20. ภาคผนวก	154
ข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ว่าด้วยการศึกษาขั้นบัณฑิตศึกษา	ก-1
คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการร่างหลักสูตร สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์	ข-1
ประวัติและผลงานทางวิชาการของอาจารย์ประจำหลักสูตร	ค-1

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตและหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์
(หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2550)

1. ชื่อหลักสูตร

1.1 ชื่อหลักสูตรในระดับมหาบัณฑิต

ชื่อภาษาไทย หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์

ชื่อภาษาอังกฤษ Master of Science Program in Biomedical Sciences

1.2 ชื่อหลักสูตรในระดับดุษฎีบัณฑิต

ชื่อภาษาไทย หลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์

ชื่อภาษาอังกฤษ Doctor of Philosophy Program in Biomedical Sciences

2. ชื่อปริญญา

2.1 ชื่อปริญญาในระดับมหาบัณฑิต

ชื่อภาษาไทย ชื่อเต็ม : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีวเวชศาสตร์)

ชื่อย่อ : วท.ม. (ชีวเวชศาสตร์)

ชื่อภาษาอังกฤษ ชื่อเต็ม : Master of Science (Biomedical Sciences)

ชื่อย่อ : M.Sc. (Biomedical Sciences)

2.2 ชื่อปริญญาในระดับดุษฎีบัณฑิต

ชื่อภาษาไทย ชื่อเต็ม : วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (ชีวเวชศาสตร์)

ชื่อย่อ : วท.ด. (ชีวเวชศาสตร์)

ชื่อภาษาอังกฤษ ชื่อเต็ม : Doctor of Philosophy (Biomedical Sciences)

ชื่อย่อ : Ph.D. (Biomedical Sciences)

3. หน่วยงานที่รับผิดชอบ

สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. ปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

ปัจจุบันนี้วิทยาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งส่งผลให้การดำรงชีวิตของมนุษย์มีความเจริญก้าวหน้า สามารถนำวิทยาการเหล่านี้มาช่วยให้เกิด

ความสะดวกสบายยิ่งขึ้น และสิ่งที่ตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ได้แก่ ปัญหาต่างๆทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และสุขภาพของมนุษย์ ซึ่งนับวันจะยิ่งมีความรุนแรง ยุ่งยาก และสลับซับซ้อนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เช่น การติดเชื้อโรคเอดส์ โรคซาร์ส โรคไข้หวัดนก และการติดเชื้อโรคจากเชื้อราที่รักษายาก เป็นต้น สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งมีภารกิจหลักในการผลิตและพัฒนากำลังคนระดับสูงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อตอบสนองความต้องการด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ ตลอดจนการวิจัยและค้นคว้าเพื่อสร้างสรรค์ จรรโลงความก้าวหน้าทางวิชาการและการนำผลการวิจัยและพัฒนาไปใช้ในการพัฒนาประเทศ ได้เล็งเห็นว่าการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สุขภาพของมนุษย์ ต้องอาศัยการประสานความรู้และประสบการณ์ในศาสตร์ต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์การแพทย์แบบองค์รวม

การจัดการศึกษาในประเทศไทยที่ผ่านมามักเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้เฉพาะด้าน ทำให้ไม่สามารถนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ ขณะที่การศึกษาแบบบูรณาการทางชีวเวชศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้รอบด้าน สามารถวิเคราะห์ปัญหา และนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ กอปรกับสำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มีคณาจารย์ที่จบการศึกษาในระดับปริญญาเอกในสาขาทางด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์จากต่างประเทศหลากหลายสาขา เช่น เภสัชวิทยา พิษวิทยา กายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยา ปรสิตวิทยา พยาธิวิทยา จุลชีววิทยาทางการแพทย์ วิทยาภูมิคุ้มกัน ยีนบำบัดและเซลล์ต้นกำเนิดและชีวเคมี เป็นต้น คณาจารย์เหล่านี้มีการประสานงานร่วมกันทำงานวิจัยในลักษณะของการบูรณาการศาสตร์แขนงต่างๆ ดังนั้น สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ โดยความร่วมมือของสำนักวิชาแพทยศาสตร์ จึงได้จัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตและวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ขึ้น เพื่อมุ่งเน้นให้นักศึกษามีการศึกษาแบบบูรณาการทั้งด้านทฤษฎีและการวิจัย สามารถมองปัญหาและศึกษาได้รอบด้านซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการศึกษาวิจัยแบบองค์รวม โดยนอกจากจะเป็นการพัฒนาศักยภาพของคณาจารย์ทางปรีคลินิกให้สูงขึ้นและสามารถนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์สาขาต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นไปประยุกต์ใช้แบบบูรณาการได้แล้ว ยังเป็นการสนองตอบภารกิจของทางมหาวิทยาลัยที่จะผลิตและพัฒนากำลังคนระดับสูงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนการวิจัยและค้นคว้าเพื่อความก้าวหน้าทางวิชาการ และนำผลการวิจัยนั้นไปใช้ในการพัฒนาประเทศแล้ว ยังเป็นการรองรับนโยบายของรัฐบาลทางด้านการศึกษาของรัฐบาลที่ต้องการสนับสนุนให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการศึกษาในกลุ่มประเทศเพื่อนบ้าน และนโยบายด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่จะเร่งพัฒนาบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในทุกระดับให้มีความเพียงพอทั้งปริมาณและคุณภาพเพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนและเตรียมประเทศเข้าสู่เศรษฐกิจใหม่ และจะส่งเสริมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการวิจัยและพัฒนา ตลอดจนดำเนินการตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554) ที่มีแนวคิดและจุดมุ่งหมายหลักในการพัฒนาสู่สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ โดยปูพื้นฐานการพัฒนาคุณภาพคนและ

ปฏิรูปการศึกษาให้คนไทยมีขีดความสามารถ คิดเป็น ทำเป็น อย่างเป็นระบบและเรียนรู้วิทยาการสมัยใหม่ทำให้สามารถปรับตัวต่อสถานการณ์ใหม่ที่เปลี่ยนไป ตลอดจนทิศทางและกระบวนทรรศน์การพัฒนาที่ต้องการวางพื้นฐานการพัฒนาศักยภาพของประชากร และเพื่อเป็นการเสริมสร้างการวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยให้เข้มแข็ง โดยเพิ่มขีดความสามารถทางชีวภาพ อีกทั้งเพิ่มการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยลดช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างส่วนต่างๆ ของสังคมนั้น

ด้วยเหตุนี้ทางสำนักวิชาวิทยาศาสตร์โดยความร่วมมือของสำนักวิชาแพทยศาสตร์ จึงตอบสนองนโยบายและแผนโดยการผลิตบัณฑิตในระดับปริญญาโทและปริญญาเอกในสาขาที่ขาดแคลนทางด้านสาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ ตลอดจนสร้างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง อันจะนำมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีไปสู่การเป็นมหาวิทยาลัยวิจัยชั้นนำของประเทศ และเป็นการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศไทยต่อไป

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตและหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ มีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาทรัพยากรบุคคลเพื่อให้สามารถทำการศึกษาและวิจัยแบบบูรณาการ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อการสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่จะเป็นประโยชน์ทางด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ต่อสังคมส่วนรวม โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ ความสามารถทางด้านชีวเวชศาสตร์แบบบูรณาการ ทันต่อความก้าวหน้าทางวิชาการ มีความเข้าใจและสามารถทำการวิจัยและสร้างองค์ความรู้ใหม่ทางด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพการแพทย์ได้อย่างเป็นระบบและนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นกำลังสำคัญทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพการแพทย์ให้แก่ประเทศชาติ
2. เพื่อผลิตและพัฒนานักวิชาการและนักวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพการแพทย์ที่มีคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณ มีความรอบรู้กฎหมายทางการแพทย์ มีความรับผิดชอบต่อสังคม สามารถพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพการแพทย์ ตลอดจนปรับแปลงและถ่ายทอดสู่การประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อประเทศชาติ
3. ส่งเสริมการทำงานวิจัยและความร่วมมือทางวิชาการ กับคณาจารย์และนักวิจัยในสถาบันอื่นทั้งในและต่างประเทศ เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางการวิจัยด้านชีวเวชศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง

5. กำหนดการเปิดสอน

ปีการศึกษา 2550

6. คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีว่าด้วยการศึกษาขั้นระดับบัณฑิตศึกษา

7. การคัดเลือกผู้เข้าศึกษา

เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีว่าด้วยการศึกษาขั้นระดับบัณฑิตศึกษา

8. ระบบการศึกษา

เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีว่าด้วยการศึกษาขั้นระดับบัณฑิตศึกษา

9. ระยะเวลาการศึกษา

เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีว่าด้วยการศึกษาขั้นระดับบัณฑิตศึกษา

10. การลงทะเบียนเรียน

เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีว่าด้วยการศึกษาขั้นระดับบัณฑิตศึกษา

11. การวัดผลและการสำเร็จการศึกษา

เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโยสุรนารีว่าด้วยการศึกษาขั้นระดับบัณฑิตศึกษา

12. อาจารย์ผู้สอน

12.1 อาจารย์ประจำหลักสูตร

	ตำแหน่ง		สำเร็จการศึกษา			
	ทางวิชาการ	ชื่อ-สกุล	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	จากสถาบัน	ปี
1	ผศ.ดร.	เบญจมาศ จิตรสมบูรณ์*	วท.บ.	เคมี-ชีววิทยา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2520
			M.P.H.	Environmental Health (Toxicology)	U. of Michigan, U.S.A.	2523
			Ph.D.	Toxicology	Utah State U., U.S.A.	2529
2	ผศ.ดร.	วารี วิดจายา	วท.บ.	พยาบาลศาสตร์	มหาวิทยาลัยมหิดล	2524
			วท.ม.	สรีรวิทยา	มหาวิทยาลัยมหิดล	2530
			Ph.D.	Physiology	Hokkaido U., Japan	2535
3	ผศ.ภก.ดร.	เกรียงศักดิ์ เอื้อมเก็บ*	ภ.บ.	เภสัชศาสตร์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2532
			Ph.D.	Pharmacology	The Robert Gordon U., U.K.	2542

	ตำแหน่ง		สำเร็จการศึกษา			
	ทางวิชาการ	ชื่อ-สกุล	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	จากสถาบัน	ปี
4	ผศ.สพญ. ดร.	ศจีรา คุปพิทยานันท์*	สพ.บ.	สัตวแพทยศาสตร์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2538
			M.Sc.	Physiology	The U. of Liverpool, U.K.	2543
			Ph.D.	Physiology	The U. of Liverpool, U.K.	2546
5	ผศ.ดร.	รุ่งฤดี ศรีสวัสดิ์*	วท.บ.	กายภาพบำบัด	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2532
			วท.ม.	ประสาทวิทยาศาสตร์	มหาวิทยาลัยมหิดล	2537
			Ph.D.	Physiology	U. of Edinburgh, U.K.	2543
6	อ.ดร.	ราเชนทร์ โกศัลวิตร	วท.บ.	รังสีเทคนิค	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2530
			วศ.ม.	นิวเคลียร์เทคโนโลยี	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2533
			M.Sc.	Medical Sciences	U. of Glasgow, U.K.	2537
			Ph.D.	Anatomy	The Queen's U. of Belfast, U.K.	2544
7	อ.ภญ.ดร.	นวลน้อย จูฑะพงษ์*	ภ.บ.	เภสัชศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2528
			ภ.ม.	เภสัชวิทยา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2538
			Ph.D.	Pharmacology and Toxicology	U. of Mississippi, U.S.A.	2546

* หมายถึง อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

12.2 อาจารย์ผู้สอน

	ตำแหน่ง		สำเร็จการศึกษา			
	ทางวิชาการ	ชื่อ-สกุล	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	จากสถาบัน	ปี
1	รศ.ดร.	ทัศนีย์ สุโกศล	วท.บ.	เทคนิคการแพทย์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2519
			วท.ม.	เวชศาสตร์เขตร้อน	มหาวิทยาลัยมหิดล	2522
			วท.ด.	เวชศาสตร์เขตร้อน	มหาวิทยาลัยมหิดล	2535
2	รศ.ดร.	กรกช อินทราพิเชฐ	วท.บ.	ชีววิทยา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2514
			วท.ม.	กายวิภาคศาสตร์	มหาวิทยาลัยมหิดล	2519
			Ph.D.	Molecular Biology	Lehigh U., U.S.A.	2533
3	รศ.ดร.	สมพงษ์ ธรรมถาวร	กศ.บ.	ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร)	2517
			วท.ม. กศ.ม.	พฤกษศาสตร์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2521
			Doc.rer.nat.	Palynology	The U. of Innsbruck, Austria	2532

	ตำแหน่ง		สำเร็จการศึกษา			
	ทางวิชาการ	ชื่อ-สกุล	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	จากสถาบัน	ปี
4	อ.ดร.	ณัฐวุฒิ ธานี	วท.บ.	ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2521
			วท.ม.	ชีววิทยาสภาวะแวดล้อม	มหาวิทยาลัยมหิดล	2523
			Ph.D.	Ecological Entomology	Massey U., New Zealand	2530
5	ผศ.ดร.	พาณี วรรณนิธิกุล	B.Sc.	Biology	RIKEN, Japan	2520
			M.Sc.	Zoology	Agricultural U. in Szczecin, Poland.	2523
			วท.ด.	วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2534
6	ผศ.ดร.	สุรีลักษณ์ รอดทอง	วท.บ.	ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2524
			วท.ม.	จุลชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2527
			Post-Grad. Dip.Sci.	Biotechnology	U. of Otago, New Zealand	2533
			Ph.D.	Microbiology	U. of Otago, New Zealand	2536
7	ผศ.ดร.	ยุพาพร ไชยสีหา	วท.บ.	ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2528
			วท.ม.	สัตววิทยา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2531
			Ph.D.	Animal Physiology	U. of Minnesota, U.S.A.	2541
8	Dr.	Paul J. Grote	B.Sc.	Biological Science	Xavier U., U.S.A.	2520
			M.S.	Biological Science	U. of Cincinnati, U.S.A.	2522
			Ph.D.	Plant Science	Indiana U., U.S.A.	2532
9	อ.ทนพญ. ดร.	วิไลรัตน์ ลี้อนันต์ศักดิ์ศิริ	วท.บ.	เทคนิคการแพทย์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2535
			วท.ม.	ชีวเคมีทางการแพทย์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2538
			Ph.D.	Microbiology and Immunology	Virginia Commonwealth U., U.S.A.	2544
			Postdoc. Fellow	Stem Cell and Transplantation	National Institute of Health, U.S.A.	2547
10	อ.ดร.	พงศ์เทพ สุวรรณวารี	วท.บ.	พฤกษศาสตร์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2534
			วท.ม.	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2537
			Ph.D.	Crop and soil Sciences	Michigan State U., U.S.A.	2546

	ตำแหน่ง		สำเร็จการศึกษา			
	ทางวิชาการ	ชื่อ-สกุล	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	จากสถาบัน	ปี
11	อ.ทนพ.ดร.	สนอง สุขแสวง	วท.บ.	เทคนิคการแพทย์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2535
			M.S.	Experimental and Molecular Pathology	U. of Southern California, U.S.A.	2543
			Ph.D.	Pathobiology	U. of Southern California, U.S.A.	2548

12.3 อาจารย์พิเศษ

สาขาวิชาชีววิทยาจะเชิญผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกมหาวิทยาลัยมาบรรยายพิเศษ หรือให้คำปรึกษา ตลอดจนเป็นผู้ควบคุมงานวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตและวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ร่วมกับอาจารย์ประจำตามความจำเป็นและเหมาะสม ผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวได้แก่

	ตำแหน่ง		สำเร็จการศึกษา			
	ทางวิชาการ	ชื่อ-สกุล	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	จากสถาบัน	ปี
1	ศ.ดร.	ไมตรี สุทธจิตต์	วท.บ.	เคมี	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2505
			วท.ม.	ชีวเคมี	มหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์	2507
			Ph.D.	Biochemistry	U. of New York at Buffalo, U.S.A.	2514
2	Prof. Dr.	Gregory Dissen	B.Sc.	Zoology	Oregon State U., U.S.A.	2527
			M.Sc.	Reproductive Physiology	U. of Missouri–Columbia, U.S.A.	2529
			Ph.D.	Physiology of Reproduction	Texas A & M U., U.S.A.	2532
			Postdoc. Fellow	Neuroscience	Oregon National Primate Research Center, U.S.A.	2537
3	Prof. Dr.	David Billington	B.Sc.	Biochemistry	U. of Liverpool, U.K.	2515
			Postgrad. Cert. in Education	Biology and Chemistry	U. of Liverpool, U.K.	2516
			Ph.D.	Biochemical Pharmacology	U. of Newcastle upon Tyne, U.K.	2519

	ตำแหน่ง		สำเร็จการศึกษา			
	ทางวิชาการ	ชื่อ-สกุล	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	จากสถาบัน	ปี
4	Prof. Dr.	Jay Wimalasena	B.Sc.	Medical Sciences	U. of Southampton, U.K.	2515
			Ph.D.	Pharmacology	U. of Colorado Medical School, U.S.A.	2520
5	Prof. Dr.	Young-Joon Surh	B.S.	Pharmacy	Seoul National U., South Korea	2524
			M.S.	Biochemistry	Seoul National U., South Korea	2526
			Ph.D.	Biochemical & Mol.Toxicology	U. of Wisconsin-Madison, U.S.A.	2533
6	Prof. Dr.	Norbert E. Kaminski	B.A.	Chemistry	Loyola U. of Chicago, U.S.A.	2521
			M.S.	Toxicology	North Carolina State U., U.S.A.	2524
			Ph.D.	Toxicology and Physiology	North Carolina State U., U.S.A.	2528
7	Assoc.Prof. Dr.	Kimber Littlepage White	B.S.	Chemistry	United States Naval Academy Annapolis, U.S.A.	2515
			Ph.D.	Toxicology	Virginia Commonwealth U., U.S.A.	2524
8	รศ.ดร.	ประสาน ธรรมอุปกรณ์	ภ.บ.	เภสัชศาสตร์	มหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์	2509
			วท.ม.	เภสัชวิทยา	มหาวิทยาลัยมหิดล	2514
			Ph.D.	Pharmacology	The U. of Sydney, Australia.	2519
9	รศ.ดร.	ประกร จูฑะพงษ์	วท.บ.	อินทรีย์เคมี	มหาวิทยาลัยมหิดล	2511
			Ph.D.	Pharmacology	U. of Pennsylvania, U.S.A.	2516
10	รศ.ดร.	วิชิต โรจน์กิตติคุณ	วท.บ.	เทคนิคการแพทย์	มหาวิทยาลัยมหิดล	2520
			วท.ม.	เวชศาสตร์เขต ร้อน	มหาวิทยาลัยมหิดล	2525
			Ph.D.	Medical Sciences	Yamagata U., Japan.	2537
11	รศ.ดร.	สนทนา ศิริตันติกร	วท.บ.	ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยมหิดล	2520
			วท.ม.	เวชศาสตร์เขต ร้อน	มหาวิทยาลัยมหิดล	2523
			Dr.rer.nat.	Microbiology	Rheinische Friedrich-Wilhelms U., Germany.	2534
12	รศ.ดร.	อังคณา ฉายประเสริฐ	วท.บ.	พฤกษศาสตร์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2517
			วท.ม.	พฤกษศาสตร์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2519
			Ph.D.	Biology	Ruhr-U., Germany.	2526

	ตำแหน่ง		สำเร็จการศึกษา			
	ทางวิชาการ	ชื่อ-สกุล	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	จากสถาบัน	ปี
13	รศ.ดร.	ชัยศิริ วงศ์คำ	วท.บ.	ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2522
			วท.ม.	ชีวเคมี	มหาวิทยาลัยมหิดล	2526
			Ph.D.	Medical Sciences	U. of Tsukuba, Japan	2549
14	รศ.ดร.	โสพิศ วงศ์คำ	วท.บ.	เทคนิคการแพทย์	มหาวิทยาลัยมหิดล	2519
			วท.ม.	ชีวเคมี	มหาวิทยาลัยมหิดล	2521
			วท.ด.	ชีวเคมี	มหาวิทยาลัยมหิดล	2526
15	รศ.ดร.	วงศ์วิวัฒน์ ทัศนียกุล	ภ.บ.	เภสัชศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2524
			วท.ม.	พิษวิทยา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2527
			Ph.D.	Pharmacology	The Flinders U., Australia	
16	ผศ.ดร.	สุพัตรา ปรศุพัฒนา	ภ.บ.	เภสัชศาสตร์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2534
			วท.ม.	เภสัชวิทยา	มหาวิทยาลัยมหิดล	2537
			Ph.D.	Pharmacology & Toxicology	U. of Maryland, U.S.A.	2544
17	นพ. ดร.	ชวบูลย์ เดชสุขุม	พ.บ.	แพทยศาสตร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2533
			Dip. Thai Board	Anatomical Pathology	มหาวิทยาลัยมหิดล	2536
			Ph.D.	Pathology	Virginia Commonwealth U., U.S.A.	2543
			Postdoc. Fellow	Molecular Pathology	Virginia Commonwealth U., U.S.A.	2544
18	ทพ. ดร.	สมเกียรติ เหลืองไพริน	ท.บ.	ทันตแพทยศาสตร์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2535
			วท.ม.	ชีวเคมี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2538
			M.S.	Oral Biology	U. of Louisville, U.S.A.	2540
			Ph.D.	Microbiology and Immunology	U. of Louisville, U.S.A.	2545

หมายเหตุ U. ย่อมาจาก University

13. จำนวนนักศึกษา

แผนการรับนักศึกษาในช่วงระยะเวลา 5 ปีแรก เป็นไปตามตารางดังนี้

ปีการศึกษา	ระดับ	จำนวนนักศึกษา ที่จะรับเข้าศึกษา	จำนวน ที่คาดว่าจะจบ
2550	มหาบัณฑิต	5	-
	ดุษฎีบัณฑิต	5	-
2551	มหาบัณฑิต	5	-
	ดุษฎีบัณฑิต	5	-
2552	มหาบัณฑิต	5	5
	ดุษฎีบัณฑิต	5	-
2553	มหาบัณฑิต	5	5
	ดุษฎีบัณฑิต	5	5
2554	มหาบัณฑิต	5	5
	ดุษฎีบัณฑิต	5	5

14. สถานที่และอุปกรณ์การสอน

ใช้สถานที่และอุปกรณ์การสอนของอาคารเรียนรวม ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

15. ห้องสมุด

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีเอกสารสิ่งพิมพ์สื่อการศึกษาและบริการสารสนเทศ ดังนี้ มีตำราเรียนทางวิชาชีววิทยา ชีววิทยาระดับโมเลกุล ชีวเคมี กายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยา เภสัชวิทยา พิษวิทยา ปรสิตวิทยา พยาธิวิทยา จุลชีววิทยาและสาขาวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ จำนวนมากกว่า 1,000 รายการ และในการวิจัยนักศึกษาสามารถค้นคว้าเพิ่มเติมได้ในวารสารทางการแพทย์ ชีววิทยา ชีววิทยาระดับโมเลกุล และสาขาวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีอยู่จำนวนมากกว่า 20 รายการ

นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีสารสนเทศที่ทันสมัย มีระบบเครือข่ายสายใยแก้วและคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบ Internet โดยผ่านระบบงานสื่อสารผ่านดาวเทียมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

16. งบประมาณ

ใช้งบประมาณประจำปีของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

17. หลักสูตร

17.1 ระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

การศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตตามหลักสูตรนี้จะสอดคล้องตามแผน ก ที่ระบุไว้ในข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ว่าด้วยการศึกษาขั้นบัณฑิตศึกษา กล่าวคือ

17.1.1 จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร

จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 48 หน่วยกิต มีแผนการศึกษาให้เลือก 2 แผน ดังต่อไปนี้

17.1.1.1 โครงสร้างหลักสูตร แผน ก 1

ผู้เข้าศึกษาจะต้องลงทะเบียนเรียนวิทยานิพนธ์ ไม่น้อยกว่า 48 หน่วยกิต โดยสาขาวิชาอาจกำหนดให้เรียนรายวิชาหรือทำกิจกรรมทางวิชาการอื่นด้วยก็ได้ โดยไม่นับหน่วยกิต แต่ต้องมีผลสัมฤทธิ์ตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

17.1.1.2 โครงสร้างหลักสูตร แผน ก 2

ผู้เข้าศึกษาจะต้องลงทะเบียนเรียนไม่น้อยกว่า 48 หน่วยกิต ประกอบด้วย

วิชาแกน	ไม่น้อยกว่า	14	หน่วยกิต
วิชาเอก	ไม่น้อยกว่า	12	หน่วยกิต
วิชาเลือกเสรี	ไม่น้อยกว่า	3	หน่วยกิต
วิชาสัมมนา	ไม่น้อยกว่า	3	หน่วยกิต
วิทยานิพนธ์	ไม่น้อยกว่า	16	หน่วยกิต

17.2 ระดับปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

การศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิตจะสอดคล้องตามแผนการศึกษา ที่ระบุไว้ในข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ว่าด้วยการศึกษาขั้นบัณฑิตศึกษา กล่าวคือ

17.2.1 จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร

จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 64 หน่วยกิตสำหรับผู้ที่ศึกษาต่อจากขั้นปริญญาโทและไม่น้อยกว่า 96 หน่วยกิตสำหรับผู้ที่ศึกษาต่อจากขั้นปริญญาตรี มีแบบการศึกษาให้เลือก ดังต่อไปนี้

17.2.1.1 โครงสร้างหลักสูตร แบบ 1.1

ผู้เข้าศึกษาที่จบการศึกษาขั้นปริญญาโทจะต้องลงทะเบียนเรียนวิทยานิพนธ์ไม่น้อยกว่า 64 หน่วยกิต โดยสาขาวิชาอาจกำหนดให้เรียนรายวิชาหรือทำกิจกรรมทางวิชาการอื่นโดยไม่นับหน่วยกิตด้วยก็ได้ โดยต้องได้ผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนด

17.2.1.2 โครงสร้างหลักสูตร แบบ 2.1

ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จปริญญาโทมาแล้วนั้น จะต้องลงทะเบียนเรียนไม่ต่ำกว่า 64 หน่วยกิต ประกอบด้วย

วิชาเอก และ/หรือ วิชาเลือก	ไม่น้อยกว่า	13	หน่วยกิต
วิชาสัมมนา	ไม่น้อยกว่า	3	หน่วยกิต
วิทยานิพนธ์	ไม่น้อยกว่า	48	หน่วยกิต

17.2.1.3 โครงสร้างหลักสูตร แบบ 2.2

ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จปริญญาตรีมาแล้วนั้น จะต้องลงทะเบียนเรียนไม่ต่ำกว่า 96 หน่วยกิต ประกอบด้วย

วิชาแกน	ไม่น้อยกว่า	14	หน่วยกิต
วิชาเอก	ไม่น้อยกว่า	12	หน่วยกิต
วิชาเลือก	ไม่น้อยกว่า	3	หน่วยกิต
วิชาสัมมนา	ไม่น้อยกว่า	3	หน่วยกิต
วิทยานิพนธ์	ไม่น้อยกว่า	64	หน่วยกิต

ความเหมาะสมของรายวิชาแกน รายวิชาเอก และ/หรือ รายวิชาเลือกของนักศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิตตามโครงสร้างหลักสูตรทั้งแบบ 2.1 และ 2.2 จะขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของสาขาวิชาฯ

17.3 รายวิชา รายวิชาของการศึกษาในระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตและ/หรือระดับปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต จะแบ่งเป็น รายวิชาแกน รายวิชาเอก รายวิชาเลือก และ

รายวิชาสัมมนา ปัญหาพิเศษ หัวข้อพิเศษ และวิทยานิพนธ์ ตามโครงสร้างหลักสูตรแผน/แบบต่างๆ ของการศึกษาในแต่ละระดับ ดังต่อไปนี้

17.3.1 รายวิชาแกน (Core Courses)

รายวิชาแกนมีรายวิชาดังนี้

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
109700*	ชีวเคมีระดับบัณฑิตศึกษา (Graduate Biochemistry)	4(4-0-12)
115601	วิธีวิจัยและสถิติทางการแพทย์ (Research Methods and Medical Statistics)	4(4-0-12)
115701	ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล (Cellular and Molecular Biology)	4(4-0-12)
115702	เทคนิคการวิจัยทางเซลล์และโมเลกุล (Molecular and Cellular Research Techniques)	2(1-2-4)
115703	เทคนิคปฏิบัติการทางชีวเวช (Biomedical Laboratory Techniques)	2(1-2-4)
115704	ชีวความปลอดภัย (Biosafety)	2(2-0-6)
115705	กฎหมายทางการแพทย์และชีวจริยศาสตร์ (Medical Laws and Bioethics)	2(2-0-6)
115706	สารสนเทศชีวเวช (Biomedical Informatics)	2(2-0-6)

นักศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตตามโครงสร้างหลักสูตร แผน ก 2 จะต้องลงทะเบียนเรียนวิชาชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล ชีวเคมีระดับบัณฑิตศึกษา และวิชาอื่นในรายวิชาแกน ให้ได้จำนวนหน่วยกิตรวมไม่น้อยกว่า 14 หน่วยกิต

17.3.2 รายวิชาเอก (Major Courses)

สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ได้จัดจำแนกรายวิชาเอกออกเป็น 6 กลุ่ม เพื่อนักศึกษาได้ความรู้และประสบการณ์ครอบคลุมทุกกลุ่ม นักศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตและนักศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สามารถเลือกวิชาเอกจากกลุ่มต่างๆ เพื่อให้ครบตามจำนวนหน่วยกิตที่ระบุไว้ในโครงสร้างของหลักสูตรแผน/แบบต่างๆ

นักศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สามารถลงทะเบียนเรียนรายวิชาเอกที่มีรหัสวิชาสูงกว่าระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตได้ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของสาขาวิชาฯ

รายวิชาเอกมี 6 กลุ่มดังนี้

17.3.2.1 กลุ่มวิชากายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยาและชีววิทยาโครงสร้าง

(Anatomy, Physiology and Structural Biology)

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
115611	การเจริญและพัฒนาของตัวอ่อนมนุษย์ (Human Developmental Anatomy)	4(4-0-12)
115612	จุลกายวิภาคศาสตร์ (Microscopic Anatomy)	4(4-0-12)
115613	เทคนิคการศึกษาเนื้อเยื่อทางกล้องจุลทรรศน์ (Microscopic Techniques for Tissue)	4(3-2-10)
115621	สรีรวิทยาบูรณาการ (Integrated Physiology)	3(3-0-9)
115622	การทดลองทางสรีรวิทยา (Experimental Physiology)	3(3-0-9)
115721	สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (Exercise Physiology)	4(4-0-12)
115722	อณูสรีรวิทยาของเซลล์ขั้นสูง (Advanced Cellular and Molecular Physiology)	4(4-0-12)
115723	ประสาทเคมี (Neurochemistry)	4(4-0-12)
115724	ระบบการไหลเวียนโลหิตทางชีวเวชศาสตร์ (Cardiovascular System in Biomedical Science)	4(4-0-12)
115725	ระบบต่อมไร้ท่อทางชีวเวชศาสตร์ (Endocrine System in Biomedical Science)	4(4-0-12)
115726	ระบบไตทางชีวเวชศาสตร์ (Renal System in Biomedical Science)	4(4-0-12)

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
115727	ระบบทางเดินอาหารและกระบวนการเมแทบอลิซึมทางชีวเวชศาสตร์ (Gastrointestinal System and Metabolism in Biomedical Science)	4(4-0-12)
115728	สรีรวิทยาของผู้สูงอายุ (Aging Physiology)	3(3-0-9)
115729	ระบบหายใจทางชีวเวชศาสตร์ (Respiratory System in Biomedical Science)	4(4-0-12)
115821	ประสาทวิทยาศาสตร์ระดับเซลล์และโมเลกุล (Cellular and Molecular Neuroscience)	4(4-0-12)
115822	ระบบไหลเวียนโลหิตขั้นสูงทางชีวเวชศาสตร์ (Advanced Cardiovascular System in Biomedical Science)	4(4-0-12)
115823	ระบบหายใจขั้นสูงทางชีวเวชศาสตร์ (Advanced Respiratory System in Biomedical Science)	4(4-0-12)
115824	ระบบต่อมไร้ท่อขั้นสูงทางชีวเวชศาสตร์ (Advanced Endocrine System in Biomedical Science)	4(4-0-12)
115825	ระบบสืบพันธุ์ขั้นสูงทางชีวเวชศาสตร์ (Advanced Reproductive System in Biomedical Science)	4(4-0-12)
115826	ระบบกล้ามเนื้อขั้นสูงทางชีวเวชศาสตร์ (Advanced Muscular System in Biomedical Science)	4(4-0-12)
115827	ประสาทวิทยาศาสตร์ระบบ (Systemic Neuroscience)	4(4-0-12)

17.3.2.2 กลุ่มวิชาเซลล์และโมเลกุลทางการแพทย์ (Cellular and Molecular Medicine)

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
104640*	อณูพันธุศาสตร์ (Molecular Genetics)	4(4-0-8)
104740*	อณูชีววิทยา (Molecular Biology)	4(4-0-8)
115732	เซลล์และอณูชีววิทยาของมะเร็ง (Cell and Molecular Biology of Cancer)	4(4-0-12)
115735	การเพิ่มจำนวนเซลล์และการตายของเซลล์ (Cell Proliferation and Apoptosis)	4(4-0-12)

17.3.2.3 กลุ่มวิชาอันตรกิริยาระหว่างตัวให้อาศัยและจุลชีพก่อโรค (Host/Pathogen Interactions)

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
108740*	จุลชีววิทยาการแพทย์ (Medical Microbiology)	4(4-0-8)
108742*	ปรสิตวิทยาการแพทย์ (Medical Parasitology)	4(4-0-8)
115741	ภูมิคุ้มกันชีววิทยา (Immunobiology)	4(4-0-12)
115742	ภูมิคุ้มกันวิทยาการติดเชื้อ (Infectious Immunity)	4(4-0-12)
115751	การทดลองทางปรสิตวิทยา (Experimental Parasitology)	2(1-2-4)
115752	ความสัมพันธ์ของปรสิตกับโฮสต์และผลกระทบที่มีต่อกัน (Host-Parasite Relationships and Interactions)	4(4-0-12)
115753	ชีววิทยาของแมลงพาหะและโรคที่เกิดจากแมลงพาหะ (Vector Biology and Vector-borne Diseases)	4(4-0-12)

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
115754	กีฏวิทยาทางการแพทย์ (Medical Entomology)	4(3-2-10)
115755	สังขวิทยาทางการแพทย์ (Medical Malacology)	4(3-2-10)

17.3.2.4 กลุ่มวิชาพยาธิชีววิทยา (Pathobiology)

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
115761	อณูพยาธิวิทยา (Molecular Pathology)	4(4-0-12)
115762	ปฏิบัติการอณูพยาธิวิทยา (Molecular Pathology Laboratory)	2(0-4-2)
115763	ชีวพัฒนาการและอณูพันธุศาสตร์ (Developmental Biology and Molecular Genetics)	4(4-0-12)
115764	อณูพยาธิวิทยาของเนื้องอกและเซลล์ต้นกำเนิด (Molecular Pathology of Tumor and Stem Cells)	4(4-0-12)

17.3.2.5 กลุ่มวิชาเภสัชวิทยาและพิษวิทยา (Pharmacology and Toxicology)

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
104762*	พิษวิทยาของระบบภูมิต้านทาน (Immunotoxicology)	4(4-0-8)
104764*	พิษวิทยาของระบบสืบพันธุ์ (Reproductive Toxicology)	4(4-0-8)
104861*	พิษวิทยาพันธุศาสตร์ (Genetic Toxicology)	4(4-0-8)
115670	สารต้านออกซิเดชันเพื่อสุขภาพและความงาม (Antioxidants for Health and Beauty)	4(4-0-12)
115671	อนุมูลอิสระทางชีววิทยาและการแพทย์ (Free Radicals in Biology and Medicine)	4(4-0-12)

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
115672	อนุมูลอิสระทางพิษวิทยา (Free Radicals in Toxicology)	4(4-0-12)
115770	กลไกการออกฤทธิ์ของยาระดับโมเลกุล (Molecular Mechanisms of Drug Action)	4(4-0-12)
115771	เภสัชวิทยาประสาท (Neuropharmacology)	4(4-0-12)
115772	เภสัชวิทยาเคมีบำบัด (Chemotherapy Pharmacology)	4(4-0-12)
115773	เภสัชวิทยาฮอร์โมนขั้นสูง (Advanced Hormonal Pharmacology)	4(4-0-12)
115774	เภสัชเวทประยุกต์ (Applied Pharmacognosy)	4(4-0-12)
115775	พฤกษเคมี (Phytochemistry)	4(4-0-12)
115776	พิษวิทยาของยา (Drugs Toxicology)	4(4-0-12)
115777	พิษวิทยาต่อระบบต่างๆ ของมนุษย์ (Human System Toxicology)	4(4-0-12)
115778	โภชนาการและหน้าที่ของระบบภูมิคุ้มกัน (Nutrition and Immune Function)	4(4-0-12)

17.3.2.6 กลุ่มวิชาชีววิทยาเซลล์ต้นกำเนิดและยีนบำบัด

(Stem Cell Biology and Gene Therapy)

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
108743*	เซลล์ต้นกำเนิดทางการแพทย์ (Stem Cells in Medicine)	4(4-0-8)
108744*	เซลล์ต้นกำเนิดขั้นสูง (Advanced Stem Cells)	4(4-0-8)
115781	เซลล์ต้นกำเนิดบำบัด 1 (Stem Cell Therapy I)	4(4-0-12)

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
115782	เซลล์ต้นกำเนิดบำบัด 2 (Stem Cell Therapy II)	4(4-0-12)
115783	เซลล์ต้นกำเนิดบำบัด 3 (Stem Cell Therapy III)	4(4-0-12)
115784	เทคโนโลยีการนำยีนสู่เป้าหมาย (Gene Targeting Technology)	4(4-0-12)
115785	ยีนบำบัด 1 (Gene Therapy I)	4(4-0-12)
115789	ปฏิบัติการอณูเซลล์ต้นกำเนิดและยีนบำบัด (Molecular Stem Cells and Gene Therapy Laboratory)	1(0-2-1)
115886	หัวข้อปัจจุบันทางเซลล์ต้นกำเนิดและยีนบำบัด (Current Topics in Stem Cells and Gene Therapy)	1(1-0-3)
115980	เทคโนโลยีอณูทางการแพทย์ระดับสูง (Advanced Molecular Medical Technology)	4(4-0-12)

17.3.3 รายวิชาเลือก (Elective Courses)

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
104743*	รังสีพันธุศาสตร์ (Radiation Genetics)	4(4-0-8)
108745*	อณูชีววิทยาเซลล์ต้นกำเนิด (Molecular Stem Cell Biology)	4(4-0-8)
115731	เซลล์อณูชีววิทยาของมนุษย์ (Human Cellular and Molecular Biology)	4(4-0-12)
115733	หลักการและเทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์สัตว์ (Principles and Techniques in Animal Cell Culture)	2(2-0-6)
115734	ปฏิบัติการการเพาะเลี้ยงเซลล์สัตว์ (Practicum in Animal Cell Culture)	2(0-4-2)
115756	การเขียนเชิงวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ (Academic and Scientific Writing)	4(4-0-12)

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
115765	พยาธิวิทยาของเซลล์ขั้นสูง (Advanced Pathology of Cells)	3(3-0-9)
115786	ยีนบำบัด 2 (Gene Therapy II)	4(4-0-12)
115787	ภูมิคุ้มกันวิทยาการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเนื้อเยื่อและอวัยวะ (Stem Cell, Tissue and Organ Transplantation Immunology)	4(4-0-12)
115788	การแพทย์องค์รวมและชีวเวชศาสตร์ (Holistic Medicine and Biomedical Sciences)	4(4-0-12)
115830	พันธุศาสตร์ของพัฒนาการและมะเร็ง (Genetics of Development and Cancer)	4(4-0-12)
115831	พฤติกรรมพันธุศาสตร์ (Behavioral Genetics)	4(4-0-12)
115832	อณูวิทยาเนื้องอก (Molecular Oncology)	4(4-0-12)
115931	โมโนโคลนอลแอนติบอดีเทคโนโลยี (Monoclonal Antibody Technology)	2(2-0-6)
115932	ปฏิบัติการโมโนโคลนอลแอนติบอดีเทคโนโลยี (Practicum in Monoclonal Antibody Technology)	3(0-6-3)
115933	อณูชีววิทยาสำหรับเทคโนโลยีนิติเวชดีเอ็นเอ (Molecular Biology for Forensic DNA Technology)	4(4-0-12)
115934	ปฏิบัติการเทคโนโลยีนิติเวชดีเอ็นเอ (Practicum in Forensic DNA Technology)	2(0-4-2)

17.3.4 รายวิชาสัมมนา ปัญหาพิเศษ หัวข้อพิเศษ และวิทยานิพนธ์

(Seminar, Special Problems, Special Topics and Thesis)

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
115791	สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 1	1(1-0-3)
	(Seminar in Biomedical Sciences I)	
115792	สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 2	1(1-0-3)
	(Seminar in Biomedical Sciences II)	
115793	สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 3	1(1-0-3)
	(Seminar in Biomedical Sciences III)	
115794	ปัญหาพิเศษชีวเวชศาสตร์ 1	4(0-8-4)
	(Special Problems in Biomedical Sciences I)	
115795	ปัญหาพิเศษชีวเวชศาสตร์ 2	4(0-8-4)
	(Special Problems in Biomedical Sciences II)	
115796	หัวข้อพิเศษชีวเวชศาสตร์ 1	4(4-0-12)
	(Special Topics in Biomedical Sciences I)	
115797	หัวข้อพิเศษชีวเวชศาสตร์ 2	4(4-0-12)
	(Special Topics in Biomedical Sciences II)	
115798	วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (แผน ก 2)	16
	(M.Sc. Thesis (Plan A 2))	
115799	วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (แผน ก 1)	48
	(M.Sc. Thesis (Plan A 1))	
115891	สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 1	1(1-0-3)
	(Seminar in Biomedical Sciences I)	
115892	สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 2	1(1-0-3)
	(Seminar in Biomedical Sciences II)	
115893	สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 3	1(1-0-3)
	(Seminar in Biomedical Sciences III)	
115894	ปัญหาพิเศษชีวเวชศาสตร์ 1	4(0-8-4)
	(Special Problems in Biomedical Sciences I)	
115895	ปัญหาพิเศษชีวเวชศาสตร์ 2	4(0-8-4)
	(Special Problems in Biomedical Sciences II)	

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
115896	หัวข้อพิเศษชีวเวชศาสตร์ 1 (Special Topics in Biomedical Sciences I)	4(4-0-12)
115897	หัวข้อพิเศษชีวเวชศาสตร์ 2 (Special Topics in Biomedical Sciences II)	4(4-0-12)
115898	วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต (แบบ 1.1) (Ph.D. Thesis (Plan 1.1))	64
115998	วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต (แบบ 2.1) (Ph.D. Thesis (Plan 2.1))	48
115999	วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต (แบบ 2.2) (Ph.D. Thesis (Plan 2.2))	64

รายวิชาเอกของทั้ง 6 กลุ่มนี้สามารถที่จะเพิ่มหรือปรับเปลี่ยนได้ โดยขึ้นกับความพร้อมของอาจารย์ผู้สอน และหัวข้อวิจัยของนักศึกษา

นอกจากในหมวดรายวิชาเลือกที่อยู่ในรายวิชาเลือกของหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษาสาขาวิชาชีวเวชศาสตร์นี้แล้ว นักศึกษาอาจเลือกเรียนรายวิชาใดๆ ในระดับบัณฑิตศึกษาของสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

17.3.5 ความหมายของรหัสรายวิชา

ตัวเลขของรหัสรายวิชามีความหมายดังนี้

ตัวเลขตำแหน่งที่ 1 แสดงถึง สำนักวิชาที่รับผิดชอบ เช่น
- เลข 1 หมายถึง สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

ตัวเลขตำแหน่งที่ 2 และ 3 แสดงถึง สาขาวิชาที่รับผิดชอบ เช่น
- เลข 04 หมายถึง สาขาวิชาชีววิทยา
- เลข 08 หมายถึง สาขาวิชาจุลชีววิทยา
- เลข 09 หมายถึง สาขาวิชาชีวเคมี
- เลข 15 หมายถึง สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์

ตัวเลขตำแหน่งที่ 4 แสดงถึง ระดับของรายวิชา เช่น
- เลข 6 หมายถึง วิชาระดับปริญญาโท
- เลข 7 หมายถึง วิชาระดับปริญญาโทขั้นสูง
- เลข 8-9 หมายถึง วิชาระดับปริญญาเอก

ตัวเลขตำแหน่งที่ 5 แสดงถึง กลุ่มวิชาย่อยดังนี้

เลข 0 หมายถึง รายวิชาแกน

เลข 1,2 หมายถึง กลุ่มวิชากายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยาและชีววิทยาโครงสร้าง

เลข 3 หมายถึง กลุ่มวิชาเซลล์และโมเลกุลทางการแพทย์

เลข 4,5 หมายถึง กลุ่มวิชาอันตรกิริยาระหว่างตัวให้อาศัยและจุลชีพก่อโรค

เลข 6 หมายถึง กลุ่มวิชาพยาธิชีววิทยา

เลข 7 หมายถึง กลุ่มวิชาเภสัชวิทยาและพิษวิทยา

เลข 8 หมายถึง กลุ่มวิชาชีววิทยาเซลล์ต้นกำเนิดและยีนบำบัด

เลข 9 หมายถึง รายวิชาสัมมนา ปัญหาพิเศษ หัวข้อพิเศษ และวิทยานิพนธ์

ตัวเลขตำแหน่งที่ 6 แสดงถึง ลำดับรายวิชา

17.4 แผนการศึกษา

17.4.1 แผนการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แผน ก 2

ชั้นปี	ภาคการศึกษาที่ 1	หน่วยกิต	ภาคการศึกษาที่ 2	หน่วยกิต	ภาคการศึกษาที่ 3	หน่วยกิต
1	109700* ชีวเคมีระดับบัณฑิตศึกษา และ/หรือ 115704 ชีวความปลอดภัย 115705 กฎหมายทางการแพทย์และชีวจริยศาสตร์ วิชาเอก 1 รายวิชา	4 2 2 2-4	115701 ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล และ/หรือ 115706 สารสนเทศชีวเวช วิชาเอก 1 รายวิชา วิชาเลือก 1 รายวิชา	4 2 2-4 2-4	115601 วิธีวิจัยและสถิติทางการแพทย์ และ/หรือ 115702 เทคนิคการวิจัยทางเซลล์และโมเลกุล 115703 เทคนิคปฏิบัติการทางชีวเวช 115791 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 1 วิชาเอก 1 รายวิชา (และ/หรือสอบประมวลความรู้)	4 2 2 1 2-4
2	วิชาเอก 1 รายวิชา 115792 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 2 115698 วิทยานิพนธ์ (และ/หรือสอบประมวลความรู้)	2-4 1	115793 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 3 115698 วิทยานิพนธ์	1	115698 วิทยานิพนธ์ (สอบวิทยานิพนธ์)	

17.4.2 แผนการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

17.4.2.1 สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี (ตามโครงสร้างหลักสูตรแบบ 2.2)

ชั้นปี	ภาคการศึกษาที่ 1	หน่วยกิต	ภาคการศึกษาที่ 2	หน่วยกิต	ภาคการศึกษาที่ 3	หน่วยกิต
1	109700* ชีวเคมีระดับณฑิตศึกษา และ/หรือ 115704 ชีวความปลอดภัย 115705 กฎหมายทางการแพทย์และชีวจริยศาสตร์ วิชาเอก 1 รายวิชา	4 2 2 2-4	115701 ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล และ/หรือ 115706 สารสนเทศชีวเวช วิชาเอก 1 รายวิชา วิชาเลือก 1 รายวิชา	4 2 2-4 2-4	115601 วิธีวิจัยและสถิติทางการแพทย์ และ/หรือ 115702 เทคนิคการวิจัยทางเซลล์และโมเลกุล 115703 เทคนิคปฏิบัติการทางชีวเวช 115791 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 1 วิชาเอก 1 รายวิชา	4 2 2 1 2-4
2	115999 วิทยานิพนธ์ และ/หรือ 115792 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 2 วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก (และ/หรือสอบวัดคุณสมบัติ)	 1 2-4	115999 วิทยานิพนธ์ และ/หรือ 115793 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 3 วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก (และ/หรือสอบวัดคุณสมบัติ)	 1 2-4	115999 วิทยานิพนธ์ (และ/หรือสอบวัดคุณสมบัติ)	
3	115999 วิทยานิพนธ์ และ/หรือ 115891 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 1 วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก	 1 2-4	115999 วิทยานิพนธ์ และ/หรือ 115891 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 1 วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก	 1 2-4	115999 วิทยานิพนธ์ และ/หรือ 115891 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 1 วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก	 1 2-4
4	115999 วิทยานิพนธ์ และ/หรือ 115892 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 2 วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก	 1 2-4	115999 วิทยานิพนธ์ และ/หรือ 115892 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 2 วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก	 1 2-4	115999 วิทยานิพนธ์ และ/หรือ 115892 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 2 วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก	 1 2-4
5	115999 วิทยานิพนธ์ และ/หรือ 115893 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 3 วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก	 1 2-4	115999 วิทยานิพนธ์ และ/หรือ 115893 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 3 วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก	 1 2-4	115999 วิทยานิพนธ์ (สอบวิทยานิพนธ์)	

17.4.2.2 สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาปริญญาโท (ตามโครงสร้างหลักสูตรแบบ 2.1)

ชั้นปี	ภาคการศึกษาที่ 1	หน่วยกิต	ภาคการศึกษาที่ 2	หน่วยกิต	ภาคการศึกษาที่ 3	หน่วยกิต
1	115891 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 1 วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก	1 2-4	115891 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 1 วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก	1 2-4	115891 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 1 วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก	1 2-4
2	115892 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 2 และ/หรือ 115998 วิทยานิพนธ์ วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก (และ/หรือสอบวัดคุณสมบัติ)	1 2-4	115892 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 2 และ/หรือ 115998 วิทยานิพนธ์ วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก (และ/หรือสอบวัดคุณสมบัติ)	1 2-4	115892 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 2 และ/หรือ 115998 วิทยานิพนธ์ วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก (และ/หรือสอบวัดคุณสมบัติ)	1 2-4
3	115893 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 3 และ/หรือ 115998 วิทยานิพนธ์ วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก	1 2-4	115893 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 3 และ/หรือ 115998 วิทยานิพนธ์ วิชาเอกและ/หรือวิชาเลือก	1 2-4	115998 วิทยานิพนธ์ (สอบวิทยานิพนธ์)	

<u>หมายเหตุ</u> *** หมายถึงวิชาของสาขาวิชาอื่น**

1. วิชาเอกของแผนการศึกษาทุกระดับและทุกกลุ่มวิชาให้รวมถึงวิชา
    1. ปัญหาพิเศษ
    2. หัวข้อพิเศษ
2. จำนวนหน่วยกิตรวมตามแผนการศึกษาทุกระดับในแต่ละภาคการศึกษาจะต้องไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต แต่ไม่เกิน 16 หน่วยกิต โดยไม่นับรวมหน่วยกิตวิทยานิพนธ์ ยกเว้นในกรณีที่รายวิชาตามที่หลักสูตรกำหนดมีจำนวนหน่วยกิตคงเหลือต่ำกว่าเกณฑ์ดังกล่าวหรือรายวิชาทั้งหมดที่หลักสูตรกำหนดให้ลงทะเบียนมีจำนวนหน่วยกิตต่ำกว่าเกณฑ์ดังกล่าว ก็ให้ลงทะเบียนเรียนตามนั้นได้

17.5 คำอธิบายรายวิชา

115601 วิธีวิจัยและสถิติทางการแพทย์ **4(4-0-12)**

(Research Methods and Medical Statistics)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

หลักการสำคัญในการออกแบบการทดลอง การใช้สถิติทางการแพทย์ ระบาดวิทยาทางการแพทย์ และการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์สถิติทางการแพทย์

เค้าโครงรายวิชา

1. การออกแบบการทดลองทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ (4 ชั่วโมง)
   - การวิจัยเชิงพรรณนา การวิจัยเชิงวิเคราะห์ การวิจัยเชิงทดลอง
2. สถิติทางการแพทย์ (10 ชั่วโมง)
   - การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติทางการแพทย์
   - การพยากรณ์และการทดสอบสมมติฐาน
   - การทดสอบนัยสำคัญของประชากร
   - การทดสอบความแตกต่างของความถี่
   - การวิเคราะห์ความแปรปรวน
   - การเปรียบเทียบพหุคูณ
3. การวิจัยเชิงพรรณนาและการใช้สถิติทางการแพทย์ (6 ชั่วโมง)
   - การศึกษา ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง การศึกษาไปข้างหน้าระยะยาว
     การศึกษาชนิดย้อนหลัง
4. การวิจัยเชิงวิเคราะห์และการใช้สถิติทางการแพทย์ (8 ชั่วโมง)
   - การศึกษาชนิดย้อนหลัง การศึกษา ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง
     การศึกษาชนิดไปข้างหน้า การวิจัยย้อนหลังและไปข้างหน้า
5. การวิจัยเชิงทดลองและการใช้สถิติทางการแพทย์ (4 ชั่วโมง)
   - การทดลองในห้องปฏิบัติการ การทดลองในสัตว์ การทดลองในมนุษย์
6. การควบคุมห้องปฏิบัติการและการใช้สถิติทางการแพทย์ (4 ชั่วโมง)
7. ระบาดวิทยาทางการแพทย์ (6 ชั่วโมง)
8. การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์สถิติทางการแพทย์ (6 ชั่วโมง)

115601 Research Methods and Medical Statistics **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Current concepts in experimental design. Medical statistics, medical epidemiology and use of computer software for medical statistics are also discussed.

