หัวข้อวิชา (Course Outline) (หลักสูตรปกติ)

051334 Biochemical Engineering (4 หน่วยกิต, 3-3-8)

ภาคปลาย ปีการศึกษา 2561-62

วัน เวลาเรียน จันทร์, พุธ, ศุกร์ 11.00-12.00 น. ห้องเรียน อก. 3-413

ปฏิบัติการ จันทร์ 13.00-16.00 น. ห้องเรียน อก. 5-217 และศูนย์คอมพิวเตอร์คณะฯ (อก. 5)

อาจารย์ผู้สอน

1. รศ.ดร. สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล	23.3%	(31.1, 0.0%)	ตอนที่ 1.1	25%	(สอบกลางภาค)
2. รศ.ดร. วิรัตน์ วาณิชย์ศรีรัตนา	20.1%	(22.2, 13.3%)	ตอนที่ 2	16%	(สอบปลายภาค)
3. ผศ.ดร. ประมุข ภระกูลสุขสถิตย์	21.7%	(20.0, 26.7%)	ตอนที่ 3	16%	(สอบปลายภาค)
4. อ.ดร. กิติพงษ์ รัตนาภรณ์	20.0%	(17.8, 26.7%)	ตอนที่ 1.2	7%	(สอบกลางภาค)
			ตอนที่ 4	8%	(สอบปลายภาค)
5. อ.ดร. สุมัลลิกา โมรากุล	11.7%	(8.9, 20.0%)	ตอนที่ 5	8%	(สอบปลายภาค)
6. อ.ดร. อุลัยวรรณ์ วิทยเกียรติ	3.3%	(0.0, 13.3%)			

การวัดผลการเรียน บรรยาย 80% ปฏิบัติการ 15% การเข้าเรียน 5% (บันทึกเฉพาะภาคบรรยายของ อ.สาโรจน์)

สอบกลางเทอม 25% (อาจารย์สาโรจน์) 7% (อาจารย์กิติพงษ์)

สอบปลายเทอม 16% (อาจารย์วิรัตน์) 16% (อาจารย์ประมุข)

8% (อาจารย์กิติพงษ์) 8% (อาจารย์สุมัลลิกา)

วันบรรยาย	หัวข้อ	เวลา (ชม.)	อาจารย์ผู้สอน
14 ม.ค. 62	**Part I คำนำ** 1. หลักการทางวิศวกรรมเคมีชีวภาพและเทคโนโลยีการหมัก	1.0	อ. วิรัตน์
16, 18, 21, 23 (25) ม.ค. 62	**Part II หลักการทางจุลชีววิทยาและชีวเคมีประยุกต์** 1. ศาสตร์ชีวพลังงานของเซลล์ - อัตราการเจริญ และทฤษฎีศาสตร์ชีวพลังงานของเซลล์ - ดุลของมวลและพลังงานระหว่างการเจริญของเซลล์	5.0	อ. สาโรจน์
(1), 4, 6, 8 ก.พ. 62	2. จลนพลศาสตร์ของเอนไซม์และเซลล์ - อัตราของปฏิกิริยา - จลนพลศาสตร์ของเอนไซม์ - จลนพลศาสตร์ของจุลินทรีย์แบบเบ็ดเสร็จและแบบต่อเนื่อง	4.0	อ. กิติพงษ์
11, 13, 15, 18 20, 22, 25 27 ก.พ. 62 1 มี.ค. 62	**Part III หลักการทางวิศวกรรมเคมีชีวภาพ** 1. วิศวกรรมกรรมวิธีการหมักพื้นฐาน - ถังปฏิกรณ์ชีวภาพการหมักแบบเบ็ดเสร็จและแบบต่อเนื่อง - กรรมวิธีการหมักระบบเซลล์ตรึง - กรรมวิธีการหมักแบบอาหารแข็ง	9.0	อ. สาโรจน์
	Mid Term Examination (32%) **วันจันทร์ที่ 11 มีนาคม 2562** เวลา 9.00-12.00 น. (3.0 ชั่วโมง)		อ. สาโรจน์ (135 นาที) อ. กิติพงษ์ (45 นาที)

วันบรรยาย	หัวข้อ	เวลา (ชม.)	อาจารย์ผู้สอน
4, 6, 8 มี.ค. 62 18, 20, 22, 25 27, 29 มี.ค. 62	2. หน่วยปฏิบัติการกรรมวิธีการหมักและการควบคุม - การกวนและการให้อากาศ - การขยายและการลดกำลังผลิต (Scale-up and Scale-down) - ถังปฏิกรณ์ชีวภาพและการควบคุม - กรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Sterilization)	9.0	อ. วิรัตน์
1, 3, 5, (8) 10, 12, 17, 19 22 เม.ย. 62	3. กรรมวิธีการแยกและการทำให้บริสุทธิ์ชีวภัณฑ์การหมัก - วิธีการกรอง การเหวี่ยงแยก และการตกตะกอน - วิธีการทำให้เซลล์แตก - วิธีการทำสารละลายชีวภัณฑ์ให้บริสุทธิ์ - การพัฒนากระบวนการท้ายกระแสทางเทคโนโลยีชีวภาพ	9.0	อ. ประมุข
24, 26, 29 เม.ย. 62 1 พ.ค. 62	**Part IV เทคโนโลยีการหมักสมัยใหม่** 1. กรรมวิธีการหมักขั้นสูงด้วยเซลล์รีคอมบิแนนต์ เซลล์พืช และเซลล์สัตว์ 2. การประยุกต์การเพาะเลี้ยงเซลล์พืชเพื่ออุตสาหกรรมเคมีชีวภาพ - ชีวภัณฑ์จากพืชทางเทคโนโลยีชีวภาพ - เมแทบอไลต์ทุติยภูมิและโปรตีนรีคอมบิแนนต์จากพืช - ระบบและวิศวกรรมถังปฏิกรณ์ชีวภาพเพื่อการเพาะเลี้ยงเซลล์พืช - การขยายกำลังผลิตในการเพาะเลี้ยงเซลล์พืช	4.0	อ. กิติพงษ์
3, 6, 8, 10 พ.ค. 62	3. การติดตามและควบคุมกระบวนการหมักเอทานอลแบบออนไลน์ กรณีศึกษาเทคโนโลยีการผลิตไวน์ - ความดันและความหนาแน่น - ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ - ค่าการนำไฟฟ้า (ammoniacal nitrogen, NH3-N) 4. การควบคุมกระบวนการหมักแบบอัตราคงที่ (constant rate fermentation) - การควบคุมโดยปริมาณไนโตรเจน - การควบคุมโดยอุณหภูมิ	4.0	อ. สุมัลลิกา
	Final Examination (48%) **วันจันทร์ที่ 13 พฤษภาคม 2562** เวลา 9.00-12.00 น. (3.0 ชั่วโมง)		อ. วิรัตน์ (60 นาที) อ. ประมุข (60 นาที) อ. กิติพงษ์ (30 นาที) อ. สุมัลลิกา (30 นาที)
	รวม	45.0	

ปฏิบัติการ

วันปฏิบัติการ	หัวข้อ	เวลา (ชม.)	อาจารย์ผู้สอน
	Part I การจำลองและการเลียนแบบทางเทคโนโลยีการหมัก		
14, 21 ม.ค. 62	1. หลักการเลียนแบบกระบวนการหมักด้วยคอมพิวเตอร์	3.0	อ. วิรัตน์
	2. การเลียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรม Matlab	3.0	อ. วิรัตน์
	2.1 การเลียนแบบเชิงพลวัตของกรรมวิธีการหมักแบบต่าง ๆ		
	2.2 จลนพลศาสตร์ของเอนไซม์อย่างง่าย		
	Part II วิศวกรรมปฏิกิริยาชีวภาพ		
	3. จลนพลศาสตร์ของเอนไซม์อิสระ (เอนไซม์ฟรักโทฟิวราโนซิเดส)	6.0	อ. กิติพงษ์
(28) ม.ค. 62	3.1 การปฏิบัติการทดลอง		
4 ก.พ. 62	3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง		
	Part III วิศวกรรมการหมัก		
	4. การศึกษาจลนพลศาสตร์ของการหมัก (fermentation kinetics)		
11, 18 ก.พ. 62	4. 1 จลนพลศาสตร์ของเซลล์อิสระ (การเพาะเลี้ยงยีสต์เพื่อผลิตเอทานอล)	6.0	อ. ประมุข
25 ก.พ. 62	4.2 จลนพลศาสตร์ของเซลล์อิสระ (กรณีศึกษา : การหมักไวน์)	6.0	อ. สุมัลลิกา
4 มี.ค. 62			
18, 25 มี.ค. 62	4.3 จลนพลศาสตร์ของเซลล์อิสระ (กรณีศึกษา : การหมักเบียร์)	6.0	อ. อุลัยวรรณ์
	Part IV วิศวกรรมหน่วยปฏิบัติการหมัก		
1 เม.ย. 62	5. การกวนและการให้อากาศ	3.0	อ. ประมุข
	- การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนออกซิเจน (K_La)		
(8) เม.ย. 62	6. การฆ่าเชื้อในอาหารเหลวด้วยความร้อน (Media sterilization)	3.0	อ. ประมุข
	7. การแยกและการทำให้บริสุทธิ์ชีวภัณฑ์การหมัก		
22 เม.ย. 62	7.1 การทำเซลล์ให้แตก (Cell disruption)	3.0	อ. สุมัลลิกา
29 เม.ย. 62	7.2 การกรองด้วยเมมเบรน (Membrane filtration)	6.0	อ. กิติพงษ์
6 พ.ค. 62			
	รวม	45	

หมายเหตุ (1)

วันเปิดภาคเรียน	จ. 14 ม.ค. 62	วันสุดท้ายของการสอน	ศ. 10 พ.ค. 62
วันสอบกลางภาค	ส. 9 – อา. 17 มี.ค. 62	วันสอบไล่	จ. 13 – ศ. 24 พ.ค. 62
ประเมินการสอน 1	จ. 4 – ศ. 8 มี.ค. 62	ประเมินการสอน 2	จ. 6 – อา. 12 พ.ค. 62
ประชุมวิชาการ	อ. 29 ม.ค. – ศ. 1 ก.พ. 62	วันปิดภาคเรียน	จ. 27 พ.ค. 62

วันสุดท้ายของการส่งคะแนนสอบไล่ ศ. 7 มิ.ย. 62

วันหยุดประจำปี อ. 19 ก.พ. 62 (วันมาฆบูชา), จ. 8 เม.ย. 62 (ชดเชยวันจักรี) ส. 13 – อ. 16 เม.ย. 62 (วันสงกรานต์)
จ. 13 พ.ค. 62 (วันพืชมงคล) จ. 20 พ.ค. 62 (ชดเชยวันวิสาขบูชา)

นิสิตที่ขาดการเข้าเรียนเกิน 20% ของเวลาเรียน (ภาคบรรยาย และ/หรือ ภาคปฏิบัติการ)
จะไม่มีสิทธิ์สอบ (ตามดุลพินิจของอาจารย์แต่ละท่าน)

หมายเหตุ (2) สำหรับคะแนนรายงานปฏิบัติการแต่ละฉบับ จะกำหนดตามชั่วโมงของปฏิบัติการ โดยกำหนดการให้คะแนนเท่ากับ 10 คะแนนต่อการปฏิบัติการ 1 คาบ (3.0 ชั่วโมง) กำหนดการส่งรายงานกลุ่ม ๆ ละ 1 ฉบับ (ตามหัวข้อเรื่องปฏิบัติการ) ซึ่งจะต้องส่งรายงานภายใน 2 สัปดาห์หลังปฏิบัติการ หากส่งรายงานปฏิบัติการล่าช้าให้ติดลบ/ส่งก่อนกำหนดให้ติดบวก สำหรับนิสิตที่ขาดเรียนปฏิบัติการใด จะไม่ได้รับคะแนนรายงานของกลุ่มของปฏิบัติการนั้น (ทั้งนี้ให้พิจารณาตามความเห็น/ดุลพินิจของอาจารย์ผู้ดูแลปฏิบัติการแต่ละท่านตามความเหมาะสม) โดยมีเกณฑ์ของการให้คะแนนรายงานปฏิบัติการ ดังนี้

อาจารย์ผู้ดูแล	ปฏิบัติการ		รายงานกลุ่ม	การให้คะแนนรายงาน	
	หัวข้อ (เรื่อง)	ชั่วโมงปฏิบัติการ (คาบ)	จำนวน (ฉบับ)	คะแนนรวม 150 คะแนน	เปอร์เซ็นต์ (15%)
อ. วิรัตน์	1	(1x2) = 2	1	(1x20) = 20	2.00
อ. ประมุข	3	(1x2)+(2x1) = 4	3	(1x20)+(2x10) = 40	4.00
อ. กิติพงษ์	2	(1x2)+(1x2) = 4	2	(2x20) = 40	4.00
อ. สุมัลลิกา	2	(1x2)+(1x1) = 3	2	(1x20)+(1x10) = 30	3.00
อ. อุลัยวรรณ์	1	(1x2) = 2	1	(1x20) = 20	2.00

เนื้อหารายวิชา (Course description) ตามที่ปรากฏในหลักสูตร

การประยุกต์พื้นฐานทางวิศวกรรมและหลักการทางคณิตศาสตร์ ในการอธิบายการเจริญและการพัฒนา รวมถึงกลไกการทำหน้าที่ของจุลินทรีย์ จลนพลศาสตร์ของการเจริญ การสร้างผลิตภัณฑ์ และการใช้สารอาหารของจุลินทรีย์ ในการหมักแบบเบ็ดเสร็จและต่อเนื่องของระบบเซลล์อิสระและเซลล์ตรึง ระบบการกวน การให้อากาศ การขยายการผลิต และการควบคุมระบบถังหมัก หลักการพื้นฐานในการแยกผลผลิตสารชีวภัณฑ์จากการหมัก การประยุกต์ใช้เซลล์พืช เซลล์สัตว์ และจุลินทรีย์พันธุวิศวกรรมในกรรมวิธีการหมักสมัยใหม่ มีการศึกษาแบบอิสระและ/หรือการทัศนศึกษาโรงงาน

เอกสารอ่านประกอบ

1. สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล และประวิทย์ วงศ์คงคาเทพ. 2538. วิศวกรรมเคมีชีวภาพพื้นฐาน 1. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 251 หน้า.
2. สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล วรสิทธิ์ โทจำปา และประวิทย์ วงศ์คงคาเทพ. 2544. วิศวกรรมเคมีชีวภาพพื้นฐาน 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 284 หน้า.
3. สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล. 2547. เทคโนโลยีชีวภาพอาหาร การหมัก และสิ่งแวดล้อม. จัดพิมพ์โดย ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. จัดจำหน่ายโดย ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 326 หน้า. (http://ag-ebook.lib.ku.ac.th/index.php)
4. สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล. 2556. วิศวกรรมกระบวนการหมัก. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 608 หน้า.
5. สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล และคณะ. 2547. สื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์รายวิชา “วิศวกรรมเคมีชีวภาพพื้นฐาน”. http://cyberlab.lh1.ku.ac.th/elearn/faculty/aid/id75/biochem_en/home.htm หรือ http://cyberlab.lh1.ku.ac.th/elearn/faculty/aid/id75/index.htm
6. สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล และคณะ. 2554. ชุดหนังสือเทคโนโลยีชีวภาพเล่มที่ 1: Cell Cultures and Bioreactors. สมาคมเทคโนโลยีชีวภาพแห่งประเทศไทย. สำนักพิมพ์มิสเตอร์ก๊อปปี้พับลิชชิงจำกัด. 294 หน้า.
7. สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล. 2555. เทคนิควิเคราะห์ทางเทคโนโลยีการหมัก. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 159 หน้า.
8. Shuler, M.L. and F. Kargi. 2002. Bioprocess Engineering. Prentice-Hall International, Inc., New Jersey. 553 p.

9. Aiba, S., A.E. Humphrey, N.F. Millis. 1973. Biochemical Engineering. University of Tokyo Press. 434 p.
10. Atkinson, B. and F. Mavituna. 1985. Biochemical Engineering and Biotechnology Handbook. The Nature Press, Hongkong. 1,119 p.
11. Bailey, J.E. and D.F. Ollis. 1986. Biochemical Engineering Fundamentals. McGraw-Hill International Editions. Singapore. 984 p.
12. Belter, Paul A., E.L. Cussler, Wei-Shou Hu. 1988. Biosepations: downstream processing for biotechnology. John Wiley and Sons, Inc. Canada. 368 p.
13. Blanch, H.W. and D.S. Clark. 1996. Biochemical Engineering. Marcel Dekker, Inc., New York. 702 p.
14. Demain, A. L. and J. E. Davies. 1999. Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology. 2nd Ed., ASM Press, Washington, D.C. 830 p.
15. Dunn, I. J., E. Heinzle, J. Ingham and J. E. Prenosil. 1992. Biological Reaction Engineering: Principles, Applications and Modelling with PC Simulation. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim. 438 p.
16. Lee, J.M. 1992. Biochemical Engineering. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 321 p.
17. Nielsen J. and J. Villadsen. 1994. Bioreaction Engineering. Plenum Press, New York. 456 p.
18. Mosier, N.S. and M.R. Ladisch. 2009. Modern Biotechnology: Connecting Innovations in Microbiology and Biochemistry to Engineering Fundamentals. A John Wiley & Sons, Inc., New Jersey. 433p.
19. Huang, T.K. and K.A. McDonald. 2012. Bioreactor systems for in vitro production of foreign proteins using plant cell cultures. Biotechnology Advances 30(2), 398–409.
20. Kieran, P.M., P.F. MacLoughlin and D.M. Malone. 1997. Plant cell suspension cultures: some engineering considerations. Journal of Biotechnology 59(1-2), 39–52.
21. Rao, S.R. and G.A. Ravishankar. 2002. Plant cell cultures: Chemical factories of secondary metabolites. Biotechnology Advances 20(2), 101–153.
22. Shih, S.M.H. and P.M. Doran. 2009. Foreign protein production using plant cell and organ cultures: Advantages and limitations. Biotechnology Advances 27(6), 1036–1042.
23. Aguera, E. and J.M. Sablayrolles. 2005. Pilot scale vinifications (100 L): II Characteristic-advantages. Internet Journal of Viticulture and Enology 14(6). [cited 2016 Jan 8]. Available from: http://www.infowine.com/Default.asp?scheda=2581.
24. Colombié, S., E. Latrille and J.M. Sablayrolles. 2008. Interest of on-line monitoring electrical conductivity during wine fermentation. European Food Research and Technology 226(6), 1553–1557.
25. El Haloui, N., D. Picque and G. Corrieu. 1988. Alcoholic fermentation in winemaking: On-line measurement of density and carbon dioxide evolution. Journal of Food Engineering 8(1), 17–30.
26. Roustan, J.L. and P. Barre, P. 1997. Use of constant rate alcoholic fermentations to compare the effectiveness of different nitrogen sources added during the stationary phase. Enzyme and Microbial Technology 20(5), 373–380.
27. Sablayrolles, J.M. 2009. Control of alcoholic fermentation in winemaking: Current situation and prospect. Food Research International 42(4), 418–424.
28. Sablayrolles, J.M., P. Barre and P. Grenier. 1987. Design of a laboratory automatic system for studying alcoholic fermentations in anisothermal enological conditions. Biotechnology Techniques 1(3), 181–184.

หมายเหตุ (3) ระเบียบ/เกณฑ์ “การให้คะแนนพิเศษเพิ่มเมื่อทำถูกกติกา” และ “การลงโทษเมื่อทำผิดกติกา”

<table>
<tr><td>อาจารย์ผู้สอน</td><td>ภาคบรรยาย</td><td>ภาคปฏิบัติ</td><td>รางวัล/โบนัสการเข้าเรียน</td></tr>
<tr><td>อ. สาโรจน์</td><td>14x0.20 = 2.8 ชม. = 3 ครั้ง</td><td>-</td><td>จำนวนครั้งที่เข้าเรียน ตรงเวลา (L_1)</td></tr>
<tr><td>รวม</td><td colspan="2">บรรยาย 14 ชั่วโมง = 14 ครั้ง</td><td>(14+14) = 28 ครั้ง</td></tr>
<tr><td>รวมรางวัล/โบนัส</td><td colspan="2">(บรรยาย + โบนัส + ประเมิน) = 14+14+12 = 40 ครั้ง</td><td rowspan="2">ครั้งละ (5.00/40) = 0.125%</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">การประเมินการสอนผ่านเว็บครั้งที่ 1 และ 2 รวม 2 ครั้ง ๆ ละ 6 ครั้ง</td></tr>
<tr><td colspan="4">1. นิสิตที่ขาดเรียนแต่ละครั้งจะได้คะแนนการเข้าชั้นเรียนติดลบ 1 ครั้ง (0+(-1) = -1)
2. นิสิตที่เข้าเรียนตรงเวลา (L_1) จะได้คะแนนการเข้าชั้นเรียนเพิ่ม 1 ครั้ง (1+1 = 2)
3. กรณีการเซ็นชื่อเข้าชั้นเรียนให้ผู้อื่น จะถูกหักคะแนนครั้งละ 20% (ผู้เซ็นชื่อให้) และ 10% (ผู้ได้รับการเซ็นชื่อให้) ของคะแนนเต็ม 25% ของรายวิชา (ส่วนของ อ.สาโรจน์) ถ้าหากกระทำผิดซ้ำจะเพิ่มการลงโทษคูณด้วยจำนวนครั้งที่กระทำผิด
4. นิสิตที่ขาดเรียนเกินโควตาของอาจารย์แต่ละท่านจะไม่สิทธิ์ในการสอบข้อเขียนในส่วนของอาจารย์แต่ละท่าน (ตามดุลพินิจ)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="5">การแบ่งคะแนนการเข้าชั้นเรียนแต่ละครั้ง</td></tr>
<tr><td>สัดส่วน</td><td>100%</td><td>75%</td><td>50%</td><td>25%</td></tr>
<tr><td>บรรยาย</td><td>L_1 (ระหว่าง 0-10 นาทีแรก)</td><td>L_2 (ระหว่าง10-20 นาทีแรก)</td><td>L_3 (ระหว่าง 20-30 นาทีแรก)</td><td>L_4 (ระหว่าง 30-60 นาทีแรก)</td></tr>
</table>