เอกสารอ้างอิง

1. วิมลศรี ผดุงชีวิต. "เห็ดหอมพืชที่มีคุณค่าทางอาหารและยา." บทวิทยุออกอากาศทางสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย. 25 กันยายน 2525.
2. สุทธพรรณ ตรีรัตน์, "ยาอายุวัฒนะจากเห็ดหอม," วารสารของสมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย, 2523
3. ศรายุทธ อภิชาตวงศ์สกุล. "เพาะเห็ดหอมต้องขึ้นดอย." วารสารข้าวเกษตร, 1(2), 2524.
4. พรรณี ชิโนรักษ์ และ สุทธพรรณ ตรีรัตน์, "ลักษณะของเห็ดหอมพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีการเพาะในภาคเหนือของประเทศไทย." การประชุมวิชาการคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ครั้งที่ 9, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
5. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, "หน่วยปฏิบัติการวิจัยเห็ด," คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528
6. Shu-ting, C., The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms, pp. 819, Academic Press, Inc., 1978.
7. Labuza, T.P., "Sorption Phenomena in Foods," Food Technology, 22, 263-272, 1968.
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations World Health Organization, "CODEX Standard for Dried Edible Fungi," 1981.
9. Jroller, A.J., Water Activity and Food, pp.235, Academic press, Inc., 1978.
10. จิรฐา ธรรมธวัชชัย., "การอบแห้งถั่วลิสง (Arachis hypogaea) ด้วยลมร้อน ๆ ," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529

11. Rockland, L.B., "Water Activity and Storage Stability, " Food Tecnology, 23, 1241-1251, 1969.

12. Acker, L.W., "Water Activity and Enzyme Activity, " Food Tecnology, 23, 1257-1270, 1969.

13. Hall, C.W., Drying and Storage of Agricultural Crops, pp. 30-31, The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 1980.

14. Johnson, A.H., Encyclopedia of Food Technology, pp. 948-954, The AVI Piblishing Company, Inc., 1974.

15. Arsdel, V., Food Dehydration, Vol.1, the AVI Publishing Company, Inc., Westport Connecticut, 2nd ed.,1973.

16. Ovoshchesushil'naya, i.K., "Effect of Heat Drying on the Quality of Dried Mushroom, "Promyshlennost, 12, 30-31, 1973. [FSTA 10;1479 (1974)]

17. แสงเงิน ไกรสิงห์, ส่องสี เกษตรสุวรรณ, สมศรี ประพฤติธรรม, พัชรี บุณโยคม และกัลยาณี ตันติธรรม, "ศึกษาการทำเห็ดแห้ง," รายงานความก้าวหน้า, งานวิเคราะห์วิจัยอุตสาหกรรมเกษตร, กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพมหานคร, 2527

18. ศุภนิตย์ หิรัญประดิษฐ์, พิมพ์กานต์ อร่ามพงษ์พันธ์, สุวดี ธนวรานิช, ฉวีวรรณ พุ่มไม้ และ พันธุ์ทวี ภักดีดินแดน, "การเน่าเสียของเห็ดหอมแห้ง, " สาขาจุลชีววิทยาประยุกต์, ลำดับที่ 3, กองโรคพืชและจุลชีววิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพมหานคร, 2527.

19. นิรันดร์ เธงจิระจรัส, "กรรมวิธีการผลิตเห็ดหอมแห้ง, " รายงานประกอบวิชาเทคนิควิจัย ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526.

20. Wagner, C.J., Jr;Berry, R.E., "Pretreatment for Solar and Hot Air Dried Mushrooms, " Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 336-338, 1980.

21. Dave, B.A., "Mushroom Processing," U.S.Pat 4, 066, 795, 1978.

22. Kurkela, R., "Water Sorption of Northerm Milk Cap Mushroom (Lactarius trivialis)," Lebensmittel-Wissenschaft and - Technologie, 17(5), 285-288, 1983.[FSTA 6J1079(1984)]

23. Fuster, C., Prestamo, G., Espinosa, J., "Influence of Treatments Prior to Freezing on the Quality and Stability of Fruits and Vegetables During Frozen Storage," The Thermal Processing and Quality of Foods, pp. 671-677, European Cooperation in Science and Technical, 1984.

24. Park, W.R.R., Plastics Film Technology. pp. 210, Van Nostrand Reinhold Company, 1969.

25. Briston, J.H., Plastics Film, pp. 380, Longman Group (FE) Ltd., Hongkong, 1983.

26. Kolmer, J.A., Approved Laboratory Technic Application, pp. 1064, Century Crafts, Inc., New York, 1951.

27. Suzuki. S., and Ohshima, S., "Influence of Shiita-ke (Lentinus edodes) on Human Serum Cholesterol," Mushroom Science IX Part I, pp. 463-467, Proceedings of the Ninth International Scientific Congress on the Cultivation of Edible Fungi, Tokyo, 1974.

28. Tokuda, S., Tagiri, A., Kano, E., Sugawara, Y., Suzuki, S., Sato, H., and Kaneda, T., "Reducing Mechanism of Plasma Cholesterol by Shiita-ke, "Mushroom ScienceIX Part I, pp. 445-461, Proceedings of the Ninth International Scientific Congress on the Cultivation of Edible Fungi, Tokyo, 1974.

29. Hamuro, J., Y., Fukuoka, F., and Chihara, G., "Antitumor Polysaccharides, Lentinan and Pachymaran as Immunopotentiators," Mushroom Science IX Part I, pp.477-487, Proceedings of the Ninth International Scientific Congress on the Cultivation of Edible Fungi, Tokyo, 1974.

30. Yamamura, Y., and Cochran, K.W., "A Selective Inhibitor of Myxoviruses from Shiita-ke (Lentinus edodes)," Mushroom Science IX Part I, pp.495-507, Proceedings of the Ninth International Scientific Congress on the Cultivation of Edible Fungi, Tokyo, 1974.

31. Yasumoto, K., Iwami, K., and Mitsuda, H., "Enzymatic Formation of Shii-ta-ke Aroma from Non-volatile Precursor(S)-lenthionine from Lentinic acid," Mushroom Science IX Part I, pp.371-383, Proceedings of the Ninth International Scientific Congress on the Cultivation of Edible Fungi, Tokyo, 1974.

32. Fujimoto, K., Isurumi, T., Watari, M., Akama, K., and Kaneda, T., "The Mechanism of Formaldehyde Formation in Shii-ta-ke Mushroom," Mushroom Science IX Part I, pp.385-389, Proceedings of the Ninth International Scientific Congress on the Cultivation of Edible Fungi, Tokyo, 1974.

33. Barman, T.E., Enzyme Handbook, Vol.1, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 1969.

34. ———, Enzyme Handbook, Vol.2, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 1969.

35. Schwimmer, S., Source of Food Enzymology pp.236-237,379-381, the AVI Publishing Company, Inc., 1981.

36. Fennema, R.O., Principles of Food Science, Part II, Marcel Dekker, Inc., New York and Basel, 1975.

37. จรัญ จันทลักขณา., สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย, 468 หน้า, สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพมหานคร, ครั้งที่ 5, 2527.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

คุณค่าทางอาหารของเห็ดหอม

ก.1 ส่วนประกอบโดยประมาณในเห็ดหอม แสดงในตาราง ก.1, ก.2 และ ก.3

ตาราง ก.1 ส่วนประกอบโดยประมาณในเห็ดหอม* (6)

ประเภท	% ความชื้นเริ่มต้น (น้ำหนักเปียก)	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต		เส้นใย	เถ้า	ค่าพลังงาน
				ทั้งหมด	ไม่มีไนโตรเจน			
สด	90	17.5	8.0	67.5	59.5	8.0	7.0	387
สด	91.8	13.4	4.9	78.0	70.7	7.3	3.7	392
แห้ง	18.4	13.1	1.2	79.2	64.5	14.7	6.5	333
แห้ง	15.8	10.3	1.9	82.3	75.8	6.5	5.5	375

* ข้อมูลทั้งหมดเป็น % โดยน้ำหนักแห้ง ยกเว้นความชื้นเริ่มต้นเป็น % น้ำหนักสด ค่าพลังงานเป็นกิโลแคลอรี่/100 กรัม น้ำหนักแห้ง

กรดอะมิโนในเห็ดหอม แสดงในตาราง ก.2

ตาราง ก.2 กรดอะมิโนในเห็ดหอม* (6)

Protein(%db)	17.5	Tyr	174	Asp	392
Ile	218	Thr	261	Glu	1349
Leu	348	Try	nd	Gly	218
Lys	174	Val	261	Pro	218
Met	87	Arg	348	Ser	261
Cys	nd	His	87	Total essential amino acid	1784
Phe	261	Ala	305	Total amino acid	4962

* ข้อมูลทั้งหมดแสดงเป็นมิลลิกรัมของกรดอะมิโน/กรัมของโปรตีนไนโตรเจน

nd: ไม่มีข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิตะมินและเกลือแร่ในเห็ดหอม ดังแสดงในตาราง ก.3

ตาราง ก.3 ปริมาณวิตะมินและเกลือแร่ในเห็ดหอม* (6)

ประเภท	ไธอะมิน	ไรโบฟลาวิน	ไนอะซิน	วิตะมินซี	Ca	P	Fe	Na	K
สด	7.8	4.9	54.9	0	94	476	8.5	61	nd
แห้ง	0.4	0.9	11.9	0	12	171	4.0	19	380

* ข้อมูลทั้งหมดแสดงเป็นมิลลิกรัมวิตะมิน(หรือเกลือแร่)/100 กรัม น้ำหนักแห้ง

nd : ไม่มีข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

น้ำตาลในเห็ดหอม (1)(2) ได้แก่ ทรีฮาโลส (Trehalose) ดี-แมนนิทอล (D-Mannital) ดี-อะราบิทอล (D-Arabitol) และกลูโคส (Glucose)

กรดอินทรีย์ในเห็ดหอม (1)(2) เช่น กรดมาลิก, กรดฟูมาลิค, กรดไพโรกลูตาริค และกรดซิตริก เป็นต้น

ก.2 คุณสมบัติทางยาของเห็ดหอม (2)