Course Outline

1. Experimental design in medical sciences (4 hours)
   - Descriptive study, analytical study, experimental study
2. Medical statistics (10 hours)
   - Medical statistics data analysis
   - Prediction and hypothesis testing
   - Significance testing
   - Different frequency testing
   - Analysis of variance
   - Comparison of multiple data
3. Descriptive study and medical statistics (6 hours)
   - Cross-sectional study, longitudinal study, retrospective study
4. Analytical study and medical statistics (8 hours)
   - Case-control study, cross-sectional study, cohort study, historical cohort study
5. Experimental study and medical statistics (4 hours)
   - Laboratory, animal and human experiments
6. Laboratory quality control and medical statistics (4 hours)
7. Epidemiology in medicine (6 hours)
8. Use of computer software for medical statistics (6 hours)

115701 ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล **4(4-0-12)**

(Cellular and Molecular Biology)

วิชาบังคับก่อน : 104650* เซลล์ชีววิทยา หรือ โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

ศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ระดับโมเลกุล รวมถึงความก้าวหน้างานวิจัยใหม่ของเซลล์ ออร์แกเนลล์ กระบวนการทำงานของเซลล์ การประยุกต์ของเซลล์วิทยา การนำเสนอบทความและรายงานวิจัยความก้าวหน้าของเซลล์วิทยาระดับโมเลกุล

เค้าโครงรายวิชา

1.	เซลล์และโมเลกุลขนาดใหญ่	(2 ชั่วโมง)
2.	เยื่อเซลล์: โครงสร้างส่วนประกอบและหน้าที่	(2 ชั่วโมง)
3.	เอนโดพลาสมิกเรคติคิวลัมและกอลใจคอมเพล็กซ์ : การสังเคราะห์โปรตีนและการแปรรูปหลังการสังเคราะห์ และ ไลโซโซม	(4 ชั่วโมง)
4.	ไมโตคอนเดรียและชีวพลังงานของเซลล์	(4 ชั่วโมง)
5.	คลอโรพลาสต์และการสังเคราะห์ด้วยแสง	(2 ชั่วโมง)
6.	โครงร่างของเซลล์และการเคลื่อนที่ของเซลล์	(2 ชั่วโมง)
7.	นิวเคลียส องค์กรของโครโมโซม และ การจำลองดีเอ็นเอและการควบคุม	(4 ชั่วโมง)
8.	การแสดงออกของยีนและการควบคุมในเซลล์โปรแคริโอทและเซลล์ยูแคริโอท	(4 ชั่วโมง)
9.	การจดจำกันและการสื่อสารระหว่างเซลล์	(4 ชั่วโมง)
10.	วัฏจักรเซลล์และกลไกการควบคุม	(4 ชั่วโมง)
11.	การส่งสัญญาณของเซลล์ การแก่และการตายของเซลล์	(4 ชั่วโมง)
12.	ชีววิทยาระบบภูมิคุ้มกัน	(4 ชั่วโมง)
13.	การเจริญเติบโตของเซลล์และพัฒนาการความแตกต่างระหว่างเซลล์และมะเร็ง	(4 ชั่วโมง)
14.	การเสนอบทความและรายงานงานวิจัยความก้าวหน้าด้านเซลล์วิทยาระดับโมเลกุล	(4 ชั่วโมง)

115701 Cellular and Molecular Biology **4(4-0-12)**

Prerequisite : 104650* Cell Biology I or consent of the school

Studies of the structure and function of cells at the molecular level, including recent research advances in cell organelles, cell processes and applications of cell biology. Presentations and reports on recent advanced research on cell molecular biology.

Course Outline

1.	The cell and cellular macromolecules	(2 hours)
2.	Plasma membrane: structural composition and function	(2 hours)

3. Endoplasmic reticulum and Golgi complex: protein synthesis and posttranslational processing and lysosomes (4 hours)
4. Mitochondria and cellular bioenergetics (4 hours)
5. Chloroplast and photosynthesis (2 hours)
6. Cytoskeleton and cell motility (2 hours)
7. Nucleus, chromosome organization, and DNA replication and control (4 hours)
8. Gene expression and control in prokaryotic and eukaryotic cells (4 hours)
9. Cellular recognition and communication (4 hours)
10. Cell cycle and control mechanisms (4 hours)
11. Cell signaling, aging and death (4 hours)
12. Cell immunity (4 hours)
13. Cell growth, differentiation and cancer (4 hours)
14. Presentation and report on currently advanced issues on cell molecular biology (4 hours)

115702 เทคนิคการวิจัยทางเซลล์และโมเลกุล **2(1-2-4)**

(Molecular and Cellular Research Techniques)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ศึกษาเทคนิคการทำวิจัยทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติการ เช่น เทคนิคทางจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน การเพาะเลี้ยงเซลล์และเนื้อเยื่อ เทคนิคทางชีวโมเลกุล การแสดงออกของยีนและเซลล์ต้นกำเนิด

เค้าโครงรายวิชา

<u>ทฤษฎี</u>

1. เทคนิคทางจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน (2 ชั่วโมง)
2. เทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์และเนื้อเยื่อ (2 ชั่วโมง)
3. เทคนิคทางชีวโมเลกุล (รวมถึง พีซีอาร์ การแยกอาร์เอ็นเอ-ดีเอ็นเอ การผูก การแปลง เวสเทอร์นบลอท การเคลื่อนสู่ขั้วไฟฟ้าและอื่นๆ) (6 ชั่วโมง)
4. เทคนิคการแสดงออกของยีนและเซลล์ต้นกำเนิด (2 ชั่วโมง)

<u>ปฏิบัติการ</u>

1. เทคนิคปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน (4 ชั่วโมง)

2. เทคนิคปฏิบัติการการเพาะเลี้ยงเซลล์และเนื้อเยื่อ (4 ชั่วโมง)

3. เทคนิคปฏิบัติการทางชีวโมเลกุล (12 ชั่วโมง)

4. เทคนิคปฏิบัติการการแสดงออกของยีนและเซลล์ต้นกำเนิด (4 ชั่วโมง)

115702 Molecular and Cellular Research Techniques **2(1-2-4)**

Prerequisite : None

Studies of the necessary skills for theoretical and laboratory research techniques, such as immunology and microbiology, cell and tissue culture, molecular biology, stem cells and genes.

Course Outline

Theory

1. Immunology and microbiology techniques (2 hours)
2. Cell and tissue culture techniques (2 hours)
3. Molecular biology (including PCR, RNA-DNA isolation, ligation, transformation, western blotting, electrophoresis and etc.) techniques (6 hours)
4. Stem cells and gene expression techniques (2 hours)

Laboratory

1. Immunology and microbiology laboratory techniques (4 hours)
2. Cell and tissue culture laboratory techniques (4 hours)
3. Molecular biology laboratory techniques (12 hours)
4. Stem cells and gene expression laboratory techniques (4 hours)

115703 เทคนิคปฏิบัติการทางชีวเวช **2(1-2-4)**

(Biomedical Laboratory Techniques)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ศึกษาทักษะที่จำเป็นทางเทคนิคการทำวิจัยทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติการ เช่น เทคนิคการทดสอบกับสัตว์ทดลอง การประเมินผลทางเภสัชวิทยาและสรีรวิทยา มิญชวิทยา(วิทยาเนื้อเยื่อ) เทคนิคทางกล้องจุลทรรศน์ โครมาโตกราฟี แหล่งทรัพยากรทางการวิจัยและชีวข้อมูล

เค้าโครงรายวิชา

ทฤษฎี

1. เทคนิคการทดสอบกับสัตว์ทดลอง (2 ชั่วโมง)
2. เทคนิคการประเมินผลทางเภสัชวิทยาและสรีรวิทยา (2 ชั่วโมง)
3. เทคนิคทางมิญชวิทยา (วิทยาเนื้อเยื่อ) (2 ชั่วโมง)
4. เทคนิคทางโฟลวไซโตเมตรีและกล้องจุลทรรศน์ (2 ชั่วโมง)
5. เทคนิคทางโครมาโตกราฟี (2 ชั่วโมง)
6. แหล่งทรัพยากรทางการวิจัยและชีวข้อมูล (2 ชั่วโมง)

ปฏิบัติการ

1. เทคนิคปฏิบัติการการทดสอบกับสัตว์ทดลอง (4 ชั่วโมง)
2. เทคนิคปฏิบัติการการประเมินผลทางเภสัชวิทยาและสรีรวิทยา (4 ชั่วโมง)
3. เทคนิคปฏิบัติการทางมิญชวิทยา (วิทยาเนื้อเยื่อ) (4 ชั่วโมง)
4. เทคนิคปฏิบัติการทางโฟลวไซโตเมตรีและกล้องจุลทรรศน์ (4 ชั่วโมง)
5. เทคนิคปฏิบัติการทางโครมาโตกราฟี (4 ชั่วโมง)
6. ปฏิบัติการแหล่งทรัพยากรทางการวิจัยและชีวข้อมูล (4 ชั่วโมง)

115703 Biomedical Laboratory Techniques **2(1-2-4)**

Prerequisite : None

Studies of the necessary skills for theoretical and laboratory research techniques, such as laboratory animals, physiology and pharmacology evaluation, histology, microscopy, chromatography, bioinformatics and research resources.

Course Outline

Theory

1. Animals test techniques (2 hours)
2. Physiology and pharmacology evaluation techniques (2 hours)
3. Histology techniques (2 hours)
4. Microscopy and flow cytometry techniques (2 hours)
5. Chromatography techniques (2 hours)
6. Bioinformatics and research resources (2 hours)

Laboratory

1. Animals test laboratory techniques (4 hours)
2. Physiology and pharmacology evaluation laboratory techniques (4 hours)
3. Histology laboratory techniques (4 hours)
4. Microscopy and flow cytometry laboratory techniques (4 hours)
5. Chromatography laboratory techniques (4 hours)
6. Bioinformatics and research resources laboratory (4 hours)

115704 ชีวความปลอดภัย **2(2-0-6)**

(Biosafety)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ศึกษาทักษะสำหรับวิธีดำเนินการและการปฏิบัติเกี่ยวกับชีวอันตราย วิชานี้จะเน้นถึงชีวความปลอดภัยในภาคปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาและชีวเวชสาขาต่างๆ ในวิชานี้จะกล่าวถึงการขนส่งสารติดเชื้อและการควบคุมโรคติดเชื้ออันตรายจากไวรัสด้วย

เค้าโครงรายวิชา

1. หลักการของชีวความปลอดภัย (2 ชั่วโมง)
2. เกณฑ์ระดับห้องปฏิบัติการชีวความปลอดภัย (2 ชั่วโมง)
3. เกณฑ์ระดับ ชีวความปลอดภัยกับสัตว์มีกระดูกสันหลัง (2 ชั่วโมง)
4. การประเมินความเสี่ยง (2 ชั่วโมง)
5. ระดับชีวความปลอดภัยที่แนะนำสำหรับสารติดเชื้อและสัตว์ติดเชื้อ (2 ชั่วโมง)
6. สารชีวภาพชนิดต่างๆ โดยสรุป (2 ชั่วโมง)
7. การจำกัดขอบเขตเบื้องต้น ตู้คาบิเนทสำหรับความปลอดภัยทางชีวภาพ (2 ชั่วโมง)
8. การป้องกันโรคทางภูมิคุ้มกัน การขนส่งและการย้ายสารเคมีทางชีวภาพ การจำกัดจุลชีพก่อโรคในสัตว์ (2 ชั่วโมง)
9. แหล่งข้อมูลข่าวสาร ความปลอดภัยทางการปฏิบัติการและการตอบสนองอย่างเร่งด่วนสำหรับการปฏิบัติการทางชีวเวชและจุลชีววิทยา การจัดการแบบบูรณาการกับสัตว์ที่เป็นศัตรูพืชและสัตว์ การปฏิบัติงานกับเซลล์และเนื้อเยื่อของมนุษย์และไพรเมต คำแนะนำสำหรับการทำงานกับสารพิษและสารชีวภาพต้นกำเนิด (4 ชั่วโมง)
10. คำแนะนำสำหรับการขจัดของเสีย(สารทิ้ง)จากห้องปฏิบัติการ (2 ชั่วโมง)

11. การควบคุมการติดเชื้อสำหรับโรคติดเชื้ออันตรายจากไวรัส คำแนะนำ ชีวความปลอดภัยการทำปฏิบัติการทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ การวางแผนและการทำงานในแต่ละสาขา การประเมินความปลอดภัยของอาหารดัดแปลงพันธุกรรม นโยบายชีวความปลอดภัยแห่งชาติ (2 ชั่วโมง)

115704 Biosafety **2(2-0-6)**

Prerequisite : None

Studies of the knowledge and skills for practice and procedure about biohazards, with emphasis on the biosafety in microbiological and biomedical laboratories. Transport of infectious substances and infection control for dangerous viral diseases.

Course Outline

1. Principles of biosafety (2 hours)
2. Laboratory biosafety level criteria (2 hours)
3. Vertebrate animal biosafety level criteria (2 hours)
4. Risk assessment (2 hours)
5. Recommended biosafety levels for infectious agents and infected animals (2 hours)
6. Agent summary statements (4 hours)
7. Primary containment : biological safety cabinets (2 hours)
8. Immunoprophylaxis, transportation and transfer of biological agents, restricted animal pathogens. (2 hours)
9. Resources for information, laboratory security and emergency responses for microbiological and biomedical laboratory, integrated pest management, working with human and other primate cells and tissues, guidelines for work with toxin and biological origin. (2 hours)
10. Laboratory waste disposal guide (2 hours)
11. Infection control for dangerous viral diseases, biosafety guideline in genetic engineering and biotechnology for laboratory work, field work and planned releases, safety assessment of GMF, national biosafety policy. (2 hours)

115705 กฎหมายทางการแพทย์และชีวจริยศาสตร์ **2(2-0-6)**

(Medical Laws and Bioethics)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

หลักกฎหมายทางการแพทย์และประเด็นทางกฎหมายทางการแพทย์และชีวจริยศาสตร์ที่เคยเกิดขึ้นมาแล้ว เพื่อที่จะให้นักศึกษาได้เข้าใจและตระหนักถึงประเด็นข้อกฎหมายเหล่านี้ ในที่นี้จะเรียนรู้ถึงประเด็นทางจริยศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์การแพทย์ รวมถึงจริยธรรมการทำวิจัยในสัตว์และมนุษย์ การปฏิบัติที่ผิดและการฉ้อโกง ตลอดจนความรับผิดชอบของนักวิจัย สถาบันและรัฐบาล

เค้าโครงรายวิชา

1. การจัดประเภทกฎหมายทางการแพทย์ พระราชบัญญัติสาธารณสุข พระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภคด้านสาธารณสุข (2 ชั่วโมง)
2. พระราชบัญญัติการแพทย์แผนไทย (2 ชั่วโมง)
3. พระราชบัญญัติยา (2 ชั่วโมง)
4. พระราชบัญญัติอาหาร (2 ชั่วโมง)
5. พระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พระราชบัญญัติวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตประสาท (2 ชั่วโมง)
6. พระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พระราชบัญญัติวัตถุมีพิษ กฎหมายควบคุมเครื่องมือแพทย์ (2 ชั่วโมง)
7. บัญชียาหลักแห่งชาติ (2 ชั่วโมง)
8. คำจำกัดความและขอบเขตของชีวจริยศาสตร์ การขโมยคัดลอกงานเขียน (หรือความคิด) การปฏิบัติที่ผิด ความเป็นเจ้าของผลงานหรือความคิด (2 ชั่วโมง)
9. แบบแผนและอุดมการณ์ของชีวจริยศาสตร์ ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับชีวจริยศาสตร์ (2 ชั่วโมง)
10. การใช้มนุษย์และสัตว์ทดลองในการวิจัย : การวิจัยที่ใช้สัตว์ทดลอง (2 ชั่วโมง)
11. ชีวจริยศาสตร์กับการใช้ข้อมูลทางพันธุกรรม : การวิจัยที่ใช้การทดลองกับมนุษย์ (2 ชั่วโมง)
12. ปัญหาทางคลินิกและปัญหาพิเศษทางชีวจริยศาสตร์ บูรณภาพและจริยศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ ปรัชญาชีวจริยศาสตร์และการแพทย์ (2 ชั่วโมง)

115705 Medical Law and Bioethics **2(2-0-6)**

Prerequisite : None

An introduction to medical legal principles and legal precedent relevant to issues in medical law and bioethics, providing foundation for understanding relevant laws. The ethical issues related to basic scientific and medical research including animal and human subject research, fraud and misconduct, governmental, institutional and researcher responsibilities.

Course Outline

1. Medical law classification, public health act, public health consumer protection act (2 hours)
2. Traditional Thai medicinal act (2 hours)
3. Drug act (2 hours)
4. Food act (2 hours)
5. Narcotic act, psychoneuro effect substance act (2 hours)
6. Cosmetic act, toxic substance act, medical instrumentation control law (2 hours)
7. National list of essential medicine (2 hours)
8. Definition and scope of bioethics, plagiarism, misconduct, ownership of ideas data and materials (2 hours)
9. Ideology and methodology of bioethics, issues of bioethics (2 hours)
10. Use of animal and human subjects; research involving animal subjects (2 hours)
11. Bioethical use of genetic information; research involving human subjects (2 hours)
12. Special and clinical topics in bioethics, ethics and integrity in sciences, medical and philosophical bioethics (2 hours)

115706 สารสนเทศชีวเวช **2(2-0-6)**

(Biomedical Informatics)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ศึกษาเกี่ยวกับการบริหารจัดการและการนำข้อมูลขนาดใหญ่มาใช้ในทางการแพทย์ การศึกษาประกอบด้วยภาคบรรยาย และการอ่านและวิจารณ์ผลงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับชีวเวช

เค้าโครงรายวิชา

1.	ขบวน(อาเรย์)	(2 ชั่วโมง)
2.	จุลขบวน(ไมโคร-อาเรย์)	(2 ชั่วโมง)
3.	โครงการจีโนมมนุษย์	(2 ชั่วโมง)
4.	โครงการจีโนมอื่นๆ	(2 ชั่วโมง)
5.	แมสสเปคโตรโฟโตมิเตอร์	(2 ชั่วโมง)
6.	โปรติโอมิคส์	(2 ชั่วโมง)
7.	พันธุกรรม & อีพิเจเนติคส์	(2 ชั่วโมง)
8.	การวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับขบวน(อาเรย์)	(2 ชั่วโมง)
9.	การจัดการข้อมูล	(2 ชั่วโมง)
10.	นาโนเทคโนโลยี	(2 ชั่วโมง)
11.	พิทฟอล	(2 ชั่วโมง)
12.	การประยุกต์ของสารสนเทศชีวเวช	(2 ชั่วโมง)

115706 Biomedical Informatics **2(2-0-6)**

Prerequisite : None

Studies of data management of micro-arrays and mass-spectophotometry. Class will consist of a combination of lecture, presentations with emphasis on data produced by micro-arrays and mass-spectrophotometry in the pathology field as well as guest seminars and small group discussions of papers.

Course Outline

1.	Arrays	(2 hours)
2.	Micro-arrays	(2 hours)
3.	Human genome project	(2 hours)
4.	Other genome projects	(2 hours)
5.	Mass spectrophotometer	(2 hours)
6.	Proteomics	(2 hours)
7.	Genetics & epigenetics	(2 hours)
8.	Statistical analysis for arrays	(2 hours)
9.	Data management	(2 hours)

10. Nanotechnology (2 hours)

11. Pitfalls (2 hours)

12. Application of biomedical informatics (2 hours)

115611 การเจริญและพัฒนาของตัวอ่อนมนุษย์ **4(4-0-12)**

(Human Developmental Anatomy)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

โครงสร้าง และกระบวนการเจริญเติบโตของตัวอ่อนมนุษย์ โดยเริ่มตั้งแต่การปฏิสนธิ จนกระทั่งมีอวัยวะครบถ้วน

เค้าโครงรายวิชา

1. การปฏิสนธิ และการเพิ่มจำนวนเซลล์ (3 ชั่วโมง)
2. เนื้อเยื่อเจริญของตัวอ่อน (3 ชั่วโมง)
3. การเจริญเติบโตของระบบประสาท (8 ชั่วโมง)
4. การเจริญเติบโตของระบบทางเดินอาหาร (3 ชั่วโมง)
5. การเจริญเติบโตของระบบหายใจ (3 ชั่วโมง)
6. การเจริญเติบโตของระบบขับถ่าย (3 ชั่วโมง)
7. การเจริญเติบโตของระบบสืบพันธุ์ (5 ชั่วโมง)
8. การเจริญเติบโตของระบบโครงร่าง (3 ชั่วโมง)
9. การเจริญเติบโตของระบบกล้ามเนื้อ (3 ชั่วโมง)
10. การเจริญเติบโตของระบบต่อมไร้ท่อ (3 ชั่วโมง)
11. การเจริญเติบโตของระบบไหลเวียนโลหิต (3 ชั่วโมง)
12. การเจริญเติบโตของระบบปกคลุมร่างกาย (3 ชั่วโมง)
13. การเจริญเติบโตของรก และสายสะดือ (5 ชั่วโมง)

115611 Human Developmental Anatomy **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Structure and process in development of embryo from fertilization to formation of organs in humans.

Course Outline

1. Fertilization and cell proliferation	(3 hours)
2. Germ layer	(3 hours)
3. Development of nervous system	(8 hours)
4. Development of digestive system	(3 hours)
5. Development of respiratory system	(3 hours)
6. Development of excretory system	(3 hours)
7. Development of reproductive system	(5 hours)
8. Development of skeleton system	(3 hours)
9. Development of muscular system	(3 hours)
10. Development of endocrine system	(3 hours)
11. Development of circulation system	(3 hours)
12. Development of integument system	(3 hours)
13. Development of placenta and umbilical cord system	(5 hours)

115612 จุลกายวิภาคศาสตร์ **4(4-0-12)**

(Microscopic Anatomy)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

โครงสร้าง และความสัมพันธ์ ของเนื้อเยื่อในอวัยวะตามระบบต่างๆ

เค้าโครงรายวิชา

1. โครงสร้างพื้นฐานของเนื้อเยื่อ และความสัมพันธ์	(3 ชั่วโมง)
2. จุลกายวิภาคของระบบประสาท	(5 ชั่วโมง)
3. จุลกายวิภาคของระบบประสาทสัมผัส	(3 ชั่วโมง)
4. จุลกายวิภาคของระบบทางเดินอาหาร	(3 ชั่วโมง)
5. จุลกายวิภาคของระบบหายใจ	(3 ชั่วโมง)
6. จุลกายวิภาคของระบบขับถ่าย	(3 ชั่วโมง)
7. จุลกายวิภาคของระบบสืบพันธุ์	(5 ชั่วโมง)
8. จุลกายวิภาคของระบบปกคลุมร่างกาย	(3 ชั่วโมง)
9. จุลกายวิภาคของระบบโครงร่าง	(5 ชั่วโมง)
10. จุลกายวิภาคของระบบกล้ามเนื้อ	(5 ชั่วโมง)

11. จุลกายวิภาคของระบบต่อมไร้ท่อ (5 ชั่วโมง)

12. จุลกายวิภาคของระบบไหลเวียนโลหิต (5 ชั่วโมง)

115612 Microscopic Anatomy **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Structure and composition of normal tissue in different organs of human, including various types of staining for visualization of specific cells and tissue.

Course Outline

1. Basic types of tissue and relationships (3 hours)
2. Histology of nervous system (5 hours)
3. Histology of sensory organs (3 hours)
4. Histology of digestive system (3 hours)
5. Histology of respiratory system (3 hours)
6. Histology of excretory system (3 hours)
7. Histology of reproductive system (5 hours)
8. Histology of integument system (3 hours)
9. Histology of skeleton system (5 hours)
10. Histology of muscular system (5 hours)
11. Histology of endocrine system (5 hours)
12. Histology of circulation system (5 hours)

115613 เทคนิคการศึกษาเนื้อเยื่อทางกล้องจุลทรรศน์ **4(3-2-10)**

(Microscopic Techniques for Tissue)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

เทคนิคการเตรียมเนื้อเยื่อของสัตว์ และการย้อมสีแบบต่างๆ สำหรับกล้องจุลทรรศน์ รวมทั้งการศึกษาโครงสร้าง และส่วนประกอบต่างๆ ของเนื้อเยื่อ

เค้าโครงรายวิชา

ทฤษฎี

1. บทนำทั่วไปของการศึกษาเนื้อเยื่อสัตว์โดยกล้องจุลทรรศน์ (8 ชั่วโมง)
2. กล้องจุลทรรศน์ชนิดต่างๆ (8 ชั่วโมง)
3. เทคนิคการเตรียมตัวอย่าง และการย้อมแบบต่างๆ (8 ชั่วโมง)
4. เทคนิคการเตรียมเนื้อเยื่อสำหรับทีอีเอ็มและเอสอีเอ็ม (4 ชั่วโมง)
5. การย้อมแบบอิมมูโนไซโตเคมิสตรี (4 ชั่วโมง)
6. การย้อมแบบออโตเรดิโอกราฟี (4 ชั่วโมง)

ปฏิบัติการ

1. การเตรียมบล็อกพาราฟิน (2 ชั่วโมง)
2. การเตรียมบล็อกเรซิน (2 ชั่วโมง)
3. เทคนิคการตัดตัวอย่างชิ้นเนื้อโดยไมโครโตมและอุลตราไมโครโตม (2 ชั่วโมง)
4. การใช้กล้องชนิดทีอีเอ็มและเอสอีเอ็ม (4 ชั่วโมง)
5. การย้อมตัวอย่างชิ้นเนื้อ แบบต่างๆ (8 ชั่วโมง)
6. การย้อมแบบอิมมูโนไซโตเคมิสตรี (2 ชั่วโมง)
7. การย้อมแบบออโตเรดิโอกราฟี (2 ชั่วโมง)

115613 Microscopic Techniques for Tissue **4(3-2-10)**

Prerequisite : None

Specimen preparation for light microscope, including infiltration, embedding, sectioning, and staining for both paraffin and resin blocks.

Course Outline

Theory

1. Specimen preparation for light microscope (8 hours)
2. Types of microscopes (8 hours)
3. Techniques for staining (8 hours)
4. Specimen preparation and staining for TEM and SEM (4 hours)
5. Immunocytochemistry (4 hours)

6. Autoradiography (4 hours)

Laboratory

1. Preparation for paraffin block (2 hours)
2. Preparation for resin block (2 hours)
3. Practice in microtome and ultramicrotome (2 hours)
4. Operation of TEM and SEM (4 hours)
5. Types of staining (8 hours)
6. Immunocytochemistry (2 hours)
7. Autoradiography (2 hours)

115621 สรีรวิทยาบูรณาการ **3(3-0-9)**

(Integrated Physiology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

บูรณาการความรู้หลักการทางสรีรวิทยาและการควบคุมระบบต่างๆ ดังนี้ ระบบประสาท ระบบต่อมไร้ท่อ ระบบโครงสร้างและกล้ามเนื้อ ระบบหัวใจร่วมหลอดเลือด ระบบหายใจ ระบบทางเดินอาหาร และระบบสืบพันธุ์ โดยเน้นการนำความรู้มาใช้ในการทำวิจัย ชีวิตประจำวัน วิทยาศาสตร์การกีฬา และทางการแพทย์

เค้าโครงรายวิชา

1. บูรณาการความรู้หลักการทางสรีรวิทยาและการควบคุมระบบ (24 ชั่วโมง)
   - ระบบประสาท
   - ระบบต่อมไร้ท่อ
   - ระบบโครงสร้างและกล้ามเนื้อ
   - ระบบหัวใจร่วมหลอดเลือด
   - ระบบหายใจ
   - ระบบทางเดินอาหาร
   - ระบบสืบพันธุ์
2. สรีรวิทยาเชิงบูรณาการในการวิจัย ชีวิตประจำวัน วิทยาศาสตร์การกีฬาและทางการแพทย์ (12 ชั่วโมง)

115621 Integrated Physiology **3(3-0-9)**

Prerequisite : None

Integration of knowledge about physiological principles and control of various systems, including nervous, endocrine, musculoskeletal, cardiovascular, respiratory, gastrointestinal and reproductive systems. Emphasis given on the utilization of knowledge in research topics, daily life, sport science and medicine.

Course Outline

1. Integration of knowledge concerning physiological principles and control of various systems, including (24 hours)
   - Nervous system
   - Endocrine system
   - Musculoskeletal system
   - Cardiovascular system
   - Respiratory system
   - Gastrointestinal system
2. The utilization of knowledge in research topics, daily life, sport science and medicine (12 hours)

115622 การทดลองทางสรีรวิทยา **3(3-0-9)**

(Experimental Physiology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

การวัดศักย์ไฟฟ้าชีวภาพ ความเข้มข้นของสาร การไหล พฤติกรรม เทคนิคทางชีววิทยาระดับโมเลกุล การควบคุมสัตว์ทดลองและการผ่าตัด สรีรวิทยาระบบหายใจ สรีรวิทยาระบบหัวใจร่วมหลอดเลือด สรีรวิทยาของไต สรีรวิทยาระบบทางเดินอาหาร ประสาทสรีรวิทยา สรีรวิทยาระบบสืบพันธุ์ สรีรวิทยาระบบต่อมไร้ท่อ สรีรวิทยาการออกกำลังกาย

เค้าโครงรายวิชา

1. การวัดศักย์ไฟฟ้าชีวภาพ ความเข้มข้นของสาร การไหล พฤติกรรม (6 ชั่วโมง)
2. การควบคุมสัตว์ทดลองและการผ่าตัด (6 ชั่วโมง)
3. การทดลองทางด้าน (24 ชั่วโมง)

- ชีววิทยาระดับโมเลกุล
- สรีรวิทยาระบบหายใจ
- สรีรวิทยาระบบหัวใจร่วมหลอดเลือด
- สรีรวิทยาของไต
- สรีรวิทยาระบบทางเดินอาหาร
- ประสาทสรีรวิทยา
- สรีรวิทยาระบบสืบพันธุ์
- สรีรวิทยาระบบต่อมไร้ท่อ
- สรีรวิทยาการออกกำลังกาย

115622 Experimental Physiology **3(3-0-9)**

Prerequisite : None

Measurements of bioelectrical potentials, concentration of substances, flows and behaviours. Techniques in molecular biology, animal restraint and surgery, respiratory physiology, cardiovascular physiology, renal physiology, alimentary physiology, neurophysiology, reproductive physiology, endocrine physiology, physiology of exercise.

Course Outline

1. Measurements of bioelectrical potentials, concentration of substances, flows and behaviors (6 hours)
2. Animal restraint and surgery (6 hours)
3. Experimental in: (24 hours)
   - Molecular biology
   - Respiratory physiology
   - Cardiovascular physiology
   - Renal physiology
   - Alimentary physiology
   - Neurophysiology
   - Reproductive physiology
   - Endocrine physiology
   - Exercise physiology

115721 สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย **4(4-0-12)**

(Exercise Physiology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อการออกกำลังกายของระบบต่างๆ โดยเฉพาะระบบกล้ามเนื้อและประสาท ระบบหัวใจร่วมหลอดเลือด ระบบหายใจ ระบบต่อมไร้ท่อ ระบบภูมิคุ้มกัน เมแทบอลิซึม การควบคุมอุณหภูมิร่างกาย และความสมดุลของกรด-ด่างในขณะออกกำลังกาย การปรับตัวต่อการฝึก เทคนิคและวิธีการที่ใช้ในสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย การประยุกต์ใช้เพื่อสุขภาพและการกีฬา

เค้าโครงรายวิชา

1. บทนำสู่การศึกษาสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (2 ชั่วโมง)
2. การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อการออกกำลังกายของระบบต่างๆ (32 ชั่วโมง)
   - ระบบกล้ามเนื้อ
   - ระบบประสาท
   - ระบบหัวใจร่วมหลอดเลือด
   - ระบบหายใจ
   - ระบบต่อมไร้ท่อ
   - ระบบภูมิคุ้มกัน
   - เมแทบอลิซึม
   - การควบคุมอุณหภูมิร่างกาย
   - ความสมดุลของกรด-ด่างในขณะออกกำลังกาย
3. การปรับตัวต่อการฝึก (4 ชั่วโมง)
4. เทคนิคและวิธีการที่ใช้ในสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (6 ชั่วโมง)
5. การประยุกต์ใช้เพื่อสุขภาพและการกีฬา (4ชั่วโมง)

115721 Exercise Physiology **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Physiologic responses to exercise, especially those of the neuromuscular system, cardiovascular system, respiratory system, endocrine system, immune system, metabolism and body temperature regulation. Body adaptation to training as well as techniques and methods in exercise physiology, the application of exercise physiology to health and sports.

Course Outline

1. Introduction to exercise physiology (2 hours)
2. Physiological responses to exercise (32 hours)
   - Musculoskeletal system
   - Nervous system
   - Cardiovascular system
   - Respiratory system
   - Endocrine system
   - Immune system
   - Metabolism
   - Thermoregulation
   - Acid – base balance during exercise
3. Adaptation to training (4 hours)
4. Techniques and methods in exercise physiology (6 hours)
5. Application of exercise physiology to health and sports (4 hours)

115722 อณูสรีรวิทยาของเซลล์ขั้นสูง **4(4-0-12)**

(Advanced Cellular and Molecular Physiology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

แนวคิดขั้นสูงของสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์และช่องไอออน กลไกการขนส่งผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ การควบคุมการทำงานของเซลล์ต่างๆ เทคนิคและวิธีการในการศึกษาคุณสมบัติและการทำงานของเซลล์

เค้าโครงรายวิชา

1. บทนำ: การจัดระบบของเซลล์ตามหน้าที่ (2 ชั่วโมง)
2. เคมีเชิงชีวฟิสิกส์ กระบวนการเมแทบอลิซึม ตัวนำรหัสตัวที่สองและ โครงสร้างละเอียด (4 ชั่วโมง)
3. สรีรวิทยาของเยื่อหุ้มเซลล์: สรีรวิทยาของการขนส่ง ปั๊ม และตัวแลกเปลี่ยน (6 ชั่วโมง)
4. ความสามารถในการถูกกระตุ้นของเยื่อหุ้มเซลล์ และ ช่องสำหรับไอออน (6 ชั่วโมง)
5. การส่งผ่านข้อมูลผ่านจุดประสาน และการถ่ายโอนข้อมูลความรู้สึก (6 ชั่วโมง)
6. การควบคุมการแสดงออกของยีน (4 ชั่วโมง)

7. สรีรวิทยาทางไฟฟ้าของเยื้อหุ้มเซลล์: ศักย์ไฟฟ้าของเยื่อหุ้มเซลล์ (4 ชั่วโมง)
8. ความสามารถในการถูกกระตุ้นด้วยไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้าทำงาน (6 ชั่วโมง)
9. สรีรวิทยาในระดับเซลล์ของกล้ามเนื้อโครงร่าง กล้ามเนื้อหัวใจ และกล้ามเนื้อเรียบ (4 ชั่วโมง)
10. เทคนิคและวิธีการในการศึกษาคุณสมบัติและการทำงานของเซลล์ (6 ชั่วโมง)

115722 Advanced Cellular and Molecular Physiology **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Advanced concepts in physicochemical properties of the cell, the cell membrane and ion channels, mechanisms of the membrane transport, controls of cellular functions, techniques and methods of studying cell properties and functions.

Course Outline

1. Introduction: functional organization of the cell (2 hours)
2. Biophysical chemistry, metabolism, second messengers and ultrastructure (4 hours)
3. The physiology of membranes: (6 hours)
   - Transport physiology, pumps and exchangers
4. Membrane excitability and ion channels (6 hours)
5. Synaptic transmission and sensory transduction (6 hours)
6. Regulation of gene expression (4 hours)
7. Electrophysiology of the cell membrane: membrane potential (4 hours)
8. Electrical excitability and action potentials (6 hours)
9. Cellular physiology of skeletal, cardiac and smooth muscle (4 hours)
10. Techniques and methods of studying cell properties and functions (6 hours)

115723 ประสาทเคมี **4(4-0-12)**

(Neurochemistry)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ชีวเคมีของเซลล์ประสาทและส่วนประกอบระดับโมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบของโครงสร้าง และการทำงานต่างๆ ในเซลล์ประสาทและนิวโรเกลีย ศึกษาสารเคมีและฮอร์โมนในระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมทั่วไปในภาวะต่างๆ

เค้าโครงรายวิชา

1. ประสาทเคมีในระดับเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ประสาท (10 ชั่วโมง)
2. ชีวเคมีของเซลล์ประสาทและส่วนประกอบระดับโมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างและการทำงานต่างๆ ในเซลล์ประสาทและนิวโรเกลีย (8 ชั่วโมง)
3. การส่งสัญญาณระหว่างเซลล์ (12 ชั่วโมง)
   - การส่งผ่านจุดประสานและการส่งสัญญาณในระดับเซลล์
   - สารเคมีและฮอร์โมนในระบบประสาทที่เกี่ยวพันกับพฤติกรรมในสภาวะต่างๆ
4. การส่งสัญญาณภายในเซลล์ (10 ชั่วโมง)
5. เมแทบอลิซึม (8 ชั่วโมง)
   - เมแทบอลิซึมเพื่อให้ได้พลังงานของสมอง
   - สารอาหารและหน้าที่ของสมอง

115723 Neurochemistry **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Biochemistry of neurone, molecular composition of structures and various functions of neurones and neuroglia. Chemical substances and hormones in nervous system involved in behavior in various conditions.

Course Outline

1. Cellular neurochemistry and neural membranes (10 hours)
2. Biochemistry of neurone, molecular composition of structure and various functions of neurone and neuroglia (8 hours)
3. Intercellular signaling (12 hours)
   - Synaptic transmission and cellular signaling
   - Chemical substances and hormones in nervous system involved in behavior in various conditions
4. Intracellular signaling (10 hours)
5. Metabolism (8 hours)
   - Energy metabolism of the brain
   - Nutrition and brain function

115724 ระบบการไหลเวียนโลหิตทางชีวเวชศาสตร์ **4(4-0-12)**

(Cardiovascular System in Biomedical Science)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

แนวคิดพื้นฐานทางระบบการไหลเวียนโลหิตในชีวเวชศาสตร์ กายวิภาคศาสตร์ และสรีรวิทยาของระบบการไหลเวียนโลหิต การควบคุมหน้าที่การทำงานของระบบการไหลเวียนโลหิต พยาธิ สรีรวิทยาของระบบการไหลเวียนโลหิต เช่น หัวใจวาย นอกจากนั้นจะเรียนรู้ถึงเภสัชพลศาสตร์ เภสัชจลศาสตร์ และเภสัชบำบัดของยาที่ใช้ในโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด และยาที่ใช้รักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้

เค้าโครงรายวิชา

1. แนวคิดพื้นฐานระบบการไหลเวียนโลหิตทางชีวเวชศาสตร์ (4 ชั่วโมง)
2. กายวิภาคศาสตร์ของระบบการไหลเวียนโลหิต (8 ชั่วโมง)
3. สรีรวิทยาของระบบการไหลเวียนโลหิต (4 ชั่วโมง)
4. การควบคุมการทำงานของระบบการไหลเวียนโลหิต (4 ชั่วโมง)
5. การควบคุมการทำงานของระบบหัวใจและปอด (8 ชั่วโมง)
6. ยาที่มีผลต่อการทำหน้าที่ของหัวใจ (7 ชั่วโมง)
7. ยาบีบหลอดเลือด (3 ชั่วโมง)
8. ยาขยายหลอดเลือด (3 ชั่วโมง)
9. ยาลดไขมันในเลือด (2 ชั่วโมง)
10. ยาที่ใช้ห้ามเลือดและป้องกันลิ่มเลือด (3 ชั่วโมง)
11. ยาที่ช่วยในการสร้างเม็ดเลือดและสารที่ช่วยสร้างเม็ดเลือด (2 ชั่วโมง)

115724 Cardiovascular System in Biomedical Science **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Concepts of cardiovascular system in biomedical science; Anatomy and physiology of cardiovascular system; Regulation of cardiovascular function; Pathophysiology of cardiovascular system such as heart failure as well as pharmacodynamics, pharmacokinetics and pharmacotherapeutics of drugs used in cardiovascular diseases.

Course Outline

1. Concepts of cardiovascular system in biomedical science (4 hours)
2. Anatomy of cardiovascular system (8 hours)

3. Physiology of cardiovascular system (4 hours)

4. Regulation of cardiovascular function (4 hours)

5. Pathophysiology of cardiovascular system (8 hours)

6. Drugs that effect cardiac function (7 hours)

7. Vasoconstrictor drugs (3 hours)

8. Vasodilator drugs (3 hours)

9. Lipid lowering drugs (2 hours)

10. Drugs used to treat haemostasis and thrombosis (3 hours)

11. Haemopoitic drugs and haemopoietic growth factor (2 hours)

115725 ระบบต่อมไร้ท่อทางชีวเวชศาสตร์ **4(4-0-12)**

(Endocrine System in Biomedical Science)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

เนื้อหาจะเกี่ยวข้องกับกายวิภาคศาสตร์ จุลกายวิภาคศาสตร์ของต่อมไร้ท่อ รวมถึงบทบาทหน้าที่ของระบบต่อมไร้ท่อในการรักษาสภาวะสมดุล และความสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อ นอกจากนี้ยังศึกษาเกี่ยวกับโรคที่เกิดจากการขาดสมดุลของระบบต่อมไร้ท่อและการรักษาด้วยยาที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้

เค้าโครงรายวิชา

1. บทนำ: หลักการทั่วไปของระบบต่อมไร้ท่อ (2 ชั่วโมง)

2. กายวิภาคศาสตร์ จุลกายวิภาคศาสตร์ของต่อมไร้ท่อ (6 ชั่วโมง)

3. ไฮโปธาลามัสและต่อมใต้สมอง (4 ชั่วโมง)

4. ต่อมหมวกไต (2 ชั่วโมง)

5. ต่อมธัยรอยด์ (2 ชั่วโมง)

6. ตับอ่อน (2 ชั่วโมง)

7. ต่อมพาราธัยรอยด์ วิตามินดี และการควบคุมเมแทบอลิซึมของแคลเซียม (2 ชั่วโมง)

8. ต่อมเพศและระบบสืบพันธุ์ (2 ชั่วโมง)

   -ระบบสืบพันธุ์เพศชาย (2 ชั่วโมง)

   -ระบบสืบพันธุ์เพศหญิง (2 ชั่วโมง)

9. เรนนิน-แองจิโอเทนซิน และการควบคุมความดันโลหิต (2 ชั่วโมง)

10. การควบคุมน้ำ เกลือแร่ และอิเล็กโทรไลต์ (2 ชั่วโมง)

11. เมื่อฮอร์โมนเป็นยาและความรู้ทั่วไปของฮอร์โมน (4 ชั่วโมง)
12. ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองและไฮโปทาลามัส (4 ชั่วโมง)
13. ยาธัยรอยด์และยาที่ยับยั้งการทำงานของต่อมธัยรอยด์ (4 ชั่วโมง)
14. ยาที่เกี่ยวข้องกับต่อมไร้ท่ออื่นๆ (6 ชั่วโมง)

115725 Endocrine System in Biomedical Science **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

A comprehensive study of the endocrine system; Anatomy of the endocrine system; The role of the endocrine system in maintaining homeostasis and the relationship of the nervous system to the endocrine system are explored. The pathological diseases associated with endocrine imbalance and related drugs for treatments are also investigated.

Course Outline

1. Introduction: General principles of endocrinology (2 hours)
2. Anatomy and histology of endocrine glands (6 hours)
3. Hypothalamus and pituitary gland (4 hours)
4. Adrenal gland (2 hours)
5. Thyroid gland (2 hours)
6. Pancreas (2 hours)
7. Parathyroid glands, vitamin D and hormonal control of calcium metabolism (2 hours)
8. Gonads and reproduction (2 hours)
   - Male reproduction system (2 hours)
   - Female reproduction system (2 hours)
9. Renin-Angiotensin and regulation of blood pressure (2 hours)
10. Endocrine regulation of water, mineral and electrolytes (2 hours)
11. Hormones as drugs : General knowledge of hormones (4 hour)
12. Hypothalamic and pituitary hormones (4 hours)
13. Thyroid and thyroid inhibitors (4 hours)
14. Hormones as drugs from other endocrines (6 hours)

115726 ระบบไตทางชีวเวชศาสตร์ **4(4-0-12)**

(Renal System in Biomedical Science)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

แนวคิดปัจจุบันเกี่ยวกับชีวเวชศาสตร์ของระบบไต พัฒนาการทางกายวิภาคของระบบไต การควบคุมการทำงานของไต เส้นประสาทของไต สมดุลของน้ำและอิเล็กโทรไลต์และความผิดปกติ สมดุลของกรดด่างและความผิดปกติ ความดันเลือดสูงที่เกิดจากไต ยาขับปัสสาวะ ภาวะไตวาย เทคนิคและวิธีการรักษาในระบบไต เช่น การล้างไตทางเลือดและทางช่องท้อง การปลูกถ่ายไต การอภิปรายผลงานวิจัยใหม่ๆ ทางสรีรวิทยาของไต

เค้าโครงรายวิชา

1. แนวคิดปัจจุบันเกี่ยวกับการควบคุมการทำงานของไตและพยาธิสรีรวิทยาของไต (4 ชั่วโมง)
2. พัฒนาการทางกายวิภาคของระบบไต (8 ชั่วโมง)
3. การควบคุมการทำงานของไต (4 ชั่วโมง)
4. การควบคุมความสมดุลของน้ำและอิเล็กโทรไลต์และความผิดปกติ (8 ชั่วโมง)
5. การควบคุมความสมดุลของกรด-ด่าง และความผิดปกติ (8 ชั่วโมง)
6. พยาธิสรีรวิทยาและความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับระบบไต (12 ชั่วโมง)
7. เทคนิคและวิธีการรักษาในระบบไต (4 ชั่วโมง)

115726 Renal System in Biomedical Science **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Current concepts of the renal system in biomedical science, development of renal system, renal nerve, mechanism of renal system, body water and electrolyte balance and imbalance, acid-base and disorders, renal hypertension, diuretics, renal failure, technique and treatment in the renal system, such as hemodialysis, peritoneal dialysis, renal transplantation.

Course Outline

1. Current concepts of renal system in biomedical science (4 hours)
2. Development of renal system (8 hours)
3. Mechanism of renal system (4 hours)
4. Physiologic water and electrolyte balance and imbalance (8 hours)
5. Physiologic acid-base balance and imbalance (8 hours)

6. Pathophysiology and abnormaliries in renal system (12 hours)

7. Techniques and treatment in renal system (4 hours)

115727 ระบบทางเดินอาหารและกระบวนการเมแทบอลิซึม ทางชีวเวชศาสตร์ **4(4-0-12)**

(Gastrointestinal System and Metabolism in Biomedical Science)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

พัฒนาการและกายวิภาค ระบบไหลเวียน และระบบน้ำเหลือง ระบบประสาทในทางเดินอาหาร ฮอร์โมน ระบบภูมิคุ้มกันและแบคทีเรียในทางเดินอาหาร และกระบวนการเมแทบอลิซึม โดยเน้นการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ ตลอดจนเรียนรู้ถึงเภสัชวิทยาของยาที่ใช้ในระบบทางเดินอาหาร รวมทั้งจะเรียนรู้ถึงกลไกปัจจุบันของยาที่เหนี่ยวนำความผิดปกติของระบบทางเดินอาหารด้วย

เค้าโครงรายวิชา

1. พัฒนาการของระบบทางเดินอาหาร (2 ชั่วโมง)
2. กายวิภาคของระบบทางเดินอาหาร (4 ชั่วโมง)
3. หลักการทั่วไปของหน้าที่ของระบบทางเดินอาหาร (6 ชั่วโมง)
   - ความสามารถในการเคลื่อนไหวของทางเดินอาหาร
   - ระบบไหลเวียน และระบบน้ำเหลืองในทางเดินอาหาร
   - ระบบภูมิคุ้มกันในทางเดินอาหาร
   - การควบคุมการทำงานของระบบทางเดินอาหาร
   - ระบบประสาทในทางเดินอาหาร
   - เปปไทด์ในทางเดินอาหาร
4. การขับเคลื่อนและการผสมอาหารในทางเดินอาหาร (2 ชั่วโมง)
5. หน้าที่ในการหลั่งสารคัดหลั่งของทางเดินอาหาร (4 ชั่วโมง)
6. การย่อยและการดูดซึมในทางเดินอาหาร (6 ชั่วโมง)
7. การดูดซึมของเหลวและอิเล็กโทรไลต์ (2 ชั่วโมง)
8. สรีรวิทยาของผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร (4 ชั่วโมง)
9. ยาที่ใช้รักษาการหลั่งของกรดในกระเพาะอาหาร (6 ชั่วโมง)
10. การอาเจียนและยาต้านการอาเจียน (2 ชั่วโมง)
11. ยาที่ใช้รักษาการเคลื่อนไหวของระบบทางเดินอาหาร (3 ชั่วโมง)
12. ยารักษาโรคการอักเสบของลำไส้เรื้อรัง (2 ชั่วโมง)

13. ยาที่ส่งผลต่อระบบน้ำดี (2 ชั่วโมง)

14. ยาต้านจุลชีพที่ใช้รักษาโรคกระเพาะ (3 ชั่วโมง)

115727 Gastrointestinal System and Metabolism in Biomedical Science **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

The ontogeny and anatomy, blood and lymphatic circulation, enteric nervous system, hormone, immune system of the alimentary tract and the enteric bacteria and metabolic process focusing on the application in medicine. Pharmacology of gastrointestinal drugs. Recent mechanism of drugs induced gastrointestinal disorders.

Course Outline

1. The ontogeny of the alimentary tract (2 hours)
2. Anatomy of the alimentary tract (4 hours)
3. General principles of gastrointestinal function: (6 hours)
   - Motility of the alimentary tract
   - Blood and lymphatic circulation of the alimentary tract
   - Immune system of the alimentary tract
   - Regulation of gastrointestinal functions
   - Innervation of the gastrointestinal tract
   - Peptides of the gastrointestinal tract
4. Propulsion and mixing of food in the alimentary tract (2 hours)
5. Secretory functions of the alimentary tract (4 hours)
6. Digestion and absorption in the gastrointestinal tract (6 hours)
7. Fluid and electrolyte absorption (2 hours)
8. Physiology of gastrointestinal disorders (4 hours)
9. Drug used to treat gastric secretion (6 hours)
10. Emetic and anti-emetic drugs (2 hours)
11. Drugs used to treat the motility of the gastrointestinal tract (3 hours)
12. Drugs used to treat chronic inflammatory bowel disease (2 hours)
13. Drugs affecting the biliary system (2 hours)
14. Antimicrobial agents used to treat peptic ulcer disease (3 hours)

115728 สรีรวิทยาของผู้สูงอายุ **3(3-0-9)**

(Aging Physiology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในระบบต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับผู้สูงอายุ การป้องกันและฟื้นฟูสมรรถภาพของผู้สูงอายุ

เค้าโครงรายวิชา

1. บทนำเข้าสู่สรีรวิทยาของผู้สูงอายุ (3 ชั่วโมง)
2. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในระบบต่างๆ ของผู้สูงอายุ (27 ชั่วโมง)
   - ระบบประสาท
   - ระบบฮอร์โมน
   - ระบบไหลเวียนโลหิต
   - ระบบหายใจ
   - ระบบภูมิคุ้มกัน
   - ระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ
   - ระบบย่อยอาหาร
   - ระบบไต
   - ระบบสืบพันธุ์
3. การป้องกันและฟื้นฟูสมรรถภาพของผู้สูงอายุ (6 ชั่วโมง)

115728 Aging Physiology **3(3-0-9)**

Prerequisite : None

Physiological change in systemic and organismic aging. Prevention and rehabilitation

Course Outline

1. Introduction to aging physiology (3 hours)
2. Systemic and organismic change in aging physiology (27 hours)
   - Nervous system
   - Hormonal system
   - Cardiovascular system
   - Respiratory system

- Immune system
- Skeletal and Muscular systems
- Digestive system
- Renal system
- Reproductive system

3. Prevention and rehabilitation (6 hours)

115729 ระบบหายใจทางชีวเวชศาสตร์ **4(4-0-12)**

(Respiratory System in Biomedical Science)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

แนวคิดพื้นฐานทางชีวเวชศาสตร์ในระบบหายใจ กายวิภาคศาสตร์ และสรีรวิทยาของระบบหายใจ การควบคุมหน้าที่การทำงานของระบบหายใจ พยาธิสรีรวิทยาของระบบหายใจ เช่น การอุดตันของปอดแบบเรื้อรัง และความผิดปกติในการควบคุมระบบหายใจ นอกจากนั้นจะได้เรียนรู้ถึงเภสัชวิทยาของยาที่ใช้ในระบบทางเดินหายใจ ยาที่กระตุ้นและกดทางเดินหายใจ

เค้าโครงรายวิชา

1. แนวคิดพื้นฐานทางชีวเวชศาสตร์ในระบบหายใจ (2 ชั่วโมง)
2. กายวิภาคศาสตร์ของระบบหายใจ (6 ชั่วโมง)
3. สรีรวิทยาของระบบหายใจ (4 ชั่วโมง)
4. การควบคุมการทำงานของระบบหายใจ (8 ชั่วโมง)
5. พยาธิสรีรวิทยาของระบบหายใจ (8 ชั่วโมง)
6. ยาที่ส่งผลต่อระบบทางเดินหายใจ (2 ชั่วโมง)
7. ยาที่ใช้ที่รักษาโรคหอบหืด (5 ชั่วโมง)
8. ยาที่ใช้รักษาเยื่อจมูกอักเสบ (3 ชั่วโมง)
9. ยาที่ใช้รักษาโรคปอดอุดตันเรื้อรัง (2 ชั่วโมง)
10. ยาที่ใช้รักษาอาการไอ (2 ชั่วโมง)
11. ยาขับเสมหะ ยาละลายเสมหะ และยารักษาอาการคัดจมูก (2 ชั่วโมง)
12. ยาที่ใช้รักษาโรคหวัด ไข้หวัดใหญ่ โรคซาร์ส และไข้หวัดนก (4 ชั่วโมง)

115729 Respiratory System in Biomedical Science **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Concepts of respiration system in biomedical science; Anatomy and physiology of respiration system; Regulation of respiration function; Pathophysiology of respiration system such as chronic obstructive pulmonary and abnormal respiratory control. The course will also emphasize the current concepts in the pharmacology of drugs used in the respiratory system. Drugs causing respiratory stimulants and depression are also discussed.

Course Outline

1. Concepts of respiratory system in biomedical science	(2 hours)
2. Anatomy of respiration system	(6 hours)
3. Physiology of respiration system	(4 hours)
4. Regulation of respiration function	(8 hours)
5. Pathophysiology of respiration system	(8 hours)
6. Drugs which affect respiration	(2 hours)
7. Drugs used to treat asthma	(5 hours)
8. Drugs used to treat rhinitis	(3 hours)
9. Drugs used to treat chronic obstructive pulmonary disease	(2 hours)
10. Drugs used to treat cough	(2 hours)
11. Expectorants, mucolytic agents and nasal decongestants	(2 hours)
12. Drugs used to treat common cold, influenza, SARS and bird flu	(4 hours)

115821 ประสาทวิทยาศาสตร์ระดับเซลล์และโมเลกุล **4(4-0-12)**

(Cellular and Molecular Neuroscience)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ศึกษาพื้นฐานของโครงสร้างของระบบประสาทและหน้าที่ในระดับเซลล์และโมเลกุล หัวข้อรวมถึงการสร้างจุดประสาน การส่งผ่านข้อมูลผ่านจุดประสาน การคงสภาพและสภาพพลาสติกของจุดประสานซึ่งอธิบายได้โดยกระบวนการที่เกิดขึ้นในระดับเซลล์และโมเลกุล

เค้าโครงรายวิชา

1. การจัดระบบของระบบประสาท	(4 ชั่วโมง)

2. ส่วนประกอบระดับเซลล์ของระบบประสาท (4 ชั่วโมง)

3. การจัดระบบของระบบประสาทในระดับย่อยของเซลล์ (4 ชั่วโมง)

- ออร์แกเนลล์และหน้าที่ของแต่ละออร์แกเนลล์

4. คุณสมบัติอิเล็คโตรโทนิกของแอกซอนและเดนไดรท์ (4 ชั่วโมง)

5. ศักย์ไฟฟ้าเยื่อหุ้มเซลล์และศักย์ไฟฟ้าทำงาน (4 ชั่วโมง)

6. การหลั่งสารสื่อประสาท (4 ชั่วโมง)

7. สารสื่อประสาท (4 ชั่วโมง)

8. ตัวรับสำหรับสารสื่อประสาท (4 ชั่วโมง)

9. การสื่อสารภายในเซลล์ (4 ชั่วโมง)

10. การสื่อสารระหว่างเซลล์ผ่านรอยต่อที่เป็นช่องว่าง (4 ชั่วโมง)

11. ศักย์ไฟฟ้าเยื่อหุ้มเซลล์หลังจุดประสานและการหาปริพันธ์ของจุดประสาน (4 ชั่วโมง)

12. กระบวนการจัดการข้อมูลในเดนไดรท์ (4 ชั่วโมง)

115821 Cellular and Molecular Neuroscience **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

The cellular and molecular basis of nervous system structure and function. Synapse formation, synaptic transmission, the maintenance and plasticity of synaptic connections with an emphasis on the cellular and molecular mechanisms underlying these events.

Course Outline

1. Organization of nervous system (4 hours)

2. The cellular components of nervous system (4 hours)

3. Subcellular organization of the nervous system: Organelles and their functions (4 hours)

4. Electrotonic properties of axons and dendrites (4 hours)

5. Membrane potential and action potential (4 hours)

6. Release of neurotransmitters (4 hours)

7. Neurotransmitters (4 hours)

8. Neurotransmitter receptors (4 hours)

9. Intracellular signaling (4 hours)

10. Cell-cell interaction via gap junctions (4 hours)

11. Postsynaptic potentials and synaptic integration (4 hours)

12. Information processing in dendrites (4 hours)

115822 ระบบไหลเวียนโลหิตขั้นสูงทางชีวเวชศาสตร์ 4(4-0-12)

(Advanced Cardiovascular System in Biomedical Science)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ศึกษาการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด การไหลเวียนของเลือดและระบบหลอดน้ำเหลือง การไหลเวียนของเลือดเฉพาะที่ กลไกการควบคุมการทำงานของระบบหัวใจร่วมหลอดเลือด คลื่นไฟฟ้าของหัวใจในภาวะปกติและผิดปกติ การรักษาสมดุลของระบบหัวใจร่วมหลอดเลือดในภาวะปกติและภาวะการเจ็บป่วย

เค้าโครงรายวิชา

1. บทนำสู่สรีรวิทยาระบบไหลเวียนขั้นสูงทางชีวเวชศาสตร์ (4 ชั่วโมง)
2. การทำงานของหัวใจและหลอดเลือด (4 ชั่วโมง)
3. การไหลเวียนของเลือดและระบบหลอดน้ำเลือง (4 ชั่วโมง)
4. การไหลเวียนของเลือดเฉพาะที่ (4 ชั่วโมง)
5. กลไกการควบคุมการทำงานของระบบหัวใจร่วมหลอดเลือด (6 ชั่วโมง)
6. คลื่นไฟฟ้าของหัวใจในภาวะปกติและผิดปกติ (8 ชั่วโมง)
7. การรักษาสมดุลของระบบหัวใจร่วมหลอดเลือดในภาวะปกติและภาวะเจ็บป่วย (18 ชั่วโมง)
   - การอักเสบและการบาดเจ็บ
   - ช็อค
   - ความดันโลหิตสูง
   - ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตาย
   - หลอดเลือดแข็งตัว
   - การออกกำลังกาย

115822 Advanced Cardiovascular System in Biomedical Science 4(4-0-12)

Prerequisite : None

The functions of the heart and blood vessels, dynamic of blood and lymph flow, circulatory through special regions, the integration of cardiovascular control, cardiovascular homeostasis in

health and diseases.

Course Outline

1. Introduction to advanced cardiovascular physiology (4 hours)
2. Functions of the heart and blood vessels (4 hours)
3. Dynamic of blood and lymph flow (4 hours)
4. Circulatory through special regions (4 hours)
5. Cardiovascular regulatory mechanisms (6 hours)
6. Standard ECG and abnormalities (8 hours)
7. Cardiovascular homeostasis in health and diseases (18 hours)
   - Inflammation and would healing
   - Shock
   - Hypertension
   - Myocardial infarction
   - Atherosclerosis
   - Exercise

115823 ระบบหายใจขั้นสูงทางชีวเวชศาสตร์ **4(4-0-12)**

(Advanced Respiratory System in Biomedical Science)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

การบูรณาการโครงสร้างปอด การพัฒนาและการป้องกันต่อสิ่งแปลกปลอมร่วมกับกลไกของระบบการหายใจ การควบคุมการหายใจ พยาธิสรีรวิทยาและความผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบหายใจ เช่น หอบหืด ถุงลมโป่งพอง วัณโรค ปอดบวม เป็นต้น การปรับตัวของระบบหายใจต่อสภาวะแวดล้อมพิเศษ เช่น ดำน้ำ ขึ้นที่สูง การออกกำลังกาย ภาวะการขาดออกซิเจนรวมทั้งการใช้ออกซิเจนเพื่อการรักษา ภาวะของคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีมากและน้อยกว่าปกติ

เค้าโครงรายวิชา

1. การบูรณาการโครงสร้างของปอด การพัฒนาและการป้องกันต่อสิ่งแปลกปลอม ร่วมกับกลไกของระบบการหายใจ (12 ชั่วโมง)
2. การควบคุมการหายใจ (4 ชั่วโมง)
3. พยาธิสรีรวิทยาของระบบหายใจ และความผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบหายใจ (16 ชั่วโมง)

- หอบหืด
- ถุงลมโป่งพอง
- วัณโรค
- ปอดบวม

4. การปรับตัวของระบบหายใจต่อสภาวะแวดล้อมพิเศษ (16 ชั่วโมง)
- ดำน้ำ
- ขึ้นที่สูง
- การออกกำลังกาย
- ภาวะการขาดออกซิเจนรวมทั้งการใช้ออกซิเจนเพื่อการรักษา
-ภาวะของคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีมากและน้อยกว่าปกติ

115823 Advanced Respiratory System in Biomedical Science 4(4-0-12)

Prerequisite : None

Integration of lung structure, development, host defenses with lung mechanics , control of respiratory breathing, pathophysiology and pulmonary abnormalities respiratory adjustments for special environments

Course Outline

1. Integration of lung structure, development
and host defenses with lung mechanics (12 hours)
2. Control of respiratory breathing (4 hours)
3. Pathophysiology of respiration and abnormalities (16 hours)
- asthma
- emphysema
- tuberculosis
- pneumonia
- atelectasis
4. Respiratory adjustments for special environments (16 hours)
- diving
- altitude
- exercise

- hypoxia and oxygen treatment

- hypercapnia and hypocapnia

115824 ระบบต่อมไร้ท่อขั้นสูงทางชีวเวชศาสตร์ **4(4-0-12)**

(Advanced Endocrine System in Biomedical Science)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

การสังเคราะห์ การคัดหลั่ง การออกฤทธิ์และกลไกการออกฤทธิ์ของฮอร์โมน การควบคุมการทำงานของฮอร์โมนในร่างกายทั้งในภาวะปกติและภาวะที่มีพยาธิสภาพ เทคนิคการวิเคราะห์ฮอร์โมน ความก้าวหน้าทางเทคนิคและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวกับต่อมไร้ท่อ การควบคุมอิเล็กโทรไลต์และความดันโลหิต ภาวะสมดุลของระดับแคลเซียม และเมแทบอลิซึมเพื่อให้ได้พลังงาน หน้าที่ทางด้านต่อมไร้ท่อของไต หัวใจและต่อมไพเนียล วิทยาเอนโดครีนเกี่ยวกับการเปลี่ยนสภาพและพัฒนาการทางเพศ การตั้งครรภ์ และ ผู้สูงอายุ

เค้าโครงรายวิชา

1. หลักการทางด้านวิทยาเอนโดครีน (4 ชั่วโมง)
2. ระบบประสาทร่วมต่อมไร้ท่อ (6 ชั่วโมง)
3. เทคนิคการวิเคราะห์ฮอร์โมน ความก้าวหน้าทางเทคนิค และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวกับต่อมไร้ท่อ (4 ชั่วโมง)
4. การควบคุมอิเล็กโทรไลต์และความดันโลหิต (6 ชั่วโมง)
5. การควบคุมภาวะสมดุลของระดับแคลเซียม (6 ชั่วโมง)
6. การควบคุมเมแทบอลิซึมเพื่อให้ได้พลังงาน (6 ชั่วโมง)
7. ต่อมไร้ท่อของไต หัวใจและต่อมไพเนียล (6 ชั่วโมง)
8. หน้าที่ทางด้านต่อมไร้ท่อของต่อมเพศ (6 ชั่วโมง)
   - เอนโดครีนเกี่ยวกับการเปลี่ยนสภาพและพัฒนาการทางเพศ
   - เอนโดครีนเกี่ยวกับการตั้งครรภ์
9. เอนโดครีนเกี่ยวกับผู้สูงอายุ (4 ชั่วโมง)

115824 Advanced Endocrine System in Biomedical Science **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

The synthesis, secretion, action and mechanism of action of the hormones and their control systems both in normal and pathological states, techniques of hormonal analysis, modern techniques and equipments used. Regulation of electrolytes and blood pressure, calcium homeostasis and energy metabolism. Endocrine functions of the kidneys, heart and pineal gland. Endocrinology in sexual differentiation and development, pregnancy and elderly.

Course Outline

1. Overview of endocrinology	(4 hours)
2. Neuroendocrinology	(6 hours)
3. Techniques of hormonal analysis, modern techniques and equipments used	(4 hours)
4. Regulation of electrolytes and blood pressure	(6 hours)
5. Regulation of calcium homeostasis	(6 hours)
6. Hormonal regulation of energy metabolism	(6 hours)
7. Endocrine functions of the kidneys, heart and pineal gland	(6 hours)
8. Endocrine functions of the gonads:	(6 hours)
- Endocrinology in sexual differentiation and development	
- Endocrinology in pregnancy	
9. Endocrinology in elderly	(4 hours)

115825 ระบบสืบพันธุ์ขั้นสูงทางชีวเวชศาสตร์ **4(4-0-12)**

(Advanced Reproductive System in Biomedical Science)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

กายวิภาคของระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบสืบพันธุ์เพศหญิง การพัฒนาระบบสืบพันธุ์ การเข้าสู่วัยแรกรุ่น การปฏิสนธิ การตั้งครรภ์ การคลอด การควบคุมการทำงานของระบบสืบพันธุ์ เทคนิคก้าวหน้าในการวางแผนครอบครัว ปัญหาทางเพศและการเจริญพันธุ์ เทคโนโลยีใหม่ๆ ที่ใช้ศึกษาและวิจัยทางการสืบพันธุ์ การปฏิสนธิในหลอดแก้ว การย้ายฝากตัวอ่อน ปรากฏการณ์และพฤติกรรมการสืบพันธุ์

เค้าโครงรายวิชา

1. กายวิภาคของระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบสืบพันธุ์เพศหญิง (4 ชั่วโมง)
2. การพัฒนาระบบสืบพันธุ์ (4 ชั่วโมง)
3. การเข้าสู่วัยแรกรุ่น (4 ชั่วโมง)
4. การปฏิสนธิ การตั้งครรภ์ การคลอด (8 ชั่วโมง)
5. การควบคุมการทำงานของระบบสืบพันธุ์ (8 ชั่วโมง)
6. เทคนิคก้าวหน้าในการวางแผนครอบครัว (4 ชั่วโมง)
7. ปัญหาทางเพศและการเจริญพันธุ์ (4 ชั่วโมง)
8. เทคโนโลยีใหม่ๆ ที่ใช้ศึกษาและวิจัยทางการสืบพันธุ์ การปฏิสนธิในหลอดแก้ว การย้ายฝากตัวอ่อน (8 ชั่วโมง)
9. ปรากฏการณ์และพฤติกรรมการสืบพันธุ์ (4 ชั่วโมง)

115825 Advanced Reproductive System in Biomedical Science **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Male and female reproductive anatomy, development of reproductive system, early stages of sexual development, fertilization, pregnancy, parturition, control of reproductive system, and advanced techniques for family planning, problems of sexuality and fertility. New technology for studying and researching in reproduction, in vitro fertilization, embryonic transfer. Phenomena and behaviors in reproduction.

Course Outline

1. Male and female reproductive anatomy (4 hours)
2. Development of reproductive system (4 hours)
3. Early stages of sexual development (4 hours)
4. Fertilization, pregnancy, parturition (8 hours)
5. Control of reproductive system (8 hours)
6. Advanced techniques for family planning (4 hours)
7. Problems of sexuality and fertility (4 hours)
8. New technology for studying and researching in reproduction, in vitro fertilization, embryonic transfer (8 hours)
9. Phenomena and behaviors in reproduction (4 hours)

115826 ระบบกล้ามเนื้อขั้นสูงทางชีวเวชศาสตร์ **4(4-0-12)**

(Advanced Muscular System in Biomedical Science)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

กายวิภาคและพัฒนาการของกล้ามเนื้อ ลักษณะเฉพาะและการทำงานของกล้ามเนื้อชนิดต่างๆ ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าของเยื่อหุ้มเซลล์กับการหดตัว เมแทบอลิซึมของกล้ามเนื้อ การควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ พยาธิสรีรวิทยาบางชนิดที่พบได้ในกล้ามเนื้อ เทคนิคที่ใช้ในการวิจัยทางสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ

เค้าโครงรายวิชา

1. กายวิภาคและพัฒนาการของกล้ามเนื้อ (8 ชั่วโมง)
2. ลักษณะเฉพาะและการทำงานของกล้ามเนื้อชนิดต่างๆ (4 ชั่วโมง)
3. ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าของเยื่อหุ้มเซลล์กับการหดตัว (8 ชั่วโมง)
4. เมแทบอลิซึมของกล้ามเนื้อ (8 ชั่วโมง)
5. การควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ (8 ชั่วโมง)
6. พยาธิสรีรวิทยาบางชนิดที่พบได้ในกล้ามเนื้อ (4 ชั่วโมง)
7. เทคนิคที่ใช้ในการวิจัยทางสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ (8 ชั่วโมง)

115826 Advanced Muscular System in Biomedical Science **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Anatomy and developmental biology of muscles, characteristics and functions of various types of muscle, relationship of membrane potential and contractile mechanism, metabolism of muscles, the regulation of muscle function, some pathophysiology of muscles. Related research techniques used in muscular physiology.

Course Outline

1. Anatomy and developmental biology of muscle (8 hours)
2. Characteristics and functions of various types of muscle (4 hours)
3. Relationship of membrane potential and contractile mechanism (8 hours)
4. Metabolism of muscles (8 hours)
5. The regulation of muscle function (8 hours)
6. Some pathophysiology of muscles (4 hours)

7. Related research techniques used in muscular physiology (8 hours)

155827 ประสาทวิทยาศาสตร์ระบบ **4(4-0-12)**

(Systemic Neuroscience)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

เป็นการศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของระบบประสาทในระดับระบบ อันได้แก่ ระบบรับความรู้สึก ระบบประสาทยนต์ ระบบประสาทอัตโนวัติ ระบบลิมบิค และระบบประสาทร่วมต่อมไร้ท่อ

เค้าโครงรายวิชา

1. บทนำ (2 ชั่วโมง)
2. ระบบรับความรู้สึกกาย (6 ชั่วโมง)
3. วิถีการรับความรู้สึกจากอวัยวะภายใน (2 ชั่วโมง)
4. ระบบการมองเห็น (4 ชั่วโมง)
5. ระบบการได้ยิน (3 ชั่วโมง)
6. ระบบการทรงตัว (3 ชั่วโมง)
7. ระบบการดมกลิ่นและการรับรู้รส (2 ชั่วโมง)
8. ระบบประสาทยนต์ (6 ชั่วโมง)
9. สมองเล็ก (4 ชั่วโมง)
10. เบซัลนิวเคลียส (2 ชั่วโมง)
11. ระบบประสาทยนต์ของการมองเห็น (2 ชั่วโมง)
12. วิถีประสาทยนต์ของอวัยวะภายใน (2 ชั่วโมง)
13. ไฮโปธาลามัส ระบบประสาทร่วมต่อมไร้ท่อ (4 ชั่วโมง)
14. ระบบลิมบิค (2 ชั่วโมง)
15. ซีรีบรัลคอร์เทกซ์ (4 ชั่วโมง)

155827 Systemic Neuroscience **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

A contemporary understanding of the structure and function of neural systems at systems levels such as sensory, motor, autonomic, limbic and neuroendocrine systems.

Course Outline

1. Introduction to systemic neuroscience	(2 hours)
2. The somatosensory system	(6 hours)
3. Viscerosensory pathways	(2 hours)
4. The visual system	(4 hours)
5. The auditory system	(3 hours)
6. The vestibular system	(3 hours)
7. Olfaction and taste	(2 hours)
8. Motor system	(6 hours)
9. The cerebellum	(4 hours)
10. The basal nuclei	(2 hours)
11. Visual motor systems	(2 hours)
12. Visceral motor pathways	(2 hours)
13. The hypothalamus, neuroendocrine system	(4 hours)
14. The limbic system	(2 hours)
15. The cerebral cortex	(4 hours)

115731 เซลล์อณูชีววิทยาของมนุษย์ **4(4-0-12)**

(Human Cellular and Molecular Biology)

วิชาบังคับก่อน : 115701 ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

วิชานี้จะเรียนเกี่ยวกับกระบวนการพื้นฐานของเซลล์และโมเลกุล การเรียนรู้จะเน้นถึงกลไกการเกิดโรคระดับโมเลกุล รวมถึงพันธุกรรมของมนุษย์ ชีวเคมีของร่างกายมนุษย์ ชีววิทยาระดับเซลล์ของมนุษย์ สรีรวิทยาและชีวโมเลกุลของมนุษย์ รวมถึงการประยุกต์ใช้ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล

เค้าโครงรายวิชา

1	วิวัฒนาการของชีวโมเลกุล	(2 ชั่วโมง)
2.	โครมาตินและโครโมโซม	(2 ชั่วโมง)
3.	การแสดงออกของยีนการแปรรูปอาร์เอ็นเอ และการแปลรหัส	(2 ชั่วโมง)
4.	โครงสร้างโปรตีนและหน้าที่	(2 ชั่วโมง)
5.	สารอาหารและพลังงานจากสารอาหาร	(2 ชั่วโมง)

6. เยื่อเซลล์และช่องผ่านเยื่อเซลล์ (2 ชั่วโมง)
7. ตัวรับที่ผิวเซลล์และการจำแอนติเจน (2 ชั่วโมง)
8. โมเลกุลที่ยึดกันและสารนอกเซลล์ (2 ชั่วโมง)
9. โปรตีนโครงร่างเซลล์และโมเลกุลมอเตอร์ (2 ชั่วโมง)
10. การชักนำสัญญาณของเซลล์ (2 ชั่วโมง)
11. การทำงานของไขมันในชีวภาพ และไซโตไคน์ที่ก่อการบวม (2 ชั่วโมง)
12 ฮอร์โมนและปัจจัยการเจริญ (2 ชั่วโมง)
13. โปรตีนในเลือด แองจิโอจีนินส์และสารควบคุมหลอดเลือด (2 ชั่วโมง)
14. การควบคุมวัฏจักรเซลล์ การตายของเซลล์ตามกำหนด และการแก่ (2 ชั่วโมง)
15. การพัฒนาการ (2 ชั่วโมง)
16. กระบวนการสร้างและสลายสาร (2 ชั่วโมง)
17. เลือด (2 ชั่วโมง)
18. ภูมิคุ้มกัน (2 ชั่วโมง)
19. ชีววิทยาของระบบประสาท (2 ชั่วโมง)
20. ระบบการทดลองพันธุกรรม (2 ชั่วโมง)
21. การวิเคราะห์ยีนและโปรตีน (2 ชั่วโมง)
22. พันธุวิศวกรรม แผนที่ยีน และการทดสอบยีน (2 ชั่วโมง)
23. การกำจัดยีน การถ่ายยีนและการโคลนยีน (2 ชั่วโมง)
24. การรักษาด้วนยีนและรีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเอ เทคโนโลยี (2 ชั่วโมง)

115731 Human Cellular and Molecular Biology **4(4-0-12)**

Prerequisite : 115701 Cellular and Molecular Biology or consent of the school

A cellular and molecular approach to study the fundamental processes of life, with emphasis on the molecular basis and mechanism of health and disease. Lecture topics include human genetics, human biochemistry, human cell biology, human physiology and human molecular biology. Examples of clinical application of cellular and molecular biology are illustrated.

Course Outline

1. Biomolecular evolution (2 hours)
2. Chromatin and chromosomes (2 hours)
3. Gene expression, RNA processing and translation (2 hours)

4.	Protein structure and function	(2 hours)
5.	Nutrition and energy	(2 hours)
6.	Membranes and channels	(2 hours)
7.	Cell-surface receptors and antigen recognition	(2 hours)
8.	Adhesion molecules and the extracellular matrix	(2 hours)
9.	Cytoskeletal proteins and molecular motors	(2 hours)
10.	Signal transduction	(2 hours)
11.	Bioactive lipids and inflammatory cytokines	(2 hours)
12	Hormones and growth factors	(2 hours)
13.	Hemopoietins, angiogenins and vascular mediators	(2 hours)
14.	Cell cycle control, apoptosis and aging	(2 hours)
15.	Development	(2 hours)
16.	Metabolism	(2 hours)
17.	Blood	(2 hours)
18.	Immunity	(2 hours)
19.	Neurobiology	(2 hours)
20.	Genetic experimental systems	(2 hours)
21.	Gene and protein analysis	(2 hours)
22.	Genetic engineering, gene mapping and gene testing	(2 hours)
23.	Gene knockouts, transgenics and cloning	(2 hours)
24.	Gene therapy and recombinant DNA technology	(2 hours)

115732 เซลล์และอณูชีววิทยาของมะเร็ง **4(4-0-12)**

(Cell and Molecular Biology of Cancer)

วิชาบังคับก่อน : 115701 ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

หัวข้อครอบคลุมงานวิจัยก้าวหน้าของชีววิทยาของมะเร็ง ซึ่งรวมถึงประวัติและการระบาดของมะเร็ง รูปร่างและพฤติกรรมของเซลล์มะเร็ง หลักการแปลงรูปร่าง ยีนมะเร็งในไวรัสและเซลล์ ยีนกดบังมะเร็ง วัฏจักรเซลล์และการควบคุม การส่งสัญญาณการเจริญ พันธุศาสตร์ของมะเร็ง การตายของเซลล์ การก่อมะเร็งหลายขั้นตอน และการเสนอบทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เค้าโครงรายวิชา

1. ธรรมชาติของมะเร็ง (4 ชั่วโมง)
2. ไวรัสก่อเนื้องอกและยีนมะเร็งในเซลล์ (4 ชั่วโมง)
3. วัฏจักรของเซลล์และการควบคุม (4 ชั่วโมง)
4. ความสมบูรณ์มั่นคงของจีโนมและพัฒนาการของมะเร็ง (4 ชั่วโมง)
5. ปัจจัยการเจริญและตัวรับปัจจัย และ การส่งสัญญาณในเซลล์ (4 ชั่วโมง)
6. ยีนกดบังการเกิดเนื้องอก (4 ชั่วโมง)
7. การเป็นอมตะของเซลล์และการเกิดเนื้องอก (4 ชั่วโมง)
8. การตายโดยกำหนดโปรแกรมของเซลล์ (4 ชั่วโมง)
9. การแพร่กระจายของเนื้องอกที่อื่นและการสร้างเส้นเลือดบริเวณเนื้องอก (4 ชั่วโมง)
10. ภูมิคุ้มกันวิทยาเนื้องอกและการรักษาด้วยภูมิคุ้มกัน (4 ชั่วโมง)
11. หลักการกำจัดมะเร็ง (4 ชั่วโมง)
12. การเสนอบทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง (4 ชั่วโมง)

115732 Cell and Molecular Biology of Cancer **4(4-0-12)**

Prerequisite : 115701 Cellular and Molecular Biology or consent of the school

Recent advanced research in biology of cancer including natural history and epidemiology of cancer, morphology and behavior of cancer cells, principles of transformation, viral and cellular oncogenes, tumor suppressor genes, cell cycle and control, proliferative signal transduction, genetics of cancer, apoptosis, multistage carcinogenesis, relevant articles presentation.

Course Outline

1. The nature of cancer (4 hours)
2. Tumor viruses and cellular oncogenes (4 hours)
3. Cell cycle and control (4 hours)
4. Genomic integrity and development of cancer (4 hours)
5. Growth factors, their receptors and cytoplasmic signaling (4 hours)
6. Tumor suppressor genes (4 hours)
7. Cell immortalization and tumorigenesis (4 hours)
8. Apoptosis (4 hours)
9. Invasion, metastasis and angiogenesis (4 hours)

10. Tumor immunology and immunotherapy (4 hours)
11. The rational treatment of cancer (4 hours)
12. Research articles presentation (4 hours)

115733 หลักการและเทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์สัตว์ 2(2-0-6)

(Principles and Techniques in Animal Cell Culture)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

หลักการ เทคนิคและการประยุกต์ในการเพาะเลี้ยงเซลล์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ภาคบรรยายครอบคลุมเครื่องมือ สิ่งแวดล้อม การควบคุมความปลอดภัยและคุณภาพ ชนิดของการเพาะเลี้ยงเซลล์ การตรวจคุณลักษณะของเซลล์สายพันธุ์และการประยุกต์ ภาคปฏิบัติจะศึกษาเทคนิคปลอดเชื้อ การแยกเซลล์ การเพิ่มจำนวนและการเก็บรักษาเซลล์เพาะเลี้ยง

เค้าโครงรายวิชา

1. ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือในการเพาะเลี้ยงเซลล์ (2 ชั่วโมง)
2. ความปลอดภัย สารชีววัตถุอันตราย ในการเพาะเลี้ยงเซลล์ (2 ชั่วโมง)
3. การฆ่าเชื้อและเทคนิคปลอดเชื้อ (2 ชั่วโมง)
4. การระบุและกำจัดเชื้อไมโคพลาสมา แบคทีเรีย และราปนเปื้อน (2 ชั่วโมง)
5. ชนิดของเซลล์สัตว์และลักษณะในการเพาะเลี้ยง (2 ชั่วโมง)
6. อาหารและปัจจัยการเจริญในการเพาะเลี้ยงเซลล์สัตว์ (2 ชั่วโมง)
7. การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเซลล์สัตว์ (2 ชั่วโมง)
8. การนับจำนวนเซลล์และการขยายการเพาะเลี้ยงต่อ (2 ชั่วโมง)
9. การตรวจความมีชีวิตของเซลล์ (2 ชั่วโมง)
10. การเก็บแช่แข็งและการฟื้นคืนเซลล์ (2 ชั่วโมง)
11. การตรวจคุณลักษณะของเซลล์สายพันธุ์ (2 ชั่วโมง)
12. การเพาะเลี้ยงด้วยระบบสามมิติและการเพาะเลี้ยงด้วยวิธีพิเศษ (2 ชั่วโมง)

115733 Principles and Techniques in Animal Cell Culture 4(2-0-6)

Prerequisite : None

The principles, techniques and applications in mammalian cultures. Lecture topics will cover cell culture equipment and environment, safety regulations and quality control, types of cell cultures,

characterization of cell lines and applications. Laboratory-base work will be aseptic techniques, cell isolation, propagation and maintenance in culture.

Course Outline

1.	The cell culture laboratory and equipment	(2 hours)
2.	Safety and biohazard considerations in cell culture	(2 hours)
3.	Sterilization and aseptic techniques	(2 hours)
4.	Identification and eradication of mycoplasma, bacterial and fungal infections	(2 hours)
5.	Types of animal cells and their characteristics in culture	(2 hours)
6.	Cell culture media and growth requirements for animal cells	(2 hours)
7.	Preparation of animal cell culture medium	(2 hours)
8.	Quantification and subculture of cells	(2 hours)
9.	Determination of cell viability	(2 hours)
10.	Cryopreservation and resuscitation of cells	(2 hours)
11.	Characterization of cell lines	(2 hours)
12.	Three-dimensional culture systems and specialized techniques	(2 hours)

115734 ปฏิบัติการการเพาะเลี้ยงเซลล์สัตว์ **2(0-4-2)**

(Practicum in Animal Cell Culture)

วิชาบังคับก่อน : 115733 หลักการและเทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์สัตว์

หรือเรียนควบคู่กัน

ปฏิบัติการการเพาะเลี้ยงเซลล์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยจะเรียนรู้เทคนิคความปลอดภัยและปลอดเชื้อ การตรวจความมีชีวิตและนับจำนวนเซลล์ และการเตรียมอาหารเพาะเลี้ยง การแยกเซลล์จากเนื้อเยื่อ และการเพาะเลี้ยงเซลล์แบบต่างๆ

เค้าโครงรายวิชา

1.	การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ เทคนิคความปลอดภัยและปลอดเชื้อ	(4 ชั่วโมง)
2.	เทคนิคการฆ่าเชื้ออุปกรณ์เพาะเลี้ยง	(4 ชั่วโมง)
3.	การตรวจความมีชีวิตและนับจำนวนเซลล์ และการเตรียมอาหารเพาะเลี้ยง	(4 ชั่วโมง)
4-5.	การแยกเซลล์จากเนื้อเยื่อ และการเพาะเลี้ยงขั้นแรก	(8 ชั่วโมง)
6.	เทคนิคการเก็บเกี่ยวเซลล์ การนับจำนวนและการขยายการเพาะเลี้ยงต่อ	(4 ชั่วโมง)

7-9. การเพาะเลี้ยงเซลล์พิเศษ (12 ชั่วโมง)

10. การเก็บแช่แข็งเซลล์ และฟื้นคืนชีพเซลล์ (4 ชั่วโมง)

115734 Practicum in Animal Cell Culture **2(0-4-2)**

Prerequisite : 115733 Principles and Techniques in Animal Cell Culture or concurrent

Practicing in animal cell cultures, such as the animal cell culture laboratory, safety and aseptic techniques, cell viability and enumeration, media preparation techniques, some types of cell cultures.

Course Outline

1. Equipment survey, safety and aseptic techniques (4 hours)
2. Sterilization techniques of cell culture devices and labware (4 hours)
3. Cell viability and enumeration and media preparation techniques (4 hours)
4-5. Disaggregation and separation of the tissue and primary culture (8 hours)
6. Harvesting, quantification and subculturing techniques (6 hours)
7-9. Culturing specific cell types (12 hours)
10. Cryopreservation and resuscitation of cells (4 hours)

115735 การเพิ่มจำนวนเซลล์และการตายของเซลล์ **4(4-0-12)**

(Cell Proliferation and Apoptosis)

วิชาบังคับก่อน : 115701 ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

ศึกษาลักษณะทั่วไปของการเพิ่มขยายเซลล์และการตายโดยโปรแกรมกำหนดของเซลล์ ความเป็นความตายของเซลล์ และภูมิคุ้มกันพันธุศาสตร์ของการตายโดยโปรแกรมกำหนดของเซลล์ และการเรียนเน้นการดำเนินการของการตาย วิธีการตายระดับโมเลกุล และวิธีการศึกษาการตายโดยโปรแกรมกำหนดของเซลล์

เค้าโครงรายวิชา

1. โครงสร้างชีววิทยาของการเพิ่มขยายเซลล์และการตายโดยโปรแกรมกำหนดของเซลล์ (4 ชั่วโมง)
2. พันธุกรรมควบคุมการเพิ่มขยายเซลล์และการตายโดยโปรแกรมกำหนดของเซลล์ (4 ชั่วโมง)
3. วิถีกระตุ้นและยับยั้งการเพิ่มขยายเซลล์และการตายโดยโปรแกรมกำหนดของเซลล์ (4 ชั่วโมง)

4. ตัวรับการตายและวิถีจากภายนอก (4 ชั่วโมง)
5. วิถีและกลไกการตายโดยโปรแกรมกำหนดของเซลล์โดยไมโตคอนเดรีย (4 ชั่วโมง)
6. ภูมิคุ้มกันพันธุศาสตร์ของการตายโดยโปรแกรมกำหนดของเซลล์ (4 ชั่วโมง)
7. การปรับเปลี่ยนของอาร์เอ็นเอ แอนติเจนในการตายโดยโปรแกรมกำหนดของเซลล์ (4 ชั่วโมง)
8. ภูมิคุ้มกันต่อการตาย การบวม และการตอบสนองต่อความเครียด (4 ชั่วโมง)
9. กลไกการตายของเซลล์ในโรคเซลล์ประสาทเสื่อม (4 ชั่วโมง)
10. การตายโดยโปรแกรมกำหนดของเซลล์และมะเร็ง (4 ชั่วโมง)
11. วิธีการศึกษาการตายโดยโปรแกรมกำหนดของเซลล์ (4 ชั่วโมง)
12. เสนอกรณีศึกษาหรือกรณีวิจัย (4 ชั่วโมง)

115735 Cell Proliferation and Apoptosis **4(4-0-12)**

Prerequisite : 115701 Cellular and Molecular Biology or consent of the school

General features of cell proliferation and apoptosis, matters of life and death and immunogeneticity of apoptotic cells. Emphasis on apoptosis in action, molecular pathway of apoptosis, and approaches to study apoptosis.

Course Outline

1. Structural biology of cell proliferation and programmed cell death (4 hours)
2. Gene controls of cell proliferation and apoptosis (4 hours)
3. Activation and inhibition pathways of cell proliferation and apoptosis (4 hours)
4. Death receptor and extrinsic pathway (4 hours)
5. Mitochondrial apoptosis pathway and mechanisms (4 hours)
6. Immunogeneticity of apoptotic cells (4 hours)
7. Modification of RNA-antigens in apoptosis (4 hours)
8. Cell death in immune, inflammatory and stress responses (4 hours)
9. Cell death in mechanisms in neurodegenerative diseases (4 hours)
10. Apoptosis and cancer (4 hours)
11. Approaches to the study of apoptosis (4 hours)
12. Case presentation (4 hours)

115831 Behavioral Genetics **4(4-0-12)**

Prerequisite : 104640* Molecular Genetics or consent of the school

Behavioral genetics focusing on the inheritance of individual differences in complex traits and diseases influenced by multiple genetic and environment. The course will introduce theory and principles from Mendelian and population genetics in human, animals and biometrical genetics, including genetic and cultural inheritance of complex phenotypes, familial/kinship, adoption and twin studies, genetic influences on activity, ingestion, learning, psychopathology, reproduction, personality and psychiatric disease.

Course Outline

1.	The concepts of behavioral and population genetics	(4 hours)
2.	Behavioral genetics of animals	(4 hours)
3.	The "model-fitting" approach to familial/kinship adoption and twin studies	(4 hours)
4.	Genetic influences on brain structure and function	(4 hours)
5.	Adaptive individual differences.	(4 hours)
6.	Hereditary talent, intelligence and character	(4 hours)
7.	Human personality and non-human personality	(4 hours)
8.	Behavior genetics of ingestion, learning and psychopathology	(4 hours)
9.	Behavior genetics of sexuality and reproduction	(4 hours)
10.	Assortment mating and its genetic effects	(4 hours)
11.	Behavioral genetics of some diseases	(4 hours)
12.	Molecular behavior genetics	(4 hours)

115832 อณูวิทยาเนื้องอก **4(4-0-12)**

(Molecular Oncology)

วิชาบังคับก่อน : 104640* อณุพันธุศาสตร์ หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

ศึกษามะเร็งระดับโมเลกุล หัวข้อรวมถึง การกลายพันธุ์และกลไกการซ่อมแซมดีเอ็นเอ ไวรัสที่ทำให้เกิดมะเร็งในคน การเปลี่ยนแปลงยีนเนื้อมะเร็ง ยีนปัจจัยการเจริญ และยีนกดบังการเกิดเนื้องอก การตายของเซลล์มะเร็ง การเติบโตและกลไกการกระจายของเนื้องอก ภูมิคุ้มกันต่อเนื้องอก

เค้าโครงรายวิชา

1. วัฏจักรของเซลล์และการควบคุม (4 ชั่วโมง)
2. การกลายพันธุ์ระดับโครโมโซมและดีเอ็นเอในมะเร็งของคน (4 ชั่วโมง)
3. กลไกการซ่อมแซมดีเอ็นเอ (4 ชั่วโมง)
4. ยีนมะเร็งและการตรวจวิเคราะห์ (4 ชั่วโมง)
5. เรโทรไวรัสและพาพิลโลมาไวรัสในมะเร็งคน (4 ชั่วโมง)
6. ยีนกดบังเนื้องอก, พี53 (4 ชั่วโมง)
7. ปัจจัยการถอยรหัสยีนกับศักยภาพการเกิดมะเร็ง (4 ชั่วโมง)
8. เทโรเมียร์ เทโรเมอเรส และมะเร็ง (4 ชั่วโมง)
9. ปัจจัยการเจริญ ปัจจัยการยับยั้งและตัวรับปัจจัย (4 ชั่วโมง)
10. การตายโดยโปรแกรมกำหนดของเซลล์ (4 ชั่วโมง)
11. การเกิดเส้นเลือดในเนื้องอก การยึดติดกันของเซลล์และการแพร่กระจายของมะเร็ง (4 ชั่วโมง)
12. ภูมิคุ้มกันจากเนื้องอก (4 ชั่วโมง)

115832 Molecular Oncology **4(4-0-12)**

Prerequisite : 104640* Molecular Genetics or consent of the school

The molecular basis for cancer. Topics include somatic mutations and DNA repair mechanisms, viral systems relevant to cellular transformation and human cancer, alterations in oncogenes, growth factor genes and tumor suppressor genes, apoptosis, tumor progression, mechanisms of metastasis and tumor immunology.

Course Outline

1. Cell cycle and control (4 hours)
2. Chromosomal and DNA mutation in human cancer (4 hours)
3. Mechanisms of DNA repair (4 hours)
4. Oncogenes and methods of detection (4 hours)
5. Retroviruses and Papilloma viruses in human cancer (4 hours)
6. The tumor suppressor gene, p53 (4 hours)
7. Transcription factors with oncogenic potential (4 hours)
8. Telomeres, telomerase and cancer (4 hours)
9. Growth factors, growth inhibitory factors and their receptors (4 hours)

10. Apoptosis (4 hours)

11. Tumor angiogenesis, cellular adhesion and metastasis (4 hours)

12. Tumor immunology (4 hours)

115931 โมโนโคลนอลแอนติบอดีเทคโนโลยี **2(2-0-6)**

(Monoclonal Antibody Technology)

วิชาบังคับก่อน : 115701 ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

หัวข้อประกอบด้วยการตอบสนองภูมิคุ้มกัน เคมีของภูมิคุ้มกัน พันธุศาสตร์ภูมิคุ้มกัน และเน้นเทคโนโลยีการผลิตโมโนโคลนอลแอนติบอดี ซึ่งรวมถึงเซลล์สายพันธุ์ไมอิโลมา การรวมเซลล์ เทคนิคการตรวจหา การผลิตไฮบริโดมา การแยกแอนติบอดีให้บริสุทธิ์และการวิเคราะห์คุณลักษณะ การผลิตโดยเทคนิคแอสไซทีส การผลิตโมโนโคลนอลแอนติบอดีของคน การประยุกต์ใช้และการผลิตโดยเทคนิครีคอมบิแนนดีเอ็นเอ

เค้าโครงรายวิชา

1. การตอบสนองของภูมิคุ้มกันและโครงสร้าง (2 ชั่วโมง)
2. พันธุภูมิคุ้มกันและเคมีของสารภูมิคุ้มกัน (2 ชั่วโมง)
3. การกระตุ้นภูมิคุ้มกันและการบ่งชี้แอนติเจน (2 ชั่วโมง)
4. เซลล์สายพันธุ์ไมอิโลมา การรวมเซลล์ และการโคลนนิงไฮบริโดมา (2 ชั่วโมง)

5-6. เทคนิคการตรวจหาโมโนโคลนอลแอนติบอดี (4 ชั่วโมง)

7. การแยกแอนติบอดีให้บริสุทธิ์และการวิเคราะห์คุณลักษณะโมโนโคลนอลแอนติบอดี (2 ชั่วโมง)
8. การเก็บสารภูมิคุ้มกันจากสารอาหารเพาะเลี้ยงเซลล์ และการผลิตโดยทำเนื้องอกนิ่ม (2 ชั่วโมง)
9. การผลิตและการใช้โมโนโคลนอลแอนติบอดีของคน (2 ชั่วโมง)
10. การประยุกต์ใช้โมโนโคลนอลแอนติบอดี (2 ชั่วโมง)
11. การใช้รีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเอในการผลิตโมโนโคลนอลแอนติบอดี (2 ชั่วโมง)
12. เสนอเทคนิคก้าวหน้าใหม่ของโมโนโคลนอลแอนติบอดีเทคโนโลยี (2 ชั่วโมง)

115931 Monoclonal Antibody Technology **2(2-0-6)**

Prerequisite : 115701 Cellular and Molecular Biology or consent of the school

Topics include immune response, immunochemistry and immunogenetics, with emphasis on monoclonal antibody production which includes myeloma cell lines, cell fusion, screening techniques, hybridoma cloning, purification, antibody characterization, ascites formation, human monoclonal antibody production, application and recombination DNA approaches.

Course Outline

1.	The immune response and immunoglobulin structure	(2 hours)
2.	Immunogenetics and immunochemistry	(2 hours)
3.	Immnunization and antigenic determination	(2 hours)
4.	Myeloma cell lines, cell fusion and hybridoma cloning	(2 hours)
5-6.	Screening techniques for monoclonal antibodies	(4 hours)
7.	Purification and characterization	(2 hours)
8.	Ascites, culture supernatant and ascites formation	(2 hours)
9.	Human monoclonal antibody formation and use	(2 hours)
10.	Application of monoclonal antibodies	(2 hours)
11.	Recombinant DNA approaches	(2 hours)
12.	Presentation on current techniques in monoclonal antibody production	(2 hours)

115932 ปฏิบัติการโมโนโดลนอลแอนติบอดีเทคโนโลยี **3(0-6-3)**

(Practicum in Monoclonal Antibody Technology)

วิชาบังคับก่อน : 115931 โมโนโดลนอลแอนติบอดีเทคโนโลยี หรือเรียนควบคู่กัน

ศึกษาเทคนิคที่เกี่ยวกับปฏิบัติการโมโนโดลนอลแอนติบอดีเทคโนโลยี

เค้าโครงรายวิชา

1.	เตรียมอุปกรณ์และอาหารเพาะเลี้ยง	(6 ชั่วโมง)
2.	วิธีการเทคนิคการตรวจหาโมโนโคลนอลแอนติบอดี	(6 ชั่วโมง)
3.	การกระตุ้นภูมิคุ้มกันในหนูเมาส์	(6 ชั่วโมง)
4.	การเตรียมเซลล์ม้ามและเซลล์ไมอิโลมา	(6 ชั่วโมง)
5.	การรวมเซลล์ม้ามและเซลล์ไมอิโลมา	(6 ชั่วโมง)

6. การเพาะเลี้ยงไฮบริโดมาในอาหารเลือกเฉพาะหลังการรวมเซลล์ (6 ชั่วโมง)
7. การตรวจหาผลผลิตแอนติบอดีเฉพาะอย่าง (6 ชั่วโมง)
8. เพาะเลี้ยงขยายไฮบริโดมาที่ตรวจหาได้เป็นบวก (6 ชั่วโมง)
9. การเพาะโคลนไฮบริโดมาที่ตรวจหาได้เป็นบวกโดยเทคนิคทำละลาย (6 ชั่วโมง)
10. การเตรียมเนื้องอกนิ่มและการเก็บแอนติบอดี (6 ชั่วโมง)
11. การเก็บรักษาและการทำเยือกแข็งไฮบริโดมา (6 ชั่วโมง)

115932 Practicum in Monoclonal Antibody Technology **3(0-6-3)**

Prerequisite : 115931 Monoclonal Antibody Technology or concurrent

Studies of laboratory technique in monoclonal antibody technology.

Course Outline

1. Equipment and media preparation (6 hours)
2. Assay techniques for monoclonal antibody (6 hours)
3. Immunization of mice (6 hours)
4. Spleen cell and myeloma cell preparation (6 hours)
5. Fusion of spleen cells and myeloma cells (6 hours)
6. Post-fusion cells cultured in hybridoma selection medium (HAT) (6 hours)
7. Screen for specific antibody production (6 hours)
8. Expand cultures positive by screening test (6 hours)
9. Reclone by a limiting dilution technique all positive hybridoma clones (6 hours)
10. Ascites preparation and collection (6 hours)
11. Storing and cryopreserving hybridoma (6 hours)

115933 อณูชีววิทยาสำหรับเทคโนโลยีนิติเวชดีเอ็นเอ **4(4-0-12)**

(Molecular Biology for Forensic DNA Technology)

วิชาเรียนก่อน : 104850* อณูชีววิทยา หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

ศึกษาโครงสร้างของเซลล์ส่วนที่สัมพันธ์กับลายพิมพ์ดีเอ็นเอ การปฏิรูปของลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ประวัติการใช้รูปแบบดีเอ็นเอเชิงนิติเวช ในการหาพ่อ-แม่-ลูกและบุคคลวงศ์ตระกูล ยีนในไมโตคอนเดรีย และโครโมโซมเพศชาย เทคนิคก้าวหน้าสำหรับศึกษาดีเอ็นเอที่ใช่ในการหาแบบดีเอ็นเอเชิงนิติเวชและ

รูปแบบการย้ายถิ่นของมนุษย์ ข้อมูลดีเอ็นเอเชิงนิติเวช ข้อห่วงคำนึงด้านจรรยาบรรณ กฎหมาย และสังคม การใช้ประโยชน์ของธนาคารข้อมูลดีเอ็นเอสำหรับสัตว์ใกล้สูญพันธุ์ กรณีศึกษา

เค้าโครงรายวิชา

1. พื้นฐานพันธุกรรมของมนุษย์ การแบ่งเซลล์ การปฏิสนธิ โครงสร้างพันธุกรรมทั้งหมดของมนุษย์ (4 ชั่วโมง)
2. การถ่ายทอดพันธุกรรมตามหลักของเมนเดลซึ่งประยุกต์กับตำแหน่งหน่วยพันธุกรรมระบุความเป็นพ่อ-แม่-ลูก และบุคคลในอาชญากรรม (4 ชั่วโมง)
3. หลักการของลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (4 ชั่วโมง)
4. ปฏิรูปของรูปแบบดีเอ็นเอเชิงนิติเวช (4 ชั่วโมง)
5. เทคนิคก้าวหน้าสำหรับศึกษาดีเอ็นเอ : พีซีอาร์, อาร์เอฟแอลพี, เอสอาร์ที, วีเอ็นทีอาร์ (8 ชั่วโมง)
6. ยีนในไมโตคอนเดรีย (4 ชั่วโมง)
7. ยีนและรูปแบบยีนครั้งเดียว ในโครโมโซมเพศชาย (4 ชั่วโมง)
9. การวิเคราะห์ด้วยดีเอ็นเอพืช (4 ชั่วโมง)
10. ฐานข้อมูลและธนาคารข้อมูลดีเอ็นเชิงนิติเวช (4 ชั่วโมง)
11. จรรยาบรรณ กฎหมายและสังคม และธนาคารข้อมูลดีเอ็นเอของสัตว์ใกล้สูญพันธุ์ (4 ชั่วโมง)
12. การเสนอกรณีศึกษา (4 ชั่วโมง)

115933 Molecular Biology for Forensic DNA Technology **4(4-0-12)**

Prerequisite : 104850* Molecular Biology or consent of the school

Cell structure in relation to DNA content; the DNA fingerprintings revolution and the history of forensic-DNA typing; paternity and other family relationships; genes in mitochondria and Y-chromosome; advanced technologies for the study of DNA used in forensic-DNA typing and human migration patterns. DNA forensics databases, ethical, legal, social concerns and potential benefits of DNA data banking for endangered animal species and case studies will be discussed.

Course Outline

1. Basis of human genetics, mitosis, meiosis, fertilization, genome structures (4 hours)
2. Mendelian inheritance as applied to paternity and criminal individualization loci (4 hours)
3. Principles of DNA fingerprintings (4 hours)
4. The revolution of forensic-DNA typing (4 hours)

5-6. Advanced technologies for the study of DNA at crime scenes: (8 hours)
- Polymerase chain reaction (PCR)
- Restriction fragment length polymorphism (RFLP) analysis
- Variable number tandem repeats (VNTR)
- Short tandem repeat (STR) analyses

7. Genes in mitochondria (4 hours)

8. Genes and Y-haplotype in Y-chromosome (4 hours)

9. Plant DNA analysis (4 hours)

10. DNA forensics databases and DNA data banking (4 hours)

11. Ethical, legal and social concerns and DNA data banking for endangered animal species (4 hours)

12. Case study presentation (4 hours)

115934 ปฏิบัติการเทคโนโลยีนิติเวชดีเอ็นเอ **2(0-4-2)**

(Practicum in Forensic DNA Technology)

วิชาบังคับก่อน : 115980 เทคโนโลยีอณูทางการแพทย์ระดับสูง และ
115933 อณูชีววิทยาสำหรับเทคโนโลยีนิติเวชดีเอ็นเอ
หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

ปฏิบัติการวิธีมาตรฐานของการเตรียมลายพิมพ์ดีเอ็นเอและรูปแบบดีเอ็นเอเชิงนิติเวช เช่น การสกัด การวัดปริมาณและเพิ่มปริมาณของดีเอ็นเอของนิวเคลียสและไมโตคอนเดรีย ปฏิบัติการเทคนิคการวิเคราะห์ชิ้นส่วนดีเอ็นเอ

เค้าโครงรายวิชา

1-2. การเตรียมเซลล์ ดีเอ็นเอจากนิวเคลียสและไมโตคอนเดรีย (8 ชั่วโมง)

3-4. การแยกดีเอ็นเอในสนามไฟฟ้าด้วยเจลอะกาโรสขนาดเล็กและเจลอะคริลาไมด์ (8 ชั่วโมง)

5. ปฏิกิริยาลูกโซ่ (พีซีอาร์) (4 ชั่วโมง)

6-7. การแยกดีเอ็นเอในสนามไฟฟ้าด้วยแค็บพิลลารี (8 ชั่วโมง)

8. การวิเคราะห์ด้วยรีสตริซั่นแฟ็กเมนเลนธ์โพลีมอร์ฟีซึม (อาร์เอฟแอลพี) (4 ชั่วโมง)

9. การวิเคราะห์ด้วยแวริเอเบิ้ลนัมเบอร์แทนเดมรีพีท (วีเอ็นทีอาร์) (4 ชั่วโมง)

10. ชอร์ต แทนเดมรีพีท (เอสทีอาร์) (4 ชั่วโมง)

11. การวิเคราะห์ลำดับดีเอ็นเอ (4 ชั่วโมง)

115934 Practicum in Forensic DNA Technology **2(0-4-2)**

Prerequisite : 115980 Advanced Molecular Medical Technology and
115933 Molecular Biology for Forensic DNA Technology
or consent of the school

Practicum in standard methods in DNA fingerprintings and forensic-DNA typing, including nuclear and mitochondrial DNA extraction, quantitation and amplification. Different techniques to analyze DNA fragments will be practiced.

Course Outline

1-2.	Preparation for cells, nuclear and mitochondrial DNA	(8 hours)
3-4.	Agarose minigel electrophoresis and acrylamide gel electrophoresis	(8 hours)
5.	Polymerase chain reaction (PCR)	(4 hours)
6-7.	Capillary electrophoresis for DNA	(8 hours)
8.	Restriction fragment length polymorphism (RFLP)	(4 hours)
9.	Variable number tandem repeats (VNTR) technique	(4 hours)
10.	Short tandem repeats (STR) technique	(4 hours)
11.	DNA Sequencing	(4 hours)

115741 ภูมิคุ้มกันชีววิทยา **4(4-0-12)**

(Immunobiology)

วิชาบังคับก่อน : 104201* จุลชีววิทยา หรือเทียบเท่า หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

การศึกษาโดยละเอียดถึงระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย และกลไกที่ป้องกันร่างกายจากจุลชีพ การตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันต่อสิ่งแปลกปลอม การทดสอบปฏิกิริยาอิมมูน กลไกการทำลายเนื้อเยื่อ ภาวะภูมิไวเกิน เนื้องอก โรคที่เกิดจากความผิดปกติทางภูมิคุ้มกัน ออโตอิมมูน การสร้างเสริมภูมิต้านทานของร่างกายวิทยาการ และเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันเช่น นาโนเทคโนโลยีทางการแพทย์และการใช้ความรู้ทางวิทยาภูมิคุ้มกันมาประยุกต์ในการวินิจฉัยและการรักษาโรคด้วยภูมิคุ้มกันบำบัด

เค้าโครงรายวิชา

1. ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (2 ชั่วโมง)
เซลล์ของระบบภูมิคุ้มกัน

ระบบน้ำเหลือง (lymphoid system)

พัฒนาการของเม็ดเลือดขาว

2. แอนติเจน และแอนติบอดี (4 ชั่วโมง)

อิมมูโนเจน และแอนติเจน

สารที่เสริมฤทธิ์ทางวิทยาภูมิคุ้มกัน (adjuvants)

Conformational และ linear epitopes

แฮปเทน (haptens)

ความสามารถในการกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองในระบบภูมิคุ้มกัน

แอนติบอดี

ตัวรับรู้ของแอนติเจน (antigen receptor molecules)

โครงสร้างและความหลากหลายของอิมมูโนโกลบุลิน

การจัดแบ่งอิมมูโนโกลบุลิน

ส่วนของอิมมูโนโกลบุลินที่ใช้จับแอนติเจน (immunoglobulin variable region)

โครงสร้างสามมิติของอิมมูโนโกลบุลิน

3. เมเจอร์ ฮีสโตคอมแพททิบิลิตี คอมเพล็ก (1 ชั่วโมง)

4. การตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน (7 ชั่วโมง)

4.1 แบบไม่จำเพาะ

การทำลายด้วยการกลืนกิน (phagocytosis)

เซลล์ที่มีความสามารถในการฆ่า (NK cell and cytotoxicity)

ระบบคอมพลีเมนต์ (complements)

4.2 แบบจำเพาะ

การตอบสนองด้วยสารน้ำ (humoral immune response)

การตอบสนองด้วยเซลล์ (cellular immune response), cytokines, chemokines

4.3 การพัฒนาการของกลุ่มเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกัน (clonal organization)

4.4 กระบวนการเปลี่ยนรูปและนำเสนอแอนติเจน (antigen processing and presentation)

4.5 กระบวนการกำจัดแอนติเจน

4.6 กลไกการอักเสบ (Inflammation)

4.7 โปรแกรมของการทำลายเซลล์ (programmed cell death)

5. การทดสอบปฏิกิริยาทางด้านวิทยาภูมิคุ้มกัน (5 ชั่วโมง)

หลักการทดสอบในการตรวจหาแอนติเจนและแอนติบอดี

หลักการทดสอบในระบบภูมิคุ้มกันด้านเซลล์

หลักการทดสอบทางอณูพันธุศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์ด้านระบบภูมิคุ้มกัน

6. ภูมิคุ้มกันของร่างกายต่อการติดเชื้อจุลชีพ (3 ชั่วโมง)

7. กลไกของระบบภูมิคุ้มกันในภาวะต่างๆ (5 ชั่วโมง)

ภูมิไวเกิน

ภูมิคุ้มกันบกพร่อง

ออโตอิมมูน

การเพิ่มจำนวนเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกัน

8. วิทยาภูมิคุ้มกันของเนื้องอก (1 ชั่วโมง)

9. วิทยาภูมิคุ้มกันของเม็ดเลือด (2 ชั่วโมง)

10.วิทยาภูมิคุ้มกันของการปลูกถ่ายอวัยวะ (1 ชั่วโมง)

11. การสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคและการปรับสภาวะภูมิคุ้มกัน (2 ชั่วโมง)

12. เทคโนโลยีชีวภาพกับระบบภูมิคุ้มกัน (3 ชั่วโมง)

13. นาโนเทคโนโลยีทางการแพทย์ (3 ชั่วโมง)

14. ภูมิคุ้มกันบำบัด (3 ชั่วโมง)

15. วิทยาการและเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันและแนวโน้มในอนาคต (6 ชั่วโมง)

115741 Immunobiology **4(4-0-12)**

Prerequisite : 104201* Microbiology or equivalent or consent of the school

The immunological system and mechanisms for protection from microbes; immune response to foreign substances; immunological tests; mechanisms of tissue damages; hypersensitivity; tumor; immunological disorder; autoimmunity; immunization and new technologies such as nanomedicine and applied knowledges for diagnosis and treatments with immunotherapy.

Course Outline

1. The immune system (2 hours)

- Cells of the immune system
- The lymphoid system
- Leukocyte development

2. Antigen and antibody (4 hours)
   - Immunogens and antigens
   - Adjuvants
   - Conformational and linear epitopes
   - Haptens
   - Immunogenicity
   - Antibody
   - Antigen receptor molecules
   - Organization and diversity of immunoglobulin proteins
   - Classification of immunoglobulin
   - Immunoglobulin variable regions
   - Three-dimensional structure of immunoglobulin

3. Major histocompatibility complex (1 hour)

4. The immune response (7 hours)

   4.1 Non specific immune response
   - Phagocytosis
   - NK cell and cytotoxicity
   - Complements

   4.2 Specific immune response
   - Humoral immune response
   - Cellular immune response, cytokines, chemokines

   4.3 Clonal organization

   4.4 Antigen processing and presentations

   4.5 Mechanisms of antigen elimination

   4.6 Inflammation

   4.7 Programmed cell death

5. Immunological laboratory tests (5 hours)
   - Principle of laboratory methods for detection of antigens and antibodies
   - Principle of laboratory methods for cellular immune response

and cellular components

-Molecular genetic techniques for analysis of the immune system

6. Immunity to infections (3 hours)

7. Immunological mechanisms (5 hours)

-Hypersensitivity

-Immunodeficiency

-Autoimmunity

-Immunoproliferation

8. Mechanisms of tumor immunology (1 hour)

9. Mechanisms of immunohematology (2 hours)

10.Transplantation immunology (1 hour)

11. Immunization and immunomodulations (2 hours)

12. Immuno-biotechnology (3 hours)

13. Nanomedicine (3 hours)

14. Immunotherapy (3 hours)

15. Recent knowledges and emerging technologies in immunology and future trend (6 hours)

115742 ภูมิคุ้มกันวิทยาการติดเชื้อ **4(4-0-12)**

(Infectious Immunity)

วิชาบังคับก่อน : 108741* วิทยาภูมิคุ้มกัน หรือ 115741 ภูมิคุ้มชีววิทยา

และ 108740* จุลชีววิทยาทางการแพทย์ หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

ศึกษาการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันต่อการติดเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส เชื้อรา และปรสิต

เค้าโครงรายวิชา

1. ภูมิคุ้มกันวิทยาการติดเชื้อแบคทีเรีย 1 (10 ชั่วโมง)
2. ภูมิคุ้มกันวิทยาการติดเชื้อแบคทีเรีย 2 และริกเกตเซีย (10 ชั่วโมง)
3. ภูมิคุ้มกันวิทยาการติดเชื้อไวรัส (10 ชั่วโมง)
4. ภูมิคุ้มกันวิทยาการติดเชื้อรา (8 ชั่วโมง)
5. ภูมิคุ้มกันวิทยาการติดปรสิต (10 ชั่วโมง)

115742 Infectious Immunity **4(4-0-12)**

Prerequisite : 108741* Immunology or 115741 Immunobiology
and 108740* Medical Microbiology or consent of the school

The immune response against bacterial infection, rickettsiae infection, viral infection, fungal infection and parasitic infection.

Course Outline

1. Immunity to bacterial infection I	(10 hours)
2. Immunity to bacterial infection II and rickettsiae infection	(10 hours)
3. Immunity to viral infection	(10 hours)
4. Immunity to fungal infection	(8 hours)
5. Immunity to parasitic infection	(10 hours)

115751 การทดลองทางปรสิตวิทยา **2(1-2-4)**

(Experimental Parasitology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ศึกษาและตรวจวินิจฉัยปรสิตโดยการตรวจจากตัวอย่างอุจจาระและตัวอย่างเลือดและเนื้อเยื่อ โดยวิธีการและขบวนการที่จำเพาะทางด้านปรสิตวิทยา และวิธีการตรวจวินิจฉัยทางวิทยาภูมิคุ้มกันอื่นๆ ที่เป็นที่นิยม

เค้าโครงรายวิชา

1. การตรวจวินิจฉัยตัวอย่างอุจจาระ 1 (6 ชั่วโมง)
   - เทคนิคการตรวจอุจจาระ สารกันเสียและการย้อม กรรมวิธีพิเศษสำหรับการตรวจหาไข่และตัวอ่อนหนอนพยาธิ
2. การตรวจวินิจฉัยตัวอย่างอุจจาระ 2 (6 ชั่วโมง)
   - วิธีการทำให้เข้มข้นขึ้น การเลี้ยง และวิธีการประมาณความหนาแน่นของหนอนพยาธิ
3. การตรวจวินิจฉัยปรสิตในตัวอย่างเลือดและเนื้อเยื่อ 1 (6 ชั่วโมง)
   - ฟิล์มเลือดแบบหนาและบาง รอยประทับเนื้อเยื่อ การดูดออกและการตัดเนื้อออกตรวจ
4. การตรวจวินิฉัยปรสิตในตัวอย่างเลือดและเนื้อเยื่อ 2 (6 ชั่วโมง)

- เทคนิคที่สูงขึ้น วิธีการเลี้ยงและการเพาะเนื้อเยื่อสัตว์

5. การตรวจโดยวิธีการทางภูมิคุ้มกันวิทยา 1 (6 ชั่วโมง)
   - อิมมูโนฟลูออเรสเซนต์โดยตรง ดีเอ็นเอโพรบ เอนไซม์อิมมูโนเอสเสและเอนไซม์ลิงค์อิมมูโนซอร์เบนเอสเส
6. การตรวจโดยวิธีการทางภูมิคุ้มกันวิทยา 2 (6 ชั่วโมง)
   - สารภูมิต้านทานฟลูออเรสเซนต์โดยอ้อม การเกาะกลุ่มของเม็ดเลือดแดงโดยอ้อม อิมมูโนบลอทและเวสเทอร์นบลอท และพีซีอาร์

115751 Experimental Parasitology **2(1-2-4)**

Prerequisite : None

Study and the diagnosis of parasites by examination of the stool and blood specimens by special techniques and procedures, and also other conventional immunodiagnosis techniques.

Course Outline

1. Examination of stool specimens I (6 hours)
   - Techniques of stool examination, stains and preservative solutions, special procedures for recovery of helminth larvae and eggs
2. Examination of stool specimens II (6 hours)
   - Concentration methods, culture methods and methods for estimation of worm burden
3. Examination of blood specimens and tissues I (6 hours)
   - Thin and thick blood films, tissue impression and biopsy and aspiration
4. Examination of blood specimens and tissues II (6 hours)
   - Concentration techniques, culture methods and animal inoculation
5. Immunodiagnosis techniques I (6 hours)
   - Direct immunofluorescence, DNA probe, enzyme immunoassay and enzyme-linked immunosorbent assay
6. Immunodiagnosis techniques II (6 hours)
   - Indirect fluorescent antibody, indirect hemagglutination, immunoblot and western blot and polymerase chain reaction

115752 ความสัมพันธ์ของปรสิตกับโฮสต์และผลกระทบที่มีต่อกัน 4(4-0-12)

(Host-Parasite Relationships and Interactions)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ศึกษาปรสิตกับโฮสต์เรื่องความสัมพันธ์และผลกระทบต่อกันในด้านต่างๆ ปัจจัยสำคัญต่อระดับการติดเชื้อและการรักษา ความเสียหายและการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะ การเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ บทบาทของอพอพโทซิส โครงสร้างและลักษณะที่ปรากฏในการตายของเซลล์ ปรสิตฉวยโอกาสจำพวกต่างๆ และความสัมพันธ์กับโฮสต์

เค้าโครงรายวิชา

1. ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อระดับของการติดเชื้อปรสิตและการรักษาการติดเชื้อ (4 ชั่วโมง)
2. ผลของปรสิตต่อโฮสต์: ความเสียหายและการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะต่างๆ (4 ชั่วโมง)
3. การเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพของปรสิต (12 ชั่วโมง)
   - ภูมิคุ้มกันวิทยา สรีรวิทยา และชีวเคมีของระบบปรสิต
4. บทบาทของอพอพโทซิสต่อความสัมพันธ์ของปรสิตกับโฮสต์ (8 ชั่วโมง)
5. โครงสร้างและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นทางสรีรวิทยาในการตายของเซลล์ (8 ชั่วโมง)
6. ปรสิตฉวยโอกาสจำพวกต่างๆ และความสัมพันธ์กับโฮสต์ (12 ชั่วโมง)

115752 Host-Parasite Relationships and Interactions 4(4-0-12)

Prerequisite : None

Factors affecting levels of parasite infection and treatment, effect of parasite on host tissue damage and changes, biological adaptation of parasite in terms of immunology, physiology and biochemistry, role of apoptosis, cell death and opportunistic parasites in host-parasite relationships.

Course Outline

1. Principal factors which affect levels of parasite infection and treatment (4 hours)
2. Effect of parasites on hosts; Tissue damage and changes (4 hours)
3. Biological adaptations of parasites (12 hours)
   - Immunology, physiology and biochemistry of parasitism
4. The role of apoptosis in host-parasite relationships (8 hours)
5. Structural and physiological aspects of cell death (8 hours)

6. Opportunistic parasites and host-relationship (12 hours)

115753 ชีววิทยาของแมลงพาหะและโรคที่เกิดจากแมลงพาหะ 4(4-0-12)

(Vector Biology and Vector-borne Diseases)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ศึกษาแมลงและสัตว์ขาข้อที่มีความสำคัญทางการแพทย์และโรคที่เกิดจากแมลงพาหะ จำพวก ยุงชนิด แอนนอฟฟีลีนและคิวลิซีน แมลงวัน และแมลงต่างๆ เช่น แบลคฟลายด์ แซนฟลายด์ ฮอส ฟลายด์ เซสซี่ฟลายด์ แมลงวันบ้าน และ สเตเบิลฟลายด์ หมัด เหา แมลงสาบ เห็บ และไร

เค้าโครงรายวิชา

1. ภาพรวมและแนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับกีฏวิทยาทางการแพทย์ (3 ชั่วโมง)
2. ยุงจำพวก แอนนอฟฟีลีน กับโรคมาลาเรียและโรคฟิลาริเอซิส (3 ชั่วโมง)
3. ยุงจำพวก คิวลิซีน กับโรคไข้เหลือง เดงกี่ และฟิลาริเอซิส (3 ชั่วโมง)
4. แมลง แบลคฟลายด์ กับโรคออนโคเซอเซียซีส (3 ชั่วโมง)
5. แมลง เฟลโบโทมีนแซนฟลายด์ กับโรคลิสมาเนียซีส บาร์โทเนลโลซีส และ แซน ดี ฟีเวอร์ (3 ชั่วโมง)
6. แมลงฮอสฟลายด์ กับโรคลอเอซีส (3 ชั่วโมง)
7. แมลงเซสซี่ฟลายด์ กับโรคอาฟริกัน ทริปปาโนนิเอซีส (3 ชั่วโมง)
8. แมลงวันบ้านและแมลงวันคอกม้า กับโรคมายเอซีส (3 ชั่วโมง)
9. หมัด และกาฬโรค ไข้ไทฟัส และพยาธิจำพวกตัวตืด (3 ชั่วโมง)
10. เหา กับอาการผื่นคัน (3 ชั่วโมง)
11. ไรฝุ่น กับความสำคัญทางการแพทย์ (3 ชั่วโมง)
12. แมลงไทรโทมีน กับโรคชากัส (3 ชั่วโมง)
13. แมลงสาบ กับเชื้อไวรัส แบคทีเรีย โปรโตซัว และปรสิต (3 ชั่วโมง)
14. เห็บ กับโรคการเป็นไข้กลับ คิวฟีเวอร์ อัมพาต และพาหะนำโรคจาก ริคเคทเซีย สไปโรชีท และ อาร์โบไวรัส (3 ชั่วโมง)
15. ไรจำพวกซาคอพทิเด กับโรคสคาบีแรซ (3 ชั่วโมง)
16. ไรจำพวกทรอมบิคูลิเด กับโรคสครับไทฟัส (3 ชั่วโมง)

115753 Vector Biology and Vector-borne Diseases **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Medical entomology and its related diseases, including mosquitoes (anopheline and culicine), flies (blackflies, sandflies, horseflies, tsetse-flies, house-flies and stable-flies), fleas, lice, bugs (bedbugs and triatomine bugs), cockroaches, ticks and mites.

Course Outline

1.	Overview and basic concepts of medical entomology	(3 hours)
2.	Anopheline mosquitoes (Anophelinae) & malaria and filariasis	(3 hours)
3.	Culicine mosquitoes (Culicinae) & yellow fever, dengue, and filariasis	(3 hours)
4.	Blackflies (Simuliidae) & onchocerciasis	(3 hours)
5.	Phlebotomine sandflies (Phlebotominae) & leishmaniasis, bartonellosis, and sandfly fever	(3 hours)
6.	Horseflies (Tabanidae) & loiasis	(3 hours)
7.	Tsetse-flies (Glossinidae) & african trypanosomiasis	(3 hours)
8.	House-flies and stable-flies (Muscidae) & myiasis	(3 hours)
9.	Fleas (siphonaptera) & plague, typhus, and cestodes	(3 hours)
10.	Lice (anoplura) & allergic reactions	(3 hours)
11.	Bedbugs (Cimicidae) & medical importance	(3 hours)
12.	Triatomine bugs (Triatominae) & chagas disease	(3 hours)
13.	Cockroaches (blattaria) & pathogens	(3 hours)
14.	Soft and hard ticks (Argasidae and Ixodidae) & relapsing fever, q-fever, paralysis, also rickettsiae, spirochaetes and arboviruses-related diseases	(3 hours)
15.	Scabies mites (Sarcoptidae) & scabies rash	(3 hours)
16.	Scrub typhus mites (Trombiculidae) & scrub typhus	(3 hours)

115754 กีฏวิทยาทางการแพทย์ **4(3-2-10)**

(Medical Entomology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ความสำคัญทางการแพทย์ของแมลง รูปร่างลักษณะ การเจริญเติบโตและการจำแนกชนิดของแมลงและอราคนิด วิทยาการระบาด แมลงทางการแพทย์ที่สำคัญ การควบคุมแมลงที่มีความสำคัญทางการแพทย์ ชีวความปลอดภัย ปฏิบัติการและศึกษาภาคสนาม

เค้าโครงรายวิชา

1. บทนำ : ความสำคัญทางการแพทย์ของแมลง (2 ชั่วโมง)
2. รูปร่างลักษณะ การเจริญเติบโตและการจำแนกชนิดของแมลงและอราคนิด (4 ชั่วโมง)
3. อวัยวะในการกินอาหารของแมลงและอคาไรนา (2 ชั่วโมง)
4. วิทยาการระบาด (4 ชั่วโมง)
5. แมลงทางการแพทย์ที่สำคัญ (18 ชั่วโมง)
   - แมลงสาบ มวนและด้วง เหา ริ้นและริ้นดำ
   - ยุง เหลือบ เหลือบกวางและแมลงวันก้นแหลม
   - แมลงวันบ้าน แมลงวันหัวเขียว แมลงวันหลังลายและริ้นตา
   - แมลงวันเหงาหลับ แมลงวันคอกม้า และแมลงวันเหา
   - มัยเอียซีส หมัด ไรและโรคที่เกิดจากไร เห็บและความสัมพันธ์กับโรคต่างๆ
6. การควบคุมแมลงทางการแพทย์ (4 ชั่วโมง)
   - หลักการและวิธีการควบคุม
   - การควบคุมแบบผสมผสาน
7. ชีวความปลอดภัยและอนามัยสิ่งแวดล้อม (2 ชั่วโมง)
8. ปฏิบัติการและศึกษาภาคสนาม (20 ชั่วโมง)
   - สัปดาห์ที่ 1 : สัณฐานวิทยาของแมลงและอราคนิด
   - สัปดาห์ที่ 2 : ลักษณะภายในของแมลงและอราคนิด
   - สัปดาห์ที่ 3-4 : ศึกษาภาคสนาม
   - สัปดาห์ที่ 5-6 : การเก็บตัวอย่างแมลงและอราคนิด
   - สัปดาห์ที่ 7-8 : การจัดจำแนกแมลงและอราคนิด
   - สัปดาห์ที่ 9 : ปรสิตที่สำคัญที่มีแมลงและอราคนิดเป็นพาหะ
   - สัปดาห์ที่ 10 : การควบคุมแมลงทางการแพทย์

115754 Medical Entomology **4(3-2-10)**

Prerequisite : none

Importance of medical insects. Structure, development and classification of insects and arachnids. Feeding apparatus of insects and acarina. Epidemiology. Some important medical anthropods. Control of medically important arthropods. Biosafety, laboratory and field trips.

Course Outline

1. Introduction : Importance of medical insects (2 hours)
2. Structure, development and classification of insects and arachnids (4 hours)
3. Feeding apparatus of insects and acarina (2 hours)
4. Epidemiology (4 hours)
5. Some of medically important arthropods (18 hours)
   - Coackroaches, bugs and beetles, lice, gnats, blackflies and related forms mosquitoes, horse flies, deer flies and snipe flies, house flies, blow flies, flesh flies and eye gnats, tsetse flies, stable flies, horn flies and louse flies myiasis, fleas, mites and mite-borne diseases, ticks and tick-associated diseases
6. Control of medically important arthropods (4 hours)
   - Principles and control measures, integrated control
7. Biosafety and occupational health (2 hours)
8. Laboratory and field trips (20 hours)

   Week 1 : Morphology of insects and arachnids

   Week 2 : Internal characteristics

   Week 3-4 : Field survey

   Week 5-6 : Collection of insects and arachnids

   Week 7-8 : Identification of insects and arachnids

   Week 9 : Important parasites

   Week 10 : Control of medically important insects

115755 สังขวิทยาทางการแพทย์ **4(3-2-10)**

(Medical Malacology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

การบรรยายและปฏิบัติเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของหอยที่มีความสำคัญทางการแพทย์ โดยเน้นหอยน้ำจืดที่เป็นโฮสท์กึ่งกลางของปรสิตในคนและสัตว์ที่สามารถติดต่อมาถึงคน นิเวศวิทยาของหอย อนุกรมวิธาน รูปร่างลักษณะ สรีรวิทยาและพันธุกรรม ความสัมพันธ์ของหอยและปรสิต แหล่งที่อยู่และการแพร่กระจาย การสำรวจภาคสนาม การควบคุมและการประเมินผล มีการศึกษาภาคสนาม

เค้าโครงรายวิชา

1. ความสำคัญของหอยทางเศรษฐกิจและทางการแพทย์ (3 ชั่วโมง)
2. การแบ่งกลุ่มและแบ่งชนิดของหอย (4 ชั่วโมง)
3. สัณฐานวิทยาและอนุกรมวิธาน (8 ชั่วโมง)
4. ระบบทางเดินอาหารและระบบขับถ่าย (3 ชั่วโมง)
5. ระบบหายใจ ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต (3 ชั่วโมง)
6. ระบบประสาทอวัยวะรับความรู้สึกและระบบต่อมไร้ท่อ (3 ชั่วโมง)
7. ความสัมพันธ์ระหว่างหอยและเชื้อปรสิต (4 ชั่วโมง)
8. นิเวศวิทยาและการแพร่กระจาย (4 ชั่วโมง)
9. การควบคุมหอยและการประเมินผล (4 ชั่วโมง)
10. การสำรวจภาคสนามและปฏิบัติการ (20 ชั่วโมง)

สัปดาห์ที่ 1 :วิธีการศึกษาสัณฐานวิทยาของหอย

สัปดาห์ที่ 2-3 : การแยกกลุ่มและชนิดของหอย

สัปดาห์ที่ 4-5 : การศึกษาอวัยวะภายในของหอย

สัปดาห์ที่ 6 : การตรวจหาตัวอ่อนพยาธิใบไม้ในหอย

สัปดาห์ที่ 7 : การตรวจหาตัวอ่อนพยาธิตัวกลมในหอย

สัปดาห์ที่ 8-10 : การควบคุมหอยวิธีต่างๆ

115755 Medical Malacology **4(3-2-10)**

Prerequisite : none

Lectures and practices on the fundamental knowledge of medically important mollusks with a special emphasis on freshwater mollusk intermediate hosts of parasitic zoonosis.

Molluscan ecology, taxonomy, morphology, physiology and genetics. Mollusk-parasite relationship. Habitat and distribution, field survey, control of molluscan hosts. Field trips required.

Course Outline

1. Economic and medical importance of mollusks	(3 hours)
2. Group and kind of mollusks	(4 hours)
3. Morphology and taxonomy	(8 hours)
4. Digestive system and secretory system	(3 hours)
5. Respiratory system, reproductive system and growth	(3 hours)
6. Nervous system and sensory organs and endocrine system	(3 hours)
7. Relationships between mollusks and parasites	(4 hours)
8. Ecology and distribution of mollusks	(4 hours)
9. Control and evaluation of molluscan hosts	(4 hours)
10 Field survey and laboratory	(20 hours)

Week 1 : Morphology of mollusks

Week 2-3 : Classification of mollusks

Week 4-5 : Internal organs of mollusks

Week 6 : Mollusks and flatworms

Week 7 : Mollusks and roundworms

Week 8-10 : Control of mollusks

115756 การเขียน เชิงวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ **4(4-0-12)**

(Academic and Scientific Writing)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ศึกษาโครงสร้างของภาษาเพื่อการเขียนในเชิงวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ การร้อยเรียงถ้อยความ การจัดเรียงหัวข้อใจความ การใช้คำศัพท์เฉพาะ การกำหนดความหนาแน่นของอักษร การเขียนบรรยาย การเขียนสนับสนุนหรือโต้แย้ง การใช้เครื่องหมายและสัญลักษณ์ และการเขียนเพื่อนำเสนอข้อสงสัยโดยหลีกเลี่ยงการผูกมัด

เค้าโครงรายวิชา

1. บทนำ และโครงสร้างของภาษา (6 ชั่วโมง)
2. การจัดเรียงถ้อยคำในภาพรวมและการจัดเรียงเฉพาะแห่ง (6 ชั่วโมง)
3. รูปแบบของหัวข้อใจความ และการใช้คำศัพท์เฉพาะ (6 ชั่วโมง)
4. ความหนาแน่นของตัวอักษรและความยากและง่ายในการอ่าน (6 ชั่วโมง)
5. ความหมายของความคิด และการเขียนบรรยายทางวิชาการ (6 ชั่วโมง)
6. วิธีการเขียนเพื่อสนับสนุนหรือเพื่อโต้แย้ง (6 ชั่วโมง)
7. เครื่องหมายและสัญลักษณ์ที่มีบทบาทต่อการสื่อความหมายในเนื้อหาวิชาการ ด้านวิทยาศาสตร์ (6 ชั่วโมง)
8. การเขียนเพื่อนำเสนอข้อสงสัยและการหลีกเลี่ยงการผูกมัด (6 ชั่วโมง)

115756 Academic and Scientific Writing **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Structure of language, organization of texts globally and locally, thematic patterns and technicality, density of texts, ideological meanings, writing strategies, semiotic means, doubt and hedging expressions.

Course Outline

1. Introduction and language structure (6 hours)
2. Global and local organizations of texts (6 hours)
3. Thematic patterns and technicality using (6 hours)
4. Lexical density and readability: diffused and dense texts (6 hours)
5. Ideological meanings in academic discourse (6 hours)
6. Co-operative v.s. confronting writing strategies (6 hours)
7. Other semiotic means that play a role in expressing meaning in academic/scientific texts (6 hours)
8. Expressing doubt and hedging (6 hours)

10. ปฏิบัติการการตรวจโรคธัลลัสซีเมีย (4 ชั่วโมง)
11. ปฏิบัติการการตรวจโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว (4 ชั่วโมง)
12. ปฏิบัติการการนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้ (4 ชั่วโมง)

115762 Molecular Pathology Laboratory **2(0-4-2)**

Prerequisite : None

Laboratory examination of pathogenesis of diseases. Students will study pathogenesis or normal status of cells and molecular targets involved in the laboratory.

Course Outline

1. Pathogenesis laboratory (4 hours)
2. Molecular signaling pathways laboratory (4 hours)
3. Histology laboratory (4 hours)
4. Microbiology pathogenesis laboratory (4 hours)
5. Virology pathogenesis laboratory (4 hours)
6. Cell Injuries laboratory (4 hours)
7. Tumorigenesis laboratory (4 hours)
8. HIV/AIDS pathogenesis laboratory (4 hours)
9. Bird flu & emerging diseases laboratory (4 hours)
10. Thalassemia pathogenesis laboratory (4 hours)
11. Leukemia pathogenesis laboratory (4 hours)
12. New technology approaches laboratory (4 hours)

115763 ชีวพัฒนาการและอณูพันธุศาสตร์ **4(4-0-12)**

(Developmental Biology and Molecular Genetics)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ศึกษาเกี่ยวกับยีนและกลไกการควบคุมการพัฒนาของอวัยวะต่างๆ การเรียนจะเป็นภาคบรรยาย การเสนอรายงานด้วยปากเปล่า ซึ่งเน้นการศึกษาที่ผ่านมาแล้วเกี่ยวกับกลไกควบคุมที่พบในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ นักศึกษาจะได้รับฟังการบรรยายจากผู้ทรงคุณวุฒิ และการอภิปรายกลุ่มย่อย

เค้าโครงรายวิชา

1.	โฮมิโอบอกยีน	(4 ชั่วโมง)
2.	แกนอวัยวะ	(4 ชั่วโมง)
3.	กายสัณฐานกำเนิดเนื้อเยื่อบุผิว	(4 ชั่วโมง)
4.	กายสัณฐานกำเนิดมีเซนคายมอล	(4 ชั่วโมง)
5.	อันตรกิริยาระหว่างเนื้อเยื่อบุผิว-มีเซนคายมอลเซลล์	(4 ชั่วโมง)
6.	การเคลื่อนย้ายเซลล์	(4 ชั่วโมง)
7.	การเปลี่ยนสภาพของเซลล์	(4 ชั่วโมง)
8.	การจัดตัวใหม่ของเซลล์	(4 ชั่วโมง)
9.	การควบคุมขนาด/บี-คาเทนิน	(4 ชั่วโมง)
10.	กระบวนการพัฒนาและบีเอ็มพี	(4 ชั่วโมง)
11.	ระบบสมดุลโมเลกุล	(4 ชั่วโมง)
12.	หลอดเลือดกำเนิด	(4 ชั่วโมง)

115763 Developmental Biology and Molecular Genetics **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Genes and their regulations in normal development of organs. Class will consist of a combination of lecture and presentation emphasized on development of organs and molecular mechanisms regulating the processes found in classical and contemporary literatures, guest seminars and small group discussions of papers.

Course Outline

1.	Homeobox genes	(4 hours)
2.	Organ axis	(4 hours)
3.	Epithelial morphogenesis	(4 hours)
4.	Mesenchymal morphogenesis	(4 hours)
5.	Epithelium-Mesenchymal cells interaction	(4 hours)
6.	Cell migration	(4 hours)
7.	Cell differentiation	(4 hours)
8.	Cell rearrangement	(4 hours)
9.	b-Catenin/ size regulation	(4 hours)

10. BMPs and developmental processes (4 hours)
11. Molecular balancing system (4 hours)
12. Angiogenesis (4 hours)

115764 อณูพยาธิวิทยาของเนื้องอกและเซลล์ต้นกำเนิด 4(4-0-12)

(Molecular Pathology of Tumor and Stem Cells)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ความผิดปกติของการควบคุมระดับโมเลกุล ที่ก่อให้เกิดมะเร็ง รวมทั้งการเกิดมะเร็งของเซลล์ต้นกำเนิด การเรียนจะเป็นภาคบรรยาย การเสนอรายงานด้วยปากเปล่า และการอ่านและวิจารณ์ผลงานทางวิชาการ

เค้าโครงรายวิชา

1. การควบคุมวงจรเซลล์ (4 ชั่วโมง)
2. กลไกการจัดลำดับเนื้องอกกำเนิด (4 ชั่วโมง)
3. เซลล์ต้นกำเนิดเนื้องอก (4 ชั่วโมง)
4. พยาธิวิทยาโมเลกุลของเนื้องอก (4 ชั่วโมง)
5. พยาธิวิทยาโมเลกุลของเซลล์ต้นกำเนิด (4 ชั่วโมง)
6. ความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์ต้นกำเนิดและเนื้องอก (4 ชั่วโมง)
7. การกำเนิดระดับโมเลกุลของเซลล์มะเร็ง (4 ชั่วโมง)
8. เนื้องอกชนิดพบน้อย (4 ชั่วโมง)
9. การเปลี่ยนสภาพและการไม่เปลี่ยนสภาพ (4 ชั่วโมง)
10. การสูบบุหรี่ (4 ชั่วโมง)
11. การจัดการกับเนื้องอก (4 ชั่วโมง)
12. ผลของสมุนไพรต่อเซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์เนื้องอก (4 ชั่วโมง)

115764 Molecular Pathology of Tumor and Stem Cells 4(4-0-12)

Prerequisite : None

Pathological processes at molecular level of tumors and stem cells, focusing on molecular aberrants underlined in tumorigenesis and stem cell tumors. Class time will consist of a combination of

lecture, presentation emphasizing molecular aberrants involved in tumorigenesis and tumor of stem cells, guest seminars and small group discussions of papers.

Course Outline

1.	Cell cycle regulation	(4 hours)
2.	Hierarchical mechanism in tumorigenesis	(4 hours)
3.	Tumor stem cells	(4 hours)
4.	Molecular pathology of tumor	(4 hours)
5.	Molecular pathology of stem cells	(4 hours)
6.	Tumor and stem cells relationship	(4 hours)
7.	Molecular profiles of cancerous cells	(4 hours)
8.	Rare tumors	(4 hours)
9.	Differentiation and de-differentiation	(4 hours)
10.	Smoking	(4 hours)
11.	Tumor management	(4 hours)
12.	Medicinal plants effects on tumor cells and stem cells	(4 hours)

115765 พยาธิวิทยาของเซลล์ขั้นสูง **3(3-0-9)**

(Advanced Pathology of Cells)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

พยาธิสภาพของเซลล์ในระดับโมเลกุล รวมทั้งกลไกการควบคุมที่ข้องเกี่ยว การเรียนการสอนจะมีการบรรยาย การอ่านและวิจารณ์บทความทางวิชาการกลุ่มย่อย

เค้าโครงรายวิชา

1.	การควบคุมกลไกระดับโมเลกุล การบาดเจ็บของเซลล์	(3 ชั่วโมง)
2.	การรักษาบาดแผล	(3 ชั่วโมง)
3.	การตายเฉพาะส่วน	(3 ชั่วโมง)
4.	อะพอปโทซีส	(3 ชั่วโมง)
5.	ความเค้นออกซิเดทีพ	(3 ชั่วโมง)
6.	เซลฟและนอนเซลฟ	(3 ชั่วโมง)
7.	โฮมมิงของเซลล์	(3 ชั่วโมง)

8.	แอลลีลิค เรคคอกนิชัน	(3 ชั่วโมง)
9.	ปฏิกิริยาการเข้ากันไม่ได้ของหมู่เลือด	(3 ชั่วโมง)
10.	การเปลี่ยนสภาพแบบทรานส์	(3 ชั่วโมง)
11.	การเปลี่ยนแปลงของเซลล์	(3 ชั่วโมง)
12.	ยาสมุนไพรและการรักษามะเร็ง	(3 ชั่วโมง)

115765 Advanced Pathology of Cells **3(3-0-9)**

Prerequisite : None

Molecular and regulatory events during pathogenesis of the cells. Class will consist of a combination of lecture, guest seminars and small group discussions of papers.

Course Outline

1.	Molecular mechanism regulations of cell injury	(3 hours)
2.	Wound healing	(3 hours)
3.	Necrosis	(3 hours)
4.	Apoptosis	(3 hours)
5.	Oxidative stresses	(3 hours)
6.	Self and non-self	(3 hours)
7.	Homing of the cells	(3 hours)
8.	Allelic recognition	(3 hours)
9.	Blood groups mismatching reactions	(3 hours)
10.	Trans-differentiation	(3 hours)
11.	Transformation of the cells	(3 hours)
12.	Medicinal plants and anti-cancer treatment	(3 hours)

115670 สารต้านออกซิเดชันเพื่อสุขภาพและความงาม **4(4-0-12)**

(Antioxidants for Health and Beauty)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

การเกิดอนุมูลอิสระในเซลล์และเนื้อเยื่อ ชนิดและแหล่งอาหารต้านออกซิเดชัน กลไกการเกิดความเสียหายต่อสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่และการป้องกันโดยสารต้านออกซิเดชัน อาหารต้านออกซิเดชันและการป้องกันการเกิดโรค สารต้านออกซิเดชันในเครื่องสำอางและความงาม

เค้าโครงรายวิชา

1. การสร้างอนุมูลอิสระภายในเซลล์และเนื้อเยื่อ (4 ชั่วโมง)
2. การใช้สารต้านออกซิเดชันเพื่อป้องกันเซลล์ (3 ชั่วโมง)
3. ชนิดและแหล่งสารอาหารต้านออกซิเดชัน (3 ชั่วโมง)
4. ความเสียหายต่อลิปิด ดีเอ็นเอ และโปรตีนสืบเนื่องจากออกซิเดชัน (6 ชั่วโมง)
5. สารต้านออกซิเดชันและการป้องกันความเสียหายต่อลิปิด ไลโปโปรตีน ดีเอ็นเอ และ โปรตีน (6 ชั่วโมง)
6. สารต้านออกซิเดชันและการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน (4 ชั่วโมง)
7. สารต้านออกซิเดชันและโรคเอดส์ (4 ชั่วโมง)
8. สารต้านออกซิเดชันและโรคมะเร็ง (4 ชั่วโมง)
9. สารต้านออกซิเดชันและการออกซิไดซ์แอล ดี แอล (3 ชั่วโมง)
10. สารต้านออกซิเดชันและโรคหลอดเลือดหัวใจ (4 ชั่วโมง)
11. สารต้านออกซิเดชันและความชรา (3 ชั่วโมง)
12. สารต้านออกซิเดชันในเครื่องประทินโฉมและความงาม (4 ชั่วโมง)

115670 Antioxidants for Health and Beauty **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Free radicals formation in cells and tissues, nutrients as antioxidants and their food sources, macromolecular mechanisms of injury and prevention by antioxidants, nutritional antioxidants and disease prevention, antioxidants in cosmetics and beauty

Course Outline

1. Free radicals formation in cells and tissues (4 hours)
2. The antioxidant strategy as cell protection (3 hours)

3. Antioxidant nutrients and their food sources (3 hours)
4. Oxidative injury to membrane lipids, DNA and protein (6 hours)
5. Prevention of oxidative damage to lipid and lipoprotein, DNA and protein by antioxidants (6 hours)
6. Antioxidants and immune function (4 hours)
7. Antioxidants and AIDS (4 hours)
8. Antioxidants and cancers (4 hours)
9. Antioxidants and LDL oxidation (3 hours)
10. Antioxidants and coronary artery disease (4 hours)
11. Antioxidants and aging (3 hours)
12. Antioxidants in cosmetics and beauty (4 hours)

115671 อนุมูลอิสระทางชีววิทยาและการแพทย์ **4(4-0-12)**

(Free Radicals in Biology and Medicine)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ปฏิกิริยาเคมีของอนุมูลอิสระภายในสิ่งมีชีวิต ประโยชน์และโทษของอนุมูลอิสระ ระบบการป้องกันและกำจัดอนุมูลอิสระของร่างกาย กลไกการเกิดความเสียหายต่อเซลล์และการตอบสนองของเซลล์ต่อความเสียหายอันสืบเนื่องจากอนุมูลอิสระ บทบาทของอนุมูลอิสระต่อการเกิดโรคและการป้องกันความเสียหายโดยสารต้านอนุมูลอิสระ

เค้าโครงรายวิชา

1. ปฏิกิริยาเคมีของอนุมูลอิสระและสารออกซิเดชันที่เกี่ยวข้อง (6 ชั่วโมง)
2. ประโยชน์และโทษของอนุมูลอิสระ (4 ชั่วโมง)
3. เอนไซม์ที่ป้องกันและกำจัดสารออกซิเดชันและอนุมูลอิสระ (4 ชั่วโมง)
4. กลไกที่ก่อให้เกิดความเสียหายของอนุมูลอิสระต่อไขมัน โปรตีนและดีเอ็นเอ (10 ชั่วโมง)
5. การตอบสนองของเซลล์ภายหลังได้รับอนุมูลอิสระ: ความเสียหาย การปรับสมดุล การซ่อมแซม และการตายของเซลล์ (8 ชั่วโมง)
6. ปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระและการเกิดโรคในมนุษย์ (6 ชั่วโมง)
7. อนุมูลอิสระและความเสื่อมโทรมของการแก่ (4 ชั่วโมง)
8. บทบาทของสารต้านออกซิเดชันต่อสุขภาพและการรักษาโรคที่สืบเนื่องจากอนุมูลอิสระ (6 ชั่วโมง)

115671 Free Radicals in Biology and Medicine **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Chemistry of biologically free radicals, toxicity and beneficial effects of reactive oxygen species and antioxidant defenses in the body, mechanisms of oxidative damages to cellular targets, cellular responses to oxidative damages, roles of free radicals in human diseases and antioxidants in protection and therapy of oxidative diseases.

Course Outline

1.	The chemistry of free radicals and related reactive species	(6 hours)
2.	Toxicity and beneficial effects of reactive oxygen species	(4 hours)
3.	Antioxidant defense enzymes	(4 hours)
4.	Mechanisms of oxidative stress in lipid peroxidation, proteins and DNA	(10 hours)
5.	Consequences of cellular response to oxidative stress: adaptation, damage, repair and death	(8 hours)
6.	Free radical reactions in human diseases	(6 hours)
7.	Oxidative stress and aging	(4 hours)
8.	Roles of antioxidants in health and the treatment of oxidative diseases	(6 hours)

115672 อนุมูลอิสระทางพิษวิทยา **4(4-0-12)**

(Free Radicals in Toxicology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

บทบาทของอนุมูลอิสระและสารออกซิเดชันในเชิงพิษวิทยา อนุมูลอิสระที่กำเนิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของสารพิษและยา พิษ อวัยวะเป้าหมายและกลไกการเกิดพิษในระดับเซลล์และโมเลกุลของสารพิษที่มีฤทธิ์ออกซิเดชัน

เค้าโครงรายวิชา

1.	ความเข้าใจหลักทางพิษวิทยา และเคมีของอนุมูลอิสระ	(8 ชั่วโมง)
2.	ความสำคัญของอนุมูลอิสระและสารออกซิเดชันที่เกี่ยวข้องในทางพิษวิทยา	(2 ชั่วโมง)
3.	อนุมูลอิสระที่มีแหล่งกำเนิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของสารพิษและยา	(2 ชั่วโมง)
4.	อนุมูลอิสระและการอักเสบที่เกี่ยวกับสารพิษในสภาวะแวดล้อม	(4 ชั่วโมง)
5.	โรคภูมิต้านตนเองอันมีสาเหตุจากสารพิษที่มีฤทธิ์ออกซิเดชัน	(4 ชั่วโมง)

6. ความเสียหายทางออกซิเดชันและกระบวนการเกิดมะเร็ง (6 ชั่วโมง)
7. ปฏิกิริยารีดอกและการควบคุมการแสดงออกของยีน และทรานสคริบชัน แฟค เตอร์ในการตอบสนองต่อสารพิษที่มีฤทธิ์ออกซิเดชัน (4 ชั่วโมง)
8. พิษ อวัยวะเป้าหมาย และกลไกการเกิดพิษในระดับเซลล์และ โมเลกุลของสารพิษเฉพาะชนิดที่มีฤทธิ์ออกซิเดชัน : สารกลุ่มฮาร์โลเจ เนทเทดไฮโดรคาร์บอน สารกำจัดศัตรูพืช แอลกอฮอล์ มลพิษทางอากาศ บุหรี่ โลหะ และยาปฏิชีวนะ (18 ชั่วโมง)

115672 Free Radicals in Toxicology **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Contribution of free radicals and related reactive oxygen species to toxicology, free radical metabolites of toxic chemicals and drugs as sources of oxidative stress, toxicity, target organs, molecular and cellular mechanisms of prooxidant toxicants

Course Outline

1. Overview concepts in toxicology and radical chemistry (8 hours)
2. The contribution of reactive oxygen species and reactive nitrogen species in toxicology (2 hours)
3. Free radical metabolites of toxic chemicals and drugs as sources of oxidative stress (2 hours)
4. Radicals and inflammation mediated by environmental toxicants (4 hours)
5. Autoimmunity caused by oxidizing toxicants (4 hours)
6. Oxidative stress in chemical carcinogenesis (6 hours)
7. Redox regulation of gene expression and transcription factors in response to environmental oxidants (4 hours)
8. Toxicity, target organs, molecular and cellular mechanisms of selective environmental oxidants: halogenated hydrocarbons, pesticides, alcohol, air pollutants, cigarette smoke, metals and antibiotics (18 hours)

115770 กลไกการออกฤทธิ์ของยาระดับโมเลกุล **4(4-0-12)**

(Molecular Mechanisms of Drug Action)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาชีวเคมีและสิ่งสำคัญอื่นๆ ระดับโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับหลักทางเภสัชวิทยา อันจะทำให้สามารถเข้าใจถึงหลักการออกฤทธิ์ของยาและปฏิกิริยาระหว่างยากับองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต โดยจะเน้นถึงจุดสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางด้านชีวเวชศาสตร์

เค้าโครงรายวิชา

1. บทนำสู่พื้นฐานทางเภสัชวิทยา (2 ชั่วโมง)
2. ความเฉพาะเจาะจงต่อการออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาระดับโมเลกุล (8 ชั่วโมง)
3. หลักการออกฤทธิ์ของยาระดับโมเลกุล (8 ชั่วโมง)
4. การนำยาเข้าสู่ร่างกาย การกระจายยา และการขับออกของยา (8 ชั่วโมง)
5. เส้นทางการเปลี่ยนแปลงยา (4 ชั่วโมง)
6. เภสัชพันธุศาสตร์ (4 ชั่วโมง)
7. การแพ้ยา (2 ชั่วโมง)
8. การดื้อยา (6 ชั่วโมง)
9. การทนต่อยาและการติดยา (4 ชั่วโมง)
10. การเกิดทารกวิรูปโดยสาเหตุจากสารเคมี (2 ชั่วโมง)

115770 Molecular Mechanisms of Drug Action **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Chemical and biological concepts underling pharmacology essential to understanding this science, including drug actions and reactions; as emphasis of its important place within the biomedical sciences.

Course Outline

1. Introduction to basic pharmacology (2 hours)
2. Molecular basis of pharmacologic selectivity (8 hours)
3. Molecular basis of drug action (8 hours)
4. The entry, distribution and elimination of drugs (8 hours)
5. Pathway of drug metabolism (4 hours)

6. Pharmacogenetics (4 hours)

7. Drug allergy (2 hours)

8. Drug resistance (6 hours)

9. Drug tolerance and physical dependence (4 hours)

10. Chemical teratogenesis (2 hours)

115771 ประสาทเภสัชวิทยา **4(4-0-12)**

(Neuropharmacology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

คุณสมบัติและหน้าที่ของระบบประสาทอย่างหลากหลาย และยาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท โดยจะเน้นการเรียนรู้ถึงผลกระทบและหน้าที่ของสารส่งผ่านประสาททั้งหลายต่อวิถีประสาทชนิดต่างๆ อันตรกิริยาระหว่างสารที่เกิดภายในเหล่านี้และยาหรือสารเคมีภายนอก ผลของยาต่อพฤติกรรมที่ปกติหรือผิดปกติ ยาที่ใช้ในโรคความผิดปกติทางอารมณ์

เค้าโครงรายวิชา

1. ยากระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางและจิต (6 ชั่วโมง)
2. ยารักษาโรคจิต (4 ชั่วโมง)
3. ยารักษาโรคความผิดปกติทางอารมณ์ (อารมณ์แปรปรวน) (2 ชั่วโมง)
4. การหดตัวของกล้ามเนื้อและยาคลายความตึงกล้ามเนื้อ (4 ชั่วโมง)
5. ยาสลบ (2 ชั่วโมง)
6. ยาชาเฉพาะที่และยาอื่นๆ ที่กระตุ้นเยื่อหุ้มเซลล์ (4 ชั่วโมง)
7. การส่งผ่านสารเคมีและสารส่งผ่านประสาทส่วนบุคคล (6 ชั่วโมง)
8. ยาระงับปวด (4 ชั่วโมง)
9. ยาที่ใช้ในโรคเซลล์ประสาทเสื่อม (6 ชั่วโมง)
10. การติดยาและการใช้ยาในทางที่ผิด (2 ชั่วโมง)
11. ตัวสื่อทางเคมีและยาระบบประสาทอัตโนมัติ (8 ชั่วโมง)

115771 Neuropharmacology **4(4-0-8)**

Prerequisite : None

Cellular, functional properties of various neuronal systems and of the drugs that affect these systems. Emphasis is given to the effect and functions of various neurotransmitter substances on different neuronal pathway, the interactions between these endogenous substances and drugs or exogenous chemicals, the effect of drugs on normal or abnormal behavior, drugs used in affective disorders.

Course Outline

1. Central nervous system stimulants and psychotomimetic drugs	(6 hours)
2. Neuroleptic drugs	(4 hours)
3. Drugs used in affective disorders	(2 hours)
4. Muscle spasm and centrally acting muscle relaxants	(4 hours)
5. General anesthetic agents	(2 hours)
6. Local anesthetics and other drugs that affect excitable membranes	(4 hours)
7. Chemical transmission and individual neurotransmitter	(6 hours)
8. Analgesic drugs	(4 hours)
9. Drugs used in neurodegenerative disorders	(6 hours)
10. Drug dependence and drug abuse	(2 hours)
11. Chemical mediators and the autonomic nervous system drugs	(8 hours)

115772 เภสัชวิทยาเคมีบำบัด **4(4-0-12)**

(Chemotherapy Pharmacology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

หลักการเคมีบำบัด เช่น หลักการเคมีบำบัดระดับโมเลกุล การดื้อต่อยาปฏิชีวนะ สารต้านแบคทีเรีย สารต้านไวรัส สารต้านเชื้อรา สารต้านโปรโตซัว สารฆ่าหนอนพยาธิ สารระงับเชื้อและสารฆ่าเชื้อ เคมีบำบัดโรคมะเร็ง วัคซีนและทอกซอยด์

เค้าโครงรายวิชา

1. หลักการเคมีบำบัดระดับโมเลกุล	(4 ชั่วโมง)
2. การดื้อต่อยาปฏิชีวนะ	(4 ชั่วโมง)

3. ยาต้านแบคทีเรีย (13 ชั่วโมง)
4. ยาต้านไวรัส (8 ชั่วโมง)
5. ยาต้านเชื้อรา (3 ชั่วโมง)
6. ยาต้านโปรโตซัว (2 ชั่วโมง)
7. ยาฆ่าหนอนพยาธิ (2 ชั่วโมง)
8. สารระงับเชื้อและสารฆ่าเชื้อ (3 ชั่วโมง)
9. เคมีบำบัดโรคมะเร็ง (8 ชั่วโมง)
10. วัคซีนและทอกซอยด์ (3 ชั่วโมง)

115772 Chemotherapy Pharmacology **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

Principles of chemotherapy, such as the molecular principles of chemotherapy, resistance to antibiotics, antibacterials, antivirals, antifungals, antiprotozoals, anthelmintics, antiseptics and disinfectants, cancer chemotherapy, vaccines and toxoids.

Course Outline

1. Principles of chemotherapy (4 hours)
2. Resistances to antibiotics (2 hours)
3. Antibacterial drugs (13 hours)
4. Antiviral drugs (8 hours)
5. Antifungal drugs (3 hours)
6. Antiprotozoal drugs (2 hours)
7. Anthelmintic drugs (2 hours)
8. Antiseptics and disinfectants (3 hours)
9. Cancer chemotherapy (8 hours)
10. Vaccines and toxoids (3 hours)

115773 เภสัชวิทยาฮอร์โมนขั้นสูง **4(4-0-12)**

(Advanced Hormonal Pharmacology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

หลักการปัจจุบันในเภสัชวิทยาของฮอร์โมน ที่ผลิตจากระบบต่อมไร้ท่อและการใช้ฮอร์โมนเหล่านี้เป็นยา โดยจะเรียนรู้ถึง ความรู้ทั่วไปของฮอร์โมน ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง และ ไฮโปทาลามัส ยาธัยรอยด์และยาที่ยับยั้งการทำงานของต่อมธัยรอยด์ ยาสเตียรอยด์และยาต้านสเตียรอยด์ของต่อมหมวกไตส่วนนอก ยาคาเทคโคลามีนและยาต้านคาเทคโคลามีนของต่อมหมวกไตส่วนใน ยาเอสโตรเจนและโปรเจสติน ฮอร์โมนคุมกำเนิด ฮอร์โมนทดแทนในสตรีวัยหมดประจำเดือน ยาแอนโดรเจนและสารที่เกี่ยวข้อง ยาที่มีผลต่อการหดตัวหรือคลายตัวของมดลูก สารที่มีผลต่อการควบคุมสมดุลแร่ธาตุของกระดูก อินสุลิน ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือดและยาฮอร์โมนจากตับอ่อน ยาต้านการอักเสบและยากดภูมิคุ้มกัน

เค้าโครงรายวิชา

1. เมื่อฮอร์โมนเป็นยาและความรู้ทั่วไปของฮอร์โมน (4 ชั่วโมง)
2. ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองและไฮโปทาลามัส (4 ชั่วโมง)
3. ยาธัยรอยด์และยาที่ยับยั้งการทำงานของต่อมธัยรอยด์ (4 ชั่วโมง)
4. ยาสเตียรอยด์และยาต้านสเตียรอยด์ของต่อมหมวกไตส่วนนอก (4 ชั่วโมง)
5. ยาคาเทคโคลามีนและยาต้านคาเทคโคลามีนของต่อมหมวกไตส่วนใน (4 ชั่วโมง)
6. ยาเอสโตรเจน ยาต้านเอสโตรเจน โปรเจสตินและยาต้านโปรเจสติน (3 ชั่วโมง)
7. ฮอร์โมนคุมกำเนิด (4 ชั่วโมง)
8. ฮอร์โมนทดแทนในสตรีวัยหมดประจำเดือน (3 ชั่วโมง)
9. ยาแอนโดรเจนและสารที่เกี่ยวข้อง (2 ชั่วโมง)
10. ยาที่มีผลต่อการหดตัวหรือคลายตัวของมดลูก (4 ชั่วโมง)
11. สารที่มีผลต่อการควบคุมสมดุลแร่ธาตุของกระดูก (3 ชั่วโมง)
12. อินสุลิน ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือดและยาฮอร์โมนจากตับอ่อน (4 ชั่วโมง)
13. ยาต้านการอักเสบและยากดภูมิคุ้มกัน (5 ชั่วโมง)

115773 Advanced Hormonal Pharmacology **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

The current concepts in pharmacology of hormones that produce from the endocrine system and use these hormones as drugs. General knowledge of hormones, hypothalamic and pituitary

hormones, thyroid and thyroid inhibitors, adrenocorticosteroids and adrenocortical antagonists, catecholamines and adrenoceptor antagonist drugs of adrenal medulla, estrogens and progestins, hormonal contraceptives, hormonal replacement therapy, androgens and related compounds, agents that cause contraction or relaxation of the uterus, agents that affect bone mineral homeostasis, insulin, oral hypoglycemic agents and pancreatic hormones, anti-inflammatory and immunosuppresant drugs.

Course Outline

1. Hormones as drugs : General knowledge of hormones	(4 hours)
2. Hypothalamic and pituitary hormones	(4 hours)
3. Thyroid and thyroid inhibitors	(4 hours)
4. Adrenocorticosteroids and adrenocortical antagonists	(4 hours)
5. Catecholamines and adrenoceptor antagonist drugs of adrenal medulla	(4 hours)
6. Estrogens, anti-estrogens, progestins and anti-progestrins	(3 hours)
7. Hormonal contraceptives	(4 hours)
8. Postmenopausal hormone replacement therapy	(3 hours)
9. Androgens and related compounds	(2 hours)
10. Agents that cause contraction or relaxation of the uterus	(4 hours)
11. Agents that affect bone mineral homeostasis	(3 hours)
12. Insulin, oral hypoglycemic agents and pancreatic hormones	(4 hours)
13. Anti-inflammatory and immunosuppressant drugs	(5 hours)

115774 เภสัชเวทประยุกต์ **4(4-0-12)**

(Applied Pharmacognosy)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

การประยุกต์ในวิชาเภสัชเวท เช่น อนุกรมวิธานของพืชสมุนไพรและสารเคมีที่สำคัญในแต่ละวงศ์ การประเมินผลทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ สูตรตำรับของสมุนไพร โภชนเภสัชจากพืช เครื่องสำอางจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ตลาดสมุนไพรของไทยและของโลก สมุนไพรที่ผลิตโดยโรงพยาบาลและบริษัทเอกชน สมุนไพรที่ผลิตจากองค์การเภสัชกรรม การประยุกต์ใช้สมุนไพรในชีวิตประจำวัน กฎหมายของไทยที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์สมุนไพร

เค้าโครงรายวิชา

1. อนุกรมวิธานของพืชสมุนไพรและสารเคมีที่สำคัญในแต่ละวงศ์ (14 ชั่วโมง)
2. การประเมินผลผลิตภัณฑ์ธรรมชาติทางชีวภาพ (4 ชั่วโมง)
3. สูตรตำรับของสมุนไพร (4 ชั่วโมง)
4. โภชนเภสัชจากพืช (4 ชั่วโมง)
5. เครื่องสำอางจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (4 ชั่วโมง)
6. ตลาดสมุนไพรของไทยและของโลก (2 ชั่วโมง)
7. สมุนไพรที่ผลิตโดยโรงพยาบาลของไทยและบริษัทเอกชน (4 ชั่วโมง)
8. สมุนไพรที่ผลิตโดยองค์การเภสัชกรรม (4 ชั่วโมง)
9. การประยุกต์ใช้สมุนไพรในชีวิตประจำวัน (2 ชั่วโมง)
10. กฎหมายของไทยที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์สมุนไพร (6 ชั่วโมง)

115774 Applied Pharmacognosy **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

The application in pharmacognosy, i.e., taxonomy of medicinal plants and important chemical substances, biological evaluation of natural products, medicinal plant formulations, nutraceutical from plants, cosmetics from natural products, Thai and world markets of medicinal plants, medicinal plant products from Thai hospitals and private companies, medicinal plant products from government pharmaceutical organization, application of medicinal plants in diary use, Thai government law about medicinal plant products.

Course Outline

1. Taxonomy of medicinal plants and important chemical substances (14 hours)
2. Biological evaluation natural products (4 hours)
3. Medicinal plant formulations (4 hours)
4. Nutraceutical from plants (4 hours)
5. Cosmetics from natural products (4 hours)
6. Thai and world markets of medicinal plants (2 hours)
7. Medicinal plant products from Thai hospitals and private companies (4 hours)
8. Medicinal plant products from government pharmaceutical organization (4 hours)
9. Application of medicinal plants in diary use (2 hours)

10. Thai government law about medicinal plant products (6 hours)

115775 พฤกษเคมี **4(4-0-12)**

(Phytochemistry)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี ชีวเคมี และคุณสมบัติทางชีวภาพของสารเคมีจากพืชสมุนไพรที่ใช้เป็นยา รวมถึงการค้นหายาใหม่จากธรรมชาติ การศึกษาวิจัยทางเภสัชเวท รวมถึงการศึกษาในขอบเขตเนื้อหาของสารเคมีในพืช การสังเคราะห์สารเหล่านั้น การแปรรูปชีววิธีและอนุกรมวิธานสารเคมี.

เค้าโครงรายวิชา

1. บทนำเกี่ยวกับสารเคมีในพืช (2 ชั่วโมง)
2. พื้นฐานชีวเคมีในพืช (4 ชั่วโมง)
3. เทคนิคทั่วไปในการสกัดสารเคมีในพืช (4 ชั่วโมง)
4. สารเคมีจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (2 ชั่วโมง)
5. สารในกระบวนการสร้างและสลายเริ่มแรก (2 ชั่วโมง)
   - 5.1 คาร์โบไฮเดรต
   - 5.2 ไขมัน
   - 5.3 เอนไซม์และโปรตีนอื่นๆ
6. สารในกระบวนการสร้างและสลายขั้นที่สอง (6 ชั่วโมง)
   - 6.1 เทอร์ปีน
   - 6.2 โมโนเทอร์ปีน
   - 6.3 เซสควิเทอร์ปีน
   - 6.4 ไดเทอร์ปีน
   - 6.5 ไอริดอย
   - 6.6 ซาโปนิน
   - 6.7 คาร์ดิแอกไกลโคซายด์
   - 6.8 โพลีเทอร์ปีน
7. สารประกอบพวกฟีนอล (6 ชั่วโมง)
   - 7.1 แทนนิน
   - 7.2 ฟลาโวนอยด์
   - 7.3 คูมาริน

7.4 ควิโนน

8. น้ำมันหอมระเหย เรซินและส่วนผสมของเรซิน (4 ชั่วโมง)

9. ไซยาโนเจนิก ไกลโคซายด์ (4 ชั่วโมง)

10. ไอโซไทโอไซยาเนทไกลโคซายด์ และสารประกอบกำมะถันอื่นๆ (4 ชั่วโมง)

11. อัลคาลอยด์ (6 ชั่วโมง)

11.1 บทนำเกี่ยวกับอัลคาลอยด์

11.2 อนุพันธ์อัลคาลอยด์จาก ออนิทีน

11.3 อนุพันธ์อัลคาลอยด์จากไลซีน

11.4 อนุพันธ์อัลคาลอยด์จากเฟนิลอะลานีน

11.5 อนุพันธ์อัลคาลอยด์จากไทโรซีน

11.6 อนุพันธ์อัลคาลอยด์จากทริปโตฟาน

11.7 อัลคาลอยด์อื่นๆ

12. สารที่ใช้เป็นยาจากแหล่งอื่นๆ (4 ชั่วโมง)

115775 Phytochemistry **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

The physical, chemical, biochemical and biological properties of drug substances of medicinal plant as well as the search for new drugs from natural sources. Research problems in pharmacognosy include studies in the areas of phytochemistry, biosynthesis, biotransformation and chemotaxonomy.

Course Outline

1. Introduction to phytochemistry (2 hours)

2. Basic plant biochemistry (4 hours)

3. General techniques in phytochemistry extraction (4 hours)

4. Chemistry of natural product (2 hours)

5. Primary metabolites (2 hours)

5.1 Carbohydrate

5.2 Lipids

5.3 Enzymes and other proteins

6. Secondary metabolites (6 hours)

6.1 Terpenes

6.2 Monoterpines

6.3 Sesquiterpines

6.4 Diterpenes

6.5 Iridoids

6.6 Saponins (Triterpines and steroids)

6.7 Cardiac glycosides

6.8 Polyterpenes

7. Phenolic compounds (6 hours)

7.1 Tannins

7.2 Flavonoids

7.3 Coumarins

7.4 Quinones

8. Volatile oils, resins and resin combinations (4 hours)

9. Cyanogenic glycosides (4 hours)

10. Isothiocyanate glycosides and other sulphur compounds (4 hours)

11. Alkaloids (6 hours)

11.1 Introduction to alkaloids

11.2 Alkaloids derived from ornithine

11.3 Alkaloids derived from lysine

11.4 Alkaloids derived from phenylalanine

11.5 Alkaloids derived from tyrosine

11.6 Alkaloids derived from tryptophan

11.7 Miscellaneous alkaloids

12. Drug substance from other sources (4 hours)

115776 พิษวิทยาของยา **4(4-0-12)**

(Drugs Toxicology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

หลักการของพิษวิทยาทางการแพทย์ การดูแลผู้ป่วยที่ได้รับยาไม่ทราบชนิดเกินขนาด พิษของยาระงับปวดและยาที่ซื้อขายได้โดยไม่ต้องมีใบสั่งแพทย์ พิษของยาตามใบสั่งแพทย์ พิษของยารักษาโรคจิต แอลกอฮอล์และการใช้ยาในทางที่ผิด พิษจากพืช พิษจากของใช้ในบ้าน พิษจากสัตว์

เค้าโครงรายวิชา

1. หลักการของพิษวิทยาทางการแพทย์ (2 ชั่วโมง)
2. การดูแลผู้ป่วยที่ได้รับยาไม่ทราบชนิดเกินขนาด (2 ชั่วโมง)
3. พิษของยาระงับปวดและยาที่ซื้อขายได้โดยไม่ต้องมีใบสั่งแพทย์ (7 ชั่วโมง)
4. พิษของยาที่จ่ายตามใบสั่งแพทย์ (12 ชั่วโมง)
5. พิษของยารักษาโรคจิต (7 ชั่วโมง)
6. พิษของแอลกอฮอล์ และการใช้ยาในทางที่ผิด (8 ชั่วโมง)
7. พิษจากพืช (3 ชั่วโมง)
8. พิษจากของใช้ในบ้าน (4 ชั่วโมง)
9. พิษจากสัตว์ (3 ชั่วโมง)

115776 Drugs Toxicology **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

The clinical principles of medical toxicology, managing the patient with an unknown overdose, toxicity of analgesics and over-the-counter preparations, prescription medications, psychopharmacologic medications, alcohols and drugs of abuse, botanicals, household toxins, toxic Envenomations.

Course Outline

1. The clinical principles of medical toxicology (2 hours)
2. Managing the patient with an unknown overdose (2 hours)
3. Toxicity of analgesics and over-the-counter preparations (7 hours)
4. Toxicity of prescription medications (12 hours)
5. Toxicity of psychopharmacologic medications (7 hours)
6. Toxicity of alcohols and drugs of abuse (8 hours)
7. Botanical toxins (3 hours)
8. Household toxins (4 hours)
9. Toxic envenomations (3 hours)

115777 พิษวิทยาต่อระบบต่างๆของมนุษย์ **4(4-0-12)**

(Human System Toxicology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

พิษวิทยาต่อมนุษย์ พื้นฐานทางโมเลกุลและชีวเคมีของพิษต่อมนุษย์ พื้นฐานทางสรีรพยาธิวิทยาของสารพิษต่อมนุษย์ โดยเน้นการเรียนรู้พิษต่อระบบต่างๆ ของร่างกาย

เค้าโครงรายวิชา

1. บทนำทั่วไปของพิษวิทยาต่อมนุษย์ (10 ชั่วโมง)
   - 1.1 หลักการพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการสารพิษและการได้รับยาเกินขนาดในผู้ป่วย
   - 1.2 เทคนิคและการป้องกันการดูดซึมสารพิษของระบบทางเดินอาหาร
   - 1.3 หลักการและการประยุกต์เทคนิคการขจัดสารพิษ
   - 1.4 หลักการและเทคนิคทางห้องปฏิบัติการเพื่อประเมินสารพิษและการได้รับยาเกินขนาดในผู้ป่วย
   - 1.5 ข้อควรรู้เกี่ยวกับพิษวิทยา
   - 1.6 การประเมินสารพิษและการได้รับยาเกินขนาดในผู้ป่วยโดยเครื่องอิเลคโทรคาร์ดิโอกราฟ
   - 1.7 การได้รับสารที่ไม่เป็นพิษ
2. พื้นฐานทางโมเลกุลและชีวเคมีของสารพิษต่อระบบต่างๆของมนุษย์ (14 ชั่วโมง)
   - 2.1 สารส่งผ่านประสาท
   - 2.2 เภสัชจลนศาสตร์และพิษจลนศาสตร์
   - 2.3 สารพิษต่อชีวเคมี
   - 2.4 สารพิษต่อตับ
   - 2.5 สารพิษต่อระบบภูมิคุ้มกัน
   - 2.6 สารพิษต่อของเหลวภายในร่างกาย อิเลคโทรไลท์ และกรด-เบส
   - 2.7 มิวตาเยน สารก่อมะเร็ง และสารก่อวิรูป
3. พื้นฐานทางสรีรพยาธิวิทยาของพิษต่อมนุษย์ : ผลต่อระบบต่างๆ (24 ชั่วโมง)
   - 3.1 สัญญาณชีพและกลุ่มอาการพิษ
   - 3.2 สารพิษต่อการปรับอุณหภูมิ
   - 3.3 สารพิษต่อระบบประสาท
   - 3.4 สารพิษต่อระบบทางเดินหายใจ
   - 3.5 สารพิษต่อระบบหลอดเลือดและหัวใจ
   - 3.6 สารพิษต่อระบบทางเดินอาหาร

3.7 สารพิษต่อระบบไต

3.8 สารพิษต่อระบบเลือด

3.9 สารพิษต่อระบบต่อมไร้ท่อ

3.10 สารพิษต่อระบบตา

3.11 สารพิษต่อระบบ หู คอ จมูก

3.12 สารพิษต่อระบบผิวหนัง

3.13 สารพิษต่อระบบอวัยวะเพศและทางเดินปัสสาวะ

115777 Human System Toxicology **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

General approach to human toxicology, the biochemical and molecular basis of human toxicology, the pathophysiologic basis of human toxicology, the organ system approach.

Course Outline

1. General approach to human Toxicology (10 hours)
   - 1.1 Principles of managing the poisoned or overdosed patient : an overview
   - 1.2 Techniques used to prevent gastrointestinal absorption of toxic compounds
   - 1.3 Principles and techniques applied to enhance elimination of toxins
   - 1.4 Laboratory principles and techniques to evaluate the poisoned or overdosed patient
   - 1.5 Toxicological imaging
   - 1.6 Electrocardiographic evaluation of the poisoned or overdosed patient
   - 1.7 Identifying the nontoxic exposure
2. The biochemical and molecular basis of human system toxicology (14 hours)
   - 2.1 Neurotransmitters
   - 2.2 Pharmacokinetics and toxicokinetics
   - 2.3 Biochemical principles
   - 2.4 Hepatic principles
   - 2.5 Immunologic principles
   - 2.6 Fluid, electrolyte, and acid-base principles
   - 2.7 Mutagens, carcinogens and teratogens

3 The pathophysiologic basis of human toxicology : The organ system approach (24 hours)

3.1 Vital signs and toxic syndromes

3.2 Thermoregulatory principles

3.3 Neurologic principles

3.4 Respiratory principles

3.5 Cardiovascular principles

3.6 Gastrointestinal principles

3.7 Renal principles

3.8 Hematologic principles

3.9 Endocrine principles

3.10 Ophthalmic principles

3.11 Otolaryngologic principles

3.12 Dermatologic principles

3.13 Genitourinary principles

115778 โภชนาการและหน้าที่ของระบบภูมิคุ้มกัน **4(4-0-12)**

(Nutrition and Immune Function)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

การประเมินผลทางโภชนาการต่อการทำหน้าที่ของระบบภูมิคุ้มกัน ปัญหาการขาดสารอาหาร ความบกพร่องของการพัฒนาการและระบบภูมิคุ้มกัน ความสัมพันธ์ของสารอาหารแต่ละประเภทต่อการเกิดโรคและการปฏิบัติหน้าที่ของภูมิคุ้มกัน ผลของโปรไบโอติคต่อระบบภูมิคุ้มกัน อาหารก่อภูมิแพ้ และการใช้ความรู้ของโภชนาการและการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันในเชิงสาธารณสุข

เค้าโครงรายวิชา

1. ทบทวนความรู้ทางระบบภูมิคุ้มกัน (6 ชั่วโมง)
2. การประเมินผลของสารอาหารต่อการทำหน้าที่ของระบบภูมิคุ้มกัน (4 ชั่วโมง)
3. ความเกี่ยวข้องระหว่างสภาวะขาดสารอาหาร ความบกพร่องของการเจริญและพัฒนาการ ระบบภูมิคุ้มกันและความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ (4 ชั่วโมง)
4. กรดไขมัน การอักเสบและระบบภูมิคุ้มกัน (4 ชั่วโมง)
5. กรดอะมิโน และการทำหน้าที่ของระบบภูมิคุ้มกัน (4 ชั่วโมง)
6. วิตามิน สภาวะการติดเชื้อและการทำหน้าที่ของระบบภูมิคุ้มกัน (3 ชั่วโมง)

7. บทบาทของเหล็ก สังกะสีและซีลิเนียมต่อการติดเชื้อและการทำหน้าที่ของระบบภูมิคุ้มกัน (3 ชั่วโมง)
8. สารอาหารต้านอนุมูลอิสระและการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน (4 ชั่วโมง)
9. โปรไบโอติค และการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน (3 ชั่วโมง)
10. สารอาหารก่อภูมิแพ้ (3 ชั่วโมง)
11. สารอาหารและระบบภูมิคุ้มกันในผู้สูงวัย (3 ชั่วโมง)
12. ผลของโภชนาการต่อการออกกำลังกายและการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน (3 ชั่วโมง)
13. การใช้ความรู้ของโภชนาการและการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันในเชิงสาธารณสุข (4 ชั่วโมง)

115778 Nutrition and Immune Function **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

The evaluation of the effects of nutrients on immune function, problems of malnutrition, growth retardation and immunity, the association of individual nutrients with infection and immune function, probiotics and immunity, food allergy and implication of nutrition and immunity on public health issues.

Course Outline

1. An overview of the immune system (6 hours)
2. Evaluation of the effects of nutrients on immune function (4 hours)
3. Association of malnutrition, growth retardation, immunity and risk of infection (4 hours)
4. Fatty acids, inflammation and immunity (4 hours)
5. Amino acids and immune function (4 hours)
6. Vitamins, infection and immune function (3 hours)
7. Iron, zinc and selenium in immunity and infection (3 hours)
8. Antioxidant nutrients and immune function (4 hours)
9. Probiotics and immune function (3 hours)
10. Food allergy (3 hours)
11. Nutrition and aging of the immune system (3 hours)
12. Effect of nutrition on exercise and immune function (3 hours)
13. Public health implications of nutrition, infection and immunity (4 hours)

115781 เซลล์ต้นกำเนิดบำบัด 1 **4(4-0-12)**

(Stem Cell Therapy I)

วิชาบังคับก่อน : 108743* เซลล์ต้นกำเนิดทางการแพทย์ และ 108744* เซลล์ต้นกำเนิดขั้นสูง หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

การปลูกถ่ายเซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ จริยธรรมที่ควรตระหนัก เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดในระบบต่างๆ ได้แก่ ระบบประสาท ผิวหนัง เต้านม รับกลิ่นและฟัน

เค้าโครงรายวิชา

1. การปลูกถ่ายเซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ (4 ชั่วโมง)
2. เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดกับระบบประสาท (8 ชั่วโมง)
   - การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของระบบประสาท
   - เซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์ต้นแบบในระบบประสาท
   - โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท
   - การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเพื่อการรักษาโรค
3. เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดกับระบบผิวหนัง (8 ชั่วโมง)
   - การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของผิวหนัง
   - เซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์ต้นแบบในผิวหนัง
   - โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบผิวหนัง
   - การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเพื่อการรักษาโรค
4. เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดกับระบบเต้านม (8 ชั่วโมง)
   - การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของระบบเต้านม
   - เซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์ต้นแบบในระบบเต้านม
   - โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบเต้านม
   - การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเพื่อการรักษาโรค
5. เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดกับระบบดมกลิ่น (8 ชั่วโมง)
   - การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของระบบดมกลิ่น
   - เซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์ต้นแบบในระบบดมกลิ่น
   - โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบดมกลิ่น
   - การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเพื่อการรักษาโรค
6. เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดกับระบบฟัน (8 ชั่วโมง)
   - การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของฟัน
   - เซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์ต้นแบบในระบบฟัน

- โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบฟัน
- การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเพื่อการรักษาโรค

7. จริยธรรมที่ควรตระหนัก (4 ชั่วโมง)

115781 Stem Cell Therapy I **4(4-0-12)**

Prerequisite : 108743* Stem cell in medicine and 108744* Advanced stem cells or consent of the school.

Transplantation, ethical concerns and stem cell therapy in various systems including nervous, skin, mammary, olfactory and dental systems.

Course Outline

1. Transplantation (4 hours)
2. Stem cell therapy and nervous system (8 hours)
   - Neurogenesis and physiology of the brain
   - Stem cells and progenitors in nervous system
   - Diseases in nervous system
   - Stem cell transplantation for therapeutic approaches
3. Stem cell therapy and skin system (8 hours)
   - Development and physiology of skin
   - Stem cells and progenitors in skin system
   - Diseases in skin system
   - Stem cell transplantation for therapeutic approaches
4. Stem cell therapy and mammary system (8 hours)
   - Development and physiology of mammary system
   - Stem cells and progenitors in mammary system
   - Diseases in mammary system
   - Stem cell transplantation for therapeutic approaches
5. Stem cell therapy and olfactory system (8 hours)
   - Development and physiology of olfactory system
   - Stem cells and progenitors in olfactory system
   - Diseases in olfactory system

- Stem cell transplantation for therapeutic approaches

6. Stem cell therapy and dental system (8 hours)
   - Development and physiology of teeth
   - Stem cells and progenitors in dental system
   - Diseases in dental system
   - Stem cell transplantation for therapeutic approaches
7. Ethical concern (4 hours)

115782 เซลล์ต้นกำเนิดบำบัด 2 **4(4-0-12)**

(Stem Cell Therapy II)

วิชาบังคับก่อน : 108743* เซลล์ต้นกำเนิดทางการแพทย์ และ 108744* เซลล์ต้นกำเนิดขั้นสูง หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

การปลูกถ่ายเซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ จริยธรรมที่ควรตระหนัก เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดในระบบต่างๆ ได้แก่ ระบบเลือด กล้ามเนื้อ ไขมัน หัวใจและไต

เค้าโครงรายวิชา

1. การปลูกถ่ายเซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ (4 ชั่วโมง)
2. เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดกับระบบเลือด (8 ชั่วโมง)
   - การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของระบบเลือด
   - เซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์ต้นแบบในระบบเลือด
   - โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบเลือด
   - การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเพื่อการรักษาโรค
3. เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดกับระบบกล้ามเนื้อ (8 ชั่วโมง)
   - การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของระบบกล้ามเนื้อ
   - เซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์ต้นแบบในระบบกล้ามเนื้อ
   - โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบกล้ามเนื้อ
   - การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเพื่อการรักษาโรค
4. เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดกับระบบไขมัน (8 ชั่วโมง)
   - การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของระบบไขมัน
   - เซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์ต้นแบบในระบบไขมัน
   - โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบไขมัน

- การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเพื่อการรักษาโรค

5. เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดกับระบบหัวใจ (8 ชั่วโมง)
   - การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของระบบหัวใจ
   - เซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์ต้นแบบในระบบหัวใจ
   - โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบหัวใจ
   - การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเพื่อการรักษาโรค
6. เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดกับระบบไต (8 ชั่วโมง)
   - การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของไต
   - เซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์ต้นแบบในระบบไต
   - โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบไต
   - การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเพื่อการรักษาโรค
7. จริยธรรมที่ควรตระหนัก (4 ชั่วโมง)

115782 Stem Cell Therapy II **4(4-0-12)**

Prerequisite : 108743* Stem cell in medicine and 108744* Advanced stem cells or consent of the school

Transplantation, ethical concern and stem cell therapy in various systems including hematopoietic, muscle, adipose, heart and kidney systems.

Course Outline

1. Transplantation (4 hours)
2. Stem cell therapy and hematopoietic system (8 hours)
   - Ontogeny and physiology of hematopoietic system
   - Stem cells and progenitors in hematopoietic system
   - Diseases in hematopoietic system
   - Stem cell transplantation for therapeutic approaches
3. Stem cell therapy and muscle system (8 hours)
   - Development and physiology of muscle
   - Stem cells and progenitors in muscle system
   - Diseases in muscle system
   - Stem cell transplantation for therapeutic approaches

4. Stem cell therapy and Adipose system (8 hours)

- Development and physiology of adipose system
- Stem cells and progenitors in adipose system
- Diseases in adipose system
- Stem cell transplantation for therapeutic approaches

5. Stem cell therapy and heart system (8 hours)

- Development and physiology of heart
- Stem cells and progenitors in heart system
- Diseases in heart system
- Stem cell transplantation for therapeutic approaches

6. Stem cell therapy and kidney system (8 hours)

- Development and physiology of kidney
- Stem cells and progenitors in kidney system
- Diseases in kidney system
- Stem cell transplantation for therapeutic approaches

7. Ethical concern (4 hours)

115783 เซลล์ต้นกำเนิดบำบัด 3 **4(4-0-12)**

(Stem Cell Therapy III)

วิชาบังคับก่อน : 108743* เซลล์ต้นกำเนิดทางการแพทย์ และ 108744* เซลล์ต้นกำเนิดขั้นสูง หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

การปลูกถ่ายเซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ จริยธรรมที่ควรตระหนัก เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดในระบบต่างๆ ได้แก่ ระบบตับ ตับอ่อน ทางเดินอาหาร ปอด ธัยมัส และกระเพาะปัสสาวะ

เค้าโครงรายวิชา

1. การปลูกถ่ายเซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ (4 ชั่วโมง)
2. เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดกับระบบตับ (8 ชั่วโมง)
   - การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของระบบประสาท
   - เซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์ต้นแบบในระบบประสาท
   - โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท
   - การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเพื่อการรักษาโรค

3. เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดกับระบบตับอ่อน (8 ชั่วโมง)

- การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของระบบตับอ่อน
- เซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์ต้นแบบในระบบตับอ่อน
- โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบตับอ่อน
- การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเพื่อการรักษาโรค

4. เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดกับระบบทางเดินอาหาร (8 ชั่วโมง)

- การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของระบบทางเดินอาหาร
- เซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์ต้นแบบในระบบทางเดินอาหาร
- โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหาร
- การปลูกถ่ายเซลล์เซลล์ต้นกำเนิดเพื่อการรักษาโรค

5. เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดกับระบบปอด (8 ชั่วโมง)

- การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของระบบปอด
- เซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์ต้นแบบในระบบปอด
- โรคและการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเพื่อการรักษาโรค

6. เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดกับระบบธัยมัส (4 ชั่วโมง)

- การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของธัยมัส
- เซลล์ต้นกำเนิดและเซลล์ต้นแบบในระบบธัยมัส
- โรคและการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเพื่อการรักษาโรค

7. เซลล์ต้นกำเนิดบำบัดกับระบบกระเพาะปัสสาวะ (4 ชั่วโมง)

8. จริยธรรมที่ควรตระหนัก (4 ชั่วโมง)

115783 Stem Cell Therapy III **4(4-0-8)**

Prerequisite : 108743* Stem cell in medicine and 108744* Advanced stem cells or consent of the school

Transplantation, ethical concerns and stem cell therapy in various systems including liver, pancreatic, gastrointestinal, lung, thymus and bladder systems.

Course Outline

1. Transplantation (4 hours)

2. Stem cell therapy and liver system (8 hours)

- Development and physiology of liver

- Stem cells and progenitors in liver system
- Diseases in liver system
- Stem cell transplantation for therapeutic approaches

3. Stem cell therapy and pancreatic system (8 hours)
   - Development and physiology of pancreas
   - Stem cells and progenitors in pancreatic system
   - Diseases in pancreatic system
   - Stem cell transplantation for therapeutic approaches
4. Stem cell therapy and gastrointestinal system (8 hours)
   - Development and physiology of gastrointestinal tract
   - Stem cells and progenitors in gastrointestinal system
   - Diseases in gastrointestinal system
   - Stem cell transplantation for therapeutic approaches
5. Stem cell therapy and lung system (8 hours)
   - Development and physiology of lung
   - Stem cells and progenitors in lung system
   - Diseases in lung system
   - Stem cell transplantation for therapeutic approaches
6. Stem cell therapy and thymus system (4 hours)
   - Development and physiology of thymus
   - Stem cells and progenitors in thymus system
   - Diseases in thymus system
   - Stem cell transplantation for therapeutic approaches
7. Stem cell therapy and bladder system (4 hours)
8. Ethical concern (4 hours)

115784 เทคโนโลยีการนำยีนสู่เป้าหมาย **4(4-0-12)**

(Gene Targeting Technology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

แนวความคิดและหลักการของเทคโนโลยีการส่งยีนสู่เป้าหมาย ในแง่มุมต่างๆ ได้แก่ พาหะ กลไกของ homologous recombination โมเดลสัตว์ทดลองที่เป็นโรคทางพันธุกรรมของมนุษย์ การ

ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการส่งยีนสู่เป้าหมายในเรื่องการเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม การประยุกต์ใช้โปรตีนในเทคโนโลยีการส่งยีนสู่เป้าหมายและระบบการขนส่งยีนสู่เป้าหมาย

เค้าโครงรายวิชา

1. พาหะที่ใช้เทคโนโลยีการส่งยีนสู่เป้าหมาย สำหรับเซลล์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (6 ชั่วโมง)
2. กลไกลูกผสมคู่เหมือน (6 ชั่วโมง)
3. เทคโนโลยีการส่งยีนสู่เป้าหมายในการเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (10 ชั่วโมง)
4. โมเดลสัตว์ทดลองที่เป็นโรคทางพันธุกรรมของมนุษย์ (8 ชั่วโมง)
5. การประยุกต์ใช้โปรตีนในเทคโนโลยีการส่งยีนสู่เป้าหมาย (8 ชั่วโมง)
6. ระบบการนำยีนสู่เป้าหมาย (10 ชั่วโมง)

115784 Gene Targeting Technology **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

The concepts and principles of gene targeting technology in various aspects including vectors, mechanisms of homologous recombination, gene targeting in mammalian development , animal models of human genetic disease, application of recombinant proteins in gene targeting, gene targeting in mammalian development and targeting of gene delivery systems.

Course Outline

1. Gene targeting vectors for mammalian cells (6 hours)
2. Mechanisms of homologous recombination (6 hours)
3. Gene targeting in mammalian development (10 hours)
4. Animal models of human genetic disease (8 hours)
5. Application of homologous recombination proteins in gene targeting technology (8 hours)
6. Targeting of gene delivery systems (10 hours)

115785 ยีนบำบัด 1 **4(4-0-12)**

(Gene Therapy I)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

แนวความคิดและหลักการของเทคโนโลยีทางด้านยีนบำบัด ประโยชน์และจรรยาบรรณของยีนบำบัด

เค้าโครงรายวิชา

1. ยีนบำบัดคืออะไร ? (2 ชั่วโมง)
2. ระบบการขนถ่ายยีนโดยไวรัสและที่มิใช่ไวรัสสำหรับยีนบำบัด (6 ชั่วโมง)
3. การประยุกต์ใช้ไรโบไซม์ในยีนบำบัด (4 ชั่วโมง)
4. การคัดเลือก markers สำหรับยีนบำบัด (4 ชั่วโมง)
5. ยีนบำบัดแบบทำลายเซลล์โดย suicide gene (6 ชั่วโมง)
6. ยีนบำบัดสำหรับการรักษาโรคความผิดปกติของระบบเลือด (10 ชั่วโมง)
7. ยีนบำบัดสำหรับการรักษาโรคหลอดเลือดหัวใจ (10 ชั่วโมง)
8. จรรยาบรรณทางด้านยีนบำบัด 1 (4 ชั่วโมง)
9. เทคโนโลยีใหม่ทางด้านยีนบำบัด (2 ชั่วโมง)

115785 Gene Therapy I **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

The concepts and principles of gene therapy technology , applications and ethical issues of gene therapy.

Course Outline

1. What is gene therapy ? (2 hours)
2. Viral and nonviral delivery systems for gene therapy (6 hours)
3. Gene therapy application of ribozymes (4 hours)
4. Selectable markers for gene therapy (4 hours)
5. Suicide gene therapy (6 hours)
6. Gene therapy in hematopoietic disorders (10 hours)
7. Gene therapy for cardiovascular disease and vascular grafts (10 hours)
8. Ethical issues in gene therapy I (4 hours)

9. New technology in gene therapy (2 hours)

115786 ยีนบำบัด 2 **4(4-0-12)**

(Gene Therapy II)

วิชาบังคับก่อน : 115785 ยีนบำบัด 1

แนวความคิดและหลักการการนำเทคโนโลยีทางด้านยีนบำบัด มาใช้ในการรักษาโรคในมนุษย์ ดีเอ็นเอวัคซีน จรรยาบรรณของยีนบำบัดและการทดสอบการรักษาโรคโดยยีนบำบัดที่มีในปัจจุบัน

เค้าโครงรายวิชา

1. ยีนบำบัดสำหรับการรักษาโรคมะเร็ง (16 ชั่วโมง)
2. ยีนบำบัดสำหรับการรักษาโรคทางเดินหายใจ (4 ชั่วโมง)
3. ยีนบำบัดสำหรับการรักษาโรคในระบบสมอง (4 ชั่วโมง)
4. ยีนบำบัดสำหรับการรักษาโรคเมแทบอลิซึมของทารกแรกเกิด (4 ชั่วโมง)
5. ยีนบำบัดและโรคเอดส์ (4 ชั่วโมง)
6. ยีนบำบัดและผิวหนัง (4 ชั่วโมง)
7. ดีเอ็นเอวัคซีน (6 ชั่วโมง)
8. ยีนบำบัดและการทดสอบการรักษาโรคโดยยีนบำบัดที่มีในปัจจุบัน (2 ชั่วโมง)
9. จรรยาบรรณของยีนบำบัด 2 (4 ชั่วโมง)

115786 Gene Therapy II **4(4-0-12)**

Prerequisite : 115785 Gene Therapy I

The concepts and principles of gene therapy in human diseases, DNA vaccine, ethical issues in gene therapy and current gene therapy in clinical trials.

Course Outline

1. Gene therapy for cancer (16 hours)
2. Gene therapy for respiratory system (4 hours)
3. Gene therapy for central nervous system (4 hours)
4. Gene therapy for inborn errors of metabolism (4 hours)
5. Gene therapy and AIDS (4 hours)

6. Gene therapy and skin (4 hours)
7. DNA vaccine (6 hours)
8. Current gene therapy in clinical trials (2 hours)
9. Ethical issues in gene therapy II (4 hours)

115787 ภูมิคุ้มกันวิทยาการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิด เนื้อเยื่อและอวัยวะ 4(4-0-12)

(Stem Cell, Tissue and Organ Transplantation Immunology)

วิชาบังคับก่อน : 108743* เซลล์ต้นกำเนิดทางการแพทย์ และ 115741 ภูมิคุ้มกันชีววิทยา

แนวคิดและหลักการในการตรวจหาความเข้ากันได้ระหว่างผู้ให้และผู้รับ ภูมิคุ้มกันต่อการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิด เนื้อเยื่อ และอวัยวะ จรรยาบรรณและเทคนิคใหม่ในการปลูกถ่ายเซลล์

เค้าโครงรายวิชา

1. ความเข้ากันได้ระหว่างผู้ให้และผู้รับ (8 ชั่วโมง)
2. การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิด (4 ชั่วโมง)
3. วิศวกรรมเนื้อเยื่อและการปลูกถ่าย (8 ชั่วโมง)
4. การสร้างอวัยวะเทียม (4 ชั่วโมง)
5. การปลูกถ่ายอวัยวะ (4 ชั่วโมง)
6. ภูมิคุ้มกันวิทยาการปลูกถ่าย (4 ชั่วโมง)
7. การปลูกถ่ายเนื้อเยื่อและโรคของผู้ให้ (4 ชั่วโมง)
8. จรรยาบรรณในการปลูกถ่าย (4 ชั่วโมง)
9. เทคนิคใหม่ในการปลูกถ่าย (8 ชั่วโมง)

115787 Stem Cell, Tissue and Organ Transplantation Immunology 4(4-0-12)

Prerequisite : 108743* Stem Cell in Medicine and 115741 Immunobiology

The concepts and principles of determining the compatibility between donor and recipient, immunology against stem cell, tissue and organ transplantation, ethical concern and new technology in transplantation.

Course Outline

1. Donor- recipient compatibility (8 hours)

2. Stem cell transplantation (4 hours)
3. Tissue engineering and transplantation (8 hours)
4. Artificial organ generation (4 hours)
5. Organ transplantation (4 hours)
6. Transplantation immunology (4 hours)
7. Graft versus host disease (4 hours)
8. Ethics in transplantation (4 hours)
9. New technology of transplantation (8 hours)

115788 การแพทย์แบบองค์รวมกับชีวเวชศาสตร์ **4(4-0-12)**

(Holistic Medicine and Biomedical Sciences)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

แนวคิดและหลักการของการแพทย์แบบองค์รวมในแง่มุมต่างๆ ได้แก่ โภชนาการ ร่างกาย จิต ดนตรี สมุนไพรและการฝังเข็ม

เค้าโครงรายวิชา

1. การแพทย์แบบองค์รวม (4 ชั่วโมง)
2. ชีวเวชศาสตร์กับโภชนาการ (4 ชั่วโมง)
3. ร่างกาย จิต กับชีวเวชศาสตร์ (8 ชั่วโมง)
4. การควบคุมและดูแลจิต (8 ชั่วโมง)
5. ดนตรีตะวันออกและตะวันตก (6 ชั่วโมง)
6. ดนตรีกับการแพทย์แบบองค์รวม (6 ชั่วโมง)
7. สมุนไพรกับการรักษาโรคในมนุษย์ (8 ชั่วโมง)
8. หลักการของการฝังเข็มและการประยุกต์ใช้ในการแพทย์แบบองค์รวม (4 ชั่วโมง)

115788 Holistic Medicine and Biomedical Sciences **4(4-0-12)**

Prerequisite : None

The concepts and principles of holistic medicine in various aspects including nutrition, body, mind, music, medicinal plants and acupuncture.

Course Outline

1. What is holistic medicine ? (4 hours)
2. Medical sciences and nutrition (4 hours)
3. Body mind and medical sciences (8 hours)
4. Manipulation of mind (8 hours)
5. Eastern and western music (6 hours)
6. Music in holistic medicine (6 hours)
7. Medicinal plant approaches to human disease treatments (8 hours)
8. Concepts and application of acupuncture (4 hours)

115789 ปฏิบัติการอณูเซลล์ต้นกำเนิดและยีนบำบัด **1(0-2-1)**

(Molecular Stem Cells and Gene Therapy Laboratory)

วิชาบังคับก่อน : . 108743* เซลล์ต้นกำเนิดทางการแพทย์ และ 115785 ยีนบำบัด 1

แนวความคิด หลักการและฝึกปฏิบัติเทคนิคที่จำเป็นสำหรับเทคโนโลยียีนบำบัดและเซลล์ต้นกำเนิด

เค้าโครงรายวิชา

1. เทคนิคพันธุวิศวกรรมในเทคโนโลยียีนบำบัด (3 ชั่วโมง)
2. เทคนิคการวิเคราะห์และเพิ่มจำนวนยีน (3 ชั่วโมง)
3. เทคนิคการดูแลและควบคุมเซลล์ 1 (3 ชั่วโมง)
4. เทคนิคการดูแลและควบคุมเซลล์ 2 (3 ชั่วโมง)
5. เทคนิคการขนส่งยีนบำบัด (3 ชั่วโมง)
6. เทคนิคอิมมูโนฮีสโตเคม (3 ชั่วโมง)
7. การศึกษาวิจัย 1 (3 ชั่วโมง)
8. การศึกษาวิจัย 2 (3 ชั่วโมง)

115789 Molecular Stem Cells and Gene Therapy Laboratory **1(0-2-1)**

Prerequisite : 108743* Stem Cell in Medicine and 115785 Gene Therapy I

The concepts, principles and practicing the essential techniques in gene therapy and stem cell technologies.

Course Outline

1. Genetic engineering techniques in gene therapy (3 hours)
2. Gene analysis and amplification techniques (3 hours)
3. Cell manipulation technique I (3 hours)
4. Cell manipulation technique II (3 hours)
5. Gene therapy delivery techniques (3 hours)
6. Immunohistochemistry technique (3 hours)
7. Research study I (3 hours)
8. Research study II (3 hours)

115886 หัวข้อปัจจุบันทางเซลล์ต้นกำเนิดและยีนบำบัด **1(1-0-3)**

(Current Topics in Stem Cells and Gene Therapy)

วิชาบังคับก่อน : 115785 ยีนบำบัด 1 และ 108743* เซลล์ต้นกำเนิดทางการแพทย์ หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

วิเคราะห์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในเรื่องเกี่ยวกับเนื้อหาทางด้านภูมิคุ้มกันวิทยา โดยการทบทวนเอกสาร นำเสนอ แสดงข้อคิดเห็นและสรุปของผู้เสนอและมีการแสดงข้อคิดเห็น และอภิปรายร่วมของผู้ร่วมสัมมนา (12 ชั่วโมง)

115886 Current Topics in Stem Cells and Gene Therapy **1(1-0-3)**

Prerequisite : 115785 Gene Therapy I and 108743* Stem Cell in Medicine or consent of the school

Analysis and exchange the opinion covering the board areas of immunology with the preparation of literature reviews and oral presentations followed by discussion or comments by participants. (12 hours)

115980 เทคโนโลยีอณูทางการแพทย์ระดับสูง **4(4-0-12)**

(Advanced Molecular Medical Technology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

แนวความคิด หลักการ และการประยุกต์เทคนิคทางด้านอณูชีววิทยาและการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ครอบคลุมอณูชีววิทยาทางด้านดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ โปรตีน การวินิจฉัยโรคในระดับอณูและเทคโนโลยีใหม่ที่เกิดขึ้น

เค้าโครงรายวิชา

1. เทคโนโลยีทางด้านดีเอ็นเอและการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ (9 ชั่วโมง)
2. เทคโนโลยีทางด้านอาร์เอ็นเอและการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ (9 ชั่วโมง)
3. เทคโนโลยีทางด้านโปรตีนและการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ (9 ชั่วโมง)
4. การวินิจฉัยโรคในระดับอณู (12 ชั่วโมง)
5. เทคโนโลยีใหม่ทางด้านอณูทางการแพทย์ (9 ชั่วโมง)

115980 Advanced Molecular Medical Technology 4(4-0-12)

Prerequisite : None

The advanced molecular medical technology and medical applications in different aspects including DNA technology, RNA technology, protein technology, molecular diagnosis and current molecular medical technology

Course Outline

1. DNA technology and medical applications (9 hours)
2. RNA technology and medical applications (9 hours)
3. Protein technology and medical applications (9 hours)
4. Molecular diagnostic technology (12 hours)
5. New molecular medical technology (9 hours)

115791 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 1 **1(1-0-3)**

(Seminar in Biomedical Sciences I)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

วรรณกรรมปริทัศน์และเสนอสัมมนาหัวข้อพิเศษด้านชีวเวชศาสตร์

115791 Seminar in Biomedical Sciences I **1(1-0-3)**

Prerequisite : None

Literature review and seminar presentation on specific topics in biomedical sciences.

115792 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 2 **1(1-0-3)**

(Seminar in Biomedical Sciences II)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

วรรณกรรมปริทัศน์และเสนอสัมมนาหัวข้อพิเศษด้านชีวเวชศาสตร์

115792 Seminar in Biomedical Sciences II **1(1-0-3)**

Prerequisite : None

Literature review and seminar presentation on specific topics in biomedical sciences.

115793 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 3 **1(1-0-3)**

(Seminar in Biomedical Sciences III)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

วรรณกรรมปริทัศน์และเสนอสัมมนาหัวข้อพิเศษด้านชีวเวชศาสตร์

115793 Seminar in Biomedical Sciences III **1(1-0-3)**

Prerequisite : None

Literature review and seminar presentation on specific topics in biomedical sciences.

115794 ปัญหาพิเศษชีวเวชศาสตร์ 1 **4(0-8-4)**

(Special Problems in Biomedical Sciences I)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

งานวิจัยปัญหาพิเศษด้านชีวเวชศาสตร์ที่สามารถเสร็จสิ้นภายใน 1 ภาคการศึกษา

115794 Special Problems in Biomedical Sciences I **4(0-8-4)**

Prerequisite : None

Research work to be completed within one trimester on a specific topic within biomedical sciences.

115795 ปัญหาพิเศษชีวเวชศาสตร์ 2 **4(0-8-4)**

(Special Problems in Biomedical Sciences II)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

งานวิจัยปัญหาพิเศษด้านชีวเวชศาสตร์ที่สามารถเสร็จสิ้นภายใน 1 ภาคการศึกษา

115795 Special Problems in Biomedical Sciences II **4(0-8-4)**

Prerequisite : None

Research work to be completed within one trimester on a specific topic within biomedical sciences.

115796 หัวข้อพิเศษชีวเวชศาสตร์ 1 **2(2-0-6)**

(Special Topics in Biomedical Sciences I)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

บรรยายและอภิปรายหัวข้อพิเศษเกี่ยวกับการศึกษาพัฒนาการใหม่ ด้านชีวเวชศาสตร์ (จะระบุหัวข้อเมื่อเปิดสอน)

115796 Special Topics in Biomedical Sciences I **2(2-0-6)**

Prerequisite : None

Lectures and discussion on special topics or recent developments in biomedical sciences. (Topics will be announced when open)

115797 หัวข้อพิเศษชีวเวชศาสตร์ 2 **2(2-0-6)**

(Special Topics in Biomedical Sciences II)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

บรรยายและอภิปรายหัวข้อพิเศษเกี่ยวกับการศึกษาพัฒนาการใหม่ ด้านชีวเวชศาสตร์ (จะระบุหัวข้อเมื่อเปิดสอน)

115797 Special Topics in Biomedical Sciences II **2(2-0-6)**

Prerequisite : None

Lectures and discussion on special topics or recent developments in biomedical sciences. (Topics will be announced when open)

115798 วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (แผน ก 2) **16**

(M.Sc. Thesis (Plan A 2))

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

วิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาบัณฑิตศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ตามแผน ก 2

115798 M.Sc. Thesis (Plan A 2) **16**

Prerequisite : None

M.Sc. Thesis for plan A 2

115799 วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (แผน ก 1) **48**

(M.Sc. Thesis (Plan A 1))

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

วิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาบัณฑิตศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ตามแผน ก 1

115799 M.Sc. Thesis (Plan A 1) **48**

Prerequisite : None

M.Sc. Thesis for plan A 1

115891 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 1 **1(1-0-3)**

(Seminar in Biomedical Sciences I)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

วรรณกรรมปริทัศน์และเสนอสัมมนาหัวข้อพิเศษด้านชีวเวชศาสตร์

115891 Seminar in Biomedical Sciences I **1(1-0-3)**

Prerequisite : None

Literature review and seminar presentation on specific topics in biomedical sciences.

115892 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 2 **1(1-0-3)**

(Seminar in Biomedical Sciences II)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

วรรณกรรมปริทัศน์และเสนอสัมมนาหัวข้อพิเศษด้านชีวเวชศาสตร์

115892 Seminar in Biomedical Sciences II **1(1-0-3)**

Prerequisite : None

Literature review and seminar presentation on specific topics in biomedical sciences.

115893 สัมมนาชีวเวชศาสตร์ 3 **1(1-0-3)**

(Seminar in Biomedical Sciences III)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

วรรณกรรมปริทัศน์และเสนอสัมมนาหัวข้อพิเศษด้านชีวเวชศาสตร์

115893 Seminar in Biomedical Sciences III **1(1-0-3)**

Prerequisite : None

Literature review and seminar presentation on specific topics in biomedical sciences.

115894 ปัญหาพิเศษชีวเวชศาสตร์ 1 **4(0-8-4)**

(Special Problems in Biomedical Sciences I)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

งานวิจัยปัญหาพิเศษด้านชีวเวชศาสตร์ที่สามารถเสร็จสิ้นภายใน 1 ภาคการศึกษา

115894 Special Problems in Biomedical Sciences I **4(0-8-4)**

Prerequisite : None

Research work to be completed within one trimester on a specific topic within biomedical sciences.

115895 ปัญหาพิเศษชีวเวชศาสตร์ 2 **4(0-8-4)**

(Special Problems in Biomedical Sciences II)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

งานวิจัยปัญหาพิเศษด้านชีวเวชศาสตร์ที่สามารถเสร็จสิ้นภายใน 1 ภาคการศึกษา

115895 Special Problems in Biomedical Sciences II **4(0-8-4)**

Prerequisite : None

Research work to be completed within one trimester on a specific topic within biomedical sciences.

115896 หัวข้อพิเศษชีวเวชศาสตร์ 1 **2(2-0-6)**

(Special Topics in Biomedical Sciences I)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

บรรยายและอภิปรายหัวข้อพิเศษเกี่ยวกับการศึกษาพัฒนาการใหม่ ด้านชีวเวชศาสตร์ (จะระบุหัวข้อเมื่อเปิดสอน)

115896 Special Topics in Biomedical Sciences I **2(2-0-6)**

Prerequisite : None

Lectures and discussion on special topics or recent developments in biomedical sciences. (Topics will be announced when open)

115897 หัวข้อพิเศษชีวเวชศาสตร์ 2 **2(2-0-6)**

(Special Topics in Biomedical Sciences II)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

บรรยายและอภิปรายหัวข้อพิเศษเกี่ยวกับการศึกษาพัฒนาการใหม่ ด้านชีวเวชศาสตร์ (จะระบุหัวข้อเมื่อเปิดสอน)

115897 Special Topics in Biomedical Sciences II **2(2-0-6)**

Prerequisite : None

Lectures and discussion on special topics or recent developments in biomedical sciences. (Topics will be announced when open)

115898 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต (แบบ 1.1) **64**

(Ph.D.Thesis (Plan 1.1))

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

วิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาบัณฑิตศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต ตามแบบ 1.1

115898 Ph.D.Thesis (Plan 1.1) **64**

Prerequisite : None

Ph.D. Thesis for plan 1.1

115998 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต (แบบ 2.1) **48**

(Ph.D.Thesis (Plan 2.1))

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

วิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาบัณฑิตศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต ตามแบบ 2.1

115998 Ph.D.Thesis (Plan 2.1) **48**

Prerequisite : None

Ph.D. Thesis for plan 2.1

115999 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต (แบบ 2.2) **64**

(Ph.D.Thesis (Plan 2.2))

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

วิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาบัณฑิตศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต ตามแบบ 2.2

115999 Ph.D.Thesis (Plan 2.2) **64**

Prerequisite : None

Ph.D. Thesis for plan 2.2

18. การประกันคุณภาพของหลักสูตร

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตและวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิตสาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ ได้มีการกำหนดระบบประกันคุณภาพของหลักสูตรไว้อย่างชัดเจน ตามนโยบายการประกันคุณภาพการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและนโยบายการประกันคุณภาพการศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งนโยบายการประกันคุณภาพการศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้แก่

1. ให้ใช้ระบบกลไกปกติที่มหาวิทยาลัยมีอยู่ เป็นระบบการประกันคุณภาพการศึกษา เพื่อเป็นเครื่องมือในการรักษามาตรฐานการศึกษาของมหาวิทยาลัย โดยมีคณะกรรมการประกันคุณภาพการศึกษา ทำหน้าที่วางระบบ กำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ วิธีควบคุมคุณภาพ การตรวจสอบคุณภาพและการประเมินคุณภาพ

2. ให้คณะกรรมการประจำสำนักวิชา ศูนย์ สถาบัน เป็นผู้ดูแล ให้คำปรึกษา และประสานงาน เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมการประกันคุณภาพการศึกษาของสำนักวิชา ศูนย์ และสถาบันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3. ให้มีการกำหนดปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการศึกษาของมหาวิทยาลัย พร้อมทั้งเกณฑ์ ตัวชี้วัด องค์กรที่รับผิดชอบและวิธีการประเมินในแต่ละปัจจัย

4. ส่งเสริมให้หน่วยงานหรือสถาบันภายนอก ทั้งภาครัฐและเอกชนเข้ามาร่วมกิจกรรมการประเมินคุณภาพการศึกษา ของมหาวิทยาลัย เพื่อการพัฒนาและการรับรองคุณภาพ

5. ให้มีการประชาสัมพันธ์ เผยแพร่กิจกรรมการประกันคุณภาพการศึกษาที่ดำเนินการไปแล้วอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย เพื่อเป็นการประชาสัมพันธ์การประกันคุณภาพของมหาวิทยาลัย

ซึ่งการบริหารหลักสูตรนี้จะมีคณาจารย์ประจำหลักสูตรซึ่งทำหน้าที่คณะกรรมการประจำหลักสูตรทำหน้าที่บริหารจัดการหลักสูตร โดยอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรเป็นฝ่ายเลขานุการและกรรมการประจำสาขาวิชาชีววิทยาและคณะกรรมการประจำสำนักวิชาวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้พิจารณาให้ความเห็นชอบในการปรับปรุงหรือเพิ่มเติมรายละเอียดอื่นๆ ของหลักสูตร จากนั้นจะนำเสนอให้สภาวิชาการของมหาวิทยาลัยเป็นผู้พิจารณาให้ความเห็นชอบต่อไป โดยคณาจารย์ประจำหลักสูตรที่สอนในแต่ละกลุ่มวิชาเอกจะช่วยกันดูแลหลักสูตรให้มีความทันสมัย ยืดหยุ่นและสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และนำความรู้ไปพัฒนาตนเอง

และประเทศชาติจนประสบความสำเร็จได้

ความพร้อมด้านทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยและสาขาวิชามีอุปกรณ์การเรียนการสอนที่หลากหลายมาก ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือการทำวิจัยที่ทันสมัยของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีการเรียนการสอนที่สามารถบูรณาการร่วมกับสาขาวิชาอื่นๆ ที่เปิดสอนอยู่แล้วในระดับบัณฑิตศึกษา เช่น จุลชีววิทยา ชีวเคมี ชีววิทยาสิ่งแวดล้อม เคมี และเทคโนโลยีชีวภาพ เป็นต้น หลักสูตรนี้มีความพร้อมทางด้านคณาจารย์ผู้สอนมาก เนื่องจากคณาจารย์ส่วนใหญ่ (มากกว่า90%) จบการศึกษาในกลุ่มวิชาเอกที่จะสอนจากต่างประเทศ กอรปกับมีเจ้าหน้าที่ของศูนย์เครื่องมือฯ ที่เป็นนักวิทยาศาสตร์ และพนักงานวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาขาคอยช่วยในการทำปฏิบัติการการวิจัยอยู่แล้ว งบประมาณในการจัดหาครุภัณฑ์สามารถใช้ร่วมกับหลักสูตรแพทยศาสตร์ได้เนื่องจากใช้ครุภัณฑ์ประเภทเดียวกัน อาคารสถานที่ที่ใช้ในการเรียนก็มีอย่างเพียงพอ ทั้งอาคารเรียนรวม อาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษามหาราชินี อาคารวิชาการ ส่วนภาคปฏิบัติการจะใช้อาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษามหาราชินี ซึ่งมีห้องปฏิบัติการในแต่ละกลุ่มวิชาเอกอย่างเพียงพอ มหาวิทยาลัยมีห้องสมุดที่ทันสมัย มีตำราที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรทั้งในรูปของตำรา หนังสือและสื่ออิเลคโทรนิก เช่น e-journals, e-books, e-learning, e-training เป็นต้น

หลักสูตรนี้มีระบบอาจารย์ที่ปรึกษาทั้งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาทั่วไป อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทั้งเป็นโดยตรงและเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมคอยดูแลนักศึกษาอย่างใกล้ชิด และมีระบบการพบอาจารย์ที่ปรึกษาของนักศึกษากำหนดไว้อย่างชัดเจน มีระบบการช่วยแนะนำและสอนเพิ่มเติม เช่นในรายวิชาสัมมนาหรือรายวิชาอื่นๆ ที่นักศึกษาต้องการคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาเพิ่มเติม

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตและวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ ได้มีการทำวิจัยสถาบันเพื่อสำรวจความต้องการของตลาดแรงงาน สังคม และความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตแล้วพบว่า จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการทั้งหมด 21 แห่งพบว่า ผู้ประกอบการ 13 แห่ง (61.9%) ต้องการรับบัณฑิตที่จบทางชีวเวชศาสตร์เข้าทำงาน ผู้ประกอบการ 5 แห่ง (23.8%) ไม่แน่ใจ คุณลักษณะของบัณฑิตในระดับบัณฑิตศึกษาที่ผู้ประกอบการต้องการ ได้แก่ มีความรู้ในวิชาจุลชีววิทยา ชีวเคมีและวิชาเภสัชวิทยาเป็นอย่างดี ตลอดจนมีความสามารถในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ชั้นสูงและการทำวิจัยเป็นอย่างดี

19. การพัฒนาหลักสูตร

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตและวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ มีการพัฒนาหลักสูตรให้ทันสมัยอยู่เสมอ เนื่องจากอาจารย์ประจำหลักสูตรจะมีการปรับปรุงดัชนีด้านมาตรฐานและคุณภาพการศึกษา เช่น มาตรฐานด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน มาตรฐานด้านคุณภาพบัณฑิต มาตรฐานด้านงานวิจัยและงานสร้างสรรค์ มาตรฐานด้านการประกันคุณภาพ

มาตรฐานด้านการพัฒนาสถาบันและบุคลากร เป็นต้น ตามเกณฑ์ของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) (สมศ) และเกณฑ์ของมหาวิทยาลัยทุกๆ 5 ปี โดยมหาวิทยาลัยมีคณะทำงานประกันคุณภาพการศึกษา ซึ่งมีหน้าที่ดำเนินงานด้านการประกันคุณภาพการศึกษา ให้ข้อเสนอแนะความคิดเห็นในเรื่องต่างๆ เกี่ยวกับการประกันคุณภาพการศึกษา เช่น การประเมินคุณภาพการศึกษาและการจัดทำรายงานการประกันคุณภาพการศึกษาในแต่ละปีการศึกษา การปรับปรุงปัจจัย เกณฑ์ ตัวชี้วัด ให้เหมาะสมและเป็นปัจจุบัน ยกร่างปัจจัย เกณฑ์ ตัวชี้วัด การประกันคุณภาพบัณฑิตศึกษา และการประกันคุณภาพการวิจัย และเรื่องอื่นๆ ตามที่ฝ่ายวิชาการมอบหมาย นอกจากนั้นมหาวิทยาลัยยังมีคณะกรรมการประกันคุณภาพการศึกษา มีหน้าที่ช่วยกำหนดแนวทาง วางระบบและกลไกการประกันคุณภาพการศึกษาของมหาวิทยาลัย กำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) การตรวจสอบคุณภาพ (Quality Auditing) และการประเมินคุณภาพ (Quality Assessment) จัดทำรายงานประจำปีเกี่ยวกับการประกันคุณภาพการศึกษาของมหาวิทยาลัย จัดทำรายงานเผยแพร่ระบบประกันคุณภาพการศึกษาของมหาวิทยาลัย และ ปฏิบัติงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับการประกันคุณภาพการศึกษาตามที่สภามหาวิทยาลัย สภาวิชาการ หรือ อธิการบดี มอบหมาย และคณะกรรมการดำเนินการประกันคุณภาพการศึกษา ที่ทำหน้าที่ช่วยประสานงานและแลกเปลี่ยนข้อมูลประสบการณ์การดำเนินงานด้านการประกันคุณภาพการศึกษาระหว่างหน่วยงานใน มทส ตามนโยบายและแผนการปฏิบัติงานที่มหาวิทยาลัยกำหนด เพื่อให้เกิดความเข้าใจความตื่นตัว อันจะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพให้พร้อมรับการตรวจประเมินทั้งภายในและภายนอก เป็นต้น

โดยคณาจารย์ประจำหลักสูตรจะมีการประเมิน เพื่อพัฒนาหลักสูตรให้ทันสมัยอย่างต่อเนื่องอย่างน้อยทุก 5 ปีและเสนอผลการประเมินให้ทางสาขาวิชา สำนักวิชาและมหาวิทยาลัยตามระบบของทางมหาวิทยาลัยและ สมศ. ต่อไป

นอกจากนั้นในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตและวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ สำนักวิชาได้มีความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยต่างๆ ที่มีการเรียนการสอนทางชีวเวชศาสตร์ในต่างประเทศ โดยสำนักวิชาวิทยาศาสตร์ ได้มีการเจรจากับสถานบันและมหาวิทยาลัยต่างๆ ในความเป็นไปได้เกี่ยวกับความร่วมมือและความเกี่ยวข้องในเรื่องการเรียนการสอนและการวิจัย รวมทั้งการแลกเปลี่ยนนักศึกษาและบุคลากรในสาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ ความร่วมมือเหล่านี้จะดำเนินต่อไปและจะเป็นความจริงขึ้นมาพร้อมๆ กับความก้าวหน้าของแผนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษานี้

สถาบันดังกล่าว ได้แก่

1 School of Biomolecular Sciences
Liverpool John Moores University
Liverpool,

United Kingdom.

(Pharmacology, Toxicology and Biomedical Sciences)

2 Dept. of Obstetrics & Gynecology

University of Tennessee Medical Center

Knoxville,

Tennessee,

U.S.A

(Cellular and Molecular Medicine)

3 Division of Neuroscience

Oregon National Primate Research Center/Oregon

Health & Science University

Beaverton,

Oregon,

U.S.A

(Neuroscience)

4 Department of Biology

Faculty of Science

University of Birmingham

United Kingdom.

(Environmental Cell and Molecular Biology, Ecology and Genetics)

5 School of Pharmacy

The Robert Gordon University

Schoolhill,

Aberdeen,

United Kingdom

(Pharmacology and Toxicology)

6 University of Liverpool

Liverpool,

United Kingdom.

(Anatomy and Physiology)

7 Department of Environmental Biology

Faculty of Science

University of Guelph

Canada

(Pesticide Toxicology, Terrestrial Ecology, Resources Management)

8 Strauss Immunotoxicology Research Laboratory

Medical College of Virginia

Virginia Commonwealth University

Richmond,

Virginia,

U.S.A.

(Immunology and Toxicology)

9 National Research Laboratory of

Molecular Carcinogenesis & Chemoprevention

College of Pharmacy

Seoul National University

Shinlim-dong, Kwanak-gu,

Seoul,

South Korea

(Pharmacology, Toxicology and Immunology)

10 Hematolopoiesis and Stem Cell Biology Section

National Institute of Health/National Cancer Institute

Maryland,

U.S.A.

(Stem Cell and Gene Therapy)

11 Division of Neuroscience

Oregon National Primate Research Center

Oregon Health & Science University

Oregon,

U.S.A

(Stem Cell and Gene Therapy)

12 Division of Fertilization

Oregon National Primate Research Center

Oregon Health & Science University

Oregon,

U.S.A.

(Stem Cell and Gene Therapy)

13 Institute for Cell Enginerring, Stem Cell Program

Johns Hopkins University

Maryland,

U.S.A.

(Stem Cell and Gene Therapy)

14 School of Agricultural Biotechnology

Seoul National University

Seoul,

Korea

(Stem Cell and Gene Therapy)

15 Stem Cell and Cell Therapy Program

Industrial Technology Research Institute, Hsinchu

Taiwan

(Stem Cell and Gene Therapy)

16 Animal Experimentation Center
Central Institute for Experimental Animals
Kawasaki,
Japan
(Stem Cell and Gene Therapy)

17 Metastasis Section
National Cancer Center Research Institute
Tokyo,
Japan
(Stem Cell and Gene Therapy)

18 Department of Microbiology and Immunology
School of Medicine
Virginia commonwealth University
Virginia,
U.S.A.
(Stem Cell and Gene Therapy)

19 Center for Life Sciences
Virginia Commonwealth University
Virginia,
U.S.A.
(Stem Cell and Gene Therapy)

20 Animal Reproduction Institute
Guangxi University
Guangxi,
China
(Stem Cell and Gene Therapy)

21 Human Stem Cell Division

Whitehead Institute for Biomedical Research

Massachusetts,

U.S.A.

(Stem Cell and Gene Therapy)

22 Stem Cell Section

University of Toronto

Toronto,

Canada

(Stem Cell and Gene Therapy)

23 Department of Pharmacology & Toxicology

Michigan State University

Michigan,

U.S.A.

(Pharmacology & Toxicology)

ภาคผนวก

ข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ว่าด้วยการศึกษาขั้นบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2550

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ว่าด้วยการศึกษาขั้นบัณฑิตศึกษาให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ฉะนั้นอาศัยอำนาจตามความในมาตรา 16 (2) และ (3) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พ.ศ. 2533 ประกอบกับมติสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในการประชุมครั้งที่ 1/2550 เมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2550 สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยคำแนะนำของสภาวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จึงออกข้อบังคับไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ข้อบังคับนี้เรียกว่า "ข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ว่าด้วยการศึกษาขั้นบัณฑิตศึกษา พ.ศ.2550"

ข้อ 2 ข้อบังคับนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่ ปีการศึกษา 2550 เป็นต้นไป

ข้อ 3 ให้ยกเลิกข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ว่าด้วยการศึกษาขั้นบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2545 บรรดาระเบียบ ประกาศ แนวปฏิบัติหรือมติใด ๆ ซึ่งขัดหรือแย้งกับข้อบังคับนี้ ให้ใช้ข้อบังคับนี้แทน

ข้อ 4 ในข้อบังคับนี้

"มหาวิทยาลัย"	หมายถึง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
"สภามหาวิทยาลัย"	หมายถึง	สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
"สภาวิชาการ"	หมายถึง	สภาวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
"อธิการบดี"	หมายถึง	อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
"สำนักวิชา"	หมายถึง	สำนักวิชาในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
"สาขาวิชา"	หมายถึง	สาขาวิชาในสำนักวิชาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
"คณบดี"	หมายถึง	คณบดีสำนักวิชาต้นสังกัดของนักศึกษา
"หัวหน้าสาขาวิชา"	หมายถึง	หัวหน้าสาขาวิชาต้นสังกัดของนักศึกษา
"รายวิชา"	หมายถึง	วิชาที่เปิดสอนตามหลักสูตรต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีโดยไม่นับรวมวิทยานิพนธ์
"คณาจารย์บัณฑิตระดับปริญญาโท"	หมายถึง	คณาจารย์ที่สภาวิชาการแต่งตั้งให้เป็นผู้สอนระดับบัณฑิตศึกษาขั้นปริญญาโท
"คณาจารย์บัณฑิตระดับปริญญาเอก"	หมายถึง	คณาจารย์ที่สภาวิชาการแต่งตั้งให้เป็นผู้สอนระดับบัณฑิตศึกษาขั้นปริญญาเอก
"นักศึกษาขั้นปริญญาเอก (Ph.D. Student)"	หมายถึง	นักศึกษาที่กำลังศึกษาในระดับปริญญาเอกที่ยังสอบวัดคุณสมบัติไม่ผ่าน
"นักศึกษาปริญญาเอก (Ph.D. Candidate)"	หมายถึง	นักศึกษาที่กำลังศึกษาในระดับปริญญาเอกที่สอบวัดคุณสมบัติผ่านแล้ว

ข้อ 5 ให้อธิการบดีเป็นผู้รักษาการตามข้อบังคับนี้ และเป็นผู้วินิจฉัยชี้ขาดในกรณีที่มีปัญหาจากการใช้ข้อบังคับนี้

ข้อ 6 นักศึกษาต้องปฏิบัติตามข้อบังคับ ระเบียบ ประกาศ และแนวปฏิบัติอื่น ๆ ของมหาวิทยาลัยที่ไม่ขัดหรือแย้งกับข้อบังคับนี้

หมวด 1
การรับเข้าศึกษา

ข้อ 7 คุณสมบัติของผู้มีสิทธิสมัครเข้าศึกษา

7.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต
เป็นผู้สำเร็จการศึกษาขั้นปริญญาตรีหรือเทียบเท่าจากสถาบันอุดมศึกษาที่มหาวิทยาลัยรับรอง หรือเป็นนักศึกษาภาคการศึกษาสุดท้ายของหลักสูตรปริญญาตรีหรือเทียบเท่าของสถาบันอุดมศึกษาที่มหาวิทยาลัยรับรอง และต้องมีคุณสมบัติอื่นตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

7.2 หลักสูตรปริญญาโท

7.2.1 เป็นผู้สำเร็จการศึกษาขั้นปริญญาตรีหรือเทียบเท่าจากสถาบันอุดมศึกษาที่มหาวิทยาลัยรับรองหรือมีหลักฐานรับรองว่าจะสำเร็จการศึกษาขั้นปริญญาตรีหรือเทียบเท่าจากสถาบันอุดมศึกษาที่มหาวิทยาลัยรับรอง และต้องมีคุณสมบัติอื่นตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

7.2.2 แต้มระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 2.50 หรือเทียบเท่า หรือ

7.2.3 หากไม่เป็นไปตามข้อ 7.2.2 ต้องมีแต้มระดับคะแนนเฉลี่ยในวิชาเอกของหลักสูตรโทที่จะเข้าศึกษาไม่ต่ำกว่า 2.75 หรือเทียบเท่า หรือมีประสบการณ์การทำงานในที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาที่จะเข้าศึกษา โดยมีหนังสือรับรองจากหน่วยงานหรือจากผู้บังคับบัญชาว่ามีศักยภาพที่จะศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาได้

ปริญญา
สาขาวิชา

7.3 หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูง
เป็นผู้สำเร็จการศึกษาขั้นปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือมีหลักฐานรับรองว่าจะสำเร็จการศึกษาขั้นปริญญาโทหรือเทียบเท่า จากสถาบันอุดมศึกษาที่มหาวิทยาลัยรับรองและต้องมีคุณสมบัติอื่นตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

7.4 หลักสูตรปริญญาเอก

7.4.1 เป็นผู้สำเร็จการศึกษาขั้นปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือมีหลักฐานรับรองว่าจะสำเร็จการศึกษาขั้นปริญญาโทหรือเทียบเท่า จากสถาบันอุดมศึกษาที่มหาวิทยาลัยรับรอง หรือ

7.4.2 เป็นผู้สำเร็จการศึกษาขั้นปริญญาตรีเกียรตินิยมหรือเทียบเท่าจากมหาวิทยาลัยหรือสถาบันอุดมศึกษาที่มหาวิทยาลัยรับรอง หรือมีหลักฐานรับรองว่าจะสำเร็จการศึกษาขั้นปริญญาตรีหรือเทียบเท่าจากสถาบันอุดมศึกษาที่มหาวิทยาลัยรับรองในสาขาวิชาเดียวกันกับสาขาวิชาของหลักสูตรปริญญาเอกที่จะเข้าศึกษา โดยมีแต้มระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมนับถึงภาคการศึกษาก่อนสุดท้ายไม่ต่ำกว่าเกณฑ์เกียรตินิยมของที่กำลังศึกษา

สถาบัน

7.4.3 ผู้สมัครเข้าศึกษาหลักสูตรปริญญาเอกที่เน้นเฉพาะการทำวิจัยต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาขั้นปริญญาโทที่มีการทำวิทยานิพนธ์ และมีประสบการณ์วิจัยในสายงานโดยมีผลงานวิจัยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการที่สาขาวิชายอมรับ

7.5 ไม่เคยถูกคัดชื่อออกจากการเป็นนักศึกษาขั้นบัณฑิตศึกษาในหลักสูตรที่จะเข้าศึกษา

7.6 มีคุณสมบัติอื่นตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

7.7 ผู้สมัครเข้าศึกษาทุกหลักสูตรข้างต้น ต้องไม่เป็นผู้พ้นสถานภาพนักศึกษาขั้นบัณฑิตศึกษาเพราะยังไม่สำเร็จการศึกษาเมื่อครบกำหนดเวลาสูงสุดแล้วในหลักสูตรและระดับการศึกษาที่จะเข้าศึกษา

7.8 สภาวิชาการโดยคำแนะนำของคณะกรรมการประจำสำนักวิชาอาจพิจารณายกเว้นคุณสมบัติตามที่กำหนดข้างต้นได้เป็นกรณีไป

ข้อ 8 การรับเข้าศึกษา

8.1 การพิจารณารับเข้าศึกษากระทำโดยคณะกรรมการคัดเลือกซึ่งแต่งตั้งโดยคณบดีตามคำแนะนำของสาขาวิชาที่รับผิดชอบหลักสูตร

8.2 วิธีการคัดเลือกเข้าศึกษาอาจใช้วิธีสอบคัดเลือก วิธีทดสอบความรู้ หรือโดยวิธีอื่นที่คณบดีเห็นชอบตามคำแนะนำของสาขาวิชา

8.3 คณะกรรมการประจำสำนักวิชาเป็นผู้อนุมัติการรับเข้าศึกษาตามคำแนะนำของคณะกรรมการคัดเลือก

8.4 การรับเข้าศึกษาหลักสูตรปริญญาโทแบบ ก 1 และปริญญาเอกแบบ 1 ที่เน้นเฉพาะการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ต้องได้รับอนุมัติจากสภาวิชาการ

8.5 ในกรณีที่ผลการพิจารณาของคณะกรรมการคัดเลือกเห็นว่าผู้สมัครเข้าศึกษาขั้นปริญญาเอกมีความพร้อมทางวิชาการยังไม่เพียงพอสำหรับการศึกษาขั้นปริญญาเอก สาขาวิชาโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการประจำสำนักวิชาอาจพิจารณารับผู้นั้นเข้าศึกษาขั้นปริญญาโทในหลักสูตรที่ผู้นั้นสมัครเข้าศึกษาก็ได้

ข้อ 9 การขึ้นทะเบียนเป็นนักศึกษา

9.1 ผู้ที่มหาวิทยาลัยรับเข้าศึกษาจะมีสถานภาพนักศึกษาอย่างสมบูรณ์เมื่อมหาวิทยาลัยได้ขึ้นทะเบียนผู้นั้นเป็นนักศึกษาแล้ว

9.2 การขึ้นทะเบียนเป็นนักศึกษาให้เป็นไปตามวิธีการที่มหาวิทยาลัยกำหนด

หมวด 2
สถานภาพนักศึกษา

ข้อ 10 สถานภาพนักศึกษา

10.1 นักศึกษาจะมีสถานภาพใดสถานภาพหนึ่ง ดังต่อไปนี้

10.1.1 นักศึกษาสามัญ หมายถึง ผู้ที่มหาวิทยาลัยรับเข้าศึกษาโดยไม่มีเงื่อนไขใด ๆ

10.1.2 นักศึกษาทดลองศึกษา หมายถึง ผู้ที่มหาวิทยาลัยรับเข้าศึกษาโดยมีเงื่อนไขให้ทดลองศึกษาในภาคการศึกษาแรกเข้า

10.2 นักศึกษาทดลองศึกษาจะได้รับการพิจารณาให้เปลี่ยนสถานภาพเป็นนักศึกษาสามัญเมื่อผ่านเงื่อนไขให้ทดลองศึกษาตามที่กำหนดดังนี้

10.2.1 สอบได้รายวิชาขั้นปริญญาตรีทุกรายวิชาที่กำหนดให้เรียนตามเงื่อนไขให้ทดลองศึกษาโดยมีแต้มระดับคะแนนไม่ต่ำกว่า 2.50 ซึ่งรายวิชาเหล่านี้จะไม่นำไปคำนวณแต้มระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมและไม่นับรวมเป็นหน่วยกิตสอบได้

10.2.2 สอบได้รายวิชาขั้นบัณฑิตศึกษาทุกรายวิชาที่กำหนดให้เรียนตามเงื่อนไขให้ทดลองศึกษาโดยมีแต้มระดับคะแนนไม่ต่ำกว่า 3.00

หมวด 3
ระบบการศึกษา

ข้อ 11 ระบบการศึกษา

11.1 เป็นระบบเรียนเก็บหน่วยกิตแบบไตรภาค (Trimester) ในปีการศึกษาหนึ่งมี 3 ภาคการศึกษา แต่ละภาคการศึกษามีระยะเวลาการศึกษาไม่น้อยกว่า 12 สัปดาห์

11.2 หน่วยกิต หมายถึง หน่วยนับที่ใช้แสดงปริมาณการศึกษา การกำหนดจำนวนหน่วยกิต 1 หน่วยกิตมีหลักเกณฑ์ ดังนี้

11.2.1 การบรรยาย หรือการสอนโดยวิธีอื่นที่เทียบเท่า ใช้เวลาไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง ต่อภาคการศึกษา

11.2.2 การปฏิบัติการ การทดลอง การฝึก หรือการสอนโดยวิธีอื่นที่เทียบเท่า ใช้เวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง ต่อภาคการศึกษา

11.2.3 การค้นคว้าอิสระ หรืองานวิทยานิพนธ์ ใช้เวลาไม่น้อยกว่า 36 ชั่วโมง ต่อภาคการศึกษา

11.2.4 การปฏิบัติการภาคสนาม ใช้เวลาไม่น้อยกว่า 36 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา

11.3 หน่วยกิตเรียน หมายถึง จำนวนหน่วยกิตที่นักศึกษาลงทะเบียนเรียนในแต่ละภาคการศึกษา

11.4 หน่วยกิตรายภาค หมายถึง จำนวนหน่วยกิตรวมกันทั้งหมดของทุกรายวิชาที่นักศึกษาได้รับระดับคะแนนตัวอักษร A B^+ B C^+ C และ F ในภาคการศึกษานั้น

11.5 หน่วยกิตสะสม หมายถึง จำนวนหน่วยกิตรวมกันทั้งหมดของทุกรายวิชาที่นักศึกษาได้รับระดับคะแนนตัวอักษร A B^+ B C^+ C และ F ในกรณีที่นักศึกษาลงทะเบียนเรียนซ้ำในรายวิชาใด ให้นับจำนวนหน่วยกิตสะสมจากจำนวนหน่วยกิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชานั้นในครั้งสุดท้ายเพียงครั้งเดียว

11.6 หน่วยกิตสอบได้ หมายถึง จำนวนหน่วยกิตรวมของรายวิชาที่นักศึกษาได้รับระดับคะแนนตัวอักษร A B^+ B C^+ C หรือ S และจำนวนหน่วยกิตวิทยานิพนธ์ที่มีผลการสอบ "ผ่าน" หรือ "ดีมาก"

หมวด 4
ประเภทและโครงสร้างของหลักสูตร

ข้อ 12 ประเภทของหลักสูตร

12.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต เป็นหลักสูตรการศึกษาที่ส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิชาการ ความเชี่ยวชาญหรือประสิทธิภาพในทางวิชาชีพในสาขาวิชาเฉพาะ ในระดับสูงกว่าขั้นปริญญาตรี แต่ต่ำกว่าขั้นปริญญาโท

12.2 หลักสูตรปริญญาโท เป็นหลักสูตรการศึกษาที่ส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิชาการ วิชาชีพและการวิจัยในระดับที่สูงกว่าขั้นปริญญาตรีแต่ต่ำกว่าขั้นปริญญาเอก โดยมุ่งผลิตนักวิชาการและนักวิชาชีพที่มีความรู้ในเนื้อหาวิชาพร้อมทั้งความสามารถในการวิจัยหรือค้นคว้าอิสระ

12.3 หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูง เป็นหลักสูตรการศึกษาที่ส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิชาการ ความเชี่ยวชาญหรือประสิทธิภาพในทางวิชาชีพในสาขาวิชาเฉพาะ ในระดับสูงกว่าขั้นปริญญาโทแต่ต่ำกว่าขั้นปริญญาเอก

12.4 หลักสูตรปริญญาเอก เป็นหลักสูตรการศึกษาที่ส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิชาการและการวิจัยในระดับที่สูงกว่าขั้นปริญญาโท โดยมุ่งผลิตนักวิชาการและนักวิชาชีพที่มีความรู้ความสามารถระดับสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการวิจัยอย่างอิสระเพื่อบุกเบิกแสวงหาความรู้ใหม่และเพื่อสร้างสรรค์จรรโลงความก้าวหน้าทางวิชาการอย่างต่อเนื่อง

ข้อ 13 โครงสร้างของหลักสูตร

13.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต
จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 30 หน่วยกิต

13.2 หลักสูตรปริญญาโท
จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 45 หน่วยกิต มีแผนการศึกษาให้เลือก 2 แผน ดังต่อไปนี้

(1) แผน ก : เน้นการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งมี 2 แบบ คือ

แบบ ก 1 : การวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ จำนวนไม่น้อยกว่า 45 หน่วยกิต โดยไม่ต้องมีการศึกษารายวิชา ทั้งนี้สาขาวิชาจะกำหนดให้เรียนรายวิชาหรือทำกิจกรรมทางวิชาการอื่นโดยไม่นับหน่วยกิตด้วยก็ได้ โดยต้องได้ผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนด

แบบ ก 2 : การวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งมีค่าเทียบได้ไม่น้อยกว่า 15 หน่วยกิต และการศึกษารายวิชาไม่น้อยกว่า 15 หน่วยกิต โดยมีจำนวนหน่วยกิตรวมทั้งหมดไม่น้อยกว่า 45 หน่วยกิต

(2) แผน ข : เน้นการศึกษารายวิชาโดยไม่มีการทำวิทยานิพนธ์ มีเป้าหมายเพื่อผลิตนักวิชาการและนักวิชาชีพชั้นสูงที่มีความรู้กว้างขวางและสามารถนำไปประยุกต์ในการปฏิบัติงานได้ดียิ่งขึ้น เนื้อหาของหลักสูตรประกอบด้วยการศึกษารายวิชาไม่น้อยกว่า 38 หน่วยกิตและการค้นคว้าอิสระหรือการทำโครงการปัญหาพิเศษที่เทียบค่าได้ไม่น้อยกว่า 4 หน่วยกิต แต่ไม่เกิน 7 หน่วยกิต โดยมีจำนวนหน่วยกิตรวมทั้งหมดไม่น้อยกว่า 45 หน่วยกิต แผนนี้ใช้กับแต่เฉพาะสาขาวิชาที่มี ความขาดแคลนบุคลากรเท่านั้น การเปิดรับนักศึกษาต้องได้รับความเห็นชอบจากสภาวิชาการ

13.3 หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูง
จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 30 หน่วยกิต

13.4 หลักสูตรปริญญาเอก
จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 60 หน่วยกิตสำหรับผู้ที่ศึกษาต่อจากขั้นปริญญาโทและไม่น้อยกว่า 90 หน่วยกิตสำหรับผู้ที่ศึกษาต่อจากขั้นปริญญาตรี มีแบบการศึกษาให้เลือก 2 แบบ ดังต่อไปนี้

(1) แบบ 1 : การวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์โดยไม่ต้องศึกษารายวิชา แต่สาขาวิชาอาจกำหนดให้เรียนรายวิชาหรือทำกิจกรรมทางวิชาการอื่นโดยไม่นับหน่วยกิตด้วยก็ได้ โดยต้องได้ผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนด

แบบ 1.1 ผู้เข้าศึกษาที่จบการศึกษาขั้นปริญญาโทต้องทำวิทยานิพนธ์ไม่น้อยกว่า 60 หน่วยกิต

(2) แบบ 2 : เน้นการวิจัยโดยมีการทำวิทยานิพนธ์ และศึกษางานรายวิชาเพิ่มเติม

แบบ 2.1 ผู้เข้าศึกษาที่จบการศึกษาขั้นปริญญาโทต้องทำวิทยานิพนธ์ที่มีค่าเทียบได้ไม่น้อยกว่า 45 หน่วยกิต และศึกษารายวิชาไม่น้อยกว่า 15 หน่วยกิต

แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่จบการศึกษาขั้นปริญญาตรีต้องทำวิทยานิพนธ์ที่มีค่าเทียบได้ไม่น้อยกว่า 60 หน่วยกิต และศึกษารายวิชาไม่น้อยกว่า 30 หน่วยกิต

ทั้งนี้ วิทยานิพนธ์ตามแบบ 1.1 , 2.1 และ 2.2 ต้องมีคุณภาพและมาตรฐานขั้นต่ำเท่ากัน

หมวด 5
การลงทะเบียนเรียน

ข้อ 14 การลงทะเบียนเรียน

14.1 นักศึกษาใหม่ ในภาคการศึกษาแรกที่เข้าศึกษา ต้องลงทะเบียนเรียนภายในเวลาที่มหาวิทยาลัยกำหนด มิฉะนั้นจะถือว่าสละสิทธิการเข้าเป็นนักศึกษา และจะถูกถอนชื่อออกจากทะเบียน

14.2 นักศึกษาปัจจุบัน ต้องลงทะเบียนเรียนภายในเวลาที่มหาวิทยาลัยกำหนด มิฉะนั้นจะไม่มีสิทธิลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษานั้น

14.3 นักศึกษาปัจจุบันที่มิได้ลงทะเบียนเรียนภายในเวลาที่มหาวิทยาลัยกำหนด ต้องได้รับอนุมัติให้ลาพักการศึกษาตามข้อ 34 และต้องชำระค่าธรรมเนียมรักษาสถานภาพนักศึกษา มิฉะนั้นจะพ้นสถานภาพนักศึกษา

14.4 นักศึกษาปัจจุบันที่ลงทะเบียนครบถ้วนตามที่หลักสูตรกำหนดแล้ว แต่ยังไม่สำเร็จการศึกษา ต้องขอรักษาสถานภาพนักศึกษา พร้อมชำระค่าธรรมเนียมรักษาสถานภาพนักศึกษา และค่าธรรมเนียมอื่นที่มหาวิทยาลัยกำหนด มิฉะนั้นจะพ้นสถานภาพนักศึกษา

14.5 จำนวนหน่วยกิตเรียนในแต่ละภาคการศึกษาให้เป็นดังต่อไปนี้

14.5.1 หน่วยกิตเรียนตามเงื่อนไขให้ทดลองศึกษาตามข้อ 10.2.1 และ 10.2.2 ให้นับเป็นหน่วยกิตเรียนด้วย

14.5.2 หน่วยกิตในการร่วมเรียน ให้นับเป็นหน่วยกิตเรียนด้วย

14.6 การลงทะเบียนเรียนซ้ำ

14.6.1 นักศึกษาที่ได้รับระดับคะแนน F U หรือ W ในรายวิชาบังคับ ต้องลงทะเบียนเรียนรายวิชานั้นซ้ำอีก จนกว่าจะได้รับระดับคะแนน A B^+ B C^+ C หรือ S

14.6.2 นักศึกษาที่ได้รับระดับคะแนน F U หรือ W ในรายวิชาเลือก จะลงทะเบียนเรียนรายวิชานั้นซ้ำอีกเพื่อให้ได้ระดับคะแนน A B^+ B C^+ C หรือ S หรือเลือกลงทะเบียนเรียนรายวิชาเลือกอื่นแทนก็ได้ ทั้งนี้โดยความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษาและโดยอนุมัติของหัวหน้าสาขาวิชา การลงทะเบียนดังกล่าวนี้ให้ใช้ระดับคะแนนตัวอักษรที่ได้รับครั้งสุดท้ายสำหรับการคำนวณแต้มระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม

14.7 การลงทะเบียนวิทยานิพนธ์

14.7.1 นักศึกษาที่ยังไม่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์ สามารถลงทะเบียนวิทยานิพนธ์ได้ไม่เกิน 3 หน่วยกิต ต่อภาคการศึกษา

14.7.2 นักศึกษาที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์แล้ว ต้องลงทะเบียนวิทยานิพนธ์ไม่เกิน 15 หน่วยกิตต่อภาคการศึกษา

14.7.3 ในกรณีที่หน่วยกิตวิทยานิพนธ์ที่เหลือมากกว่าที่กำหนดในข้อ 14.7.2 ให้ลงทะเบียนเรียนเกินกว่าจำนวนที่กำหนดได้

14.8 การลงทะเบียนเรียนให้เป็นไปตามข้อกำหนดของหลักสูตรและประกาศของมหาวิทยาลัย และต้องได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา

14.9 นักศึกษาที่จะลงทะเบียนเรียนรายวิชานอกเหนือจากที่กำหนดในหลักสูตรและที่ไม่เป็นเงื่อนไขให้ทดลองศึกษาต้องยื่นคำร้องต่อศูนย์บริการการศึกษา พร้อมทั้งได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา โดยความยินยอมของอาจารย์ผู้สอน และได้รับอนุมัติจากหัวหน้าสาขาวิชา ทั้งนี้การประเมินผลการศึกษาจะเป็นระดับคะแนนตัวอักษร S หรือ U เท่านั้น และให้นับเป็นหน่วยกิตเรียนด้วย

14.10 สาขาวิชาอาจพิจารณารับบุคคลใดเป็นผู้ร่วมเรียนในบางรายวิชาก็ได้ โดยต้องลงทะเบียนเรียนรายวิชานั้นตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

14.11 นักศึกษาขั้นบัณฑิตศึกษาของสถาบันการศึกษาอื่น อาจได้รับอนุญาตจากสภาวิชาการให้ลงทะเบียนเรียนรายวิชาของมหาวิทยาลัยเพื่อนำหน่วยกิตและผลการศึกษาไปเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของสถาบันการศึกษาต้นสังกัด

14.12 นักศึกษาของมหาวิทยาลัยอาจได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการประจำสำนักวิชาและสภาวิชาการให้ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาของมหาวิทยาลัยอื่นที่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เห็นว่าเอื้อต่อการทำวิทยานิพนธ์ เพื่อเทียบโอนจำนวนหน่วยกิต และผลการศึกษามาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

14.13 จำนวนหน่วยกิตรวมของรายวิชาตามข้อ 14.12 ต้องไม่เกิน 1 ใน 3 ของจำนวนหน่วยกิตรายวิชาในหลักสูตรที่กำลังศึกษาอยู่ โดยไม่นับรวมหน่วยกิตวิทยานิพนธ์

14.14 กำหนดวัน วิธีการลงทะเบียน และรายวิชาที่เปิดให้ลงทะเบียนเรียน ให้เป็นไปตามประกาศของมหาวิทยาลัย

ข้อ 15 การขอเพิ่ม ขอลด และขอถอนรายวิชา

15.1 การขอเพิ่มรายวิชา ให้กระทำได้ภายใน 10 วันแรกของภาคการศึกษา

15.2 การขอลดรายวิชา ให้กระทำได้ภายใน 5 สัปดาห์แรกของภาคการศึกษา ทั้งนี้ จะไม่มีการบันทึกรายวิชาที่ลดในใบแสดงผลการศึกษา

15.3 การขอถอนรายวิชา ให้กระทำได้หลังจาก 5 สัปดาห์แรกของภาคการศึกษา แต่ไม่เกิน 10 สัปดาห์แรกของภาคการศึกษา ทั้งนี้ จะมีการบันทึกรายวิชาที่ถอนในใบแสดงผลการศึกษา

15.4 การขอเพิ่มและการขอลดรายวิชาต้องได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา การขอถอนรายวิชาต้องได้รับอนุมัติจากหัวหน้าสาขาวิชา โดยคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ผู้สอนรายวิชานั้น

หมวด 6
ระยะเวลาการศึกษา

ข้อ 16 ระยะเวลาการศึกษา

16.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต ไม่เกิน 9 ภาคการศึกษา

16.2 หลักสูตรปริญญาโท ไม่เกิน 15 ภาคการศึกษา

16.3 หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูง ไม่เกิน 9 ภาคการศึกษา

16.4 หลักสูตรปริญญาเอก ไม่เกิน 18 ภาคการศึกษาสำหรับผู้ที่ศึกษาต่อจากขั้นปริญญาโท และไม่เกิน 24 ภาคการศึกษาสำหรับผู้ที่ศึกษาต่อจากขั้นปริญญาตรี

16.5 การเริ่มนับเวลาการศึกษาให้นับจากภาคการศึกษาแรกที่เข้าศึกษา ผู้ที่ยังไม่สำเร็จการศึกษาเมื่อครบกำหนดเวลาดังกล่าวนี้จะพ้นสถานภาพนักศึกษาโดยอัตโนมัติ กรณีนักศึกษาได้รับอนุมัติให้ย้ายสาขาวิชา หรือได้รับอนุมัติให้เปลี่ยนระดับการศึกษา ให้เริ่มนับระยะเวลาการศึกษาตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ได้รับอนุมัติ หากอนุมัติหลังจาก 2 สัปดาห์แรกของภาคการศึกษาหรือในช่วงปิดภาคการศึกษา ให้นับภาคการศึกษาถัดไปเป็นภาคการศึกษาที่ได้รับอนุมัติ แต่ทั้งนี้ระยะเวลาที่ศึกษารวมทั้งสิ้นต้องไม่เกินกว่าที่มหาวิทยาลัยกำหนด

หมวด 7
ระบบการวัดและประเมินผลการศึกษา

ข้อ 17 ระบบดรรชนีผลการศึกษา

17.1 ในการประเมินผลการศึกษาในแต่ละรายวิชา ให้ใช้ระดับคะแนนตัวอักษรตามลำดับขั้นเป็นดรรชนีผลการศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ระดับคะแนนตัวอักษร	ผลการประเมินขั้น	แต้มระดับคะแนน
A	ดีเยี่ยม	4.00
B^+	ดีมาก	3.50
B	ดี	3.00
C^+	ดีพอใช้	2.50
C	พอใช้	2.00
F	ตก	0

ในกรณีที่ไม่สามารถประเมินผลเป็นระดับคะแนนตัวอักษรตามลำดับขั้นดังข้างต้นได้ ให้ใช้ระดับคะแนนตัวอักษรต่อไปนี้

ระดับคะแนนตัวอักษร	ความหมาย
I	การวัดผลยังไม่สมบูรณ์ (Incomplete)
M	นักศึกษาขาดสอบ (Missing)
P	การสอนยังไม่สิ้นสุด (In progress)
S	ผลการประเมินเป็นที่พอใจ (Satisfactory)
ST	ผลการประเมินเป็นที่พอใจสำหรับรายวิชาที่เทียบโอน

(Satisfactory, Transferred credit)

U ผลการประเมินไม่เป็นที่พอใจ (Unsatisfactory)

V ผู้ร่วมเรียน (Visitor)

W ได้รับอนุมัติให้ถอนรายวิชา (Withdrawal)

X ยังไม่ได้รับผลการประเมิน (No report)

17.2 การให้ระดับคะแนนด้วอักษร

17.2.1 ระดับคะแนน A B^+ B C^+ C และ F ให้ใช้กับกรณีต่อไปนี้

(1) เป็นรายวิชาที่นักศึกษาเข้าสอบและหรือมีผลงานที่ประเมินได้เป็นลำดับขั้น

(2) เป็นการเปลี่ยนระดับคะแนนจาก I หรือ M ที่ศูนย์บริการการศึกษาได้รับแจ้งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวก่อนสิ้นสุด 1 สัปดาห์แรกของภาคการศึกษาถัดไป

(3) เป็นการเปลี่ยนระดับคะแนนจาก P หรือ X

17.2.2 ระดับคะแนน F นอกเหนือจากกรณีตามข้อ 17.2.1 ให้ใช้กับกรณีต่อไปนี้ด้วย

(1) นักศึกษาทำผิดระเบียบการสอบและได้รับการลงโทษให้ได้ระดับคะแนน F ตามข้อ 35.1

(2) เป็นการเปลี่ยนระดับคะแนนโดยอัตโนมัติจาก I หรือ M ในกรณีที่ไม่ได้รับแจ้งจากสำนักวิชาหลังจาก 1 สัปดาห์แรกของภาคการศึกษาถัดไป

17.2.3 ระดับคะแนน I ให้ใช้กับกรณีต่อไปนี้

(1) นักศึกษาป่วย อันเป็นเหตุให้ไม่สามารถเข้าสอบได้โดยได้ปฏิบัติถูกต้องตามข้อ 33

(2) นักศึกษาขาดสอบโดยเหตุอันพ้นวิสัยและได้รับอนุมัติจากหัวหน้าสาขาวิชา

(3) นักศึกษาทำงานที่เป็นส่วนประกอบของการศึกษายังไม่สมบูรณ์ และอาจารย์ผู้สอนโดยความเห็นชอบของหัวหน้าสาขาวิชา เห็นว่าสมควรให้ชะลอการวัดผลการศึกษา

17.2.4 ระดับคะแนน M ให้ใช้กับกรณีที่นักศึกษาขาดสอบ แต่ยังไม่สามารถแสดงหลักฐานที่สมบูรณ์ในการขาดสอบได้

17.2.5 ระดับคะแนน P ให้ใช้กับรายวิชาที่มีการสอน การวิจัย การทำวิทยานิพนธ์หรือการทำโครงงานที่ต่อเนื่องล้ำเข้าไปในภาคการศึกษาถัดไป โดยมีความก้าวหน้าเป็นที่พอใจเมื่อสิ้นสุดภาคการศึกษาที่นักศึกษาลงทะเบียนเรียนรายวิชานั้น

17.2.6 ระดับคะแนน S, U ให้ใช้กับกรณีที่ผลการประเมินเป็นที่พอใจหรือไม่พอใจตามลำดับในรายวิชาต่อไปนี้

(1) รายวิชาที่หลักสูตรกำหนดไว้ว่า ให้ประเมินผลเป็น S, U

(2) รายวิชาที่นักศึกษาลงทะเบียนเรียนตามข้อ 14.9

(3) เป็นการเปลี่ยนระดับคะแนนจาก M, P หรือ X

17.2.7 ระดับคะแนน ST ให้ใช้กับรายวิชาที่นักศึกษาได้รับอนุมัติให้เทียบโอนรายวิชา

17.2.8 ระดับคะแนน V ให้ใช้กับรายวิชาที่นักศึกษาได้รับอนุมัติให้ลงทะเบียนเรียนเป็นผู้ร่วมเรียนโดยได้เข้าชั้นเรียนเป็นเวลารวมทั้งสิ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของเวลาเรียนทั้งหมด และอาจารย์ผู้สอนวินิจฉัยว่าได้เรียนด้วยความตั้งใจ

17.2.9 ระดับคะแนน W จะกระทำได้หลังจาก 5 สัปดาห์แรกของภาคการศึกษาในกรณีต่อไปนี้

(1) รายวิชาที่นักศึกษาได้รับอนุมัติให้ถอนตามข้อ 15.4

(2) นักศึกษาป่วยจนไม่สามารถเข้าสอบได้ โดยได้ปฏิบัติถูกต้องตามข้อ 33 และหัวหน้าสาขาวิชามีความเห็นร่วมกันกับอาจารย์ผู้สอนว่าสมควรให้ถอนรายวิชานั้น

(3) นักศึกษาได้รับอนุญาตให้ลาพักการศึกษา ด้วยเหตุผลตามข้อ 34.1 หรือ 34.2

(4) นักศึกษาถูกสั่งให้พักการศึกษาในภาคการศึกษานั้น ด้วยเหตุผลอื่นนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในข้อ 35.1

(5) หัวหน้าสาขาวิชาอนุมัติให้เปลี่ยนระดับคะแนนจาก I ที่ได้รับอนุมัติตามข้อ 17.2.3 (1) และ (2) เนื่องจากการป่วยหรือเหตุอันพ้นวิสัยนั้นยังไม่สิ้นสุด

(6) รายวิชาที่นักศึกษาได้รับอนุมัติให้ลงทะเบียนเรียนเป็นผู้ร่วมเรียนตามข้อ 14.10 และได้เข้าเรียนเป็นเวลารวมทั้งสิ้นน้อยกว่าร้อยละ 80 ของเวลาเรียนทั้งหมด หรืออาจารย์ผู้สอนวินิจฉัยว่าไม่ได้เรียนด้วยความตั้งใจ

(7) รายวิชาที่นักศึกษากระทำผิดเงื่อนไขการลงทะเบียนเรียน

17.2.10 ระดับคะแนน X ให้ใช้กับเฉพาะรายวิชาที่ศูนย์บริการการศึกษายังไม่ได้รับรายงานผลการประเมินการศึกษาของนักศึกษาในรายวิชานั้น ๆ ตามกำหนดเวลา

หมวด 8
การควบคุมการศึกษา

ข้อ 18 คณาจารย์บัณฑิต

18.1 คณาจารย์บัณฑิตระดับปริญญาโท ต้องมีคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

18.1.1 วุฒิปริญญาเอกหรือเทียบเท่าในสาขาวิชานั้น หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน และมีประสบการณ์ด้านการสอน

18.1.2 วุฒิปริญญาโทหรือเทียบเท่าในสาขาวิชานั้น หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน มีประสบการณ์ด้านการสอน และมีผลงานวิจัยเพิ่มเติมจากงานวิจัยที่เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาเพื่อรับปริญญา

18.1.3 วุฒิปริญญาโทหรือเทียบเท่าในสาขาวิชานั้น หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน และดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่าผู้ช่วยศาสตราจารย์

18.1.4 เป็นผู้ที่สภาวิชาการให้การรับรองเป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้น หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน ในกรณีที่ไม่สังกัดสถาบันอุดมศึกษา

18.2 คณาจารย์บัณฑิตระดับปริญญาเอก ต้องมีคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

18.2.1 วุฒิปริญญาเอกหรือเทียบเท่าในสาขาวิชานั้น หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน มีประสบการณ์ด้านการสอน และมีผลงานวิจัยเพิ่มเติมจากงานวิจัยที่เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาเพื่อรับปริญญา

18.2.2 วุฒิปริญญาโทหรือเทียบเท่าในสาขาวิชานั้น หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน และดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่ารองศาสตราจารย์ และมีผลงานวิจัยเพิ่มเติมจากงานวิจัยที่เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาเพื่อรับปริญญา

18.2.3 เป็นผู้ที่สภาวิชาการให้การรับรองเป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้น หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กันมาอย่างน้อย 5 ปี ในกรณีที่ไม่สังกัดสถาบันอุดมศึกษา

18.3 คณาจารย์บัณฑิตย่อมสามารถสอนในระดับการศึกษาที่ต่ำกว่าระดับการสอนที่ได้รับอนุมัติให้สอน

ข้อ 19 อาจารย์ที่ปรึกษาทั่วไป

19.1 ต้องเป็นอาจารย์ประจำและคณาจารย์บัณฑิตของมหาวิทยาลัยในสาขาวิชาที่นักศึกษาสังกัด

19.2 มีหน้าที่ให้คำแนะนำและดูแลการจัดทำแผนการศึกษาของนักศึกษาให้สอดคล้องกับหลักสูตรและระเบียบข้อบังคับ

19.3 มีหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักศึกษาในเรื่องอื่นตามความจำเป็นและความเหมาะสม

19.4 ให้หัวหน้าสาขาวิชาเสนอชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาทั่วไปต่อคณบดีเพื่อแต่งตั้งโดยเร็ว

ข้อ 20 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

20.1 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ขั้นปริญญาโท ต้องเป็นอาจารย์ประจำและคณาจารย์บัณฑิตของมหาวิทยาลัย ณ วันที่มหาวิทยาลัยแต่งตั้ง และต้องมีคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

20.1.1 วุฒิปริญญาเอกหรือเทียบเท่าในสาขาวิชาของวิทยานิพนธ์หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน

20.1.2 วุฒิปริญญาโทหรือเทียบเท่า ในสาขาวิชาของวิทยานิพนธ์ หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน ดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่ารองศาสตราจารย์ และมีผลงานวิจัยอื่นนอกเหนือจากผลงานวิจัยที่เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาเพื่อรับปริญญา

20.1.3 เป็นผู้ที่สภาวิชาการรับรองให้เป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาของวิทยานิพนธ์

20.2 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ขั้นปริญญาเอก ต้องเป็นอาจารย์ประจำและคณาจารย์บัณฑิตของมหาวิทยาลัย ณ วันที่มหาวิทยาลัยแต่งตั้ง และต้องมีคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

20.2.1 วุฒิปริญญาเอกหรือเทียบเท่าในสาขาวิชาของวิทยานิพนธ์หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน และมีผลงานวิจัยอื่นนอกเหนือจากงานวิจัยที่เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาเพื่อรับปริญญา

20.2.2 วุฒิปริญญาโทหรือเทียบเท่า ในสาขาวิชาของวิทยานิพนธ์ หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน ดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่ารองศาสตราจารย์ และมีผลงานวิจัยอื่นนอกเหนือจากผลงานวิจัยที่เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาเพื่อรับปริญญา

20.2.3 เป็นผู้ที่สภาวิชาการรับรองให้เป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาของวิทยานิพนธ์

20.3 หน้าที่ของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

20.3.1 ให้คำแนะนำปรึกษาแก่นักศึกษาเกี่ยวกับวิธีการศึกษาและวิจัย รวมทั้งปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะที่นักศึกษาดำเนินการศึกษาและวิจัย

20.3.2 ให้คำแนะนำปรึกษาแก่นักศึกษาเกี่ยวกับการเขียนวิทยานิพนธ์ ทั้งในเชิงวิชาการและเชิงภาษา

20.3.3 ประเมินความคืบหน้าของการทำวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาในแต่ละภาคการศึกษา และรายงานผลการประเมินต่อหัวหน้าสาขาวิชา

20.3.4 พิจารณาให้ความเห็นชอบการจัดสอบวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาต่อหัวหน้าสาขาวิชา

20.3.5 เป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ข้อ 21 การแต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หรือคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

21.1 อาจารย์ที่ปรึกษาทั่วไปกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์จะเป็นบุคคลเดียวกันก็ได้

21.2 ให้คณบดีพิจารณาแต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ หรือคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการประจำสำนักวิชา โดยคำแนะนำของหัวหน้าสาขาวิชา ก่อนที่นักศึกษาจะเริ่มลงทะเบียนวิทยานิพนธ์

21.3 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จะมีเพียงคนเดียวหรือจะมีอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมได้อีกไม่เกิน 4 คน ซึ่งเป็นบุคคลภายใน หรือ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัยก็ได้ ในกรณีหลังถือเป็นคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นประธานกรรมการ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเป็นกรรมการ

ข้อ 22 การรายงานความคืบหน้าของการทำวิทยานิพนธ์

22.1 นักศึกษาที่ได้ลงทะเบียนวิทยานิพนธ์แล้ว หรือรักษาสถานภาพนักศึกษาหลังลงทะเบียนวิทยานิพนธ์หน่วยกิตครบถ้วนแล้ว ต้องรายงานความคืบหน้าของการทำวิทยานิพนธ์ตามแบบฟอร์มที่มหาวิทยาลัยกำหนดเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ก่อนสิ้นสุดแต่ละภาคการศึกษา

22.2 ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์รายงานผลการประเมินความคืบหน้าของการทำวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาในแต่ละภาคการศึกษาต่อหัวหน้าสาขาวิชาเพื่อนำเสนอคณะกรรมการประจำสำนักวิชา ในกรณีที่ผลการประเมินไม่เป็นที่พอใจ คณะกรรมการประจำสำนักวิชาอาจพิจารณากำหนดให้นักศึกษายุติการศึกษา

หมวด 9
การย้ายสาขาวิชา การโอนย้ายและการเทียบโอนรายวิชา

ข้อ 23 การย้ายสาขาวิชา

23.1 การย้ายสาขาวิชาต้องได้รับความเห็นชอบจากทั้งหัวหน้าสาขาวิชาที่จะย้ายออกและหัวหน้าสาขาวิชาที่จะย้ายเข้า และได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการประจำสำนักวิชาที่ย้ายออกและย้ายเข้า

23.2 การยื่นคำร้องขอย้ายสาขาวิชาจะกระทำได้อย่างเร็วที่สุดในภาคการศึกษาที่ 2 นับแต่เริ่มเข้าศึกษาในหลักสูตร และได้แต้มระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 3.00

ข้อ 24 หลักเกณฑ์การโอนย้ายและเทียบโอนรายวิชา

24.1 กรณีย้ายสาขาวิชาต้องโอนย้ายทุกรายวิชาที่เคยเรียนในหลักสูตรเดิมที่เป็นรายวิชาในหลักสูตรใหม่ โดยให้ได้ระดับคะแนนตัวอักษรเดิม

24.2 กรณีนักศึกษาที่เคยศึกษาในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และกลับเข้าศึกษาใหม่ ให้สามารถโอนย้ายรายวิชาที่เคยเรียนในหลักสูตรเดิม และรายวิชาที่ขอโอนย้ายต้องเรียนมาแล้วไม่เกิน 9 ภาคการศึกษา

24.3 นอกเหนือจากการโอนย้ายตามข้อ 24.1 นักศึกษาอาจได้รับการพิจารณาให้เทียบโอนรายวิชาที่เคยเรียนและสอบได้ระดับคะแนน S หรือไม่ต่ำกว่า B หรือเทียบเท่ามาแล้ว ที่มีเนื้อหาและคุณภาพเหมือนหรือคล้ายคลึงกับรายวิชาในหลักสูตรที่กำลังศึกษาอยู่ เพื่อเป็นรายวิชาทดแทนรายวิชาในหลักสูตรที่กำลังศึกษาอยู่

24.4 การโอนย้ายและเทียบโอนรายวิชาสำหรับผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรบัณฑิต หากเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทในสาขาวิชาเดียวกัน หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน ให้โอนย้ายและเทียบโอนหน่วยกิตได้ไม่เกินร้อยละ 40 ของหลักสูตรที่จะเข้าศึกษา โดยให้ดำเนินการโอนย้ายและเทียบโอนให้แล้วเสร็จครั้งเดียวในภาคการศึกษาแรกที่เข้าศึกษาในหลักสูตรนั้น

24.5 การเทียบโอนรายวิชาระดับปริญญาโทและเอก ให้กระทำได้ไม่เกินหนึ่งในสามของจำนวนหน่วยกิตรวมของหลักสูตรที่จะเข้าศึกษา ซึ่งไม่นับรวมจำนวนหน่วยกิตวิทยานิพนธ์ โดยให้โอนย้ายและเทียบโอนให้แล้วเสร็จครั้งเดียวในภาคการศึกษาแรกที่เข้าศึกษา

24.6 การเทียบโอนรายวิชาจากสถาบันอุดมศึกษาอื่น นักศึกษาต้องมีคะแนนเฉลี่ยสะสมจากสถาบันเดิมไม่น้อยกว่า 3 ในระบบ 4 หรือเทียบเท่า และรายวิชาที่ขอเทียบโอนต้องมีระดับคะแนนตัวอักษร S หรือไม่ต่ำกว่า B หรือเทียบเท่าและต้องเรียนมาแล้วไม่เกิน 3 ปีการศึกษา

24.7 ให้ถือว่านักศึกษาสอบผ่านรายวิชาที่ได้รับการเทียบโอนแล้วโดยมีระดับคะแนนตัวอักษรเป็น ST และให้นับรวมหน่วยกิตของรายวิชานั้นเข้ากับหน่วยกิตสอบได้ของหลักสูตรที่นักศึกษากำลังศึกษา

24.8 การเทียบโอน ให้เทียบโอนได้เฉพาะหน่วยกิตของรายวิชา แต่ไม่อนุญาตให้เทียบโอนหน่วยกิตวิทยานิพนธ์

24.9 ในการพิจารณาคำขอเทียบโอนรายวิชา สาขาวิชาอาจจัดให้นักศึกษาทดสอบความรู้ในรายวิชาที่ขอเทียบโอนเพื่อประกอบการพิจารณาด้วยก็ได้

24.10 การเทียบโอนรายวิชาต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการประจำสำนักวิชา

24.11 รายวิชาโอนย้ายให้นำมาคิดแต้มระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมด้วย ส่วนรายวิชาเทียบโอนจะไม่นำมาคำนวณแต้มระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม

หมวด 10
การเปลี่ยนระดับการศึกษา

ข้อ 25 การเปลี่ยนระดับการศึกษา

25.1 การเปลี่ยนระดับการศึกษาอาจเป็นการเปลี่ยนไปสู่ระดับที่สูงขึ้นกว่าเดิมหรือเป็นการเปลี่ยนไปสู่ระดับที่ต่ำกว่าเดิมก็ได้

25.2 กรณีที่อยู่ในข่ายที่จะเปลี่ยนระดับการศึกษาได้ ได้แก่

25.2.1 นักศึกษาในหลักสูตรปริญญาโท แผน ก ที่ได้รับทุนให้เข้าศึกษาในขั้นปริญญาเอก

25.2.2 นักศึกษาปริญญาโทที่สอบผ่านการสอบวัดคุณสมบัติที่จัดขึ้นสำหรับนักศึกษาขั้นปริญญาเอก

25.2.3 นักศึกษาขั้นปริญญาเอกที่สอบตกในการสอบวัดคุณสมบัติอาจได้รับการเสนอจากสาขาวิชาต่อคณะกรรมการประจำสำนักวิชาเพื่อพิจารณาให้เข้าศึกษาในขั้นปริญญาโทแทนก็ได้

25.3 การเปลี่ยนระดับการศึกษา จะกระทำได้แต่เฉพาะเมื่อไม่มีการเปลี่ยนแปลงสาขาวิชา โดยคณะกรรมการประจำสำนักวิชาเป็นผู้พิจารณาอนุมัติแล้วแจ้งสภาวิชาการเพื่อทักท้วง

หมวด 11
การวัดและการประเมินผลการศึกษา

ข้อ 26 การประเมินผลการศึกษาและการคำนวณแต้มระดับคะแนนเฉลี่ย

26.1 การประเมินผลการศึกษาให้กระทำเมื่อสิ้นสุดการศึกษาแต่ละภาคการศึกษา

26.2 การคำนวณแต้มระดับคะแนนเฉลี่ย

26.2.1 แต้มระดับคะแนนเฉลี่ยรายภาค ให้คำนวณจากผลการศึกษาในรายวิชาระดับบัณฑิตศึกษาของนักศึกษาในแต่ละภาคการศึกษา โดยเอาผลรวมของผลคูณระหว่างหน่วยกิตกับแต้มระดับคะแนนที่นักศึกษาได้รับในแต่ละรายวิชาเป็นตัวตั้งแล้วหารด้วยผลรวมของจำนวนหน่วยกิตของรายวิชาเหล่านั้น

26.2.2 แต้มระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม ให้คำนวณจากผลการศึกษาในรายวิชาระดับบัณฑิตศึกษาของนักศึกษา ตั้งแต่เริ่มเข้าศึกษาจนถึงภาคการศึกษาที่กำลังคิดคำนวณ โดยเอาผลรวมของผลคูณระหว่างหน่วยกิตกับแต้มระดับคะแนนที่นักศึกษาได้รับในแต่ละรายวิชาที่ลงทะเบียนเรียนในครั้งสุดท้ายเป็นตัวตั้ง แล้วหารด้วยจำนวนหน่วยกิตสะสม

ข้อ 27 การสอบประมวลความรู้ (Comprehensive examination)

27.1 นักศึกษาประกาศนียบัตรบัณฑิต ขั้นปริญญาโท และประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูง ต้องสอบผ่านการสอบประมวลความรู้ เพื่อวัดความสามารถและศักยภาพในการนำหลักวิชาการและประสบการณ์การเรียนไปประยุกต์ในการปฏิบัติงานหรือการค้นคว้าวิจัย

27.2 นักศึกษาขั้นปริญญาโท แบบ ก 1 และแบบ ก 2 ต้องสอบประมวลความรู้ให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ภายใน 4 ภาคการศึกษา นับแต่ภาคการศึกษาแรกที่เข้าศึกษา มิฉะนั้นจะพ้นสถานภาพนักศึกษาหากมีเหตุผลและความจำเป็นให้ขยายเวลาได้ โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการประจำสำนักวิชา

27.3 นักศึกษาขั้นปริญญาโทแผน ข ประกาศนียบัตรบัณฑิต และประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูงต้องสอบประมวลความรู้ เมื่อมีหน่วยกิตสอบได้ครบถ้วนตามที่หลักสูตรกำหนดและต้องสอบได้และแล้วเสร็จสมบูรณ์ภายใน 2 ภาคการศึกษาถัดจากภาคการศึกษาที่มีหน่วยกิตสอบได้ครบถ้วนตามที่หลักสูตรกำหนด มิฉะนั้นจะพ้นสถานภาพนักศึกษา หากมีเหตุผลและความจำเป็นให้ขยายเวลาได้ โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการประจำสำนักวิชา

27.4 การสอบประมวลความรู้ อาจเป็นการสอบข้อเขียน หรือการสอบปากเปล่า หรือทั้งสองอย่าง

27.5 การจัดให้มีการสอบประมวลความรู้เป็นหน้าที่ของสาขาวิชา และควรจัดภาคการศึกษาละ 1 ครั้ง เป็นอย่างน้อย การสอบแต่ละครั้งให้ดำเนินการโดยคณะกรรมการ ซึ่งแต่งตั้งโดยคณบดีโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการประจำสำนักวิชา

27.6 คณะกรรมการสอบประมวลความรู้ประกอบด้วย หัวหน้าสาขาวิชาหรือผู้ที่หัวหน้าสาขาวิชามอบหมายเป็นประธานกรรมการ และคณาจารย์บัณฑิตระดับปริญญาโทขึ้นไป จำนวนไม่น้อยกว่า 3 คน แต่ไม่เกิน 5 คนเป็นกรรมการ จะมีบุคคลจากภายนอกมหาวิทยาลัยโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการประจำสำนักวิชาเป็นกรรมการด้วยก็ได้

27.7 คณะกรรมการสอบประมวลความรู้ต้องดำเนินการสอบตามวันและเวลาที่คณะกรรมการประจำสำนักวิชากำหนด และต้องรายงานผลการสอบต่อคณะกรรมการประจำสำนักวิชา ภายใน 1 สัปดาห์ นับจากวันที่เสร็จสิ้นการสอบ

27.8 การรายงานผลการสอบประมวลความรู้ ให้ใช้ระดับคะแนนตัวอักษร S เมื่อสอบได้ และ U เมื่อสอบตก

27.9 ผู้ที่สอบตกในการสอบประมวลความรู้ครั้งแรก จะสอบใหม่ได้อีกเพียงหนึ่งครั้ง การสอบตกเป็นครั้งที่สองจะเป็นผลให้ผู้นั้นพ้นสถานภาพนักศึกษาโดยอัตโนมัติ

27.10 ในกรณีที่สอบตก ให้บันทึกผลในใบแสดงผลการศึกษาเฉพาะครั้งที่มีผลต่อสถานภาพของนักศึกษา

ข้อ 28 การสอบวัดคุณสมบัติ (Qualifying examination)

28.1 นักศึกษาขั้นปริญญาเอก ต้องสอบผ่านการสอบวัดคุณสมบัติ เพื่อวัดความรู้ความสามารถในหลักวิชาการ และการดำเนินการวิจัยโดยอิสระเพื่อเป็นวิทยานิพนธ์ในระดับปริญญาเอก

28.2 นักศึกษาขั้นปริญญาเอก ต้องสอบวัดคุณสมบัติผ่านและแล้วเสร็จสมบูรณ์ภายใน 6 ภาคการศึกษา นับแต่ภาคการศึกษาแรกที่เข้าศึกษา มิฉะนั้นจะพ้นสถานภาพนักศึกษาโดยอัตโนมัติ หากมีเหตุผล และความจำเป็นให้ขยายเวลาได้โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการประจำสำนักวิชา ทั้งนี้ยกเว้นผู้ที่สอบวัดคุณสมบัติ ตามข้อ 28.3.2

28.3 ผู้มีสิทธิขอสอบวัดคุณสมบัติได้แก่

28.3.1 นักศึกษาขั้นปริญญาเอก

28.3.2 นักศึกษาขั้นปริญญาโท แบบ ก 2 ที่มีหน่วยกิตสะสมไม่น้อยกว่า 15 หน่วยกิต และได้แต้มระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่น้อยกว่า 3.50 หรือนักศึกษาขั้นปริญญาโท แบบ ก 1 ที่มีผลงานวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ซึ่งมีศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นวิทยานิพนธ์ในระดับปริญญาเอกได้ ในกรณีหลังนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการประจำสำนักวิชาและแจ้งให้สภาวิชาการเพื่อทักท้วง และทั้ง 2 กรณีนี้ ต้องสอบผ่านการสอบประมวลความรู้แล้ว โดยให้ถือว่าผลการสอบผ่านวัดคุณสมบัตินี้ เป็นการสอบผ่านวัดคุณสมบัติขั้นปริญญาเอกของนักศึกษารายนั้น ๆ เลย

28.4 การสอบวัดคุณสมบัติ อาจเป็นการสอบข้อเขียน หรือการสอบปากเปล่า หรือทั้งสองอย่างก็ได้

28.5 การจัดให้มีการสอบวัดคุณสมบัติเป็นหน้าที่ของสาขาวิชา และควรจัดภาคการศึกษาละหนึ่งครั้งเป็นอย่างน้อย การสอบแต่ละครั้งให้ดำเนินการโดยคณะกรรมการ ซึ่งแต่งตั้งโดยคณบดีโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการประจำสำนักวิชา

28.6 คณะกรรมการสอบวัดคุณสมบัติประกอบด้วย หัวหน้าสาขาวิชาหรือผู้ที่หัวหน้าสาขาวิชามอบหมาย เป็นประธานกรรมการ และคณาจารย์บัณฑิตระดับปริญญาเอกจำนวนไม่น้อยกว่า 3 คน แต่ไม่เกิน 5 คนเป็นกรรมการ จะมีบุคคลจากภายนอกมหาวิทยาลัยจำนวนไม่เกิน 2 คนโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการประจำสำนักวิชาเป็นกรรมการด้วยก็ได้

28.7 คณะกรรมการสอบวัดคุณสมบัติต้องดำเนินการสอบตามวันและเวลาที่คณะกรรมการประจำสำนักวิชากำหนด และต้องรายงานผลการสอบต่อคณะกรรมการประจำสำนักวิชาภายใน 1 สัปดาห์ นับจากวันที่เสร็จสิ้นการสอบ

28.8 การรายงานผลการสอบวัดคุณสมบัติ ให้ใช้ระดับคะแนนตัวอักษร S เมื่อสอบได้ และ U เมื่อสอบตก

28.9 ให้ถือว่านักศึกษาขั้นปริญญาเอกที่สอบผ่านการสอบวัดคุณสมบัติเป็นนักศึกษาปริญญาเอกที่มีสิทธิเสนอวิทยานิพนธ์เพื่อขอรับปริญญาเอก

28.10 นักศึกษาตามข้อ 28.3.1 ที่สอบตกในการสอบวัดคุณสมบัติครั้งแรก จะสอบใหม่ได้อีกเพียงหนึ่งครั้ง การสอบตกเป็นครั้งที่สอง จะยังผลให้พ้นสถานภาพนักศึกษาโดยอัตโนมัติ เว้นแต่ได้รับอนุมัติให้เปลี่ยนระดับการศึกษาตามข้อ 25.2.3

28.11 นักศึกษาตามข้อ 28.3.2 จะสอบได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น

28.12 ในกรณีสอบตก ให้บันทึกผลในใบแสดงผลการศึกษาเฉพาะครั้งที่มีผลต่อสถานภาพนักศึกษา

ข้อ 29 การขอความเห็นชอบโครงร่างวิทยานิพนธ์

29.1 วิทยานิพนธ์ขั้นปริญญาโท

นักศึกษาต้องขอความเห็นชอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ต่อสาขาวิชา โดยสาขาวิชาต้องเสนอขอความเห็นชอบคณะกรรมการพิจารณาโครงร่างวิทยานิพนธ์ต่อคณะกรรมการประจำสำนักวิชา และต้องได้รับอนุมัติภายใน 5 ภาคการศึกษา นับแต่ภาคการศึกษาแรกที่เข้าศึกษา มิฉะนั้นจะพ้นสถานภาพนักศึกษา ทั้งนี้ คณะกรรมการประจำสำนักวิชาอาจพิจารณาขยายเวลาเพิ่มเติมได้ตามความจำเป็น

29.2 วิทยานิพนธ์ขั้นปริญญาเอก

นักศึกษาต้องขอความเห็นชอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ต่อสาขาวิชา โดยสาขาวิชาต้องเสนอขอความเห็นชอบคณะกรรมการพิจารณาโครงร่างวิทยานิพนธ์ต่อคณะกรรมการประจำสำนักวิชา และต้องได้รับอนุมัติภายใน 7 ภาคการศึกษา นับแต่ภาคการศึกษาแรกที่เข้าศึกษา มิฉะนั้นจะพ้นสถานภาพนักศึกษา ทั้งนี้ คณะกรรมการประจำสำนักวิชาอาจพิจารณาขยายเวลาเพิ่มเติมได้ตามความจำเป็น

29.3 คณะกรรมการพิจารณาโครงร่างวิทยานิพนธ์อาจใช้โครงสร้างและคุณสมบัติเช่นเดียวกับคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

29.4 ภาษาที่ใช้ในการเขียนวิทยานิพนธ์อาจเป็นภาษาไทยหรือภาษาต่างประเทศก็ได้ ทั้งนี้ นักศึกษา

ต้องแสดงความจำนงที่ชัดเจนว่าจะเขียนเป็นภาษาใดในคราวเดียวกันกับการขออนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์

ข้อ 30 การสอบวิทยานิพนธ์

30.1 วิทยานิพนธ์ขั้นปริญญาโท

30.1.1 การสอบวิทยานิพนธ์ให้ดำเนินการโดยคณะกรรมการ ซึ่งคณบดีเป็นผู้พิจารณาแต่งตั้งตามความเห็นชอบของคณะกรรมการประจำสำนักวิชา

30.1.2 คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ประกอบด้วย หัวหน้าสาขาวิชาหรือผู้ที่หัวหน้าสาขาวิชามอบหมาย เป็นประธานกรรมการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อย 1 คนเป็นกรรมการ ผู้ทรงคุณวุฒิที่เป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาแบบ ก 1 ต้องเป็นบุคคลจากภายนอกมหาวิทยาลัย

30.1.3 กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ต้องมีคุณสมบัติตามข้อหนึ่งข้อใดดังต่อไปนี้

(1) วุฒิปริญญาเอกหรือเทียบเท่าในสาขาวิชาของวิทยานิพนธ์หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน

(2) วุฒิปริญญาโทหรือเทียบเท่าในสาขาวิชาของวิทยานิพนธ์ หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กันดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่ารองศาสตราจารย์ และมีผลงานวิจัยอื่นนอกเหนือจากผลงานวิจัยที่เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาเพื่อรับปริญญา

(3) เป็นผู้ที่สภาวิชาการรับรองให้เป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาของวิทยานิพนธ์ในกรณีไม่สังกัดสถาบันอุดมศึกษา

30.1.4 เมื่อนักศึกษาทำวิทยานิพนธ์เสร็จตามรูปแบบที่มหาวิทยาลัยกำหนดแล้ว ให้นักศึกษายื่นคำร้องขอสอบวิทยานิพนธ์ต่อหัวหน้าสาขาวิชา โดยคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ หรือประธานคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พร้อมร่างวิทยานิพนธ์เพื่อขออนุมัติจากคณบดี ก่อนวันสอบไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์

30.1.5 ในการสอบวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ต้องดำเนินการอย่างเต็มคณะ ถ้ากรรมการมาไม่ครบ ให้เลื่อนการสอบออกไปจนกว่ากรรมการมาร่วมดำเนินการสอบได้อย่างเต็มคณะ

30.1.6 หากต้องมีการลงคะแนนเสียงเพื่อพิจารณาผลการสอบ ให้ใช้เสียงข้างมากของคณะกรรมการสอบ

30.2 วิทยานิพนธ์ขั้นปริญญาเอก

30.2.1 การสอบวิทยานิพนธ์ให้ดำเนินการโดยคณะกรรมการ ซึ่งคณบดีเป็นผู้แต่งตั้งตามความเห็นชอบของคณะกรรมการประจำสำนักวิชา

30.2.2 คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ประกอบด้วย หัวหน้าสาขาวิชาหรือผู้ที่หัวหน้าสาขาวิชามอบหมาย เป็นประธานกรรมการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และกรรมการจำนวนไม่น้อยกว่า 3 คน แต่ไม่เกิน 5 คน ในจำนวนนี้ต้องเป็นผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 1 คน ซึ่งเลือกสรรโดยวิธีการที่มหาวิทยาลัยกำหนด

30.2.3 กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ต้องมีคุณสมบัติตามข้อหนึ่งข้อใดดังต่อไปนี้

(1) วุฒิปริญญาเอกหรือเทียบเท่าในสาขาวิชาของวิทยานิพนธ์หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน และมีผลงานวิจัยอื่นนอกเหนือจากผลงานวิจัยที่เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาเพื่อรับปริญญา

(2) วุฒิปริญญาโทหรือเทียบเท่าในสาขาวิชาของวิทยานิพนธ์ หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน ดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่ารองศาสตราจารย์ และมีผลงานวิจัยอื่นนอกเหนือจากผลงานวิจัยที่เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาเพื่อรับปริญญา

(3) เป็นผู้ที่สภาวิชาการให้การรับรองเป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้น หรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กันมาอย่างน้อย 5 ปี ในกรณีที่ไม่สังกัดสถาบันอุดมศึกษา

30.2.4 เมื่อนักศึกษาทำวิทยานิพนธ์เสร็จตามรูปแบบที่มหาวิทยาลัยกำหนดแล้ว ให้นักศึกษายื่นคำร้องขอสอบวิทยานิพนธ์ต่อหัวหน้าสาขาวิชาโดยคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หรือประธานคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณานำเสนอขออนุมัติจากคณบดีพร้อมร่างวิทยานิพนธ์ดังกล่าว ก่อนวันสอบไม่น้อยกว่า 3 สัปดาห์

30.2.5 ในการสอบวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ต้องดำเนินการอย่างเต็มคณะ ถ้ากรรมการจำนวนดังกล่าวข้างต้นมาไม่ครบในวันสอบ ให้เลื่อนการสอบออกไปจนกว่ากรรมการมาร่วมดำเนินการสอบได้ตามที่กำหนด และหากต้องมีการลงคะแนนเสียงเพื่อพิจารณาผลการสอบ ให้ใช้เสียงข้างมากที่ไม่น้อยกว่า 4 เสียงในทุกกรณี

30.3 ในการสอบวิทยานิพนธ์ ให้เปิดโอกาสให้ผู้ไม่เกี่ยวข้องที่สนใจเข้าสังเกตการณ์ด้วย เมื่อการซักถามของคณะกรรมการสอบสิ้นสุดลงแล้ว ประธานกรรมการจะอนุญาตให้ผู้สังเกตการณ์ซักถามบ้างก็ได้ ในกรณีที่คณะกรรมการประจำสำนักวิชาให้ความเห็นว่าเนื้อหาของวิทยานิพนธ์ไม่สมควรเปิดเผยทั่วไป อธิการบดีอาจไม่อนุมัติให้เปิดโอกาสให้ผู้ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับวิทยานิพนธ์เข้าสังเกตการณ์การสอบก็ได้

30.4 การรายงานผลการสอบวิทยานิพนธ์ ให้ใช้ถ้อยคำที่แสดงระดับคุณภาพของการสอบ ดังนี้

(1) "ดีมาก" ซึ่งหมายถึงสอบได้ และใช้กับกรณีที่คณะกรรมการสอบมีความเห็นเป็นเอกฉันท์ว่าความสามารถของนักศึกษาในการแสดงผลงานวิทยานิพนธ์และการตอบข้อซักถามอยู่ในระดับพอใจยิ่ง และเอกสารวิทยานิพนธ์มีเนื้อหาสาระที่ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว

(2) "ผ่าน" ซึ่งหมายถึงสอบได้ และใช้กับกรณีที่คณะกรรมการสอบมีความเห็นว่าความสามารถของนักศึกษาในการแสดงผลงานวิทยานิพนธ์และการตอบข้อซักถามอยู่ในระดับพอใจ และเอกสารวิทยานิพนธ์มีเนื้อหาสาระที่จะต้องปรับปรุงเพียงเล็กน้อย

(3) "ไม่ผ่าน" ซึ่งหมายถึงสอบตก และใช้กับกรณีที่คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์มีความเห็นว่าความสามารถของนักศึกษาในการแสดงผลงานวิทยานิพนธ์และ/หรือในการตอบข้อซักถามอยู่ในระดับไม่พอใจ

30.5 ในกรณีที่นักศึกษาสอบตกในการสอบวิทยานิพนธ์ ให้ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แจ้งนักศึกษาให้ดำเนินการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามคำแนะนำของคณะกรรมการ พร้อมกับแจ้งกำหนดเวลาที่จะต้องดำเนินการดังกล่าวให้แล้วเสร็จด้วย ทั้งนี้ นักศึกษาต้องยื่นคำขอสอบวิทยานิพนธ์ครั้งที่ 2 เมื่อครบกำหนดเวลาดังกล่าว

30.6 การสอบตกวิทยานิพนธ์เป็นครั้งที่ 2 ถือเป็นการพ้นสถานภาพนักศึกษาโดยอัตโนมัติ

30.7 ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์จะเป็นคนเดียวกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์มิได้

30.8 คณะกรรมการประจำสำนักวิชาเป็นผู้พิจารณาอนุมัติผลการสอบวิทยานิพนธ์ตามคำแนะนำของสาขาวิชาและคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ข้อ 31 รูปแบบของวิทยานิพนธ์ การส่งวิทยานิพนธ์ และการตีพิมพ์วิทยานิพนธ์

31.1 นักศึกษาต้องส่งวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ในรูปแบบ วันเวลา และโดยมีจำนวนเล่ม ตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

31.2 นักศึกษาปริญญาโท แผน ก ผลงานวิทยานิพนธ์ต้องได้รับการตีพิมพ์ หรืออย่างน้อยดำเนินการให้ผลงานหรือส่วนหนึ่งของผลงานได้รับการยอมรับให้ตีพิมพ์ในวารสารหรือสิ่งพิมพ์ทางวิชาการ หรือเสนอต่อที่ประชุมวิชาการที่มีรายงานการประชุม

31.3 นักศึกษาปริญญาเอก ผลงานวิทยานิพนธ์ต้องได้รับการตีพิมพ์ หรืออย่างน้อยดำเนินการให้ผลงานหรือส่วนหนึ่งของผลงานได้รับการยอมรับให้ตีพิมพ์ในวารสารหรือสิ่งพิมพ์ทางวิชาการที่มีกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องมาร่วมกลั่นกรอง (peer review) ก่อนการตีพิมพ์และเป็นที่ยอมรับในสาขาวิชานั้น

ข้อ 32 การสอบภาษาต่างประเทศ

32.1 นักศึกษาขั้นปริญญาเอกทุกคนต้องสอบภาษาต่างประเทศ ให้อยู่ในระดับผ่านตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด กรณีที่สอบไม่ผ่านอาจขอสอบใหม่ได้ ทั้งนี้ต้องสอบให้ผ่านภายใน 9 ภาคการศึกษา นับแต่ภาคการศึกษาแรกที่เข้าศึกษา มิฉะนั้นจะพ้นสถานภาพนักศึกษา

32.2 สภาวิชาการเป็นผู้กำหนดภาษาต่างประเทศที่นักศึกษาต้องสอบ ซึ่งจะต้องไม่ใช่ภาษาที่นักศึกษาใช้สื่อสารเป็นประจำ

32.3 การสอบภาษาต่างประเทศเป็นการวัดความสามารถด้านการอ่านเพื่อความเข้าใจเป็นหลักใหญ่ แต่อาจมีการวัดความสามารถด้านอื่น ๆ ประกอบด้วยก็ได้ สภาวิชาการจะกำหนดวิธีวัดความสามารถทางภาษาต่างประเทศของนักศึกษาเป็นวิธีอื่นแทนการสอบก็ได้

32.4 ให้สภาวิชาการและคณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีสังคมหรือผู้แทน จัดให้มีการสอบภาษาต่างประเทศตามความต้องการของหลักสูตรปริญญาเอก ภาคการศึกษาละ 1 ครั้ง เป็นอย่างน้อยและให้ดำเนินการโดยคณะกรรมการ ซึ่งอธิการบดีเป็นผู้แต่งตั้งโดยความเห็นชอบของสภาวิชาการ

32.5 การรายงานผลการสอบภาษาต่างประเทศ หรือผลการวัดความสามารถทางภาษาต่างประเทศโดยวิธีอื่น ให้ใช้ระดับคะแนน S เมื่อสอบได้ และ U เมื่อสอบตก การบันทึกระดับคะแนน U จะกระทำครั้งเดียวเมื่อนักศึกษาพ้นสถานภาพนักศึกษาเพราะสอบไม่ผ่านการสอบภาษาต่างประเทศ

32.6 ในกรณีที่ภาษาอังกฤษเป็นภาษาต่างประเทศที่นักศึกษาต้องสอบ นักศึกษาจะขอยกเว้นการสอบโดยใช้คะแนนสอบ TOEFL หรือ คะแนนสอบอื่นที่เทียบเท่าแทนตามเกณฑ์ที่สภาวิชาการกำหนดก็ได้

หมวด 12
การลา การลงโทษ และการพ้นสถานภาพนักศึกษา

ข้อ 33 การลาป่วย

33.1 การลาป่วย คือ การลาของนักศึกษาที่ป่วยจนไม่สามารถเข้าสอบในบางรายวิชาหรือทั้งหมดได้

33.2 การลาป่วยตามข้อ 33.1 นักศึกษาต้องยื่นคำร้องต่อหัวหน้าสาขาวิชาภายใน 1 สัปดาห์ นับจากวันที่นักศึกษาเริ่มป่วย พร้อมด้วยใบรับรองแพทย์จากสถานพยาบาลของมหาวิทยาลัยหรือสถานพยาบาลอื่นที่มหาวิทยาลัยรับรอง

ข้อ 34 การลาพักการศึกษา

34.1 นักศึกษาอาจยื่นคำร้องต่อหัวหน้าสาขาวิชาโดยผ่านอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขออนุมัติลาพักการศึกษาได้ในกรณีต่อไปนี้

34.1.1 ถูกเกณฑ์หรือระดมเข้ารับราชการทหารกองประจำการ

34.1.2 ได้รับทุนแลกเปลี่ยนนักศึกษาระหว่างประเทศ หรือทุนอื่นซึ่งมหาวิทยาลัยเห็นสมควรสนับสนุน

34.1.3 ป่วยจนต้องพักรักษาตัวตามคำสั่งแพทย์เป็นเวลานานเกินกว่า 3 สัปดาห์ โดยมีใบรับรองแพทย์ที่ถูกต้องตามข้อ 33.2

34.1.4 มีความจำเป็นส่วนตัว โดยนักศึกษาผู้นั้นได้ศึกษาในมหาวิทยาลัยมาแล้วไม่น้อยกว่า 1 ภาคการศึกษา และมีแต้มระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 3.00

34.1.5 ไม่ลงทะเบียนตามข้อ 14.3

34.2 นักศึกษาที่มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า 3.00 หรือยังไม่มีผลการเรียน แต่จำเป็นต้องลาพักการศึกษา ให้ยื่นคำร้องต่อหัวหน้าสาขาวิชาโดยเร็วที่สุด และให้คณะกรรมการประจำสำนักวิชาเป็นผู้พิจารณาอนุมัติ

34.3 การยื่นคำร้องเพื่อขอลาพักตามข้อ 34.1 หรือ 34.2 ให้กระทำภายใน 10 วันแรกของภาคการศึกษา กรณีที่ยังไม่ลงทะเบียนเรียน หรือภายใน 10 สัปดาห์ กรณีที่ลงทะเบียนเรียนแล้ว

34.4 การลาพักการศึกษาตามข้อ 34.1 และ 34.2 ให้อนุมัติได้ครั้งละไม่เกิน 2 ภาคการศึกษาติดต่อกัน ถ้านักศึกษายังมีความจำเป็นต้องขอลาพักการศึกษาต่อไปอีก ให้ยื่นคำร้องใหม่

34.5 ให้ถือว่าระยะเวลาที่นักศึกษาได้รับอนุมัติให้ลาพักการศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของระยะเวลาการศึกษาของนักศึกษาผู้นั้น ยกเว้นลาพักตามข้อ 34.1.1 และ 34.1.2

34.6 นักศึกษาที่ได้รับอนุมัติให้ลาพักการศึกษาต้องชำระค่าธรรมเนียมรักษาสถานภาพนักศึกษาตามระเบียบของมหาวิทยาลัยทุกภาคการศึกษาที่ลาพักการศึกษา ยกเว้นภาคการศึกษาที่ได้ชำระค่าหน่วยกิตแล้ว มิฉะนั้นจะพ้นสถานภาพนักศึกษา

34.7 นักศึกษาที่มีความประสงค์จะกลับเข้าศึกษาก่อนระยะเวลาที่ได้รับอนุมัติ จะต้องยื่นคำร้องขอกลับเข้าศึกษาต่อหัวหน้าสาขาวิชาเพื่อพิจารณาอนุมัติ และแจ้งผลการอนุมัติให้ศูนย์บริการการศึกษาทราบก่อนกำหนดวันลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาที่นักศึกษาจะกลับเข้าศึกษาไม่น้อยกว่า 1 สัปดาห์

34.8 นักศึกษาที่กลับเข้าศึกษาหลังการลาพักการศึกษาแล้วให้มีสถานภาพนักศึกษาเหมือนกับสถานภาพก่อนได้รับอนุมัติให้ลาพักการศึกษา

ข้อ 35 การลงโทษนักศึกษาผู้กระทำผิด

35.1 เมื่อนักศึกษากระทำผิดหรือร่วมกระทำผิดในการสอบ หรือการทำงานใด ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของการศึกษา ให้คณะกรรมการพิจารณาโทษนักศึกษาที่กระทำผิดระเบียบการสอบตามที่สภาวิชาการแต่งตั้งเป็นผู้พิจารณา แล้วรายงานผลการพิจารณาต่อมหาวิทยาลัยเพื่อดำเนินการลงโทษและแจ้งการลงโทษให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทราบ

35.2 ระยะเวลาที่นักศึกษาถูกสั่งพักการศึกษาให้นับรวมในระยะเวลาของการศึกษาด้วย

35.3 นักศึกษาที่ถูกสั่งพักการศึกษาเมื่อกระทำผิดตามข้อ 35.1 ต้องชำระค่าธรรมเนียมรักษาสถานภาพนักศึกษาทุกภาคการศึกษาที่ต้องพักการศึกษาตามคำสั่ง ยกเว้นภาคการศึกษาที่ชำระค่าลงทะเบียนแล้วมิฉะนั้นจะพ้นสถานภาพนักศึกษา

ข้อ 36 การพ้นสถานภาพนักศึกษา

นอกจากกรณีที่ระบุไว้ในข้ออื่นแล้ว นักศึกษาจะพ้นสถานภาพนักศึกษาในกรณีดังต่อไปนี้

36.1 เมื่อได้ศึกษาครบถ้วนตามที่หลักสูตรกำหนดและได้รับปริญญาตามข้อ 40 แล้ว

36.2 เมื่อได้รับอนุมัติจากคณบดีโดยคำแนะนำของหัวหน้าสาขาวิชาและอาจารย์ที่ปรึกษาให้ลาออก

36.3 เมื่อสิ้นสุด 10 วันแรกของภาคการศึกษาแล้ว ยังไม่ลงทะเบียนเรียนหรือยังไม่ชำระค่าธรรมเนียมรักษาสถานภาพนักศึกษา นักศึกษาที่พ้นสถานภาพในกรณีนี้อาจขอคืนสถานภาพนักศึกษาภายในภาคการศึกษานั้นได้ โดยได้รับอนุมัติจากคณบดี

36.4 เมื่อเป็นนักศึกษาทดลองศึกษาและมีผลการเรียนไม่เป็นไปตามเงื่อนไขให้ทดลองศึกษา

36.5 เมื่อเป็นนักศึกษาสามัญและมีแต้มระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า 3.00 เป็นเวลา 2 ภาคการศึกษาติดต่อกัน

36.6 มหาวิทยาลัยสั่งลงโทษให้พ้นสถานภาพนักศึกษา

36.7 เสียชีวิต

หมวด 13
ผลประโยชน์จากงานวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์

ข้อ 37 ลิขสิทธิ์วิทยานิพนธ์

บรรดาลิขสิทธิ์ที่เกิดจากวิทยานิพนธ์และผลงานดีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องให้เป็นไปตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

ข้อ 38 สิทธิบัตร

บรรดาสิทธิบัตรหรือผลประโยชน์เชิงพาณิชย์ใดที่เกิดจากงานวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ให้เป็นไปตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

หมวด 14
การสำเร็จการศึกษา

ข้อ 39 ผู้มีสิทธิขอสำเร็จการศึกษา

39.1 เป็นผู้ที่ศึกษาอยู่ในภาคการศึกษาสุดท้ายของหลักสูตรนั้น

39.2 นักศึกษาที่มีคุณสมบัติตามข้อ 39.1 และประสงค์จะสำเร็จการศึกษาต้องยื่นคำร้องแสดงความจำนงขอสำเร็จการศึกษา ต่อศูนย์บริการการศึกษาภายในระยะเวลาที่มหาวิทยาลัยกำหนด มิฉะนั้นจะไม่ได้รับการเสนอชื่อต่อสภามหาวิทยาลัยเพื่อพิจารณาอนุมัติปริญญาหรือประกาศนียบัตรในภาคการศึกษานั้น

39.3 นักศึกษาที่มีคุณสมบัติครบถ้วนตามข้อ 39.1 ที่ประสงค์จะลงทะเบียนเรียนรายวิชาเพิ่มเติมในภาคการศึกษาถัดไปโดยยังไม่ขอสำเร็จการศึกษา ต้องยื่นคำร้องต่อศูนย์บริการการศึกษาภายในระยะเวลาที่มหาวิทยาลัยกำหนด และได้รับอนุมัติจากหัวหน้าสาขาวิชาตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

39.4 ในกรณีที่นักศึกษามีคุณสมบัติครบถ้วนตามข้อ 39.1 แต่มิได้ยื่นคำร้องแสดงความจำนงขอรับปริญญา หรือประกาศนียบัตรตามข้อ 39.2 หรือมิได้ยื่นคำร้องขอลงทะเบียนเรียนรายวิชาเพิ่มเติมตามข้อ 39.3 ศูนย์บริการการศึกษาอาจส่งรายชื่อให้สำนักวิชาเพื่อดำเนินการเสนอการสำเร็จการศึกษาต่อมหาวิทยาลัยเพื่อพิจารณาอนุมัติปริญญา หรือประกาศนียบัตรในภาคการศึกษาถัดไปก็ได้ ทั้งนี้ นักศึกษาต้องชำระค่าธรรมเนียมรักษาสถานภาพนักศึกษาในภาคการศึกษาถัดไปนั้นด้วย

ข้อ 40 การพิจารณาให้ปริญญา และประกาศนียบัตร

40.1 ไม่มีความประพฤติเสื่อมเสีย

40.2 ไม่มีพันธะหนี้สินค้างชำระต่อมหาวิทยาลัย

40.3 คณบดีโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการประจำสำนักวิชา เป็นผู้เสนอชื่อนักศึกษาต่อสภาวิชาการเพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบสำเร็จการศึกษา เมื่อสภามหาวิทยาลัยพิจารณาอนุมัติให้สำเร็จการศึกษาจึงจะมีสิทธิรับปริญญาหรือประกาศนียบัตร

40.4 เกณฑ์การพิจารณาให้สำเร็จการศึกษาเป็นดังนี้

40.4.1 มีจำนวนหน่วยกิตสอบได้ครบถ้วนตามที่หลักสูตรกำหนด

40.4.2 ได้แต้มระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 3.00

40.4.3 ผ่านเงื่อนไขต่าง ๆ ตามที่หลักสูตรและข้อบังคับนี้กำหนด

40.4.4 มีคุณสมบัติตามข้อ 39.1

บทเฉพาะกาล

ข้อ 41 สำหรับนักศึกษาที่เข้ารับการศึกษาก่อนปีการศึกษา 2550 และได้ดำเนินการใด ๆ ไปแล้ว ที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในข้อบังคับนี้ ให้ถือว่าการดำเนินการนั้น ๆ สิ้นสุด มิอาจขอเปลี่ยนแปลงให้เป็นไปตามข้อบังคับนี้ได้

ข้อ 43 สำหรับนักศึกษาที่เข้ารับการศึกษาก่อนปีการศึกษา 2550 ให้ได้แต้มระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมที่ได้รับจากการคำนวณตามข้อบังคับเดิม ถึงภาคการศึกษาก่อนที่ข้อบังคับนี้จะมีผลบังคับใช้ และให้เริ่มใช้การคำนวณตามข้อบังคับนี้ตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ข้อบังคับนี้มีผลบังคับใช้

ประกาศ ณ วันที่ ๒ มีนาคม พ.ศ. 2550

(ศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร ศรีสอ้าน)
นายกสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

...ชาชีววิทยา
...นักวิชาวิทยาศาสตร์
473
วันที่ 17 มิ.ย. 2549
เวลา 16.20

คำสั่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ที่ ๒๐๙ /๒๕๔๙

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการร่างหลักสูตรสาขาวิชาชีวเวชศาสตร์

.....

เพื่อให้การดำเนินการร่างหลักสูตรสาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์

ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๙ (๑) (๑๑) มาตรา ๒๑ และมาตรา ๒๔ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พ.ศ. ๒๕๓๓ ประกอบกับมติสภาวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในการประชุมครั้งที่ ๑/๒๕๔๙ เมื่อวันที่ ๓๑ มกราคม ๒๕๔๙ คำสั่งสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ ๖/๒๕๔๘ เรื่อง แต่งตั้งรองอธิการบดี ลงวันที่ ๒๗ สิงหาคม ๒๕๔๘ และคำสั่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ ๔๖๐/๒๕๔๘ เรื่อง การรักษาการแทนอธิการบดี ลงวันที่ ๒๙ สิงหาคม ๒๕๔๘ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการร่างหลักสูตรสาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ ประกอบด้วยบุคคลดังต่อไปนี้

๑. ศาสตราจารย์ ดร.ไมตรี สุทธจิตต์	เป็น ประธาน
๒. รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ธรรมถาวร	เป็น รองประธาน
๓. รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาน ธรรมอุปกรณ์	เป็น กรรมการ
๔. ศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ โศภณ	เป็น กรรมการ
๕. ศาสตราจารย์ ดร.ภาวิณี ปิยจตุรวัฒน์	เป็น กรรมการ
๖. ศาสตราจารย์ ดร.ศรีสิน คูสมิทธิ์	เป็น กรรมการ
๗. รองศาสตราจารย์ พันเอก นายแพทย์ไพบูลย์ ปุญญฤทธิ์	เป็น กรรมการ
๘. รองศาสตราจารย์ ดร.กรกช อินทราพิเชฐ	เป็น กรรมการ
๙. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจมาศ จิตรสมบูรณ์	เป็น กรรมการ
๑๐. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วารี วิดจายา	เป็น กรรมการ
๑๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.ศจีรา คุปพิทยานันท์	เป็น กรรมการ
๑๒.อาจารย์ ดร.รุ่งฤดี ศรีสวัสดิ์	เป็น กรรมการ
๑๓.อาจารย์ ดร.ราเชนทร์ โกศัลวิตร	เป็น กรรมการ
๑๔.เทคนิคการแพทย์หญิง ดร.วิไลรัตน์ ลื้อนันต์ศักดิ์ศิริ	เป็น กรรมการ

111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ (044) 223000 โทรสาร (044) 224070
SURANAREE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
111 UNIVERSITY AVENUE, SUB DISTRICT SURANAREE, MUANG DISTRICT, NAKHON RATCHASIMA 30000, THAILAND Tel. (044) 223000 Fax. (044) 224070

๑๕. เทคนิคการแพทย์ ดร.สนอง สุขแสวง	เป็น กรรมการ
๑๖. เภสัชกรหญิง ดร.นวลน้อย จูฑะพงษ์	เป็น กรรมการ
๑๗. หัวหน้าสาขาวิชาชีววิทยา	เป็น กรรมการและเลขานุการ
๑๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เภสัชกร ดร.เกรียงศักดิ์ เอื้อมเกื้บ	เป็น กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
๑๙. นางปลื้มจิตร กังตระกูล	เป็น ผู้ช่วยเลขานุการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ ๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๔๙ เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๑๒ เมษายน พ.ศ. ๒๕๔๙

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสไชย บุญจูง)
รองอธิการบดีฝ่ายกิจการนักศึกษา
รักษาการแทนอธิการบดี

คำสั่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ที่ ๗๑๗ /๒๕๔๘
เรื่อง แต่งตั้งกรรมการร่างหลักสูตรสาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ เพิ่มเติม

.....

อนุสนธิคำสั่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ ๒๐๑/๒๕๔๘ ลงวันที่ ๑๒ เมษายน ๒๕๔๘ ได้แต่งตั้งคณะกรรมการร่างหลักสูตรสาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ นั้น

เพื่อให้การร่างหลักสูตรสาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ (๑) (๑๑) มาตรา ๒๑ และมาตรา ๒๔ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พ.ศ. ๒๕๓๓ ประกอบกับมติสภาวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในการประชุมครั้งที่ ๑๓/๒๕๔๘ เมื่อวันที่ ๓๐ ตุลาคม ๒๕๔๘ ประกอบกับประกาศสำนักนายกรัฐมนตรี เรื่อง แต่งตั้งอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ลงวันที่ ๓๑ พฤษภาคม ๒๕๔๘ จึงแต่งตั้ง รองศาสตราจารย์ ดร.ทัศนีย์ สุโกศล เป็นกรรมการร่างหลักสูตรสาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ เพิ่มเติม

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ ๓๑ ตุลาคม ๒๕๔๘ เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๒๘ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๘

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท สืบค้า)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ (044) 223000 โทรสาร (044) 224070
SURANAREE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
111 UNIVERSITY AVENUE, SUB DISTRICT SURANAREE, MUANG DISTRICT, NAKHON RATCHASIMA 30000, THAILAND Tel. (044) 223000 Fax. (044) 224070
Lawyer3/รวมข้อมูล/คำสั่ง49/คณะร่างหลักสูตร.doc 13

CURRICULUM VITAE

1. **Name :** Asst. Prof. Dr. Benjamart (Srisuchart) Chitsomboon.
2. **Department/School :** School of Biology, Institute of Science.
3. **University :** Suranaree University of Technology.
4. **Degrees :**

Degree	Field	Date Awarded	Institute/Country
Ph.D.	Toxicology	1986	Utah State University, U.S.A.
M.P.H.	Environmental Health (Toxicology)	1980	University of Michigan, U.S.A.
B.Sc.	General Science (Chemistry-Biology)	1977	Chulalongkorn University, Thailand.

5. **Experience** :

Period	Position	Institution/Firm
1995 – present	Lecturer	School of Biology, Suranaree University of Technology
1991 – 1995	Research Associate	Institute of Pathology, Case Western Reserve University, U.S.A.
1990 – 1991	Special Fellow	Department of Immunology and Cancer, The Cleveland Clinic Foundation, U.S.A.
1986 – 1989	Postdoctoral Fellow	Department of Pharmacology and Toxicology, Medical College of Virginia, U.S.A.
1982 – 1986	Graduate Research Assistant	Toxicology Program, Utah State University, U.S.A.
1980 – 1982	Researcher	Institute for Environmental health research, Chulalongkorn University.
1977 – 1978	Research Associate	Department of Biochemistry, Mahidol University.

6. **Current Professional Field Registration** :
Environmental Toxicology, Immunotoxicology.

7. **Member** :
Thai Society for Biotechnology.
The Toxicological Society of Thailand.
Thai Environmental Mutagen Society.

8. **Publications/ Abstracts** :

Publications :

Komutarin, S., Butterworth, A. L., Keil, D., **Chitsomboon, B**., Suttajit, M., and Meade, B. J. 2004. Extract of the seed coat of *Tamarindus indica* inhibits nitric oxide production by murine macrophages in vitro and in vivo. *Food and Chem. Toxicol.* 42: 649-658.

Auttachoat, W., **Chitsomboon, B**., Peachee, V. L., Guo, T. L., and White, K. L. 2004. Immunomodulation by Dok Din Daeng (*Aeginetia indica* Roxb.) extract in female B6C3F1 mice (I) : Stimulation of T cells. *International Immunopharmacology* 4:1367-1379.

Auttachoat, W., **Chitsomboon, B**., Peachee, V. L., Guo, T. L., and White, K. L. 2004. Immunomodulation by Dok Din Daeng (*Aeginetia indica* Roxb.) extract in female B6C3F1 mice (II) Humoral immunity, innate immunity and hematology. *International Immunopharmacology* 4:1381-1390.

Auttachoat, W., **Chitsomboon, B**., Matsumura, M., Peachee, V. L., and White, K. L. 2003. *In Vitro* and *in vivo* immunological effects of Dok Din Daeng (Aegenetia indica Roxb.) an herbal drug of Thailand. *The Toxicologist* 72(S-1):1591.

Fayen, J., **Srisuchart, B**., Meyerson, H., Kaplan, D., and Tykocinski, M.L. (1992). High Level Expression of Glycophosphatidylinostol (GPI) -modified CD8*. *FASEB J.*6(5):A1608.

Srisuchart, B., LaCelle, K.A., Tykocinski, M.L., and Kaplan, D.R. (1993). CD8-depedent immunoregulation in a murine *in vivo* model. *J. Immunology* 150(8):280A.

Srisuchart, B., Fuchs, B.A., Sikorski, L.E., Munson, A.E., and Loveless, S.E.(1989). Antitumor activity of enkephalin analogues in inhibiting PYB6 tumor growth in mice and immunological effects of methionine enkephalinamide. *Int. J. Immunopharmac*. 11(5): 487-500.

Srisuchart, B., Taylar, M.J., and Sharma, R.P. (1987). Alteration of humoral and cellular immunity in manganese chloride treated mice. *J. Toxicol. Environ. Health* 22:9199.

Sharma, R.P., Coulombe, R.A.Jr., and **Srisuchart, B**. (1986). Effect of dietary vanadium exposure on regional brain neurotransmitter levels and their metabolites. *Biochem. Pharmacol.* 35(3): 461-465.

B. Srisuchart, B.A. Fuchs, L.E. Sikorski, A.E. Munson, and S.E. Love-less (1988). The immunomodulatory roles of D-[ALA2]-Methionine enkephalinamide in inhibition the tumor expression of PYB6 treated mice. *The Toxicologist* (1):81.

A.E. Munson, **B. Srisuchart**, K.S. Campbell, and S.E.Loveless (1988). Enhancement of cell-mediated immunity and inhibition of tumor growth by the adrenergic beta-2 agonist, Terbutaline. *Proc. AACR*,29:320.

B. Srisuchart, and R.P. Sharma (1986). Effect of manganese exposure on regional brain biogenic amines in mice. *The Toxicologist* 6(1): 20.

M.J. Taylor, **B. Srisuchart**, and R. P. Sharma (1986). Immunological assessment of ethanol treated mice. Society of Toxicology. *The Toxicologist* 6(1): 68.

B. Srisuchart, and R.P. Sharma(1985). Neurotoxic effect of manganese on biogenic amine levels and turnover in different regions of mouse brain. *The Toxicologist* 5(1):192.

Abstracts :

Chitsomboon, B., Wibuloutai, J., Komutarin, T., Suttajit, M. and Meade, J. Immunomodulatory, antioxidant and cytotoxic activities towards tumor cells of polyphenolic compounds extracted from tamarind seed pericarp. The 4th International Congress of Asian Society of Toxicology: Environmental Safety and Human Health, The Challenges to Toxicologists. Zhuhai, June 18-21, 2006.

Chitsomboon, B., Auttachoat, W., Komutarin, T., Suttajit, M., Peachee, V., Guao, T., Azadia, S., Butterworth, L., Meade, J. and White, K. Immunomodulatory properties and toxicity of Thai medicinal plants: *Aeginetia indica* Roxb. and the seed coat extract of *Tamarindus indica* Linn. The 1st International Conference on Natural Products for Health and Beauty: From Local Wisdom to Global Marketplace. Maha Sarakham, October 17-21, 2005.

Leamsomrong, K., Chantiratikul, P., Seephonkai, P., Anguravirutt, S., **Chitsombbon, B**., Sinchaikij, P., and Suttajit, M. Antioxidant and antihemolytic activities of polyphenolic compounds extracted from tamaind seed pericarp. The 1st International Conference on Natural Products for Health and Beauty: From Local Wisdom to Global Marketplace. Maha Sarakham, October 17-21, 2005

Wibuloutai, J., and **Chitsomboon, B.** Antioxidant activity, cytotoxic and biology effects of the seed coat extract of *Tamarindus indica* L. on nitric oxide production in LPS/IFN-γ activated RAW 264.7 cells. The 1st International Conference on Natural Products for Health and Beauty: From Local Wisdom to Global Marketplace. Maha Sarakham, October 17-21, 2005

Chitsomboon, B., and Wibuloutai, J. The assessment of cytotoxicity and biological activities of the seed coat extract of *tamarindus indica* L. in macrophage RAW 264.7 cells. Research Network Development of Higher Education Alliance in Nakhon Ratchasima. Nakhon Ratchasima. June 24, 2005.

Kaewdoungdee, N., Hahnvajanawong, C., Sripa, B., and **Chitsomboon, B**. Cytotoxic Effects of resveratrol and grape promace on human cholangiocarcinoma cell lines. The third Takeo Wada Cancer Research Symposium: Molecular Targets for Cancer Prevention and Control. Khonkaen, February 24-25, 2005.

Chitsomboon, B., Komutarin, T., Auttachoat, W., Suttajit, M., Meade, J. B., and White, K. L. The assessment of toxicity and immunological effects of the seed coat extract of *Tamarindus indica* using *in vitro* and *in vivo* murine models. Roles of Antioxidants in Health and Diseases. Khonkaen, February 23, 2005.

Chitsomboon, B. The Development of Immunotoxicity Testing and Its Current Applications In Environmental Toxicology. The 3rd International Congress of Asian Society of Toxicology (Asia Tox III). International Toxicology Harmonization: The Challenge of Asia. Bangkok-Chiangmai, August 7-12, 2003.

Komutarin, S., Azadia, S., Butterworth, A. L., Keil, D., **Chitsomboon, B**., Suttajit, M., and Meade, B. J. 2003. Extract of the seed coat of *Tamarindus indica* inhibits nitric oxide production by murine macrophages *in vitro* and *in vivo*. The 3rd International Congress of Asian Society of Toxicology (Asia Tox III). International Toxicology Harmonization: The Challenge of Asia. Bangkok-Chiangmai, August 7-12, 2003.

Chitsomboon, B. The development of a basic immunotoixology assay. Proceeding of Seminar on SUT Research and Cooperation Between Association of Higher Education Institutes in Nakhon Ratchasima. Nakhon Ratchasima, August 18, 2003.

Ruangwasu, P., **Chitsomboon, B**., Kangjanatawee, S., and Suksombat, W. Studies of percent carry-over of aflatoxin from cow feed to milk products and the efficiency of adsorption by bio-adsorbing agents *in vitro*. The 3rd National Symposium on Graduate Research. Nakhon Ratchasima. July 18-19 , 2002.

Auttachoat, W. and **Chitsomboon, B**. Studies of cytotoxicity on tumor cells and immunological effects of Dok Din Daeng (*Aeginetia indica* Roxb.) The 3rd National Symposium on Graduate Research. Nakhon Ratchasima. July 18-19 , 2002.

Ruangwasu, P., **Chitsomboon, B**., Kangjanatawee, S., and Suksombat, W. Studies of *in vitro* counteraction of aflatoxin B1 using *Saccharomyces cerevisiae* extracted from stomachs of dairy cattles compared to different commercial biosorption products. Thai Society of Toxicology, Chiangmai, December 6-8, 2001.

Chitsomboon, B., and Auttachoat, W. A Development of Screening Method for Detecting Medicinal Plants with Immunomodulatory Activities. Bioactive Compounds Symposium and Biological Screening Tests Workshop. Bangkok, Nov. 6-9, 2001.

Auttachoat, W., and **Chitsomboon, B**. Studies Cytotoxicity of Tumor Cells and Immunotoxicological Effects of Dok Din Daeng (*Aeginetia indica* Roxb.) RGJ-Ph.D. Congress II, Pattaya, April 20-22, 2001.

Chitsomboon, B., and Tykocinski, M.L. The Protein Transfer of a Chimeric Immunoglobulin Fc Polypeptide: A Novel Approach for Engineering Cellular Surface. The 2nd Congress of Asian Society of Toxicology Asaiatox II, Cheju, Korea, Aug. 23-25, 2000.

Srisuchart, B. (1986). Manganese toxicity in mice: Evaluation of neurochemical and immunological alterations (Ph.D. dissertation).

B. Srisuchart, and A.E. Munson. Suppression of cytotoxic T lymphocyte response by gallium arsenide in B6C3F1 mice. FASEB, New Orleans, 19-23 Mar, 1989.

B.A. Fuchs, J.A. McCay, **B.Srisuchart**, M.M. Fouant, D.L.Musgrove, T.T.Kawabata, K.L.Jr.White, M.I.Luster, and A.E. Munson. Effects of LP-BM5(MAIDS) retrovirus infection on the C57B1/6 murine humoral and cellular immune response. Americal College of Toxicology, Baltimore, Oct. 31-Nov. 2, 1988.

B. Srisuchart, K.L White, Jr., J.A. McCay, M.C. Thomas, M.P. Holsapple, and A.E.Munson. Suppression of cell-mediated immunity by gallium arsenide in B6C3F1 mice. American College of Toxicology, Baltimore, Oct. 31-Nov. 2, 1988.

M.M. Fouant, J.A. McCay, K.L. White, Jr., **B.Srisuchart**, M.L. Stern, D.L.Musgrove, R.D. Brown, D. Germolec, M.Luster, and A.E. Munson. Immunomodulation produced by dideoxyadenosine in C57B1/6 mice. American College of Toxicology, Baltimore, Oct. 31-Nov. 2, 1988.

R.P. Sharma, and **B. Srisuchart** (1984). Synthesis and trunover rates of biogenic amines in brain regions of rat using alpha-monofluoromethyldopa(MFMD).IUPHAR 9th International Congress of Pharmacology, France.

S. Chiyarach, and **B. Srisuchart** (1983). Health hazards of heavy metal pollution in dry cell battery manufactre. International Conference Heidelberg.6-9 Sep. 1983.

9. **Award** :

1975,1976, 1977:	Won three consecutive distinguished student awards, Chulalongkorn University.
1978 – 1980 :	Royal Thai government scholarship.
1983 – 1986 :	Awarded Utah state University graduate research fellowship.
1986 :	Society of toxicology student travel award.
1988 – 1989 :	NIEHS postdoctoral trainee.
1998, 1999:	Royal golden jubilee Ph.D. Research funds.
2000 :	Young's investigation award, The 2nd congress of Asian. Society of toxicology, Asia tox II, Cheju, Korea.
2002 :	International training program funded by German research centre for biotechnology, Germany.
2004 :	Research scholarship funded by the natural products for health and beauty project, Commission on higher education, Ministry of education, Thailand.
2005 :	Study tour scholarship funded by the cooperative research network science education, Commission on higher education, Ministry of education, Thailand.
2005 :	Royal golden jubilee Ph.D. research fund.

CURRICULUM VITAE

1. **Name :** Asst. Prof. Dr. Waree Widjaja.
2. **Department/School :** School of Biology, Institute of Science.
3. **University :** Suranaree University of Technology.
4. **Degree :**

Degree	Field	Date Awarded	Institute/Country
Post Doctoral Fellow	Physiology	1995	The Institute of Public Health, Japan.
Ph.D	Physiology	1992	Hokkaido University, Japan.
M.Sc.	Physiology	1987	Mahdol University, Thailand.
B.Sc.	Nurse	1977	Mahidol University, Thailand.

5. **Experience** :

Period	Position	Institution/Firm
2003-present	Assistant Professor	School of Biology, Institute of Science, Suranaree University of Technology.
1997– 2003	Lecturer	School of Biology, Institute of Science, Suranaree University of Technology.
1999-2001	Assistant Director of The Center for Scientific and Technological Equipment	The Center for Scientific and Technological Equipment, Suranaree University of Technology.
1992-1994	Lecturer	Department of Physiology, Faculty of Science, Mahidol University.
1981-1984	Nurse	Siriraj Hospital, Thailand.

6. **Current Professional Field Registration** :
   Physiology, Health Science and Sports Science.

7. **Member** :
   Sports Science Society of Thailand.
   The Physiological Society of Thailand.

8. **Publications/Research Presentations :**
   1. **Waree Keatisuwan**, Masataka Kinjo, and Tomiyasu Koyama. Changes in phospholipids constituents in mitochondrial membranes after long lasting exercise in rat heart. Life Science 48: 2173-2181 (1991)
   2. Tomiyasu Koyama, **Waree Keatisuwan**, Masataka Kinjo, and Hiroshi Saito. Sup-pressive effect of coenzyme Q10 on phospholipase A_2 activation in cardiac cells after prolonged swimming. Life Science 51: 1113-1118 (1992).
   3. **Waree Keatisuwan**. Studies on mitochondrial and microsomal phospholipids and phospholipase A_2 in heart from rats subjected to prolonged exercise. The Hokkaido J. Medical Science 67 (4):488-497 (1992).

4. Tomiyasu Koyama, Ming-Yan Zhu, Li-Qun Shong, Takehito Nakabayashi, **Waree Keatisuwan**, Masataka Kingo, and Tsunehisa Araiso. Dynamic microstructure and hydration of peroxided membrane of rat cardiac mitochondria and effects of adriamycin. Japanese. J. Physiology 40:635-649 (1990).
5. **Waree Keatisuwan**, Masataka Kinjo, and Tomiyasu Koyama. Time course of changes in phospholipids in cardiac mitochondria from rats recovering from prolonged swimming. Japanese Heart J. 35:345-351 (1994).
6. **Waree Keatisuwan**, Satomi Yamagishi, Nami Tamura, Mariko Hosaka, Tadakatsu Ohnaka, and Yutaka Tochihara. Physiological responses of young female athletes and non-athletes to dry heat. Proc.'94 Asian Sport Sciences Congress: 183 (1994).
7. Chaiyasith Lechanavanishphan, Thirayudh Glinsukon, Somnate Boonpuchnavig, Galayanee Doungchavee and **Waree Keatisuwan**. Aerobic exercise training and cellular immunity in the university students. Proc. '94 Asian Sport Sciences Congress: 144(1994).
8. **Waree Keatisuwan**, Tadakatsu Ohnaka, and Yutaka Tochihara. Physiological responses of men and women during exercise in hot environment with equivalent WBGT. Proc. Recent Progress in Exercise Physiology and Biochemistry in Asia, Nagoya, April 1995.
9. **Waree Keatisuwan**, Tadakatsu Ohnaka, and Yutaka Tochihara. Physiological responses of women during exercise under a dry heat condition in winter and summer. Applied Human Science 14:450-455 (1996).
10. **Waree Keatisuwan**, Tadakatsu Ohnaka, and Yutaka Tochihara. Physiological responses of men and women during exercise in hot environment with equivalent WBGT. Applied Human Science 15: 1-6(1996).
11. **Waree Widjaja**, Kazuaki Yamashita, and Yutaka Tochihara. Comparison of thermoregulatory responses of Thai and Japanese students in a hot environment. The 10th International Conference on Environmental Ergonomics, Fukuoka, Japan. 23-27 September, 2002.

9. **Award** :

CURRICULUM VITAE

1. **Name :** Asst. Prof. Dr. Griangsak Eumkeb.
2. **Department / School :** School of Biology, Institute of Science.
3. **University :** Suranaree University of Technology.
4. **Degree :**

Degree	Field	Date Awarded	Institute / Country
Ph.D.	Pharmacology	1999	The Robert Gordon University, U.K.
B.Sc.	Pharmacy	1989	Chulalongkorn University, Thailand

5. **Experiences**:

Period	Position	Institution / Firm
2004-present	Assistant Professor	Institute of Science, Suranaree University of Technology.
2002-2005	Assistant Director of The Center for Scientific and Technological Equipment.	Center for Scientific and Technological Equipment, Suranaree University of Technology.
1999-2002	Lecturer	School of Biology, Institute of Science, Suranaree University of Technology.
1989-1994	Pharmacist	MaharatNakhonRatchasima Hospital, Thailand.

6. **Current Professional Field Registration**:
   Pharmacology and toxicology, Medicinal plant, Pharmacy.

7. **Members**:
   1. The Toxicological Society of Thailand.
   2. The Pharmacological and Therapeutic Society of Thailand.
   3. The Pharmacy Council.
   4. The Alumni Association of Faculty of Pharmaceutical Sciences, Chulalongkorn University.

8. **Publications/ Abstracts/Research Presentations/Book** :

1. Richards, R.M.E., **Eumkeb, G**.and Marshall, D. 1997. Is the ultrastructural damage caused by subinhibitory concentrations of trimethoprim and sulphadiazine part of their normal mechanism of action? *Microbios*, 92, 183 - 197.
2. **Eumkeb, G**. and Richards, R.M.E. (2005). Reversing beta-lactam antibiotic resistance with flavonoids in Gram positive Bacteria. *Acta Horticulturae*. Vol 4: 678: 171-178.

3. Jirawan Oonmetta-aree, Tomoko Suzuki, Piyawan Gasaluck and **Griangsak Eumkeb**. (2006). Antimicrobial Properties and Action of Galangal (*Alpinia galanga* Linn.) on *Staphylococcus aureus*. *LWT Food Science and Technology*. 39: 1214-1220. (IF 2005=1.155)
4. **Eumkeb, G**. and Richards, R.M.E. (2003). Reversing beta-lactam antibiotic resistance with flavonoids in Gram positive Bacteria. In The 3rd World Congress on Medicinal and Aromatic Plant for Human Welfare (WOCMAP III) From Biodiversity through Science and Technology, Trade and Industry to Sustainable Use, Abstracts Book (Poster presentation, PP04 -59, pp. 450). 3-7 February 2003, Chiangmai, Thailand : Chiangmai University.
5. Punopas, K., **Eumkeb, G**., Chitsomboon, B. and Nakkiew, P. (2004). The study of antibacterial activity of some medicinal plant in Lamiaceae family. *Suranaree J. Sci. Technol.* 11:52-59.
6. **Eumkeb, G.** and Richards R.M.E. (2004). Reversing β- Lactam Antibiotic Resistance in Gram- positive bacteria by Some Flavonoids. *Suranaree J. Sci. Technol.* 11:143-150.
7. **Eumkeb, G**. and Richards, R.M.E. (2004). Reversing beta-lactam antibiotic resistance in Gram positive Bacteria with some flavonoids. In :The 20th FAPA Congress 2004 : Emerging Science and Profession in Pharmacy , **Abstracts Book** (Oral presentation, PP-O-01, pp. 160). 30 Nov – 3 Dec 2004, Bangkok, Thailand : The Pharmaceutical Association of Thailand under Royal Patronage, Bangkok.
8. **Eumkeb, G**. (2005). Investigation of the effect of Some Flavonoids on some β - lactam antibiotics resistant bacteria. In :The Thai research Fund meeting : Senior Thai research Fund researchers meet Junior Thai research Fund researchers, Abstracts Book (Poster presentation, MRG168/p225, pp. 214.). 14-16 January 2005, Kanchanaburee, Thailand : The Thai Research Fund and The higher education commission, Bangkok.
9. **Eumkeb, G**. (2005). Investigation of the effect of Some Flavonoids on some beta - lactam antibiotics resistant bacteria. In :The Thai research Fund meeting : Senior Thai research Fund researchers meet Junior Thai research Fund researchers, Abstract Book (Oral presentation, 13-R1-S1-MRG4680168/p227, pp. 1.). 13-15 October 2005, Petchaburi, Thailand : The Thai Research Fund and The higher education commission, Bangkok.
10. **Eumkeb, G**. Chukratok. S., Suttajit. M. and Ruangrungsi. N. (2005). Investigation of the effect of Some Flavonoids on some beta - lactam antibiotics resistant bacteria. In :The 1st International Conference on Natural products for Health and Beauty; From local wisdom to global marketplace. Abstract Book (Oral presentation, O4-1/p232, pp. 124.). 17-21 October 2005, Mahasarakham, Thailand : Mahasarakham University, and the higher education commission, Thailand.

สิทธิบัตรยาจำนวน 1 สิทธิบัตรตามโครงการวิจัยร่วมกับ สกว. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ : สารผสมของยา เพื่อยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* และเชื้อ *Enterobacter cloacae* ที่ดื้อต่อยาปฏิชีวนะ (เลขที่คำขอสิทธิบัตร เลขที่ 0601001839)

ผลงานตีพิมพ์ทางหนังสือพิมพ์และสื่ออินเตอร์เนต

เกรียงศักดิ์ เอื้อมเก็บ พัฒนาสารสกัด"ข่า"สู่ยาปฏิชีวนะสูตรใหม่ ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดหนอง *สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย* วันที่ 14 มกราคม 2548

เกรียงศักดิ์ เอื้อมเก็บ วิจัยพบ"ข่า"ยาปฏิชีวนะสูตรใหม่ *ผู้จัดการออนไลน์* วันที่ 15 มกราคม 2548 เวลา 12:39 น. **http://www.manager.co.th/**

เกรียงศักดิ์ เอื้อมเก็บ เร่งวิจัย"ข่า"เป็นยาปฏิชีวนะสูตรใหม่ ต้านเชื้อหนองดื้อยา *หนังสือพิมพ์บ้านเมือง* ประจำวันจันทร์ที่ 17 มกราคม 2548

เกรียงศักดิ์ เอื้อมเก็บ "ข่า"สยบเชื้อดื้อยา เล็งวิจัยสูตรใหม่ ผสมสารสมุนไพร *หนังสือพิมพ์กรุงเทพธุรกิจ* ประจำวันอังคารที่ 18 มกราคม 2548

เกรียงศักดิ์ เอื้อมเก็บ วิจัย"ข่า"ทำยาปราบเชื้อแบคทีเรียจอมดื้อ *หนังสือพิมพ์ผู้จัดการรายวัน* ประจำวันศุกร์ที่ 21 มกราคม 2548 หน้า 43.

เกรียงศักดิ์ เอื้อมเก็บ พัฒนาสารสกัดจาก"ข่า"แทนยาปฏิชีวนะสมัยใหม่ ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดหนอง *หนังสือพิมพ์สยามรัฐ* ประจำวันศุกร์ที่ 28 มกราคม 2548

เกรียงศักดิ์ เอื้อมเก็บ สารสกัด"ข่า"ส่วนผสมยาปฏิชีวนะสูตรใหม่ ต้านเชื้อหนองดื้อยา *หนังสือพิมพ์โพสต์ทูเดย์* ประจำวันอาทิตย์ที่ 13 กุมภาพันธ์ 2548 หน้า B5.

งานแปลตำรา

เกรียงศักดิ์ เอื้อมเก็บ (2547) : เภสัชกรรมปฏิบัติ : หลักการและวิธีการทำให้ปราศจากเชื้อ ; บริเวณการผลิตที่ปราศจากเชื้อ. Pp. 146-179, ขอนแก่น : โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.

บทเรียนออนไลน์

เกรียงศักดิ์ เอื้อมเก็บ (2548) : ชีววิทยาทั่วไป : ความหลากหลายทางชีวภาพ : ไพรออนม ไวรอยด์, ไวรัส, โมเนรา, โปรติสตา, ฟังไจ, บทเรียนออนไลน์ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา: สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

9. **Award** :

1985 - 1988. Boonrod - Brewery scholarship for 4 years, Chulalongkorn University,

1994-1999 The Royal Thai government scholarship, Ministry of university affair, to study Ph.D. in U.K. for 4 years.

2006-2008 Research fund from Thailand research fund.

CURRICULUM VITAE

1. **Name :** Asst. Prof. Dr. Sajeera Kupittayanant.
2. **Department / School :** School of Biology, Institute of Science.
3. **University :** Suranaree University of Technology.
4. **Degree :**

Degree	Field	Date Awarded	Institute / Country
Ph.D.	Physiology	2003	University of Liverpool, U.K.
M.Sc.	Physiology	1999	University of Liverpool, U.K.
D.V.M. (Hons)	Veterinary Medicine	1995	Khon Kaen University, Thailand.

5. **Experience:**

Period	Position	Institution / Firm
2006-Present	Head of research section(Acting)	Institute of Science, Suranaree University of Technology.
2005-2006	Assistant Professor	School of Biology, Instituteof Science, Suranaree University of Technology.
2003-2005	Lecturer	School of Biology, Institute of Science, Suranaree University of Technology.
1995-1997	Lecturer	Faculty of Veterinary Medicine, Khon Kaen University.

6. **Current Professional Field Registration:**
   - Physiology (Reproduction).
   - Veterinary Medicine.

7. **Members:**
   - The Physiological Society of Thailand.
   - Veterinary Council of Thailand.

8. **Publications/Abstracts :**

Full Papers

1. Matthew, A., **Kupittayanant, S.**, Burdyga, T. & Wray, S. (2004). Characterization of contractile activity and intracellular Ca^{2+} signalling in mouse Myometrium. *J Soc Gynecol Investig* **11**: 207-212.
2. Jones, K., Shmygol, A., **Kupittayanant, S.** & Wray, S. (2004) Characterization of Calcium-activated chloride currents in rat and human uterine smooth muscle. *Pflugers Arch* **488**: 36-43.
3. Monir-Bishty, E., Pierce, S.J., **Kupittayanant, S.,** Shmygol, T. & Wray, S. (2003). The effects of metabolic inhibition on intracellular calcium and contractility of human myometrium. *BJOG* **110**:1050-1056.
4. Wray, S., Jones, K., **Kupittayanant, S.,** Li, Y., Matthew, A., Monir-Bishty, E., Pierce, S.J., Noble, K., Shmygol, A. & Quenby, S (2003). Calcium signalling and uterine contractility. *J Soc Gynecol Investig* **10**: 252-264.

5. Pierce, S.J., **Kupittayanant, S.,** Shmygol, T. & Wray, S. (2003). Effects of intracellular and extracellular pH change on Ca^{2+} signaling and force in pregnant myometrium. *Am J Obstet Gynecol* **188**: 1031-1038.
6. Wray, S., **Kupittayanant, S**. & Shmigol, T. (2002). Role of the sarcoplasmic reticulum in uterine smooth muscle. *Novartis Found Symp* **246**: 6-18.
7. **Kupittayanant, S.**, Lukas, M.J.M. & Wray, S. (2002). Effect of inhibiting the sarcoplasmic reticulum on spontaneous and oxytocin-induced contractions of human myometrium. *BJOG* **109**: 289-296.
8. Wray, S., **Kupittayanant, S.**, Shmygol, A., Smith, R.D. & Burdyga, T. (2001). The physiological basis of uterine contractility: a short review. *Exp Physiol* **86.2**: 239-246.
9. **Kupittayanant, S.**, Burdyga, T. & Wray, S. (2001). The effects of inhibiting Rho-associated kinase with Y-27632, on force and intracellular calcium in human myometrium. *Pflugers Arch* **443**: 112-114.
10. Longbottom, E.R., Lukas, M.J.M., **Kupittayanant, S.**, Badrick, E., Shmygol, A. & Wray, S. (2000). The effect of wortmannin, an inhibitor of myosin light chain kinase (MLCK) on calcium and contraction in isolated human and rat myometrium. *Pflugers Arch* **440**: 315-321.

Abstracts

1. **Kupittayanant, S.** (2006). Effects of n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids on myometrial contractility in the dairy cow at various stages of reproduction. FAOPS 2006 Abstracts. P4-27. (Abstract presented at the 6th Congress of the Federation of Asian and Oceanian Physiological Societies, Seoul, Korea)
2. Buddhakala, N. & **Kupittayanant, S.** (2006). The effects of ginger oils on uterine contraction. *Planta Medica* 11 (72) P221. (Abstract presented at the International Congress and 54th Annual Meeting of the Society for Medicinal Plant Research, Helsinki, 2006).
3. Kupittayanant P, Chasombat J, Suksombat W, **Kupittayanant S.** (2005). Effects of bypass fat supplementation on the oestrous cycle duration of early lactating cows. Proceedings: Integrating Livestock-Crop System to Meet the Challenges of Globalization Vol. 2, p 75. (Abstract presented at *AHAT-BSAS International Conference*, Khon Kaen, Thailand, 2005).
4. วันวิสา ลิจ้วน กีรณา อยู่หัตถ์ กุลฑลี ร่างน้อย ภคนิจ คุปพิทยานันท์ และ **ศจีรา คุปพิทยานันท์.** (2005). การศึกษาเปรียบเทียบผลของการเสริมกระชายดำในอาหารและการฉีดฮอร์โมนเทสโทสเทอโรนต่อลักษณะเพศผู้ในไก่เนื้อ. สมุนไพรไทย: โอกาสและทางเลือกใหม่ของอุสาหกรรมการผลิตสัตว์ ครั้งที่ 3. หน้า 85-90. เท็กซ์ แอนด์ เจอนัล พับลิเคชั่น จำกัด: กรุงเทพมหานคร.
5. Jones, K., Shmygol, A., **Kupittayanant, S.** & Wray, S. (2003). Characterization of Calcium-activated chloride currents in rat and human uterine smooth muscle. *J Physiol* **548P.** (Abstract presented at the Physiological Society joint meeting with the Spanish Physiological Society, Tenerife, 2003).
6. **Kupittayanant, S.**, Jones, K., Shmygol, A. & Wray, S. (2003). The functional effects of inhibiting chloride channels differ between rat and human Myometrium. *J Soc Gynecol Investig* **10** (2). (Abstract presented at SGI meeting, Washington DC, 2003).
7. Pierce, S.J., **Kupittayanant, S.,** Shmygol, T. & Wray, S. (2002). Effects of intracellular and extracellular pH change on Ca^{2+} signaling and force in

pregnant myometrium. *J Physiol* **543P**. (Abstract presented at the Physiological Society joint meeting with the Italian Physiological Society, Liverpool, 2002).

8. **Kupittayanant, S.**, Burdyga, T. & Wray, S. (2002). The effects of inhibiting myosin light chain phosphatase on force and intracellular calcium in human myometrium. *Pflugers Arch* **443** (2). (Abstract presented at the Physiological Society joint meeting with the Scandinavian Physiological Society and the German Physiological Society, Tübingen, 2002).
9. **Kupittayanant, S.**, Burdyga, T. & Wray, S. (2001). Inhibiting Rho-associated kinase has little effect in human uterus. *J Soc Gynecol Investig* **8** (1). (Abstract presented at SGI meeting, Toronto, 2001).
10. **Kupittayanant, S.**, Lukas, M.J.M. & Wray, S. (2000). Inhibiting the sarcoplasmic reticulum in human uterus does not decrease contraction. *J Physiol* **526P**. (Abstract presented at the Physiological Society joint meeting with the Hungarian Physiological Society, Budapest, 2000).
11. Longbottom, E.R., Lukas, M.J.M., **Kupittayanant, S.**, Badrick, E., Shmygol, A. & Wray, S. (1999). The effect of wortmannin, an inhibitor of myosin light chain kinase (MLCK) on calcium and contraction in isolated human and rat myometrium. *J Physiol* **521P**. (Abstract presented at the Physiological Society meeting, Glasgow, 1999).

9. Awards:

a.	1998-1999	British Council Scholarship.
b.	1998-2003	Royal Thai Government Scholarship.
c.	1999-2003	Research Studentship, awarded by the University of Liverpool.
d.	2006	Travel Grant, awarded by the Federation of Asian and Oceanian Physiological Societies.

CURRICULUM VITAE

1. Name : Asst. Prof. Dr. Rungrudee Srisawat.

2. Department/School : School of Biology, Institute of Science.

3. University : Suranaree University of Technology.

4. Degrees :

Degree	Field	Date Awarded	Institute / Country
Ph.D.	Physiology	2000	The University of Edinburgh, U.K.
M.Sc.	Neurosciences	1994	Mahidol University, Thailand.
B.Sc.	Physical Therapy	1989	Khon Kaen University, Thailand.

5. Experience:

Period	Position	Institution / Firm
2006-present	Assistant Professor	School of Biology, Institute of Science, Suranaree University of Technology.
2001- 2003	Postdoctoral researcher	Division of Biomedical and Clinical Laboratory Science, The University of Edinburgh, Scotland.
2000- 2001	Lecturer	Institute of Science, Suranaree University of Technology.

6. Current Professional Field Registration:

Physiology, Neurosciences, Neuroendocrinology.

7. Member:

The Science Society of Thailand.

The Physiological Society of Thailand.

The International Brain Research Organization (IBRO).

The British Neuroscience Association (BNA).

The Society for Neuroscience.

8. Publications/Conferences:

1. LE Johnstone, **R. Srisawat**, E. Kumarnsit and G.Leng. (2005) Hypothalamic expression of NPY mRNA, vasopressin mRNA and CRF mRNA in response to food restriction and central administration of the orexigenic peptide GHRP-6. *Stress.* 8(1): 59-67.

2. **R. Srisawat**, V.R. Bishop, P.M. Bull, A.J. Douglas, J.A. Russell, M. Ludwig and G. Leng. (2004) Regulation of neuronal nitric oxide synthase mRNA expression in the rat magnocellular neurosecretory system. *Neuroscience Letters*. 369: 191-196.

ATTENDED MEETING

1. **R. Srisawat**, G. Leng. Effects of chronic central infusion of growth hormone-releasing peptide-6 on CRH and AVP mRNA expression in the rat paraventricular nucleus. *Proceeding in 31st Congress on Science and Technology of Thailand (STT 2005)*, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand, October 18th – 20th, 2005.
2. **R. Srisawat**, G. Leng. Neuroanatomical identification of the functional interconnections between GHS-responsive neurones and those regulating body weight. *Proceeding in 31st Congress on Science and Technology of Thailand (STT 2005)*, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand, October 18th – 20th, 2005.
3. **R. Srisawat,** L. E. Johnstone and G. Leng. Chronic central infusion effects of growth hormone secretagogues (GHSs) on CRH and AVP mRNA expression in the rat paraventricular nucleus. Poster presentation at *Symposium on Neural Plasticity, Development and Repair*, Hong Kong, China, April 22nd-23rd, 2004.
4. **R. Srisawat**, L. E. Johnstone, E. Kumarnsit and G. Leng. Effects of chronic central infusion of growth hormone-releasing peptide-6 (GHRP-6) on the hypothalamo-pituitary-adrenal (HPA) axis. Poster presentation at *Society for Neuroscience's 32nd Annual meeting 2002*, Orlando, Florida, USA, Nov 2nd –7th 2002.
5. **R. Srisawat**, M. Ludwig, P.M. Bull, A.J. Douglas and G. Leng. Regulation of neuronal nitric oxide synthase (nNOS) mRNA expression in the magnocellular neurosecretory system in response to acute stimulation. Poster presentation at *The 5th International Congress of Neuroendocrinology 2002*, Bristol, UK, August 31st- September 4th, 2002.
6. N. Sabatier, P. Bull, C. Caquineau, R. Gillies, **R. Srisawat** & G. Leng. Effects of alpha-MSH on electrical activity of oxytocin neurons and on plasma concentrations of oxytocin. Poster presentation at *The 5th International Congress of Neuroendocrinology 2002*, Bristol, UK, August 31st- September 4th, 2002.

9. Award:

1996-2000 Royal Thai Government Scholarship.

2004 IBRO Fellowship for the 4th IBRO School of Neuroscience, Hong Kong, China (April 20- May 1, 2004).

CURRICULUM VITAE

1. **Name :** Dr. Rachian Kosanlavit, Lecturer
2. **Department / School :** School of Biology, Institute of Science.
3. **University :** Suranaree University of Technology.
4. **Degree :**

Degree	Field	Date Awarded	Institute / Country
Ph.D.	Anatomy	2001	Queen's University of Belfast, Northern Ireland, U.K.
M.Sc.	Medical Sciences	1996	Glasgow University, Scotland, U.K.
M.Eng.	Nuclear Technology	1990	Chulalongkorn University.
B.Sc.	Radiologic Technology	1986	Chiang Mai University.

5. **Experiences**:

Period	Position	Institution / Firm
2005-present	Deputy director of Technopolis	Suranaree University of Technology.
2000-present	Lecturer	School of Biology, Institute of Science, Suranaree University of Technology.
1993-1994	Scientist, Center for Scientific and Technological Equipment.	Suranaree University of Technology.
1989-1993	Medical Scientist, Department of Medical Sciences.	Ministry of Public Health
1988-1989	Radiologic Technologist, Department of Radiology.	Chulalongkorn Hospital, Bangkok, Thailand.

6. **Current Professional Field Registration**:
   Radiation Biology, Human Anatomy.

7. **Members**: -

8. **Publications** :
   1. Quantitative, structural changes in the axolemma after stretch-injury to the guinea-pig nerve. Maxwell, W., **Kosanlavit, R.** and Graham, D., *Brain Pathology*, 1997, Vol. 7, No.4, p.1378.
   2. Structural change in the internodal axolemma after stretch-injury to the guinea pig optic nerve. Maxwell, W., **Kosanlavit, R.** and Graham,D., *Neuropathology and Applied Neurobiology*, 1997 Vol.23, No.2, p.165.

3. Freeze-fracture and cytochemical evidence for structural and functional alteration in the axolemma and myelin sheath of adult guinea pig optic nerve fibers after stretch injury. Maxwell, W. L., **Kosanlavit, R.** McCreath B. J., Reid O. and Graham, D. I. *Journal of Neurotrauma*, 1999, Vol. 16, No 4, p.273-284.

9. **Award** :

CURRICULUM VITAE

1. **Name :** Dr. Nuannoi Chudapongse, Lecturer.
2. **Department/School :** School of Biology, Institute of Science.
3. **University :** Suranaree University of Technology.
4. **Degree :**

Degree	Field	Date Awarded	Institute/Country
Ph.D.	Pharmacology & Toxicology	2003	University of Mississippi, U.S.A.
M.Sc.	Pharmacology	1993	Chulalongkorn University, Thailand.
B.Sc.	Pharmacy	1985	Chiang Mai University, Thailand.

5. **Experience** :

Period	Position	Institution/Firm
2003-Present	Lecturer	School of Biology, Institute of Science, Suranaree University of Technology.
1988-1997	Food and Drug Specialist	Food and Drug Specialist, Food and Drug Administration, Thailand.
1985-1988	Hospital Pharmacist	Noparatrachatani Hospital, Thailand.

6. **Current Professional Field Registration** :
Neuropharmacology (drugs of abuse) and Cardiovascular Pharmacology.

7. **Publications/Research Presentations :**
   1. **Nuannoi Chudapongse**, Seong-Youl Kim, Kenroh Sasaki, Robert E. Kramer, Ing K.Ho (2003) Nonopioid receptor-mediated effects of U-50,488H on $[Ca^{2+}]_i$ and extracellular dopamine in PC12 cells. *Journal of Neuroscience Research*. 74:598-604.
   2. **Nuannoi Chudapongse**, Seong-Youl Kim, Robert E. Kramer, Ing K.Ho (2003) Nonspecific effects of the selective kappa-opioid receptor agonist U-50,488H on dopamine uptake and release in PC12 cells. *J Pharmacol Sci*. 93:372-375.
   3. Seong-Youl Kim, **Nuannoi Chudapongse**, Sang-Min Lee, Michael C. Levin, Jae-Taek Oh, Hae-Joon Paek, Ing K.Ho (2005) Proteomic analysis of phosphotyrosyl proteins in morphine-dependent rat brains. *Molecular Brain Research*. 133:58-70.
   4. Seong-Youl Kim, **Nuannoi Chudapongse**, Sang-Min Lee, Michael C. Levin, Jae-Taek Oh, Hae-Joon Paek, Ing K.Ho (2004) Proteomic analysis of phophotyrosyl proteins in the rat brain: effect of butorphanol dependence. *Journal of Neuroscience Research*. 77:867-877.
   5. Lir-Wan Fan, Lu-Tai Tien, Sachiko Tanaka, Tangeng Ma, **Nuannoi Chudapongse**, Somchai Sinchaisuk, Robin W. Rockhold, Ing K. Ho (2003) Changes in the brain κ-opioid receptor levels of rats in withdrawal from physical dependence upon butorphanol. *Neuroscience*. 121:1063-1074.

8. **Award** :

2003 American Society for Pharmacology and Experimental Therapeutics Graduate Student Travel Award 2003.

จัดทำสำเนาโดย : ฝ่ายบริการสื่อการศึกษา
ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี