



วิทยานิพนธ์

การเตรียมผลิตภัณฑ์โปรตีนจากกากธัญชาติของการผลิตเบียร์

**PREPARATION OF PROTEIN PRODUCTS FROM BREWER'S
SPENT GRAIN**

นางสาวกาญจนา อินทรศิริ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2549



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์การอาหาร

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การเตรียมผลิตภัณฑ์โปรตีนจากกากธัญชาติของการผลิตเบียร์

Preparation of Protein Products from Brewer's Spent Grain

นามผู้วิจัย นางสาวกาญจนา อินทรศิลป์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์สุคนธ์ชื่น ศรีงาม, Ph.D)

กรรมการ

(อาจารย์สายพิณ ทานัชนาลัย, D.Eng)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์มุกดา จิรภูมิรินทร์, วท.ม.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนະบูลย์ สัจจานันตกุล, Ph.D)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อัจฉรหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การเตรียมผลิตภัณฑ์โปรตีนจากกากธัญชาติของการผลิตเบียร์

Preparation of Protein Products from Brewer's Spent Grain

โดย

นางสาวกาญจนา อินทรศิริ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการอาหาร)

พ.ศ. 2549

ISBN 974-16-2094-2

กาญจนา อินทรศิลป์ 2549: การเตรียมผลิตภัณฑ์โปรตีนจากกากธัญชาติของการผลิตเบียร์
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการอาหาร) สาขาวิทยาศาสตรการอาหาร
ภาควิชาวิทยาศาสตรและเทคโนโลยีการอาหาร ปรธานกรรมการที่ปรึกษา:
รองศาสตราจารย์สุคนธ์ชื่น ศรีงาม, Ph.D. 94 หน้า
ISBN 974-16-2094-2

ในกระบวนการผลิตเบียร์ก่อให้เกิดกากธัญชาติเหลือทิ้ง (Brewer's spent grain, BSG) ปริมาณมาก ซึ่งประกอบด้วยโปรตีนถึงร้อยละ 26-30 งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมแป้งโปรตีน โปรตีนคอนเซนเตรทและโปรตีนไอโซเลทจากกากธัญชาติเหลือทิ้ง และศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของผลิตภัณฑ์โปรตีนดังกล่าว กากธัญชาติแห้งประกอบด้วยเปลือกของข้าวมอลต์ขนาดใหญ่และส่วนอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เปลือกซึ่งเป็นชิ้นขนาดเล็ก เมื่อแบ่งขนาดเป็น 7 ส่วนด้วยตะแกรงเบอร์ 30 60 80 100 120 และ 140 เมช พบว่ากากธัญชาติส่วนที่มีขนาดเล็กมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นและมีปริมาณเส้นใยหยาบลดลง โปรตีนส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในส่วนที่ 1 ซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุด แต่เมื่อมีการบดก่อนแบ่งขนาด โปรตีนมีการกระจายในส่วนกากธัญชาติที่มีขนาดต่างๆ มากขึ้น แต่ผลผลิตไม่สูงพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ การเตรียมแป้งโปรตีนที่มีโปรตีนสูงขึ้นจึงใช้การร่อนผ่านตะแกรงขนาดเดียว สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีน คือ การใช้กากธัญชาติบดที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 140 เมช และมีโปรตีนเริ่มต้นร้อยละ 45.68 สกัดที่ pH 12 นาน 60 นาที เมื่อเตรียมเป็นโปรตีนคอนเซนเตรทและไอโซเลทได้ผลผลิตร้อยละ 16.47 และ 13.78 ของแป้งโปรตีน และได้ โปรตีนกลับคืนร้อยละ 19.80 และ 24.57 ของโปรตีนในแป้งโปรตีน ตามลำดับ โปรตีนทั้ง 3 ชนิด มีกรดอะมิโนกลูตามิกและโพรลีนสูง และมีไลซีนต่ำกว่าค่ามาตรฐานของ FAO/WHO เล็กน้อย แป้งโปรตีนมีความสามารถในการละลายต่ำสุดที่ pH ต่างๆ และมีความสามารถในการดูดซับน้ำต่ำสุด (3.63 กรัม/กรัมตัวอย่าง) แต่สามารถดูดซับน้ำมันสูงสุด (2.54 กรัม/กรัมตัวอย่าง) โปรตีนคอนเซนเตรทมีความสามารถในการละลายสูงที่สุดที่ pH 3-8 มีความสามารถในการดูดซับน้ำและน้ำมัน 4.10 และ 2.46 กรัม/กรัมตัวอย่าง ตามลำดับ ส่วนโปรตีนไอโซเลทแม้จะมีความสามารถในการละลายที่ pH 3-8 ต่ำกว่าโปรตีนคอนเซนเตรท แต่การละลายยังคงสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องใน pH ช่วง 9-10 ความสามารถในการดูดซับน้ำและน้ำมันมีค่า 4.69 และ 2.22 กรัม/กรัมโปรตีน ตามลำดับ โปรตีนทั้ง 3 ชนิด สามารถทำให้เกิดอิมัลชันได้ และโปรตีนคอนเซนเตรทมีความสามารถในการรักษาความคงตัวได้สูงสุด รองลงมาคือโปรตีนไอโซเลทและแป้งโปรตีนตามลำดับ โดยมีค่าความสามารถในการรักษาความคงตัวเมื่อใช้โปรตีนร้อยละ 1 เป็นร้อยละ 51.46, 48.04 และ 20.26 ตามลำดับ และค่าความสามารถในการรักษาความคงตัวมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อใช้โปรตีนมากขึ้น

Kanchana Intarasil 2006: Preparation of Protein Products from Brewer's spent grain.

Master of Science (Food Science), Master Field: Food Science, Department of Food Science and Technology. Thesis Advisor: Associate Professor Sukoncheun Sringam, Ph.D. 94 pages.

ISBN 974-16-2094-2

Beer making process produces high amount of Brewer's spent grain (BSG), which contains 26-30 % protein. Objectives of this research are to find optimum conditions for preparation of protein flour, protein concentrate and protein isolate from BSG, and to examine their chemical compositions and functional properties. Dried BSG consisted mainly of the large pieces of barley husk and small pieces of other structure. When dried BSG was separated into 7 fractions by sieving through a series of sieves no. 30, 60, 80, 100, 120 and 140 mesh, it was showed that protein content increased, while crude fiber content decreased with size decreasing. Most protein remained in fraction 1, which had the largest size. But when dried BSG was milled before sieving, proteins distributed more in other fractions. High protein flour could be prepared by sieving through only one sieve. The optimum condition for protein extraction were using BSG which passed through 140 mesh sieve, which had 45.68% protein as starting material and extracting at pH 12 for 60 minutes. Protein concentrate and protein isolate yield were 16.47 and 13.78% base on protein flour and had 19.80 and 24.57 % protein recovery respectively. All 3 protein products had higher in glutamic acid and proline and lower lysine than FAO/WHO standard. Protein flour had less solubility at various pH, and less water absorption capacity (3.63 g/g sample), but highest oil absorption capacity (2.54 g/g sample). Protein concentrate had highest solubility at pH 3-8, water absorption capacity and oil absorption capacity were 4.10 and 2.46 g/g sample respectively. Protein isolate had solubility lower than that of protein concentrate at pH 3-8 but higher at pH 9-10. Its water absorption capacity and oil absorption capacity were 4.69 and 2.22 g/g sample respectively. All 3 protein products had emulsion activity. Protein concentrate had highest emulsion stability, followed by protein isolate and protein flour. Their emulsion stabilities at 1 % protein concentration were 51.46, 48.04 and 20.26 % respectively. Emulsion stability was increased with increasing protein concentration.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

/ /

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สุคนธ์ชื่น ศรีงาม ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และแนวทางการแก้ปัญหาในระหว่างทำการวิจัย ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขรูปเล่มวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สายพิน ทานัชฌาภัย กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก รองศาสตราจารย์มุกดา จิรภูมิมนตรี กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำข้อคิดเห็น และตรวจแก้วิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์วิพิมพ์ จวีสุข ที่กรุณาเป็นผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัยในการสอบสัมภาษณ์ขั้นสุดท้าย ตลอดจนตรวจแก้วิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณบริษัทอาหารเสริม จำกัด ที่อนุเคราะห์ภาคัญชาติจากการผลิตเบียร์สำหรับใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร เจ้าหน้าที่คณะอุตสาหกรรมเกษตร เจ้าหน้าที่ห้องสมุดที่ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการวิจัย รวมทั้งขอบคุณเพื่อนๆ รุ่นพี่ และรุ่นน้อง และผู้มีพระคุณที่มีได้เอ่ยนามที่ให้ความช่วยเหลือ และกำลังใจที่ดีตลอดมา

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องที่ให้การสนับสนุนด้านกำลังใจ ทรัพย์ และกำลังใจที่ดีที่สุดตลอดมา จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

กาญจนา อินทรศีล

พฤษภาคม 2549

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ.....	(1)
สารบัญตาราง.....	(2)
สารบัญภาพ.....	(5)
คำนำ.....	1
การตรวจเอกสาร.....	3
ข้าวบาร์เลย์.....	3
ความหมายและกรรมวิธีการผลิตเบียร์.....	12
ของเหลือทิ้งจากการผลิตเบียร์.....	13
กากธัญชาติจากการผลิตเบียร์.....	14
การผลิตโปรตีนจากพืช.....	17
สมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีน.....	24
อุปกรณ์และวิธีการ.....	32
อุปกรณ์.....	32
วิธีการ.....	34
สถานที่ทำการวิจัย.....	38
ระยะเวลาทำการวิจัย.....	38
ผลและการวิจารณ์.....	39
สรุป.....	66
เอกสารและสิ่งอ้างอิง.....	68
ภาคผนวก.....	77
ภาคผนวก ก.....	77
ภาคผนวก ข.....	87

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบกรดอะมิโนของโปรตีนในข้าวบาร์เลย์	9
2	องค์ประกอบทางเคมีของของเหลือทิ้งจากการผลิตเบียร์.....	13
3	องค์ประกอบกรดอะมิโนของโปรตีนในกากธัญชาติ ข้าวบาร์เลย์ ข้าวเจ้า ข้าวโพด และข้าวสาลี.....	15
4	การแบ่งกลุ่มพืชที่ใช้ในการผลิตโปรตีน.....	17
5	องค์ประกอบทางเคมีของกากธัญชาติอบแห้ง.....	40
6	ความสัมพันธ์ของขนาดอนุภาค ปริมาณผลผลิต โปรตีนและเส้นใยหยาบในกากธัญชาติจากการผลิตเบียร์ขนาดต่างๆ ก่อนบด.....	42
7	การกระจายของโปรตีนในกากธัญชาติจากการผลิตเบียร์ขนาดต่างๆ ก่อนบด.....	43
8	ความสัมพันธ์ของขนาด ปริมาณผลผลิต โปรตีนและเส้นใยหยาบในกากธัญชาติจากการผลิตเบียร์ขนาดต่างๆ หลังการบด.....	45
9	การกระจายของโปรตีนในกากธัญชาติจากการผลิตเบียร์ขนาดต่างๆ หลังการบด.....	46
10	ปริมาณผลผลิต โปรตีนและเส้นใยหยาบในกากธัญชาติจากการผลิตเบียร์หลังการบดและร่อนผ่านตะแกรกร่อนเพียงตะแกรงเดียว.....	47
11	ความสามารถในการละลายของโปรตีนจากกากธัญชาติของการผลิตเบียร์ที่มีขนาดต่างกันที่ pH 12 เป็นเวลาต่างกัน.....	51
12	ลักษณะปรากฏและค่าสีของแป้งโปรตีน โปรตีนคอนเซนเตรท และโปรตีนไอโซเลท.....	52
13	องค์ประกอบทางเคมีของกากธัญชาติ แป้งโปรตีน โปรตีนคอนเซนเตรท และโปรตีนไอโซเลท.....	54
14	ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของแป้งโปรตีน โปรตีนคอนเซนเตรท และโปรตีนไอโซเลท.....	57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	ปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นของแป้งโปรตีน โปรตีนคอนเซนเตรท และโปรตีนไฮโซเลท เปรียบเทียบกับค่าความต้องการกรดอะมิโนมาตรฐานของ FAO/WHO (1973).....	58
16	ผลผลิตโปรตีน และปริมาณโปรตีนที่เก็บเกี่ยวได้.....	58
17	ความสามารถในการดูดซับน้ำ (water absorption capacity) และความสามารถในการดูดซับน้ำมัน (oil absorption capacity) ของแป้งโปรตีน โปรตีนคอนเซนเตรทและไฮโซเลท.....	61
18	ความสามารถในการรักษาความคงตัวของอิมัลชัน (emulsion stability, % ES) ของแป้งโปรตีน โปรตีนคอนเซนเตรท และโปรตีนไฮโซเลทความเข้มข้นต่างๆ.....	63
ตารางผนวกที่		
ข 1	การวิเคราะห์ทางสถิติ ความสัมพันธ์ของขนาดอนุภาค ต่อปริมาณผลผลิตกากธัญชาติจากการผลิตเบียร์ขนาดต่างๆ ก่อนบด.....	88
ข 2	การวิเคราะห์ทางสถิติ ความสัมพันธ์ของขนาดอนุภาค ต่อปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) ในกากธัญชาติจากการผลิตเบียร์ขนาดต่างๆ ก่อนบด.....	88
ข 3	การวิเคราะห์ทางสถิติ ความสัมพันธ์ของขนาดอนุภาค ต่อปริมาณโปรตีน (กรัม) ในกากธัญชาติจากการผลิตเบียร์ขนาดต่างๆ ก่อนบด.....	89
ข 4	การวิเคราะห์ทางสถิติ ความสัมพันธ์ของขนาดอนุภาค ต่อการกระจายของโปรตีน (ร้อยละ) ในกากธัญชาติจากการผลิตเบียร์ขนาดต่างๆ ก่อนบด.....	89
ข 5	การวิเคราะห์ทางสถิติ ความสัมพันธ์ของขนาดอนุภาค ต่อปริมาณผลผลิตกากธัญชาติจากการผลิตเบียร์ขนาดต่างๆ หลังบด.....	90
ข 6	การวิเคราะห์ทางสถิติ ความสัมพันธ์ของขนาดอนุภาค ต่อปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) ในกากธัญชาติจากการผลิตเบียร์ขนาดต่างๆ หลังบด.....	90
ข 7	การวิเคราะห์ทางสถิติ ความสัมพันธ์ของขนาดอนุภาค ต่อปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) ในกากธัญชาติจากการผลิตเบียร์ขนาดต่างๆ หลังบด.....	91

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ข 8 การวิเคราะห์ทางสถิติ ความสัมพันธ์ของขนาดอนุภาค ต่อการกระจายของ โปรตีน (ร้อยละ) ในกากธัญชาติจากการผลิตเบียร์ขนาดต่างๆ หลังบด.....	91
ข 9 การวิเคราะห์ทางสถิติ ความสัมพันธ์ของขนาดอนุภาคกากธัญชาติ ต่อปริมาณผลผลิตโปรตีนจากการผลิตเบียร์ขนาดต่างๆ หลังบด และร่อนผ่านตะแกรงร่อนเพียงอันเดียว.....	92
ข 10 การวิเคราะห์ทางสถิติ ความสัมพันธ์ของขนาดอนุภาคกากธัญชาติ ต่อปริมาณ โปรตีน (ร้อยละ) จากการผลิตเบียร์ขนาดต่างๆ หลังบด และร่อนผ่านตะแกรงร่อนเพียงอันเดียว.....	92
ข 11 การวิเคราะห์ทางสถิติ ความสามารถในการสกัดโปรตีนจากกากธัญชาติ ของการผลิตเบียร์ที่มีขนาดต่างกันที่ pH 12 เป็นเวลาต่างกัน.....	93
ข 12 การวิเคราะห์ทางสถิติ ค่า L* ของแป้งโปรตีน โปรตีนคอนเซนเตรท และโปรตีนไอโซเลท.....	93
ข 13 การวิเคราะห์ทางสถิติ ค่า a* ของแป้งโปรตีน โปรตีนคอนเซนเตรท และโปรตีน ไอโซเลท.....	94
ข 14 การวิเคราะห์ทางสถิติ ค่า b* ของแป้งโปรตีน โปรตีนคอนเซนเตรท และโปรตีนไอโซเลท.....	94

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ข้าวบาร์เลย์ชนิด 2 แถว (ก) และข้าวบาร์เลย์ชนิด 6 แถว (ข).....	4
2 โครงสร้างของเมล็ดข้าวบาร์เลย์.....	6
3 ภาพส่วนเปลือกของข้าวบาร์เลย์.....	6
4 แสดงวิธีการผลิตแป้งข้าวเหลืองปราศจากไขมันทางการค้า.....	19
5 กรรมวิธีการผลิตโปรตีนข้าวเหลืองคอนเซนเตรททางการค้า.....	22
6 กรรมวิธีการผลิตโปรตีนข้าวเหลืองไอโซเลททางการค้า.....	21
7 ลักษณะปรากฏของกากธัญชาติอบแห้ง.....	39
8 ลักษณะปรากฏของกากธัญชาติขนาดต่างๆ ก่อนบดที่แยกด้วยตะแกรง 6 ขนาด....	42
9 ลักษณะปรากฏของกากธัญชาติขนาดต่างๆ หลังบดที่แยกด้วยตะแกรง 6 ขนาด.....	44
10 การละลายของโปรตีนที่ pH ต่างๆ.....	48
11 ลักษณะปรากฏของแป้งโปรตีน โปรตีนคอนเซนเตรท และโปรตีนไอโซเลท.....	53
12 ดัชนีการละลายของโปรตีน (protein solubility index) ของแป้งโปรตีน โปรตีนคอนเซนเตรท และโปรตีนไอโซเลทที่ pH ต่างๆ.....	59
 ภาพผนวกที่	
ก 1 กราฟมาตรฐานค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายโปรตีนมาตรฐาน ความเข้มข้นต่างๆ.....	81