เห็ดหอมมีสารเลนตินาซิน (Lentinacin) เลนติไซน์ (Lentisine) และเออริทาดินีน (Eritadenin) ซึ่งเป็นสารที่สามารถลดไขมันในเลือดได้ถ้ารับประทานเห็ดหอมสดวันละ 90 กรัม จะสามารถลดโคเลสเตอรอลได้ร้อยละ 12 ใน 1 สัปดาห์ (27) และยังทำให้กรดน้ำดี (bile acid) มีปริมาณสูงขึ้น ทำให้โคเลสเตอรอลละลายดีขึ้น จึงเป็นการป้องกันหรือละลายนิ่วในถุงน้ำดี (cholesterol stone staitch) ได้อีกด้วย

สารที่สกัดจากเห็ดหอม เช่น เลนติแนน (Lentinan) กลูแคน (Glucan) อีมิทานินส์เอและบี (Emitanins A and B) ซีอาติน ไรโบไซด์ (Zeatin riboside) มีคุณสมบัติต่อต้านเนื้องอกและมะเร็ง (28)(29)

สารซีอาติน (Zeatin) ในเห็ดหอม สามารถใช้รักษาคนไข้ที่เป็นโรคเชื้อไวรัสลงตับได้ (2)

สารเอซี 2 พี (AC 2 P) เป็นพวกโพลีแซคคาไรด์โมเลกุลใหญ่ประกอบด้วยน้ำตาลเพนโตสเป็นส่วนใหญ่ มีคุณสมบัติต่อต้านเชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดโรคไข้หวัดใหญ่ หัด และโปลิโอ (30)

ดับเบิล-สแตรนด์-อาร์เอ็นเอ (Double-stranded RNA) ในเห็ดหอม มีคุณสมบัติต่อต้านไวรัสและชักนำให้สร้างสารอินเตอร์เฟอรอน (Interferon) ป้องกันไข้หวัดใหญ่ได้ (30)

Interferon เป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ สกัดได้จากสปอร์ของเห็ดหอม พบว่าสามารถต่อต้านเชื้อไวรัสในหนูได้

เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Polyphenol oxidase) จากเห็ดหอม สามารถต่อต้านโรคมะเร็งและเนื้องอกชนิดซาร์โคมา (Sarcoma) ได้ (ทดลองกับหนู)

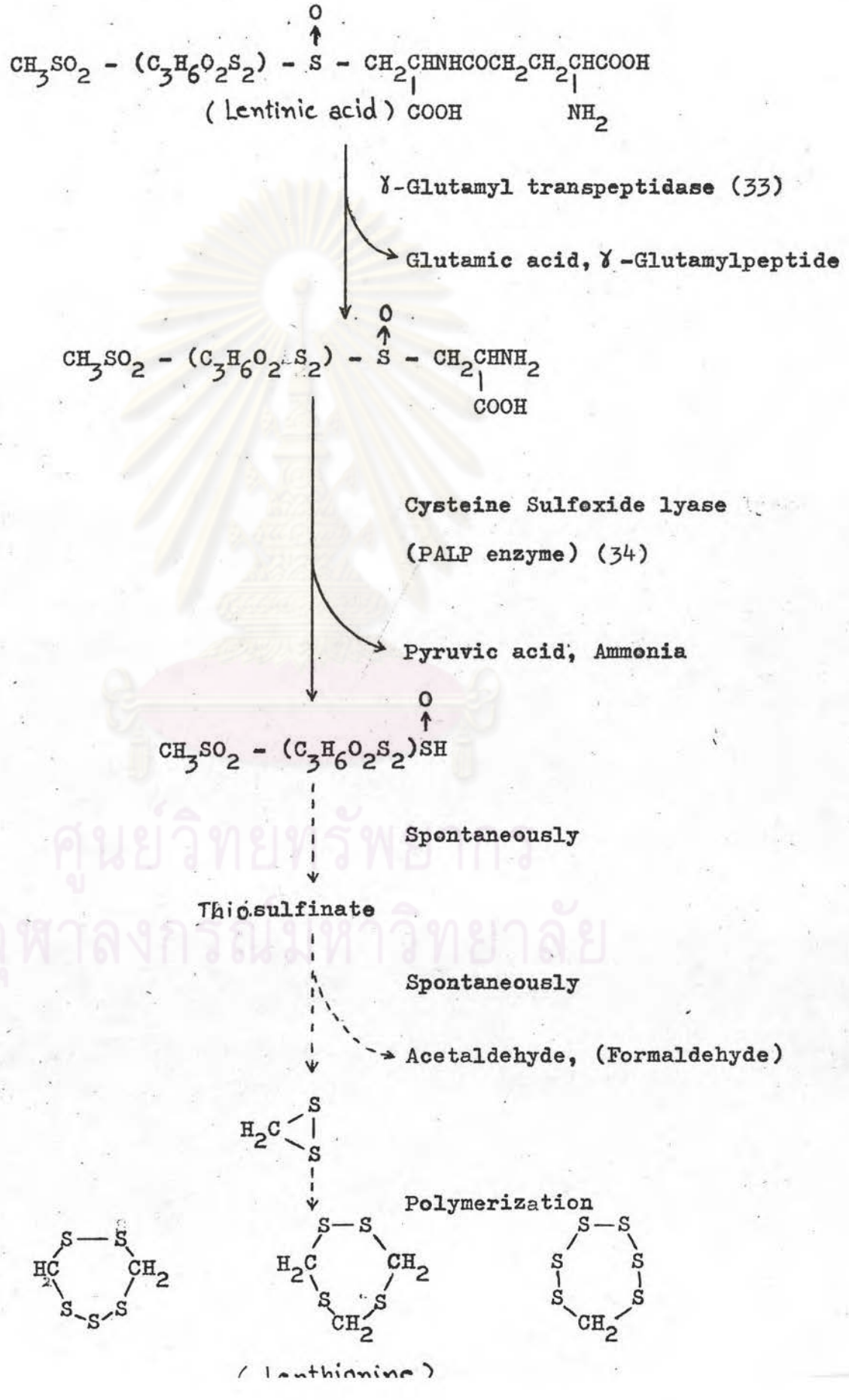
นอกจากนี้ยังพบว่าในเห็ดหอม มีสารซึ่งสามารถรักษาโรคแอทลีทส์ฟีท (Athelete's feet) ได้ และมีสารต่าง ๆ ซึ่งป้องกันโรคไข้ออักเสบ เนื้องอก ตลอดจนโรคเนื่องจากจุลินทรีย์ต่าง ๆ ได้อีกด้วย

ก.3 กลิ่นของเห็ดหอม (31)(32)

สารที่ให้กลิ่นเฉพาะตัวของเห็ดหอม คือ เลนธิโอนิน (lenthionine) ซึ่งเป็น cyclic methylene polysulfides (อาจอยู่ในรูป 1, 2, 3, 5, 6 – pentathiepene หรือ 1, 2, 4, 6 – tetrathiepene หรือ 1, 2, 3, 4, 5, 6 – hexathiepene) โดยมีกรดเลนตินิค (lentinic acid) ซึ่งเป็นสารไม่ระเหย (nonvolatile) เป็นสารตั้งต้นโดยมีขั้นตอน ดังรูป ก.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป ก.1 แสดงขั้นตอนการเกิดกลิ่นเฉพาะตัวของเห็ดหอม (31)



ภาคผนวก ข

ลักษณะของเห็ดหอมพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีการเพาะในภาคเหนือของประเทศไทย แสดงในตาราง ข.2

ตาราง ข.2 ตารางแสดงพันธุ์และลักษณะของเห็ดหอม ที่รวบรวมได้จากเชียงใหม่และเชียงราย (3)

พันธุ์	แหล่งที่รวบรวม	หมวก(มม.) ขนาดศูนย์กลาง	หมวก(มม.) ความหนา ขอบ	หมวก(มม.) ความหนา กลาง	ลักษณะหมวก	ก้าน (มม.) ศูนย์กลาง โคนก้าน	ก้าน (มม.) ศูนย์กลาง โคนติดครีบ	ก้าน (มม.) ความสูง	ลักษณะก้าน	สปอร์ ขนาด(μ) กว้าง	สปอร์ ขนาด(μ) ยาว	ลักษณะสปอร์	น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อดอก(ก.)
โครงการหลวง2	สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ	49.05±10.10	4.13	13.27	หมวกหนา สีน้ำตาลเกือบเข้ม กระจายทั่วไป	12.24	14.10	40.50	กลมใหญ่ สีน้ำตาลมีขนสีน้ำตาล	-	-	-	12.33
ไต้หวัน	ตลาดวโรรส	59.05±12.50	3.00	12.41	หมวกค่อนข้างหนา ขอบงุ้ม สีน้ำตาลอ่อน ขนน้อย	9.89	10.42	41.51	ค่อนข้างกลม-ค่อนข้างยาว สีน้ำตาลอ่อนกว่าหมวก มีขน	-	-	-	15.17

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.1 (ต่อ)

พันธุ์	แหล่งที่รวบรวม	หมวก(มม.) ขนาดศูนย์กลาง	หมวก(มม.) ความหนา ขอบ	หมวก(มม.) ความหนา กลาง	ลักษณะหมวก	ก้าน (มม.) ศูนย์กลาง โคนก้าน	ก้าน (มม.) ศูนย์กลาง โคนติดดิน	ก้าน (มม.) ความสูง	ลักษณะก้าน	สปอร์ ขนาด(μ) กว้าง	สปอร์ ขนาด(μ) ยาว	ลักษณะสปอร์	น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อดอก(ก.)
ญี่ปุ่น*	ตลาดวโรรส	39.13±10.50	2.16	7.23	หมวกค่อนข้างบาง ขอบบานไม่งุ้ม สีน้ำตาลอ่อน มีขนน้อยมาก	7.24	6.54	33.54	ค่อนข้างกลม สีน้ำตาลอ่อน มีขนประปราย	-	-	-	10.00
ดองโกะ	ฟาร์มเทพเนรมิตร อ.ดอยสะเก็ด	60.48±19.70	5.54	13.04	หมวกหนา มากขอบงุ้ม สีน้ำตาล แตกร่อง บางดอกมีขน	15.49	-	17.24	ค่อนข้างกลม สีน้ำตาลอ่อน มีขนประปราย	3.20	5.67	ใสไม่มีสี รูปร่างคอนข้างรี	18.66

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข 1. (ต่อ)

พันธุ์	แหล่งที่รวบรวม	หมวก(มม.) ขนาดศูนย์กลาง	หมวก(มม.) ความหนา ขอบ	หมวก(มม.) ความหนา กลาง	ลักษณะหมวก	ก้าน (มม.) ศูนย์กลาง โคนก้าน	ก้าน (มม.) ศูนย์กลาง โคนติดครีบ	ก้าน (มม.) ความสูง	ลักษณะก้าน	สปอร์ ขนาด(μ) กว้าง	สปอร์ ขนาด(μ) ยาว	ลักษณะน้ำหนักสดสปอร์	ลักษณะน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อดอก(ก.)
แม่สลองหมู่บ้านสันติคีรี อ.แม่จัน เชียงราย		58.02	2.66	12.3	สีน้ำตาลโอวัลตินมีสีเข้มกว่าขอบมีสเกลรอบขอบหมวก ตรงกลางแตกร่อง	10.72	11.46	31.88	ค่อนข้างกลม สีน้ำตาลอ่อน	3.15	6.23	ใสไม่มีสีรูปร่างค่อนข้างรี	-
ดอยเต่า	จากซุปเปอร์มาเก็ต	57.36	3.91	16.69	สีน้ำตาลโกโก้ขอบงุ้มมีสเกลแตกร่องบางดอก	14.04	14.95	41.53	ค่อนข้างกลม สีนวล	3.02	6.06	ใสไม่มีสีรูปร่างค่อนข้างรี	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข .1 (ต่อ)

พันธุ์	แหล่งที่รวบรวม	หมวก(มม.) ขนาดศูนย์กลาง	หมวก(มม.) ความหนา ขอบ	หมวก(มม.) ความหนา กลาง	ลักษณะหมวก	ก้าน (มม.) ศูนย์กลาง โคนก้าน	ก้าน (มม.) ศูนย์กลาง โคนติดครีบ	ก้าน (มม.) ความสูง	ลักษณะก้าน	สปอร์ ขนาด(μ) กว้าง	สปอร์ ขนาด(μ) ยาว	ลักษณะสปอร์	น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อดอก
ดอย สะเก็ด	กม.42 หางไป เชียงราย	52.24	2.16	15.09	สีน้ำตาลปนโกโก้ ขอบหมวกเข้มกว่าตรงกลาง มีขอบงุ้ม มีสเกลสีขาวบริเวณขอบ	11.28	11.64	47.67	ค่อนข้างกลม สีอ่อนกว่าหมวก มีสเกล	3.05	6.47	ใสไม่มีสีรูปร่างค่อนข้างรี	-

* ไม่สามารถเก็บสปอร์ได้

- ไม่ได้ทำการวัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

หน่วยปฏิบัติการวิจัยเห็ด (5)

การเพาะเห็ดหอมที่ผ่านมาส่วนใหญ่จะเพาะโดยใช้ท่อนไม้ก่อหรือท่อนไม้ชนิดอื่น และทำการเปิดดอกในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ต่อมาได้มีผู้สนใจทดลองเพาะเห็ดหอมในรูปแบบถุงก้อนเชื้อ แต่มิได้มีรายงานไว้ จนกระทั่งได้มีการเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการครั้งที่ 22 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ประจำปี 2527 เรื่อง การศึกษาการเพาะเห็ดหอมในถุงพลาสติกโดยใช้วัสดุจากการเกษตร โดยได้รายงานผลของการเพาะเห็ดหอมบนขี้เลื่อยของไม้ 3 ชนิด ผสมวัสดุจากการเกษตร 6 ชนิด และสามารถเปิดถุงก้อนเชื้อเห็ดหอมของดอกได้ที่กรุงเทพฯ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้เล็งเห็นถึงประโยชน์ และความเป็นไปได้ของโครงการเพาะเห็ดหอมในรูปแบบใหม่ จึงได้ให้เงินทุนอุดหนุนต่อหน่วยการพัฒนาการเพาะเห็ดหอม ซึ่งต่อมาได้ชื่อว่า หน่วยปฏิบัติการวิจัยเห็ด โดยมี รองศาสตราจารย์ พรรณี ชิโนรักษ์ หัวหน้าภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นผู้รับผิดชอบโครงการ โครงสร้างสำคัญของหน่วยปฏิบัติการวิจัยนี้ คือ โรงเพาะเห็ดควบคุมสภาวะแวดล้อม ได้แก่ ควบคุมแสง, อุณหภูมิ, ความชื้น, การระบายอากาศและสภาพปลอดเชื้อ อีกส่วนหนึ่ง คือ ห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ในการศึกษาทางสรีรวิทยา, ชีวเคมี, การผสมพันธุ์, การเตรียมหัวเชื้อ ฯลฯ นอกจากโครงการวิจัยหลัก คือ การพัฒนาการเพาะเห็ดหอมโดยใช้วัสดุจากการเกษตรแล้ว ยังมีโครงการวิจัยอื่นอีก เช่น การศึกษาสรีรวิทยา, การศึกษาพันธุ์, กระบวนการอบแห้ง, การนำวัสดุเพาะเห็ดที่ใช้แล้วมาปลูกพืช เป็นต้น ซึ่งโครงการเหล่านี้เป็นการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการเพิ่มและผลิตทางอาหาร

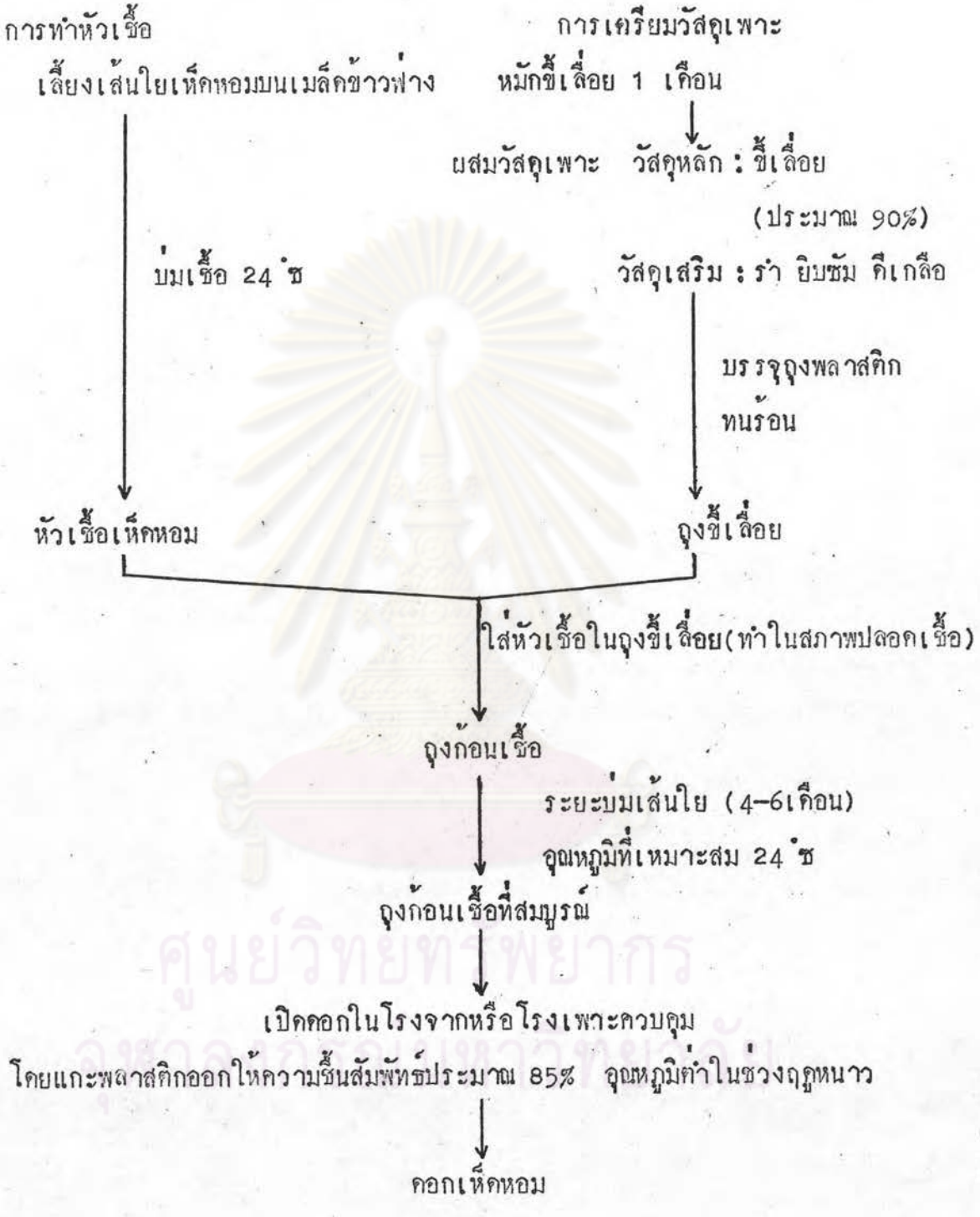
ค.1 การเพาะเห็ดหอมโดยใช้วัสดุจากการเกษตร

นำวัสดุจากการเกษตรมาผสมและบรรจุถุงเพาะเห็ด ศึกษาการเจริญของเส้นใยและการเปิดดอก มีวัสดุเพาะหลัก คือ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา, ไม้เบญจพรรณและ

ไม้สน วัสดุเสริมได้แก่ รำ ฟางข้าว เศษผงข้าวโพด กากอ้อย ขุยมะพร้าวและเศษผงข้าวฟ่าง ทดลองใช้ทั้งวัสดุสดและหมัก น้ำหนักวัสดุเพาะต่อถุง คือ 600 กรัม บ่มเส้นใยที่ 23 °ซ. พบว่าเส้นใยเห็ดหอมเจริญในขี้เลื่อยไม้ยางได้เร็วกว่าในขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณและเจริญน้อยมากในขี้เลื่อยไม้สน สูตรขี้เลื่อยไม้ยางจะมีเส้นใยเจริญเร็วและหนาแน่นดี เมื่อผสมผงข้าวโพด รำ (เต็มถุง 39 วัน) รองลงมาคือ ฟางและข้าวฟ่าง ส่วนกากอ้อยและขุยมะพร้าวจะให้การเจริญของเส้นใยช้าและบาง สูตรขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณที่ผสมรำ ฟาง ให้การเจริญที่ดี (เต็มถุง 46 วัน) รองลงมาคือผงข้าวโพด ส่วนสูตรที่ผสมข้าวฟ่างให้การเจริญช้า ลักษณะการแผ่กระจายของเส้นใยบนวัสดุเพาะสูตรต่าง ๆ แตกต่างกันบ้าง และพบว่าพีเอช (pH) เริ่มต้นของวัสดุเพาะจะมีผลต่อการเจริญของเส้นใย และ pH จะลดต่ำลงในระยะที่เกิดดอก เมื่อเส้นใยเจริญเต็มถุงแล้วเก็บต่อไปโดยไม่เปิดถุงก็จะเกิดเป็นดอกดันอยู่ใต้ผิวของถุง โดยจะมีรูปร่างและสีผิดปรกติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.2 ขั้นตอนการเพาะเห็ดหอมโดยใช้ถุง สรุปได้ดังรูป ค 1



รูป ค.1 รูปแสดงขั้นตอนการเพาะเห็ดหอมโดยใช้ถุง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.3 โรงเพาะเห็ดควบคุมสภาวะแวดล้อม

การสร้างโรงเพาะเห็ดนี้ ได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานและบุคลากรในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เช่น คณะวิทยาศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเพาะเห็ดนี้ได้เริ่มปฏิบัติงานตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2528 นับเป็นโรงเพาะเห็ดควบคุมสภาวะแวดล้อมแห่งแรกในประเทศไทย

โครงสร้างของโรงเพาะทำด้วยคอนกรีตบล็อคขนาด 4.0 x 5.5 x 2.5 ตารางเมตร แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของห้องเพาะเห็ดบุด้วยฉนวนกันความร้อนหลายชั้น และส่วนของห้องที่ติดตั้งระบบควบคุมสภาวะแวดล้อม ระบบต่าง ๆ ของโรงเพาะเห็ดควบคุมสภาวะแวดล้อม ประกอบด้วย

ค.3.1 ระบบอุณหภูมิ สามารถปรับได้ตั้งแต่ 7 ° – 26 °ซ และสามารถเปลี่ยนระดับอุณหภูมิในช่วงเวลาที่กำหนด โดยอัตโนมัติ

ค.3.2 ระบบความชื้น สามารถปรับได้ในช่วง 60 – 90 % โดยการจ่ายฝอยละอองน้ำ(หมอก) จากหัวจ่ายตามระดับความชื้นที่ต้องการจากระบบควบคุมอัตโนมัติ

ค.3.3 ระบบแสงสว่าง สามารถปรับความเข้มและเลือกบริเวณความเข้มของแสงได้ตามต้องการ และเปิดปิดตามช่วงเวลาที่กำหนด

ค.3.4 ระบบระบายอากาศ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่นำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาไหลเวียนในห้อง อีกส่วนเป็นการถ่ายเทอากาศออกจากห้องเพาะ สามารถตั้งเวลาให้ได้สัดส่วนในการระบายอากาศตามต้องการ

ค.3.5 ระบบสร้างสภาวะปลอดเชื้อระดับต้น ประกอบด้วยหลอดรังสีเหนือม่วงติดตั้งอุปกรณ์ความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานต่อเห็ด อันได้แก่ สวิทช์ป้องกัน และสัญญาณเตือน

วัสดุที่ใช้เป็นโครงสร้างภายในโรงเพาะจะหลีกเลี่ยงวัสดุพวกเส้นใยสังเคราะห์ซึ่งอาจหลุดติดไปกับเห็ด อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อการบริโภค และจะต้องเป็นวัสดุที่ทน

ต่อการกัดกร่อน

ค.4 ประโยชน์ของโรงเพาะที่ควบคุมสภาวะ

ค.4.1 เป็นประโยชน์ต่อการเพาะเห็ดหอม สามารถเพาะให้เห็ดออกดอกได้ตลอดปี และได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ค.4.2 สามารถสร้างระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมขึ้นเอง โดยใช้วัสดุและผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ บนพื้นฐานวิชาชีพเทคนิคที่มีอยู่

ค.4.3 สะดวกในการบำรุงรักษา เนื่องจากสร้างขึ้นเอง จึงตัดปัญหาการปกปิดวงจรของเครื่องอิเลคโทรนิคส์จากต่างประเทศ

ค.4.4 เมื่อมีการถ่ายทอดสู่ประชาชน จะทำให้เกิดแหล่งงานและอาชีพทั้งในส่วนระบบควบคุมและการเพาะเลี้ยง

ค.4.5 เป็นต้นแบบที่มีความเป็นไปในการขยายส่วนในโรงเพาะให้เหมาะกับการประยุกต์ใช้ในการเพาะเห็ดเชิงอุตสาหกรรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง.

มาตรฐานโคเด็กซ์สำหรับเห็ดแห้ง(8)

(CODEX Standard for Dried Edible Fungi,

World - Wide Standard)

ปี 1981

1. ขอบเขต (Scope)

มาตรฐานนี้ใช้กับเห็ดแห้ง (dried fungi) ซึ่งรวมทั้งเห็ดที่ทำแห้งโดยวิธีแช่แข็งเสียก่อน (freeze dried fungi) ทั้งในรูปเห็ดทั้งดอกหรือในรูปเป็นชิ้น (Whole or sliced) หลังจากผ่านการเตรียมและบรรจุแล้ว

2. นิยาม (Description)

2.1 นิยามของผลิตภัณฑ์ (definitions of products)

2.1.1 เห็ดแห้งทั้งดอก (whole dried fungi) หมายถึง เห็ดที่ล้างและทำให้แห้ง อาจมีการตัดก้านดอก

2.1.2 เฉพาะหมวกไม่มีก้าน (whole caps without stems)

2.1.3 เห็ดแห้งเป็นชิ้น (cut dried fungi) หมายถึง ผลิตภัณฑ์จากเห็ดทั้งดอก แล้วนำมาตัดและทำแห้ง (sliced and dried) ความหนาของแต่ละชิ้นประมาณ 1–4 มิลลิเมตร

2.2 นิยามของข้อบกพร่อง (definitions of defects)

2.2.1 เห็ดเสีย (damaged fungi) หมายถึง เห็ดที่มีหมวกเห็ดขายหายไปมากกว่า 1/4 ส่วนของหมวกเห็ดนั้น ในกรณีของเห็ดทั้งดอก ส่วนกรณีของเห็ดเป็นชิ้นจะหมายถึงเห็ดชิ้นที่แตกหรือหักหายไปมากกว่า 1/3 ของพื้นที่ผิวของชิ้นเห็ดเดิม

2.2.2 เห็ดไหม้ (carbonized fungi) หมายถึง เห็ดทั้งดอกหรือเห็ดชิ้นแห้งที่มีรอยไหม้(carbonization) บนผิวของเห็ด

2.2.3 เห็ดที่เสียหายเนื่องจากมอด (maggot damaged fungi) หมายถึง เห็ดที่มีรอยมอดเจาะ

2.2.4 เห็ดที่เสียหายเนื่องจากมอดอย่างรุนแรง (seriously maggot damaged fungi) หมายถึง เห็ดที่มีรอยมอดเจาะตั้งแต่ 4 รูขึ้นไป

2.2.5 เห็ดแตก ๆ (crushed fungi) หมายถึง ชิ้นของเห็ดแห้งที่สามารถผ่านตะแกรงขนาด 5 x 5 มิลลิเมตรเมช (5 x 5 mm. mesh)

2.2.6 ก้านที่หลุดออกจากหมวก (fallen-off stalks) หมายถึง เห็ดที่มีก้านแยกออกจากหมวก

2.2.7 สิ่งแปลกปลอมจากพืช (organic impurities of vegetable origin) หมายถึง เห็ดที่มีชิ้นส่วนของพืชปะปนมา เช่น ใบไม้, ใบสน ฯลฯ

2.2.8 สิ่งแปลกปลอมที่เป็นแร่ธาตุ (mineral impurities) ได้หลังจากการเผาให้เป็นเถ้า แล้วคงเหลืออยู่ในรูปสารตกค้างที่ไม่ละลายในกรดเกลือ

2.3 สายพันธุ์ ได้แก่ เห็ดที่รับประทานได้และอนุญาตให้ขายได้ทั้งหมด

3. ลักษณะที่สำคัญ (Essential Quality Factors)

3.1 วัตถุดิบ (raw material) เป็นเห็ดที่รับประทานได้ ทั้งที่เจริญเองตามธรรมชาติ หรือที่เพาะเลี้ยงเป็นอุตสาหกรรม

3.2 ผลิตภัณฑ์สุดท้าย (end product)

3.2.1 เห็ดแห้งจะต้องสมบูรณ์, ไม่เสีย, สะอาด, ปราศจากสิ่งแปลกปลอมและรอยกัดแทะ, มีสี, กลิ่น, รสดี

3.2.2 ปริมาณความชื้น ควรมีปริมาณ ดังตาราง ง 1

ตาราง ง 1 ปริมาณความชื้นของเห็ดแห้ง

	maximum water content
freeze - dried fungi	6 %
dried (other than freeze-dried)fungi	12 %
dried fungus shiitake	13 %

3.3 ข้อบกพร่องที่ยอมให้มีได้ (tolerances for defects)

3.3.1 ยอมให้มีข้อบกพร่องในข้อ 3.2.1 ได้อย่างมากที่สุด 25%

3.3.2 ข้อบกพร่องและปริมาณที่ยอมให้มีได้ แสดงในตาราง ง 2

ตาราง ง 2 ปริมาณสิ่งบกพร่องที่ยอมให้มีได้ในเห็ดแห้ง

ข้อบกพร่อง (defects)	ปริมาณที่ยอมให้มีได้ (tolerance)
แร่ธาตุที่ปนมา (mineral impurities)	ไม่เกินร้อยละ 2
เศษพืชที่ปนมา (orginic impurities of vegetable origin)	ไม่เกินร้อยละ 0.02 ยกเว้นกรณีของเห็ดหอมจะยอมให้มีไม่เกินร้อยละ 1
เสียหายเนื่องจากมอด	
– เห็ดที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ (wild growing fungi)	ไม่เกินร้อยละ 20
– เห็ดที่เพาะ (cultivated fungi)	ไม่เกินร้อยละ 1 แต่ถ้าเป็นการเสียหายอย่างรุนแรงโดยมอด จะยอมให้มีไม่เกินร้อยละ 0.5
– เห็ดแตก ๆ (crushed fungi)	ไม่เกินร้อยละ 6
– เห็ดไหม้ (carbonized fungi)	ไม่เกินร้อยละ 2
– เห็ดเสีย (damaged fungi)	ไม่เกินร้อยละ 20
ก้านที่หลุดออกจากหมวก	ควรมีจำนวนเท่ากับหมวกเห็ด

4. สุขลักษณะ (Hygeine) เป็นไปตาม Codex Alimentarius Commission No. CAC/RCP 5-1971)

5. การบรรจุและการวางจำหน่าย (Packaging and Presentation)

5.1 ความเป็นระเบียบ (uniformily) ภาชนะบรรจุ (กล่อง (cartons)), ถุงพลาสติก (polyethylene bags), กล่อง (boxes) บรรจุเห็ดชนิดเดียวกัน น้ำหนักสุทธิเท่ากัน

5.2 ภาชนะที่ใช้บรรจุจะต้องสามารถป้องกันความชื้นระหว่างการเก็บและการขนส่งผลิตภัณฑ์ได้ วัสดุที่ใช้บุภายในภาชนะบรรจุต้องเป็นวัสดุใหม่, กันน้ำและไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค เห็ดจะต้องไม่สัมผัสกับตัวอักษรที่พิมพ์อยู่บนภาชนะ

5.3 จะต้องไม่บรรจุแน่นเกินไป

6. ฉลาก (Labelling)

6.1 ชื่อของอาหาร (The name of the food)

6.1.1 ชื่อสามัญ และวิทยาศาสตร์

6.1.2 ชนิด เช่น dried fungi หรือ freeze-dried fungi

6.1.3 รูปแบบทั้งดอก, เฉพาะหมวกหรือเป็นชิ้น

6.2 ปริมาณสุทธิ ใช้ตามระบบสากล (SI units)

6.3 ชื่อและที่อยู่ของโรงงานผู้ผลิต, บรรจุและจำหน่าย

6.4 ประเทศของผู้ผลิต

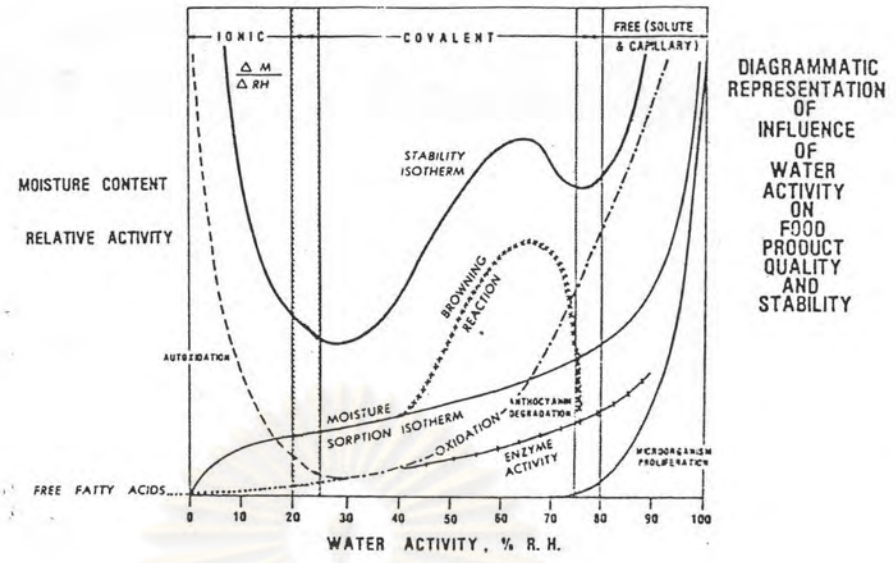
7. การวิเคราะห์และสุ่มตัวอย่าง (Methods of Analysis and Sampling) จะมีการพัฒนาต่อไป

ภาคผนวก จ

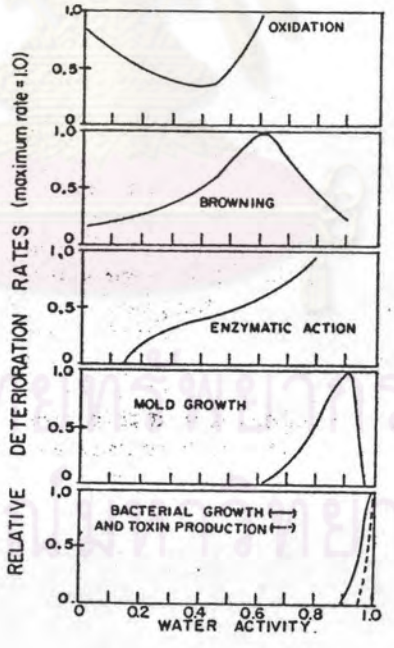
ปฏิกิริยาที่ก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นแก่อาหารและช่วงวอเตอร์แอคติวิตีที่เกิดปฏิกิริยานั้น ๆ แสดงไว้ในตาราง จ.1 และรูป จ.1

ตาราง จ.1 Range of Water Activities and Their Deteriorative Reactions (13)

Range of A_w	Type of dominant deteriorative reaction	Type of possible deteriorative reaction
1 - 0.8	Microbial growth	Enzymatic reaction
0.91	Bacteria	
0.88	Yeasts	
0.8	Molds	
0.8 - 0.65	Enzymatic reactions (fat decomposition and browning reaction	Nonenzymatic browning
0.75		Microorganism growth, Halophylic bacteria
0.7		Osmophylic yeast
0.65		Xerophytic molds
0.65-0.3	Nonenzymatic browning reaction(Maillard reaction)	Enzymatic reactions, autoxidation
0.3-0.0	Autoxidation, physical changes	Nonenzymatic browning reactions



รูป จ.1 กราฟแสดงผลของ water activity ต่อเสถียรภาพของอาหาร (35)



รูป จ.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า water activity และอัตราการเกิดความเสียหายของอาหาร (36)

ภาคผนวก ฉ

ความชื้นสัมพัทธของสารละลายเกลืออิ่มตัว(13)

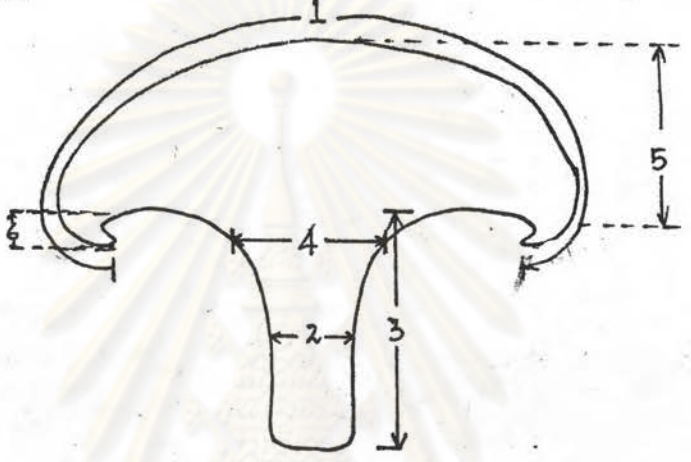
ตาราง ฉ.1 Relative Humidity of Saturated Salt Solutions at Different Temperatures

Salt	Temperature °C	Temperature °F	RH, %
$BaCl_2 \cdot 2H_2O$ (Barium chloride) (Washburn 1927)	29.4	85	88
$CaCl_2$ (Calcium chloride) (Thompson and Shedd 1954)	−6.7	20	44.0
	0	32	41.0
	10	50	40.0
	21	70	35.0
$CaCl_2 \cdot 6H_2O$ (Calcium chloride) (Washburn 1927)	5	41	39.8
	20	68	32.3
	24.4	76	31
$CaSO_4 \cdot 5H_2O$ (Calcium sulfate) (Washburn 1927)	20	68	98
$Ca(NO_3)_2$ (Calcium nitrate) (Thompson and Shedd 1954)	−6.7	20	64
	0	32	64
	10	50	59
	21	70	55
$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ (Calcium nitrate) (Wink and Sears 1950)	20	68	53.6
	25	77	50.4
	30	86	46.6
	35	95	42.0
	37.8	100	38.9
KNO_2 (Potassium nitrite) (Wink and Sears 1950)	20	68	49.0
	25	77	48.2
	30	86	47.2
	37.8	100	45.9
KNO_3 (Potassium nitrate) (Wexler and Hasegawa 1954)	0	32	97.6
	10	50	95.5
	20	68	93.2
	30	86	90.7
	40	104	87.9
	50	122	85.0
LiCl (Lithium chloride) (Wink and Sears 1950)	20	68	11.2
	25	77	11.2
	30	86	11.2
	37.8	100	11.2
$MgCl_2$ (Magnesium chloride) (Wink 1946)	22.8	73	32.9
	30	86	32.4
	37.8	100	31.9
$MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (Magnesium chloride) (Wexler and Hasegawa 1954)	0	32	35.0
	20	68	33.6
	30	86	32.8
	40	104	32.1
	50	122	31.4
$Mg(NO_3)_2$ (Magnesium nitrate) (Wink 1946)	22.8	73	53.5
	30	86	51.4
	37.8	100	49.0
$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (Magnesium nitrate) (Wexler and Hasegawa 1954)	0	32	60.6
	20	68	54.9
	30	86	52.0
	40	104	49.2
	50	122	46.3
NaBr (Sodium bromide) (Wink and Sears 1950)	20	68	59.2
	25	77	57.8
	30	86	56.3
	37.8	100	53.7
NaCl (Sodium chloride) (Wexler and Hasegawa 1954; Wink and Sears 1950)	0	32	74.9
	20	68	75.5
	30	86	75.6
	40	104	75.4
	50	122	74.5
$NaC_2H_3O_2$ (Sodium acetate) (Wink 1946)	22.8	73	74.8
	30	86	71.4
	37.8	100	67.7
K_2CO_3 (Potassium carbonate) (Wink and Sears 1950)	20	68	43.9
	25	77	43.8
	30	86	43.6
	37.8	100	43.4
K_2CrO_4 (Potassium chromate) (Wink and Sears 1950)	20	68	86.6
	25	77	86.5
	30	86	86.3
	37.8	100	85.6
K_2SO_4 (Potassium sulfate) (Wexler and Hasegawa 1954)	0	32	99.1
	10	50	97.9
	20	68	97.2
	30	86	96.6
	40	104	96.2
	50	122	95.8
KBr (Potassium bromide) (Washburn 1927)	20	68	84.0
	100	212	69.2
$K_2CO_3 \cdot 2H_2O$ (Potassium carbonate) (Washburn 1927)	18.9	66	44
	24.4	76	43
KCNS (Potassium thiocyanate) (Wink and Sears 1950)	20	68	47.6
	25	77	45.7
	30	86	43.8
	37.8	100	41.1
$KC_2H_3O_2$ (Potassium acetate) (Wink and Sears 1950)	20	68	23.2
	25	77	22.7
	30	86	22.0
	37.8	100	20.4
$LiCl \cdot H_2O$ (Lithium chloride) (Wexler and Hasegawa 1954)	0	32	14.7
	20	68	12.4
	30	86	11.8
	40	104	11.6
	50	122	11.4
$NaC_2H_3O_2 \cdot 3H_2O$ (Sodium acetate) (Wink and Sears 1950)	20	68	76
	25	77	73.7
	30	86	71.3
	37.8	100	67.6
$NaNO_2$ (Sodium nitrite) (Wink 1946; Wink and Sears 1950)	20	68	65.3
	25	77	64.3
	30	86	63.3
	37.8	100	61.8
$Na_2Cr_2O_7$ (Sodium dichromate) (Wink 1946)	22.8	73	54.1
	30	86	52.0
	37.8	100	50.0
$Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$ (Sodium dichromate) (Wexler and Hasegawa 1954)	0	32	60.6
	20	68	55.2
	30	86	52.5
	40	104	49.8
	50	122	46.3
NH_4Cl (Ammonium chloride) (Thompson and Shedd 1954)	−6.7	20	82
	0	32	83
	10	50	81
	21.1	70	75
$NH_4H_2PO_4$ (Ammonium monophosphate)	20	68	93.2
	25	77	92.6
	30	86	92.0
	37.8	100	91.1
$(NH_4)_2SO_4$ (Ammonium sulfate) (Wexler and Hasegawa 1954; Wink and Sears 1950)	0	32	83.7
	20	68	80.6
	30	86	80.0
	40	104	79.6
	50	122	79.1

ภาคผนวก ช

การวัดขนาดดอกเห็ด

ใช้แถบพลาสติกใสชนิดอ่อน ทาบลงไปตามส่วนต่าง ๆ ของดอกเห็ด แล้วใช้ปากกาทำสัญลักษณ์บนแถบพลาสติกเท่ากับความยาวของส่วนที่วัด แล้วใช้ไม้บรรทัดวัดระยะดังกล่าว ดังรูป ช.1



รูป ช.1 การวัดขนาดดอกเห็ด

1 เส้นผ่านศูนย์กลางหมวก
2 เส้นผ่านศูนย์กลางก้าน
3 ความยาวก้าน
4 ความยาวโคนติดครีบ
5 ความหนาหมวก
6 ความหนาของขอบหมวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช

การหา bulk density

ช.1 ชั่งน้ำหนักที่ถูกต้องของเห็ดหอมแห้งด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

ช.2 เทเมล็ดงาลงในกระบอกตวงพลาสติกขนาด 1000 ลบ.ซม พร้อม ๆ กับตัวอย่างเห็ดหอมแห้งในข้อ ช.1 (แยกทำระหว่างหมวกเห็ดและก้านเห็ด)

ช.3 ใช้แท่งพลาสติกเคาะกระบอกตวง เพื่อให้เมล็ดงาแทรกอยู่ระหว่างดอกเห็ดจนกระทั่งปริมาตรของงาและเห็ดคงที่

ช.4 อ่านและบันทึกปริมาตรรวมของเห็ดแห้งและงา

ช.5 เลือกเห็ดออกจากงา แล้วเคาะเพื่ออ่านปริมาตรงา

ช.6 อ่านปริมาตรของงา แล้วนำไปหักออกจากปริมาตรรวมในข้อ 4 จะได้ปริมาตรของตัวอย่างเห็ด

ช.7 คำนวณค่า bulk density โดย

$$\text{bulk density} = \frac{\text{น้ำหนักของเห็ด}}{\text{ปริมาตรของเห็ด}}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฌ

แบบสอบถาม

ผลิตภัณฑ์ เห็ดหอมแห้ง ผู้ทดสอบ.....เพศ.....

วันที่ทดสอบ.....เวลาทดสอบ.....

กรุณาดูตัวอย่างเห็ดหอมแห้ง และกรอกคะแนนของตัวอย่างแต่ละหมายเลข ตามลำดับคะแนนต่อไปนี้

คะแนนความชอบ	6	ชอบมาก	2	ไม่ชอบเล็กน้อย
	5	ชอบปานกลาง	1	ไม่ชอบ
	4	ชอบเล็กน้อย	0	ไม่ชอบมาก
	3	เฉย ๆ		

1. สี (ให้กรอกหมายเลขของตัวอย่าง ลงในช่องว่างตามความเห็นของท่าน)

1.1 สีของครีบใต้หมวก

สีขาว.....

สีเหลือง.....

สีเหลืองเข้ม.....

สีน้ำตาล.....

1.2 สีของหมวก

สีน้ำตาล.....

สีน้ำตาลเข้ม.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ให้กรอกคะแนนความชอบตัวอย่างเห็ดแห้งแต่ละหมายเลขตามความเห็นของท่าน

หมายเลขตัวอย่าง.....เหตุผล

1.3 สีครีบใต้หมวก.....

1.4 สีหมวก .....

2 กลิ่นหอม .....

3 ความแห้ง .....

4 การยอมรับรวม.....

กรุณาดูตัวอย่างเห็ดหอมแห้งที่คืนตัวแล้ว

5 สี (ให้กรอกหมายเลขของตัวอย่าง ลงในช่องว่างตามความเห็นของท่าน)

5.1 สีครีบใต้หมวก

สีขาว .....

สีเหลือง .....

สีเหลืองเข้ม.....

สีน้ำตาล .....

5.2 สีของหมวก

สีน้ำตาล .....

สีน้ำตาลเข้ม.....

ให้กรอกคะแนนความชอบตัวอย่างเห็ดหอมแห้งคืนตัว แต่ละหมายเลขตามความเห็นของท่าน

หมายเลขตัวอย่าง.....เหตุผล

5.3 สีครีบใต้หมวก .....

5.4 สีหมวก .....

6 กลิ่นหอม .....

7 รสชาติ .....

8 เนื้อสัมผัส .....

9 การยอมรับรวม .....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10. กรุณาเรียงลำดับ ความสำคัญของลักษณะของเห็ดหอมแห้งที่ท่านใช้ในการตัดสินใจซื้อ โดยเรียงลำดับจากความสำคัญมากไปหาความสำคัญน้อย

ลักษณะหมวกเห็ด .....
สีหมวกเห็ด .....
สีครีบใต้หมวกเห็ด .....
ลักษณะก้านเห็ด .....
สีก้านเห็ด .....
ความแห้งของหมวกเห็ด .....
ความแห้งของก้านเห็ด .....
กลิ่น .....

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือ

พรพรรณ สังขวดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ญ

ตัวอย่างการคำนวณทางสถิติ (29)

ญ.1 การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของแผนการทดลองแบบสุ่มโดยตลอด

จากตาราง 5.1

อุณหภูมิ °ซ \ ซ้ำที่	ร้อยละของการลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหมวกเห็ดหอม							
	1	2	3	4	5	6	7	8
40	24.11	25.22	22.44	20.11	20.13	15.33	17.23	28.96
50	22.34	35.67	28.78	38.17	30.67	22.39	26.17	24.29
60	39.29	40.88	4.58	27.79	20.06	19.30	22.47	25.61

Correction term (C.T.) $= Y^2../tr$

$= (24.11 + 25.22 +...+ 25.61)^2/(3)(8)$

$= 15200.1633$

Sum of Square total$(SS_Y) = \sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{8} Y_{ij}^2 - CT$

$= (24.11^2 + 25.22^2 +...+25.61^2) - C.T.$

$= 16712.1479 - C.T.$

$= 1511.9849$

Sum of Square treatment$(SS_T) = \sum_{i=1}^{3} (Y_{i.}^2/r) - C.T.$

$= \left[(24.11 + 25.22 +...+ 28.96)^2 + (22.34 +...+ 24.29)^2 + (39.29 +...+ 25.61)^2 /8\right] - C.T.$

$= 15375.7365 - C.T.$

$= 175.5732$

Sum of Square error(SS_E) = $SS_Y - SS_T$

= 1511.9849 - 175.5732

= 1336.4117

ANOVA table

SOV	df	SS	MS	F	F-table
among treatment	(t-1)=2	175.5732	87.7866	1.3795	$F_{0.05,21}$
within treatment	t(r-1)=21	1336.4117	63.6387		= 3.47

F Stat = 1.3795 < F-table = 3.47

ที่อุณหภูมิการอบต่าง ๆ ไม่มีผลทำให้ร้อยละการลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหมวกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ญ.2 การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของแผนการทดลองแบบ 3 x 2 x 3 แฟคตอเรียล

จากตาราง 5.3

พันธุ์	ส่วนของเห็ด	bulk density(g/cm^3) ของเห็ดหอมที่ผ่านการอบแห้งที่ 40 °ซ ซ้ำที่ 1	40 °ซ ซ้ำที่ 2	50 °ซ ซ้ำที่ 1	50 °ซ ซ้ำที่ 2	60 °ซ ซ้ำที่ 1	60 °ซ ซ้ำที่ 2
ทบ2	ก้าน	0.7442	0.8304	0.4021	0.4647	0.4988	0.5194
	หมวก	0.2241	0.2760	0.3014	0.2639	0.1897	0.1967
ทบ1	ก้าน	0.3974	0.2670	0.3038	0.3373	0.2699	0.2865
	หมวก	0.2216	0.2350	0.1940	0.1913	0.1744	0.2509
จาก	ก้าน	0.3648	0.3840	0.4420	0.2939	0.3979	0.3228
ชม.	หมวก	0.1992	0.2122	0.2297	0.2704	0.1875	0.1429

$$SS_A = \Sigma Y^2 i.../bcr - (\Sigma X)^2/abcr$$

$$= \left[(0.7442+0.8304+...+0.1967)^2 + (0.3974+0.2670+...+0.2509)^2 + (0.3648+0.0815+...+0.1429)^2\right]/(2)(3)(2) - \left[(0.7442) + (0.8304)+...+(0.1429)\right]^2/(3)(2)(3)(2)$$

$$= 3.8164 - 3.6658$$

$$= 0.1506$$

$$SS_B = \Sigma Y^2 j../acr - (\Sigma X)^2/abcr$$

$$= \left[(0.7442+...+0.5194+0.3974+...+0.2865+0.3648+...+0.3228)^2 + (0.2241+...+0.1967+0.2216+...+0.2509+0.1992+...+0.1429)^2\right]/(3)(3)(2) - 3.6658$$

$$= 4.0191 - 3.6658$$

$$= 0.3533$$

$$SS_C = \Sigma Y^2_{..k.}/abr - (\Sigma X)^2/abcr$$

$$= \Big[(0.7442+0.2241+...+0.2122)^2 + (0.4021+0.3014+...+0.2704)^2 + (0.4988+0.1897+...+0.1429)^2\Big] /(3)(2)(2) - 3.6658$$

$$= 3.7032 - 3.6658$$

$$= 0.0374$$

$$SS_{AB} = (\Sigma_{i=1}^{3} \Sigma_{j=1}^{2} Y^2_{ij..}/cr) - (\Sigma Y^2_{i...}/bcr) - (\Sigma Y^2_{..k.}/abr) + (\Sigma X)^2/abcr$$

$$= \Big[(0.7442+0.8304+...+0.5194)^2 + (0.3974+...+0.2865)^2 - (0.3648+...+0.3228)^2 + (0.2241+...+0.1967)^2 + (0.2216+...+0.2509)^2 + (0.1992+...+0.1429)^2\Big] /(3)(2) - 3.8164 - 4.0191 + 3.6658$$

$$= 0.1014$$

$$SS_{AC} = (\Sigma_{i=1}^{3} \Sigma_{j=1}^{3} Y^2_{i.k.}/br) - (\Sigma Y^2_{i...}/bcr - (\Sigma Y^2_{..k.}/abr) + (\Sigma X)^2/abcr$$

$$= \Big[(0.7442+...+0.2760)^2 + (0.4021+...+0.2639)^2 + (0.4647+...+0.1967)^2 + (0.3974+...+0.2350)^2 + (0.3038+...+0.1913)^2 + (0.2699+...+0.2509)^2 + (0.3648+...+0.2122)^2 + (0.4420+...+0.2704)^2 + (0.3979+...+0.1429)^2\Big] /(2)(2) - 3.8164 - 3.7032 + 3.6658$$

$$= 0.0414$$

$$SS_{BC} = \left(\sum_{j=1}^{2}\sum_{k=1}^{3} Y_{.jk.}^2/ar\right) - (\Sigma Y_{.j.}^2/acr) - (\Sigma Y_{..k.}^2/abr) + (\Sigma X)^2/abcr$$

$$= \Big[(0.7442+0.8304+0.3974+\ldots+0.0815)^2 + (0.4021+0.4647+\ldots+0.2939)^2 + (0.4988+0.5194+\ldots+0.1429)^2 + (0.2241+0.2760+\ldots+0.2122)^2 + (0.3014+0.2639+\ldots+0.2704)^2 + (0.1897+0.1967+\ldots+0.1429)^2\Big]/(3)(2) - 4.0191 - 3.7032 + 3.6658$$

$$= 0.0286$$

$$SS_{ABC} = \left(\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{2}\sum_{k=1}^{3} Y_{ijk.}^2/r\right) - SS_A - SS_B - SS_C - SS_{AB} - SS_{AC} - SS_{BC} - CT$$

$$= \Big[(0.7442+0.8304)^2+(0.4021+0.4647)^2+\ldots+(0.1875+0.1429)^2\Big]/(2) - 0.1506 - 0.3533 - 0.0374 - 0.1014 - 0.0414 - 0.0286 - 3.6$$

$$= 0.0399$$

$$SS_Y = \Sigma X^2 - CT$$

$$= (0.7442^2 + 0.8304^2 + \ldots + 0.1875^2 + 0.1429^2) - 3.6658$$

$$= 4.4543 - 3.6658$$

$$= 0.7885$$

$$SS_E = SS_Y - \text{all other SS}$$

$$= 0.0356$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ญ.3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range test จากตาราง 5.12 และ 5.13

พันธุ์	ส่วนของเห็ด	% ความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย (น้ำหนักเปียก)	t_e (ชั่วโมง) ในการอบที่อุณหภูมิ 40 °ซ	50 °ซ	60 °ซ
หมอ 2	ก้าน	89.35	8.5±0.71	8.5±0.71	5.5±1.41
	หมวก	94.24	9.0±1.41	8.0±0.0	5.5±1.41
หมอ 1	ก้าน	88.47	14.5±2.12	9.5±0.71	6.75±1.06
	หมวก	91.92	14.0±1.41	9.0±1.41	5.5±0.71
จาก ชม.	ก้าน	85.21	10.25±1.06	7.75±0.35	5.5±1.41
	หมวก	90.02	8.25±1.77	7.0±1.41	5.25±0.35

ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์ที่มีผลต่อค่า t_e พบว่า พันธุ์ของเห็ด (A) อุณหภูมิที่ใช้อบ (C) และปัจจัยร่วม AC มีผลต่อค่า t_e อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังนั้นจึงนำปัจจัยร่วม AC มาพิจารณาในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย t_e โดยเขียนตารางใหม่ได้เป็นตาราง ญ.3.1

ตาราง ญ.3.1 ตัวอย่างเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

A \ C	40°	50°	60°
MU 2	9.5	8.25	5.5
MU 1	14.25	9.25	8.75
จากเชียงใหม่	9.25	8.0	5.38

พิจารณาที่ปัจจัย A

คำนวณ $S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{MS_E}{cr}}$

$= \sqrt{\frac{1.5347}{(3)(2)}}$

$= 0.5058$

โดยมีความคลาดเคลื่อน df เท่ากับ 18 เปิดค่า significant studentized ranges (SSR) สำหรับค่า 5% ตรงกับค่าของ p ตั้งแต่ 2 ถึง 3 แล้วคูณค่าของ SSR ด้วย $S_{\bar{X}}$ เพื่อให้ได้ค่า least significant ranges (LSR) ดังตาราง ญ.3.2

ตาราง ญ.3.2 ตัวอย่างค่า significant studentized ranges (SSR) และค่า least significant ranges (LSR)

ค่า P	2	3
SSR	2.92	3.07
LSR = SSR($S_{\bar{X}}$)	1.0469	1.5779

ตัวอย่างการเปรียบเทียบ ที่ปัจจัย A เท่ากับพันธุ์ E เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสูงสุดกับต่ำสุด (ตาราง ญ.3.1) แล้วจึงเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสูงสุดกับรองต่ำสุด

9.5 - 5.5 = 4.0 > 1.5779 ; มีนัยสำคัญ

9.5 - 8.25 = 1.25> 1.0469 ; มีนัยสำคัญ

8.25- 5.5 = 2.75> 1.0469 ; มีนัยสำคัญ

ผลคือเมื่อเปรียบเทียบ t_e ที่ A เท่ากับพันธุ์ E จะได้ว่า t_e ที่แต่ละอุณหภูมิอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ญ.4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยใช้

จากข้อมูลในตาราง 5.14 พิจารณาเฉพาะค่าร้อยละความชื้นของเห็ดแห้งที่ได้จากการทำแห้ง โดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ และตะแกรงตาก

ค่าสังเกตการจับคู่ร้อยละความชื้น		ความแตกต่าง
X_{1j}	X_{2j}	$D_j = X_{1j} - X_{2j}$
4.03	13.61	9.58
3.83	8.19	4.36

Sum = $\sum_j D_j$	=	9.58 4.36 = 13.94
mean= $\bar{D}$	=	13.94 / 2 = 6.97
CT = $D_j^2 / 2$	=	110.786 / 2 = 55.393
SS = D_j^2 - CT	=	55.393
S_D^2 = SS / df	=	55.393 / 1 = 55.393
S_D = S_D^2	=	7.443
$S_{\bar{D}}$ = S_D^2 / r	=	5.263
t = $\bar{D} / S_{\bar{D}}$	=	1.324
$t_{0.05,1}$	=	12.706

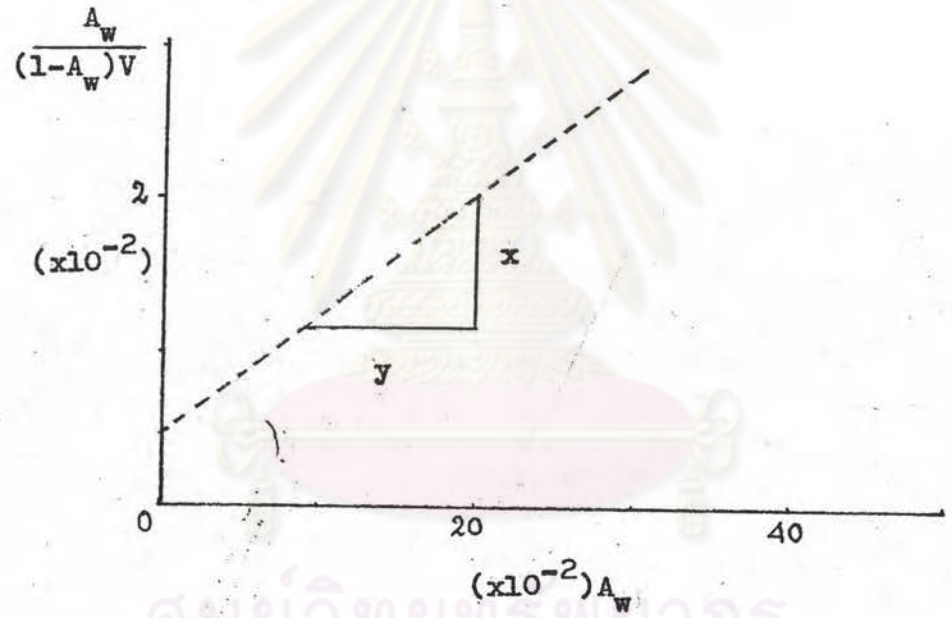
$1.324 < 12.706$

ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ภาคผนวก ฎ

ฎ.1 การคำนวณค่า monolayer (V_m)

ตัวอย่าง จากข้อมูล adsorption ที่อุณหภูมิห้องของหมวกเห็ดหอม (ฑบ2) ซึ่งผ่านการอบที่ 50 °ซ นำมาเขียน adsorption isotherm และกราฟ BET ได้ดังรูป 5.3 และ 5.4 ข ตามลำดับ



รูป 5.4 ข กราฟแสดง adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 25 °ซ ของเห็ดหอมแห้งพันธุ์ ฑบ2 ที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 50 °ซ (หมวกเห็ด)

จากรูป $\quad Y - \text{intercept} = \frac{1}{CV_m}$

$$= 0.631 \times 10^{-2}$$

$$\text{slope} = \frac{C-1}{CV_m}$$

$$= \frac{x}{y}$$

$$= 0.0878$$

$$C - 1 = 0.0878/0.631 \times 10^{-2}$$

$$= 13.8887$$

$$C = 14.8887$$

$$V_m = 10.63$$

กราฟเส้นตรงที่ได้จากการทดลองนี้ ใช้วิธี least-squares ในการเฉลี่ยเส้นกราฟ และเขียนเป็นสมการรีเกรซชันเส้นตรง ได้ค่าจุดตัดแกน Y และค่าความชันตามสมการที่ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฎ 2. การคำนวณอายุการเก็บเห็ดหอมแห้งโดยประมาณ

ผลิตภัณฑ์เห็ดหอมแห้งบรรจุในถุงโพลีโพพิลีน ถุงละคอก น้ำหนักเห็ดโดยประมาณ 1 กรัม

ความชื้นเริ่มต้นของเห็ดแห้งเฉลี่ยทั้งคอก 8.36 % ERH 9.5 %

(จากตาราง 5.19)

ความชื้นเนื้อเยื่อผิวชั้นเดียวเฉลี่ยทั้งคอก 10.40 % ERH 12.0 %

(จากตาราง 5.15 รูป 5.2)

ความชื้นที่เพิ่มขึ้น (Q) $10.40-8.36 = 2.04\ \%$

$= 0.02$

พื้นที่ผิวของถุง (A) $6 \times 7.35 \times 2$ ซม^2

$$= \frac{6 \times 7.35 \times 2 \text{ ซม}^2 \mid 1 \text{ ม}^2}{100 \text{ ซม}^2}$$

ความหนาของถุง 1 ด้าน (l) $0.175/2$ มม.

$$= \frac{0.175 \text{ มม.} \mid 1 \text{ ซม} \mid 1 \text{ นิ้ว} \mid 1000 \text{ มิ}}{2 \mid 10 \text{ มม} \mid 2.54 \text{ ซม} \mid 1 \text{ นิ้ว}}$$

สภาวะเก็บ (R_1) 28.5°ซ 58 % RH

$= 83.3$°ฟ 58 % RH

ค่าการซึมผ่านของน้ำที่ 100°F 95%RH(P) (จากตาราง 3.1)

$$= 0.4 \frac{\text{กรัม-มิล}}{\text{วัน } 100 \text{ นิ้ว}^2}$$

$$= \frac{0.4 \text{ กรัม-มิล} \mid 1 \text{ นิ้ว}^2 \mid 10^4 \text{ ซม}^2}{\text{วัน } 100 \text{ นิ้ว}^2 \mid 2.54^2 \text{ ซม}^2 \mid 1 \text{ ม}^2}$$

$$= 6.20 \frac{\text{กรัม-มิล}}{\text{วัน ม}^2}$$

ค่าคงที่การซึมผ่าน (permeability constant, $\bar{P}$)

$\bar{P}$ ที่ 100°ฟ 95% RH $6.20 \frac{\text{กรัม-มิล}}{\text{วัน ม}^2} \times \frac{1}{49.2^* \text{ มม.ปรอท}(\frac{95-0}{100})}$

$$= \quad 0.133 \ \frac{\text{กรัม–มิล}}{\text{วัน ม}^2 \text{ มม.ปรอท}}$$

สมมติให้ $\bar{P}$ คงที่

จาก $\bar{P} = \dfrac{Q1}{At \ \frac{S(R_1-R_2)}{100}}$ $\quad R_2 = \dfrac{9.5+12.0}{2} = 10.75$

$$0.133 \ \frac{\text{กรัม–มิล}}{\text{วัน ม}^2\text{มม.ปรอท}} = \frac{0.02 \text{ กรัม} \ \Big| \ 3.4449 \text{ มิล}}{t \ \Big| \ \frac{2x6x7.35 \text{ ม}^2}{100} \ \Big| \ 25.4909^{*} \text{ มม.ปรอท} \left(\frac{58-10.75}{100}\right)}$$

$$t = 0.049 \text{ วัน}$$

$$= 1.17 \text{ ช.ม.}$$

ถ้าจะให้เก็บได้ 5 เดือน ด้วยฟิล์มหนา 3.4449 มิล ฟิล์มนั้นจะต้องมีค่า $\bar{P}$

$$= \quad 0.0004 \text{ กรัมมิล/วัน ม}^2 \text{ มม.ปรอท}$$

* จาก ตารางไอน้ำ (steam table)

ค่าความดันไอน้ำอิ่มตัวที่ 100°ฟ. มีค่า 49.2 มม.ปรอท

ค่าความดันไอน้ำอิ่มตัวที่ 83.3°ฟ. มีค่า 25.4909 มม.ปรอท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฎ 3. การประเมินพลังงานที่ใช้อบแห้งสำหรับเครื่องอบแห้งแบบเป็นชั้น (สมมติไม่มีการสูญเสียความร้อน) (10)

เปรียบเทียบการอบ 2 สภาวะ คือ

1 สภาวะอบที่อุณหภูมิ 50°ซ เป็นเวลา 12 ช.ม.

2 สภาวะอบที่อุณหภูมิ 40° และ 50°ซ เป็นเวลา 2 และ 10 ช.ม. ตามลำดับ

พลังงานส่วนที่ให้ความร้อน (Q) = $mC_p \Delta T$

โดยที่ m = อัตราการไหลของมวลอากาศ กก./วินาที

C_p = ความร้อนจำเพาะของอากาศ กิโลจูล/กก.–เคลวิน

ΔT อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่ต้องการ เคลวิน

สำหรับการให้ความร้อนแก่อากาศที่มีสภาพบรรยากาศปรกติ

$$Q = 1.2 \frac{\text{กิโลจูล}}{\text{ลบ.ม.เคลวิน}} V\Delta T$$

V = อัตราการไหลของอากาศสำหรับเครื่องอบแห้งเป็นชั้น

$$= 0.058 \frac{\text{ลบ.ม.}}{\text{วินาที}}$$

ΔT_1 = 22 เคลวิน (จาก 28°ซ.เป็น 50°ซ.)

ΔT_2 = 12 เคลวิน (จาก 28°ซ.เป็น 40°ซ.)

ΔT_3 = 10 เคลวิน (จาก 40°ซ.เป็น 50°ซ.)

$$Q_{\text{สภาวะที่ 1}} = \frac{1.2 \text{ กิโลจูล}}{\text{ลบ.ม.–เคลวิน}} \left| \frac{0.058 \text{ ลบ.ม}}{\text{วินาที}} \right| 22 \text{ เคลวิน}$$

= 5508 กิโลจูล/ช.ม.

= 66096 กิโลจูล/12 ช.ม.

Q สภาวะที่ 2 = $\left[\frac{1.2 \text{ กิโลจูล}}{\text{ลบ.ม.–เคลวิน}} \middle| \frac{0.058 \text{ ลบ.ม. } 12 \text{ เคลวิน}}{\text{วินาที}}\right] \times 2 \text{ ช.ม.} +$

$\left[\frac{1.2 \text{ กิโลจูล}}{\text{ลบ.ม.–เคลวิน}} \middle| \frac{0.058 \text{ ลบ.ม. } 10 \text{ เคลวิน}}{\text{วินาที}}\right] \times 10 \text{ ช.ม.}$

= 31069.44 กิโลจูล/12 ช.ม.

พลังงานส่วนที่ใช้หมุนพัดลม = $\frac{1/4 \text{ กำลังม้า}}{1 \text{ กำลังม้า}} \middle| \frac{7.457 \times 10^2 \text{ วัตต์}}{}$

= 186.42 จูล/วินาที

= 671 กิโลจูล/ช.ม.

= 8052 กิโลจูล/12 ช.ม.

พลังงานที่ใช้อบในสภาวะอบ 50°ซ 12 ช.ม. = 66096 + 8052 กิโลจูล

= 74148 กิโลจูล

พลังงานที่ใช้อบในสภาวะอบ 40°ซ และ 50°ซ 2 และ 10 ช.ม.

= 31069.44 + 8052 กิโลจูล

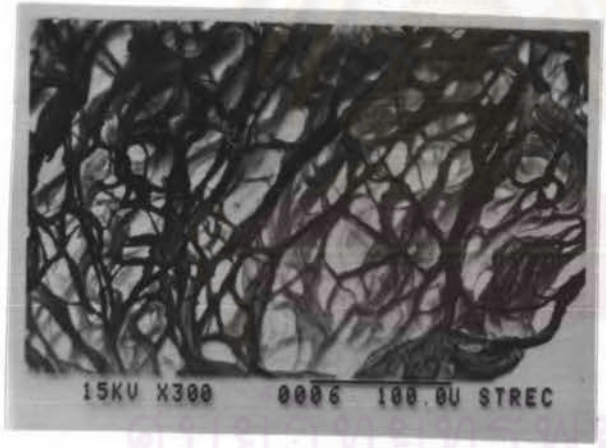
= 39121.44 กิโลจูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

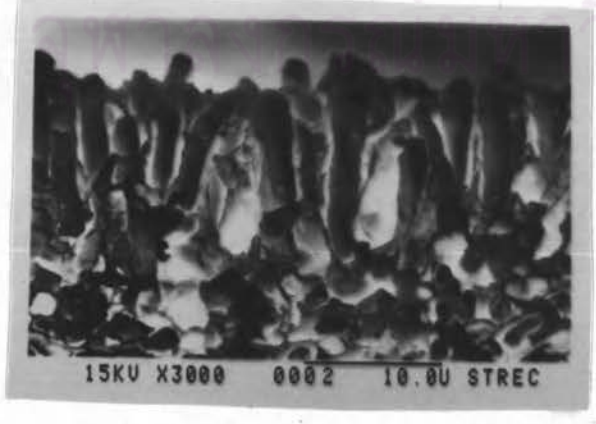
ภาคผนวก ฏ

ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน

รูป ฏ
รูปใต้หมวกเห็ดหอมสด
กำลังขยาย 10 เท่า



รูป ฏ 1.1 บริเวณก้าน 1
กำลังขยาย 300 เท่า



รูป ฏ 1.2 บริเวณครีบ 2
กำลังขยาย 3000 เท่า

ประวัติ

ชื่อ นางสาวพรพรรณ สังขวดี

วันเดือนปีเกิด 26 กุมภาพันธ์ 2505

การศึกษา 2526 วท.บ. วิทยาศาสตร์ทั่วไป จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย