รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการวิจัย (Project)
โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2553

***ส่วนที่ 1* สรุปผลการดำเนินงานโครงการวิจัย (Project)**

1.1 รหัส ว-ท(ด)23.53 ชื่อโครงการ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตก๊าซไฮโดรเจนทางชีวภาพ โดยใช้ระบบเพาะเลี้ยงแบบกึ่งต่อเนื่อง

1.2 ลักษณะโครงการ
- (✓) เป็นโครงการวิจัยเดี่ยว
- ( ) เป็นโครงการย่อยในชุดโครงการวิจัย (ระบุชื่อชุดโครงการวิจัย) ....

1.3 ชื่อหัวหน้าโครงการ รองศาสตราจารย์ ดร.เลอลักษณ์ จิตรดอน

1.4 หน่วยงานหลักรับผิดชอบ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5 ประเภทโครงการ
- (✓) โครงการวิจัย 3 สาขา; ☐ เกษตรศาสตร์ ☑ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ☐ สังคมศาสตร์ฯ
- ( ) โครงการวิจัยสถาบันเพื่อพัฒนาคุณภาพ
- ( ) โครงการวิจัยและถ่ายทอดงานวิจัยสู่ประชาชน
- ( ) โครงการเสริมสร้างความเข้มแข็งด้านการวิจัย
- ( ) โครงการวิจัยเพื่อพัฒนาหน่วยปฏิบัติการวิจัยเชี่ยวชาญเฉพาะ (SRU)
- ( ) โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพเชิงบูรณาการเพื่อการแข่งขันฯ
- ( ) โครงการวิจัยพัฒนาร่วมภาครัฐและเอกชน

1.6 ระยะเวลาดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ 1 ปี ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2553 ถึงปีงบประมาณ 2553

1.7 สถานที่ดำเนินงานวิจัย/เก็บข้อมูล ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.8 งบประมาณรวมตลอดโครงการ 180,000.00 บาท ประกอบด้วย

ปีงบประมาณ 2553 ได้รับ 180,000.00 บาท ปีงบประมาณ.......... ได้รับ.......... บาท
ปีงบประมาณ.......... ได้รับ.......... บาท ปีงบประมาณ.......... ได้รับ.......... บาท
ปีงบประมาณ.......... ได้รับ.......... บาท ปีงบประมาณ.......... ได้รับ.......... บาท

วัน / เดือน / ปี ทำสัญญารับทุน 27 มค. 2553

1.9 วัตถุประสงค์โครงการวิจัย

1) ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียกลุ่ม purple non-sulfur phototrophic ด้วยวิธีการหมักแบบกึ่งต่อเนื่อง (semi-continuous fermentation) เมื่อใช้ระบบ repeated batch และ repeated-fed cultivation ในขวดแบนขนาด 1.7 ลิตร ภายใต้สภาวะที่มีแสงจากหลอดไฟ ปัจจัยได้แก่ ความเข้มข้นของเชื้อเริ่มต้น อายุเชื้อ แสง ปริมาณแหล่งไนโตรเจน

2) ผลิตก๊าซไฮโดรเจนโดยใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงกลุ่ม purple non-sulfur phototrophic ด้วยวิธีการหมักแบบกึ่งต่อเนื่อง (semi-continuous fermentation) ในขนาด 1.7 ลิตร โดยใช้กรดอินทรีย์เป็นแหล่งให้อิเล็กตรอน ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม

3) ได้ข้อสรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ ในการขยายขนาดโดยใช้ถังที่ออกแบบไว้เดิมขนาด 6 ลิตรในการผลิตไฮโดรเจน แบบกึ่งต่อเนื่อง (semi-continuous fermentation) ระบบใดระบบหนึ่งระหว่าง repeated batch และ repeated-fed batch

1.10 เป้าหมายผลงานวิจัยตลอดโครงการ

ปีที่	เดือนที่	ผลงานวิจัยที่คาดว่าจะได้
1.	1-6	ก) ทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยสำคัญในการผลิตก๊าซไฮโดรเจน โดยใช้ระบบ batch ใน photobioreactor ขนาด 1.7 ลิตร ได้แก่ ความเข้มข้นของเชื้อเริ่มต้น อายุเชื้อ ปริมาณเชื้อ แสง ปริมาณแหล่งไนโตรเจน โดยติดตาม growth curve, วิเคราะห์ค่าโปรตีนของเซลล์, ปริมาณไฮโดรเจนที่เชื้อผลิต, อัตราการผลิตก๊าซ, yield ของไฮโดรเจน คือปริมาณไฮโดรเจนต่อสับสเตรดที่ใช้ไป, ค่า μ, ติดตามการเจริญเพื่อหาเวลาที่เชื้ออายุถึง stationary phase และการเปลี่ยนแปลงค่า pH เป็นต้น การทดลองใช้อาหารมาตรฐาน ภายใต้สภาวะที่มีแสงจากหลอดไฟ
	7-12	ก) กำหนดพารามิเตอร์ในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนแบบ semi-continuous แล้วทดลองผลิตก๊าซไฮโดรเจน ด้วยวิธี repeated batch และ repeated fed-batch ในขนาด 1.7 ลิตร และทดลองปรับเปลี่ยน (vary) เปอร์เซนต์สารละลายที่เอาออก (Effluent) และ ที่เติมลงไปแทน (Influent) ข) สรุปถึงพารามิเตอร์ที่สำคัญ ปัญหา อุปสรรค ความเป็นไปได้ในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนโดยระบบแบบกึ่งต่อเนื่อง ค) เปรียบเทียบระบบการผลิตแบบ semi-continuous กับระบบการหมักแบบ batch ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ง) เขียนรายงานฉบับสมบูรณ์

1.11 สรุปการดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์ (ตามแผน)	เป้าหมาย / ผลที่คาด (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน (ปฏิบัติได้จริง)
1. ศึกษาปัจจัยสำคัญในการผลิตก๊าซไฮโดรเจน โดยใช้ระบบ batch ใน photobioreactor ขนาด 1.7 ลิตร โดยการทดลองใช้อาหารมาตรฐาน ภายใต้สภาวะที่มีแสงจากหลอดไฟ	1. ทราบถึงปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นข้อมูลเลือกสภาวะที่ดีที่สุดในการนำสารละลายเข้า-ออกจากระบบการผลิตก๊าซไฮโดรเจนในขวดแบนขนาด 1.7 ลิตร เมื่อใช้อาหารมาตรฐาน ภายใต้สภาวะที่มีแสงจากหลอดไฟ	1.1 ทำการทดลองเสร็จสิ้นแล้วและได้ผลสำเร็จ คือ ได้ค่าปัจจัยต่างๆ แล้ว (ก) ความเข้มข้นของเชื้อเริ่มต้น (ข) อายุเชื้อ (ค) ปริมาณเชื้อ (ง) แสง (จ) ปริมาณแหล่งไนโตรเจน โดยติดตาม growth curve, วิเคราะห์ค่าโปรตีนของเซลล์, ปริมาณไฮโดรเจนที่เชื้อผลิต, อัตราการผลิตก๊าซ, yield ของไฮโดรเจน คือปริมาณไฮโดรเจนต่อสับสเตรดที่ใช้ไป, ค่า μ, ติดตามการเจริญเพื่อหาเวลาที่เชื้ออายุถึง stationary phase และการเปลี่ยนแปลงค่า pH 1.2 สรุปในเบื้องต้นได้ว่า ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อ

		ความสั้นยาวของ lag phase ในการที่เซลล์จะสร้างไฮโดรเจน ได้แก่ 1.2.1 ***ความเข้มแสง*** กล่าวคือ เมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้น ปริมาณไฮโดรเจนสะสมเพิ่มขึ้น และความเข้มแสงที่น้อยที่สุดจะใช้ในการศึกษาการผลิตไฮโดรเจนแบบกึ่งต่อเนื่อง คือ 5,000 ลักส์ 1.2.2 ***อายุของเชื้อเริ่มต้น*** ที่เหมาะสม คือ 32-48 ชั่วโมง ด้วยการเปรียบเทียบอัตราการเจริญจำเพาะของเซลล์ที่เพาะเลี้ยงภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส 1.2.3 ***ปริมาณ inoculum*** ไม่มีอิทธิพล 1.2.4 ***ปริมาณแหล่งไนโตรเจน*** เซลล์ผลิตไฮโดรเจนได้เมื่อปริมาณกลูตาเมตเท่ากับ 0.5-5.0 mM และพบว่า ปริมาณกลูตาเมต 0.5 mM กราฟการผลิตก๊าซชันขึ้นเล็กน้อย
2. กำหนดพารามิเตอร์ในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนแบบ semi-continuous แล้ว 2.1 ทดลองผลิตก๊าซไฮโดรเจน ด้วยวิธี repeated batch และ repeated fed-batch ในขนาด 1.7 ลิตร เปรียบเทียบกันและ	2. กำหนดให้ใช้พารามิเตอร์เหมาะสมที่ได้ผลจากข้อ 1 คือ แสง และอายุของเชื้อเริ่มต้น เป็นต้น นำมาทำการทดลองในขนาด 1.7 ลิตร 2.1 สามารถใช้การเพาะเลี้ยงเซลล์แบบ semi-continuous fermentation วิธีใดวิธีหนึ่ง (repeated batch และ/หรือ repeated fed-batch cultivation) ในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสายพันธุ์ที่คัดเลือก และ	2. ได้ทดลองผลิตไฮโดรเจนแบบกึ่งต่อเนื่องทั้ง repeated batch และ repeated-fed batch ในขนาด 1.7 ลิตร แล้วทั้ง 2 แบบ **ได้ผลสำเร็จ** การเพิ่มปริมาณการผลิตไฮโดรเจนด้วยระบบ semi-continuous fermentation ดังข้อ 2.1 โดยใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมจากข้อ 1 คือ แสง 5,000 ลักส์ และอายุของเชื้อเริ่มต้น คือ 32-48 ชั่วโมง เป็นการทดลองในขนาด 1.7 ลิตร 2.1 ในระบบ repeated batch ที่ให้ผลการผลิตไฮโดรเจนสูงขึ้นกว่าระบบ Batch คือ ปริมาณสารละลายเซลล์ที่ถ่ายออกและอาหารใหม่ที่ใส่เข้าไปใหม่ เท่า 50% ของปริมาตรของเหลวทั้งหมด (1.7 ลิตร) ได้ปริมาณไฮโดรเจนสะสมเพิ่มขึ้น 3 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงแบบ batch 2.2 ในระบบ repeated fed-batch ปริมาณสารละลายเซลล์ที่ถ่ายออกและอาหารใหม่ที่ใส่เข้าไปใหม่ เท่า 5% ของปริมาตรของเหลวทั้งหมด (1.7 ลิตร) ได้ปริมาณไฮโดรเจนสะสมเพิ่มขึ้น 2 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงแบบ batch แต่เมื่อเปรียบเทียบกับระบบ repeated batch ระบบนี้ให้อัตราการผลิตต่ำกว่า
2.2 ทดลองปรับเปลี่ยน (vary) เปอร์เซนต์สารละลาย	2.2 ได้ข้อมูลเปอร์เซ็นต์สารละลายเซลล์ที่เอาออกจากระบบ (output)	2.2 เลือกวิธีการผลิตก๊าซไฮโดรเจนแบบ repeated batch ศึกษาปริมาตรสารละลายที่จะนำเข้าและ

ที่เอาออก (Effluent) และ ที่เติมลงไปแทน (Influent)	และอาหารเลี้ยงเชื้อใหม่ที่เติมลงไปแทน (input)	ถ่ายออก กำหนดอัตราเป็น 25% 75% และ 90% เปรียบเทียบกับการทดลองในข้อ 2.1 **ได้ผลสำเร็จ** ได้ปริมาตรสารละลายที่จะถ่ายเทที่ดีขึ้นกว่าผลในข้อ 2.1 คือ ปริมาตรที่ถ่ายเทแล้วให้ผลดีที่สุดเท่ากับ 25% โดยเติมทุกๆ 96 ชั่วโมง ทำให้เวลาในการเกิดก๊าซไฮโดรเจนเริ่มได้เร็วขึ้น โดยเฉพาะในช่วงที่ 2 คือ เริ่มใน 18 ชม. นั่นคือ สามารถลดระยะ lag phase ในการผลิตก๊าซ (เดิมใช้เวลาช่วง lag phase เท่ากับ 24 ชม.)
3. สรุปถึงพารามิเตอร์ที่สำคัญ ปัญหา อุปสรรค ความเป็นไปได้ในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนโดยระบบแบบกึ่งต่อเนื่อง	3. สามารถสรุปถึงพารามิเตอร์ที่สำคัญ ปัญหา อุปสรรค ความเป็นไปได้ในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนโดยระบบแบบกึ่งต่อเนื่องได้ โดยได้ 3.1 พารามิเตอร์สำคัญ 3.2 ข้อสรุป ข้อเสนอแนะว่าสามารถใช้ระบบกึ่งต่อเนื่อง อาจได้วิธีที่ดีขึ้นสำหรับการผลิตก๊าซไฮโดรเจนด้วยชีววิธีและได้ปริมาณก๊าซหรืออัตราการผลิตก๊าซไฮโดรเจนที่เพิ่มขึ้น 3.3 ข้อ ดีข้อจำกัด และปัญหาอุปสรรค ของการผลิตไฮโดรเจนด้วยการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียแบบ semi-continuous fermentation	3. สามารถสรุปผลได้ ให้ผลดีกับการทำการทดลองในขนาดขยาย 5-10 ลิตรต่อไป คือ อยู่ระหว่างดำเนินการ โดยเปรียบเทียบปริมาณและ อัตราการผลิตเซลล์และก๊าซไฮโดรเจน ที่ได้จากระบบ เป็นต้น ***3.1 พารามิเตอร์ที่สำคัญ*** คือ ปริมาณแหล่งไนโตรเจน ในที่นี้ คือ กรดกลูตามิค (L-glutamic acid) และความเข้มแสง, อายุของเชื้อ และปริมาณเชื้อเริ่มต้น ***3.2 สรุปผลสำเร็จ*** สามารถเพิ่มอัตราการผลิตก๊าซไฮโดรเจน, ยืดเวลาการผลิตก๊าซ, ได้ปริมาณก๊าซสะสมเพิ่มขึ้นและลดระยะเวลาการเริ่มต้นการผลิตก๊าซ (lag phase) คือสามารถผลิตก๊าซได้เร็วขึ้น โดยการใช้ระบบ semi-continuous ได้ทั้ง repeated batch และ repeated fed batch โดยเฉพาะระบบ repeated batch ที่มีอัตราการถ่ายเทสารละลาย 25-50% ทุกๆ 96 ชั่วโมง สามารถผลิตไฮโดรเจนทั้งหมดได้มากกว่าระบบ batch 2-3 เท่า ได้ระยะเวลายาวนานขึ้น 210-347 ชั่วโมง และเริ่มผลิตใน cycle ที่ 2 เร็วขึ้น 6 ชม. ***3.3 ข้อเสนอแนะ*** สมควรสนับสนุนให้ขยายขนาดเป็นถังหมักขนาด 5-10 ลิตร ซึ่งทางกลุ่มวิจัยมีศักยภาพที่จะทำได้ ***ปัญหา อุปสรรค*** คือ การเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย *Rubrivivax gelatinosus* SB24 ที่ชอบอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แต่ในห้องปฏิบัติการอุณหภูมิจะขึ้นสูงมากกว่า 40 องศาเซลเซียส เมื่อปิดตึก ต้องคอยตรวจระบบตลอดเวลา แม้จะมีระบบควบคุมอุณหภูมิ แต่สู้ความร้อนที่เกิดจากการที่อากาศไม่

		ถ่ายเทไม่ได้ นิสิตหรือผู้ช่วยวิจัยจึงต้องอยู่กับระบบอย่างต่อเนื่อง เช่น ตลอด 240-385 ชม. หรือ 10-15 วัน หลายครั้งที่ผู้วิจัยและนิสิตผู้ช่วยวิจัยป่วย และบางครั้งเกิดอุบัติเหตุจากการอดนอน หัวหน้าโครงการต้องออกค่ารักษาพยาบาลเป็นการส่วนตัว นอกเหนือจากการให้ค่าล่วงเวลาด้วย และเป็นการยากที่จะหาผู้ช่วยวิจัยด้วยค่าตอบแทนที่น้อย ตามที่ สวพ.ให้ เสนอให้ในรอบที่ขอทำกับระบบขนาดขยาย 5-10 ลิตร สวพ.กรุณาเพิ่มจำนวนทุนสนับสนุนให้ และขอให้สามารถเบิกค่ารักษาพยาบาลให้นิสิตช่วยวิจัยได้ด้วย
4. เปรียบเทียบระบบการผลิตแบบ semi-continuous กับระบบการหมักแบบ batch ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน *เสนอแนะความเป็นไปได้ในการขยายขนาดเป็น 6-10 ลิตร*	ระบบการผลิตแบบ semi-continuous ให้ผลดีกว่า ระบบการหมักแบบ batch ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน	**<u>ได้ผลสำเร็จ</u>** สามารถเพิ่มอัตราการผลิตก๊าซไฮโดรเจน, ยืดเวลาการผลิตก๊าซ, ได้ปริมาณก๊าซสะสมเพิ่มขึ้นและลดระยะเวลาการเริ่มต้นการผลิตก๊าซ (lag phase) คือสามารถผลิตก๊าซได้เร็วขึ้น โดยการใช้ระบบ semi-continuous โดยเฉพาะระบบ repeated batch ที่มีอัตราการถ่ายเทสารละลาย 25-50% ทุกๆ 96 ชั่วโมง สามารถผลิตไฮโดรเจนทั้งหมด ได้มากกว่าระบบ batch 2-3 เท่า ได้ระยะเวลายาวนานขึ้น 210-347 ชั่วโมง และเริ่มผลิตใน cycle ที่ 2 เร็วขึ้น 6 ชม. มีความเป็นไปได้ในการขยายขนาดจาก 1.7 ลิตร เป็น 6-10 ลิตร เนื่องจาก photobioreactore เป็นระบบการผลิตไฮโดรเจนที่ผู้วิจัยได้ออกแบบ และจดสิทธิบัตร คือ 1)"ถังหมักเพื่อผลิตก๊าซไฮโดรเจนโดยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง(Fermentor for Hydrogen Production by Photosynthetic bacteria)" ไปเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ.2551 และ 2) "ชุดผลิตก๊าซไฮโดรเจนด้วยชีววิธีที่ควบคุมอุณหภูมิได้ (Set of Biohydrogen Production with Temperature controller)" เมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2553 ซึ่งสิทธิบัตรทั้งสองฉบับเป็นระบบที่ได้รับการพัฒนาจากคณะผู้วิจัยแล้วโดยสามารถผลิตไฮโดรเจนภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งดีกว่าในขนาดบรรจุ 1.7 ลิตร สำหรับปัญหาที่อาจจะเกิดจากการปนเปื้อน (contaminate) จากจุลินทรีย์ที่เราไม่ต้องการ

		สามารถแก้ไขได้โดยการเชื่อมต่อระบบหมุนเวียนสารละลายให้เป็นท่อระบบปิดได้
5. เขียนรายงานฉบับสมบูรณ์	5.1 รายงานฉบับสมบูรณ์ 5.2 เขียนบทความวิชาการ/เสนอผลงานในการประชุมวิชาการ	5.1 รายงานฉบับสมบูรณ์ *(ฉบับร่าง)* 5.2 อยู่ระหว่างดำเนินการเขียนบทความวิชาการ

1.12 สรุปผลการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์

(✓) บรรลุผลการดำเนินงานที่ได้ เป็นไปตามแผน พบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการผลิตไฮโดรเจน คือ ความเข้มแสง อายุของเชื้อที่เจริญในช่วง early, middle และ late log phase และปริมาณแหล่งไนโตรเจน โดยสามารถเพิ่มอัตราการผลิตก๊าซไฮโดรเจน, ยืดเวลาการผลิตก๊าซ, ได้ปริมาณก๊าซสะสมเพิ่มขึ้นและ ลดระยะเวลาการเริ่มต้นการผลิตก๊าซ (lag phase) คือสามารถผลิตก๊าซได้เร็วและสามารถผลิตไฮโดรเจนทั้งหมดได้มากกว่าระบบ batch 2-3 เท่า ได้ระยะเวลายาวนานขึ้น 210-347 ชั่วโมง

( ) บรรลุบางส่วน (ร้อยละ............) เหตุผล..............................

( ) ไม่บรรลุ เหตุผล..............................

1.13 ผลผลิต/ สิ่งที่ได้จากการวิจัย (Outputs) (โปรดระบุรายละเอียด)

(✓) องค์ความรู้/ข้อมูลพื้นฐาน ได้องค์ความรู้ทางด้านการพัฒนาการผลิตพลังงานก๊าซไฮโดรเจน โดยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง โดยประยุกต์ใช้ระบบการเพาะเลี้ยงเซลล์แบบกึ่งต่อเนื่อง (semi-continuous fermentation) เป็นความรู้พื้นฐานทางด้านจุลชีววิทยา และเทคโนโลยีชีวภาพเป็นองค์ความรู้ใหม่เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตก๊าซไฮโดรเจนและเพื่อเป็นแนวทางไปสู่การพัฒนาขยายขนาด

( ) สายพันธุ์พืช/สัตว์/จุลินทรีย์..............................

(✓) ผลิตภัณฑ์ พลังงานไฮโดรเจน / ระบบการผลิตแบบกึ่งต่อเนื่อง

(✓) สิ่งประดิษฐ์ ได้วิธีการและสภาวะที่เหมาะสมเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตพลังงานไฮโดรเจน แบบกึ่งต่อเนื่อง คาดหวังข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการขยายขนาดการผลิตเป็น 6-10 ลิตร ที่ให้ปริมาณพลังงานเพิ่มขึ้นและ/หรือ ต่อเนื่องยาวนานขึ้นและ/หรือลดระยะเวลาการผลิตให้เร็วขึ้น

(✓) เทคโนโลยี/นวัตกรรม การผลิตพลังงานก๊าซไฮโดรเจนจากแบคทีเรียสังเคราะห์แสงที่ผลิตแบบกึ่งต่อเนื่อง

( ) ฐานข้อมูล/ซอฟแวร์..............................

( ) คู่มือ..............................

( ) วิดีทัศน์..............................

(✓) การสร้างนักวิจัย/สนับสนุนนิสิตปริญญาตรี..........คน ปริญญาโท..........คน ปริญญาเอก 1 คน

......(✓) สนับสนุนการศึกษาปัญหาพิเศษ.......... เรื่อง (ระบุ)........... วิทยานิพนธ์ 1 เรื่อง (ระบุ) Improvement of system efficiency in biohydrogen production by *Rubrivivax gelatinosus* SB24, a non-sulfur purple phototrophic bacterium

○ อื่นๆ (ระบุ)..........

1.14 ผลลัพธ์/ผลสำเร็จที่ได้/หรือคาดว่าจะได้จากการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ (Outcomes)

(1) เป้าหมายการนำไปใช้ประโยชน์ (ระบุกลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยเชิงปริมาณ/คุณภาพ)

(✓) ด้านการศึกษา/เสริมการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มพูนวิชาความรู้ ความชำนาญและเป็นการนำความรู้ทางวิชาการและเทคโนโลยี มาใช้เพิ่มอัตราการผลิตพลังงานทางเลือกชีวภาพนี้

○ ด้านการเกษตร..........

○ ด้านอุตสาหกรรม..........

(✓) ด้านทรัพยากรธรรมชาติ/สิ่งแวดล้อม (1)ได้พลังงานทดแทนที่เป็นพลังงานสะอาด (2) เป็นการลดมลพิษทางอากาศ เพราะพลังงานก๊าซไฮโดรเจนเป็นพลังงานทางเลือกที่เมื่อเผาไหม้แล้วให้น้ำเป็นผลผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

(✓) ด้านคุณภาพชีวิต สุขภาพอนามัย มีพลังงานทางเลือกใช้และ ลดปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นจาก ......ทางด้านอากาศและน้ำ ช่วยลดภาวะเรือนกระจก และลดภาวะโลกร้อน

(✓) ด้านเศรษฐกิจ เป็นแนวทางเพิ่มความมั่นคงเศรษฐกิจจากการผลิตพลังงานทดแทนขึ้นใช้ได้เองใน

○ ด้านสังคม..........

○ ด้านการทำนุบำรุงศิลป ศาสนา วัฒนธรรม..........

○ ด้านการถ่ายทอดเทคโนโลยี/ฝึกอบรมแก่กลุ่มเป้าหมาย..........

○ เสนอภาครัฐ เพื่อใช้กำหนดแผน/นโยบาย ฯลฯ ....

(✓) นำความรู้ไปวิจัย/พัฒนาขั้นต่อไป ผลจากงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานและเป็นแนวทางที่จะต่อยอดการพัฒนาระบบการผลิตพลังงานทางเลือกชนิดไฮโดรเจนทางชีวภาพ ด้วยการนำระบบนี้ไปปรับปรุงและทดลองใช้กับวัสดุทางการเกษตรและน้ำทิ้งจากโรงงานทางอุตสาหกรรมเกษตร ที่กลุ่มผู้วิจัยได้แสดงในโครงการวิจัยก่อนหน้านี้ว่า สามารถใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตก๊าซนี้ได้จากแบคทีเรียสายพันธุ์ที่ใช้อยู่นี้ได้ในระบบ Batch

(✓) ก่อให้เกิดความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน/การสร้างเครือข่าย เกิดความร่วมมือทางวิชาการด้านพลังงานทดแทนหรือพลังงานทางเลือก ระหว่างสถาบันการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ

○ อื่นๆ (ระบุ)..........

(2) สรุปผลการนำผลการวิจัยไปเผยแพร่ / ถ่ายทอด **ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดโครงการ** (ระบุรายละเอียดอยู่ระหว่างดำเนินการส่งตีพิมพ์/ตีพิมพ์แล้วในรูปแบบ**เอกสารอ้างอิง**และ**แนบสำเนาเป็นภาคผนวก**ของรายงาน)

○ ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการต่างประเทศ.......... เรื่อง (ระบุ)..........

○ ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการในประเทศ.......... เรื่อง (ระบุ)..........

○ นำเสนอในการประชุม/สัมมนา ต่างประเทศ.............เรื่อง (ระบุ)...

○ นำเสนอในการประชุม/สัมมนา ในประเทศ..............เรื่อง (ระบุ)...

○ นำเสนอทางวิทยุ/โทรทัศน์/Website...................เรื่อง/ครั้ง (ระบุ)..

○ นำเสนอทางนิทรรศการ ....เรื่อง/ครั้ง (ระบุ)..

○ บทความ/เอกสารสิ่งพิมพ์/วีดีทัศน์.......................เรื่อง/ครั้ง (ระบุ)..

○ ถ่ายทอด/ฝึกอบรมแก่เกษตรกร/ผู้สนใจ..................เรื่อง/ครั้ง (ระบุ)..

○ ถ่ายทอดสู่ภาคเอกชน/อุตสาหกรรม/ผู้ประกอบการ (ประโยชน์เชิงพาณิชย์)......เรื่อง/ครั้ง (ระบุ)..............

○ ภาครัฐนำไปใช้กำหนดแผน/นโยบาย ฯลฯ (ระบุ)..

○ มีผู้นำผลงานวิจัยไปอ้างอิง (ระบุ)..

○ อื่นๆ (ระบุ)..

1.15 การยื่นจด ○ สิทธิบัตร ○ อนุสิทธิบัตร ○ ลิขสิทธิ์

○ มีศักยภาพที่จะยื่นจด (ระบุ)................................ ○ ยื่นจดแล้ว เมื่อ..............................

1.16 ผลกระทบ (Impact) ที่เกิดจากการนำผลการวิจัยไปใช้ (ระบุว่าก่อให้เกิดผลกระทบอย่างไร)

✓ ด้านความมั่นคง อาทิ การเมืองการปกครอง กฎหมาย การต่างประเทศ โครงสร้างพื้นฐาน และบริการโทรคมนาคม ฯลฯ (ระบุ) เป็นการเพิ่มศักยภาพในการผลิตพลังงานทางเลือกทางชีวภาพ

✓ ด้านการเศรษฐกิจ อาทิ การพาณิชยกรรม การเกษตรกรรม การอุตสาหกรรม การท่องเที่ยว วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พลังงาน ฯลฯ (ระบุ) ปรับปรุงระบบในการผลิตพลังงานก๊าซไฮโดรเจนทางชีวภาพด้วยระบบ semi-continuous เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงานก๊าซไฮโดรเจนต่อไป

○ ด้านคุณภาพชีวิตและสังคม ศักยภาพของคนและการศึกษา การแพทย์และสาธารณสุข หลักประกันความมั่นคง สวัสดิการสังคม วัฒนธรรม จริยธรรมและค่านิยม ฯลฯ (ระบุ)..............................

○ ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การบริการจัดการการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์ การป้องกันการทำลาย ลดการสูญเสีย การฟื้นฟูทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ฯลฯ

○ อื่นๆ (ระบุ)..

1.17 ผลการดำเนินงานวิจัยสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ ในด้าน

○ ยุทธศาสตร์การขจัดความยากจน

✓ ยุทธศาสตร์การพัฒนาคนและสังคมที่มีคุณภาพ

✓ ยุทธศาสตร์การปรับโครงสร้างเศรษฐกิจให้สมดุล และแข่งขันได้

○ ยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

○ ยุทธศาสตร์การต่างประเทศและเศรษฐกิจระหว่างประเทศ

○ ยุทธศาสตร์การพัฒนากฎหมายและส่งเสริมการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดี

○ ยุทธศาสตร์การส่งเสริมประชาธิปไตยและกระบวนการประชาสังคม

○ ยุทธศาสตร์การรักษาความมั่งคงของรัฐ

(✓) ยุทธศาสตร์การรองรับการเปลี่ยนแปลงและพลวัตโลก

◯ อื่นๆ โปรดระบุ..

1.18 ปัญหา อุปสรรค ในการดำเนินงานวิจัยและแนวทางแก้ไข 1) เมื่อใช้ถังหมักแบนขนาดใหญ่เลย คือ 6 ลิตร พบว่า เนื่องจากลักษณะถังหมักที่ออกแบบเองยังไม่เหมาะสมกับการประยุกต์มาใช้ระบบกึ่งต่อเนื่อง เช่น ความไม่เหมาะสมในการถ่ายเทของเหลวเข้าและออกจากถังหมัก ปัญหาการปนเปื้อน (contaminate) จากจุลินทรีย์ที่เราไม่ต้องการเมื่อมีการถ่ายเทของเหลวซ้ำหลายหน แนวทางในการแก้ปัญหา คือ การทำระบบการถ่ายเทของเหลวให้เป็นระบบปิด ซึ่งคงต้องอาศัยวิศวกรออกแบบ และสร้างระบบอัตโนมัติที่เป็ระดับโรงงานจริงๆ หากทำได้ในห้องปฏิบัติการนี้ จะคงต้องใช้ระบบที่จดสิทธิบัตรเท่านั้น ซึ่งต้องอาศัย skill ของผู้วิจัย 2) การใช้ระบบเซลล์ตรึง (cell immobilized) เพื่อยึดเซลล์แบคทีเรียสังเคราะห์แสงกับผนังของ photobioreactor ทำให้การถ่ายเทของเหลวเข้าออกจากถังหมักมีเฉพาะสารอาหารเท่านั้น ซึ่งจะเสนอในโครงการต่อไป

3) ไฟฟ้าที่ตึกมักจะดับเมื่อฝนตก ทำให้หลายครั้งผลการทดลองเสียต้องทำใหม่ แนวทางการแก้ไข คือ ปัจจุบัน ทางคณะวิทยาศาสตร์ ได้ดำเนินการ จัดการระบบหม้อแปลงสำหรับตึกจุลชีววิยา-พันธุศาสตร์ เรียบร้อยแล้วซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาเรื่องไฟฟ้าได้ระดับหนึ่ง

4) เพื่อป้องกันอุบัติเหตุรุนแรงในระหว่างปฏิบัติงานวิจัย ที่ปัจจุบันการเก็บตัวอย่าง หรือการถ่ายเทสารอาหารใช้เป็นแบบ manual การแก้ไขปัญหาคือออกแบบระบบทั้งหมดให้เป็นระบบ auto ซึ่งกลุ่มผู้วิจัยต้องอาศัยวิศวกรมาออกแบบ แต่ต้องให้ fit กับสรีรวิทยาของเชื้อ และสร้าง Automated Photobioreactor system ให้

1.19 งานที่จะทำต่อไป/คำชี้แจงเพิ่มเติม การนำผลสำเร็จจากการปรับปรุงระบบการผลิตไฮโดรเจน กล่าวคือ สามารถใช้ระบบ repeated batch ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้ต่อเนื่องและ เพิ่มปริมาณพลังงานได้มากกว่าระบบ Batch ไปทำการพัฒนาต่อไป คือ (1) ขยายขนาดทำใน photobioreactor ที่ออกแบบไว้เดิมขนาด 5-10 ลิตร และ (2) ทดลองระบบการตรึงเซลล์ (cell immobilized) กับการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฮโดรเจน อนึ่ง ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สวพ.ต่อมาแล้วในปีงบประมาณ 2555

1.20 ได้แนบ **"รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของโครงการ (Project)"** ตามหัวข้อ **ในส่วนที่ 2** (หน้าถัดไป) มาด้วยแล้ว

ลงชื่อ..หัวหน้าโครงการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เลอลักษณ์ จิตรดอน)

4 / มิถุนายน /2554 วัน/เดือน/ปี ที่รายงาน