คุณค่าทางอาหารและการลดกรดไฮโดรไซยานิคในเนื้อในเมล็ดยางพารา

ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล และ กำชัย ตันติกาพงศ์

คำนำ

ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) เป็นไม้ยืนต้นที่มีถิ่นกำเนิดในแถบลุ่มแม่น้ำอะเมซอนในประเทศบราซิล ทวีปอเมริกาใต้ นำมาปลูกครั้งแรกในประเทศไทยที่จังหวัดตรังในปี พ.ศ. 2442 โดยพระยารัษฎานุประดิษฐ์ มหิศรภักดี (ไชยา และคณะ, 2523) จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2542 พบว่า ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 9.7 ล้านไร่ (นิรนาม, 2543) และพื้นที่ 1 ไร่ สามารถปลูกต้นยางพาราได้ 76-80 ต้น (นิรนาม, 2538) ในแต่ละปียางพารา 1 ไร่ จะให้เมล็ดยางพาราประมาณ 50 กิโลกรัม (Udomsakdhi *et al.,* 1974 อ้างโดยสุรัตน์, 2528) ซึ่งเมื่อคำนวณกับพื้นที่ปลูกยางพาราในปี พ.ศ. 2542 ประเทศไทยจะมีผลผลิตเมล็ดยางพาราประมาณ 484 ล้านกิโลกรัม ที่ถูกปล่อยให้เน่าสลายไปในสวนยาง จะมีการนำมาสกัดน้ำมันหรือใช้ผลิตต้นต่อประมาณ 1 ล้านกิโลกรัม (วีระศักดิ์, 2531) เมล็ดยางพาราประกอบด้วยเปลือก 34.1% เนื้อใน 41.2% และความชื้น 24.7% (Chandrasiri, 1992 อ้างโดยพันทิพา, 2538) หากนำเนื้อในเมล็ดยางพารามาลดความชื้นให้เหลือ 10% ประมาณการว่าปี พ.ศ. 2542 จะมีเนื้อในเมล็ดยางพาราที่นำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ถึง 247 ล้านกิโลกรัม นอกจากนี้พบว่าเนื้อในเมล็ดยางพารามีโปรตีนประมาณ 22.5% (Nwokolo, 1990) หรือประมาณกว่าครึ่งหนึ่งของถั่วเหลืองไขมันสูงที่มีโปรตีนประมาณ 36.7% (NRC, 1988) สำหรับปริมาณไขมันในเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการทำแห้งแล้วมีสูงถึง 48.3-495% มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวประมาณ 79% และมีปริมาณกรดไขมันจำเป็น 52% ซึ่งใกล้เคียงกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวและกรดไขมันจำเป็นของน้ำมันถั่วเหลือง (Nwokolo, 1990) แต่ปัญหาการใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราเป็นอาหารสัตว์คือ เนื้อในเมล็ดยางพาราสดมีกรดไฮโดรไซนิค (hydrocyanic acid, HCN) อยู่สูงถึง 770 พีพีเอ็ม (ส่วนในล้านส่วน) (Georgi *et al.,* 1932 อ้างโดย สุรัตน์, 2528) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์ เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการนำเนื้อในเมล็ดยางพารามาใช้ประโยชน์เป็นอาหารสัตว์ การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการลดกรดไฮโดรไซยานิคในเนื้อในเมล็ดยางพารา โดยใช้วิธีการเก็บเมล็ดยางพาราในอุณหภูมิห้อง การตากแดด และการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °ซ ที่เวลาแตกต่างกัน และวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านกรรมวิธีการลดกรดไฮโดรไซนิคแล้ว

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 : การลดกรดไฮโดรไซยานิคในเนื้อในเมล็ดยางพาราโดยการเก็บเมล็ดยางพาราในอุณหภูมิห้อง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Comletely randomized design, CRD) ประกอบด้วย 9 ระยะเวลาการเก็บ (treatment) คือ 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12 และ 16 สัปดาห์ แต่ละระยะเวลาการเก็บจะทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยแบ่งตัวอย่างเมล็ดยางพาราใส่ในถุงตาข่ายจำนวน 27 ถุงๆ ละประมาณ 120 กรัม ทำการสุ่มระยะเวลาการเก็บ และซ้ำให้เมล็ดยางพาราแต่ละถุงที่วางไว้ในตะกร้าพลาสติก เมื่อครบระยะเวลาการเก็บที่กำหนดจึงนำตัวอย่างเมล็ดยางพารามากะเทาะเปลือก และสุ่มเนื้อในเมล็ดยางพารามาวิเคราะห์หาปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคโดยวิธี Colorimeter Method ตามรายงานของเยาวมาลย์ (2523) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี Analysis of variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test ตามรายงานของยุทธนา (2541)

การทดลองที่ 2 : การลดกรดไฮโดรไซยานิคในเนื้อในเมล็ดยางพาราโดยการตากแดดและอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °ซ

วางแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียลในแบบสุ่มตลอด (6x4 Factorial experiment in completely randomized design) ประกอบด้วยปัจจัย (factor) 2 ปัจจัย คือ (1) ระยะเวลาในการตากแดดมี 6 ระยะคือ 0, 1, 3, 6, 9 และ 12 วัน (2) ระยะเวลาในการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °ซ มี 4 ระยะ คือ 0, 12, 24 และ 36 ชั่วโมง ซึ่งจะได้ 24 วิธีการร่วม (treatment combination) แต่ละวิธีการร่วมจะทำการทดลอง 4 ซ้ำ โดยนำเมล็ดยางพาราที่เก็บไว้ในตู้แช่แข็งมากะเทาะเอาเปลือกออก แล้วหั่นเนื้อในเมล็ดยางพาราออกเป็น 4 ชิ้น ต่อ 1 เมล็ด สุ่มแบ่งชั่งตัวอย่างเนื้อในเมล็ดยางพาราจำนวน 96 ตัวอย่างๆ ละ 100 กรัม ใส่ในถาดสี่เหลี่ยม ทำการสุ่มวิธีการร่วม (treatment) และซ้ำให้กับตัวอย่างเนื้อในเมล็ดยางพาราในแต่ละถาด เมื่อเนื้อในเมล็ดยางพาราถาดใดผ่านการตากแดดและอบด้วยลมร้อน ครบตามระยะเวลาที่กำหนด นำเนื้อในเมล็ดยางพารามาวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง (dry matter, DM) ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิค สำหรับเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการตากแดด 12 วัน และเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการอบด้วยลมร้อนนาน 36 ชั่วโมง จะนำมาวิเคราะห์หาโภชนะโดยวิธีประมาณ (proximate analysis) ที่แนะนำโดย AOAC (1984) สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนได้ส่งไปวิเคราะห์ที่ฝ่ายวิชาการแอล-ไลซีน บริษัทอายิโนะโมะโต๊ะเซลล์ (ประเทศไทย) จำกัด

ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1

จากผลการทดลองเก็บเมล็ดยางพาราในอุณหภูมิห้องนาน 9 ระยะ คือ 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12 และ 16 สัปดาห์ พบว่า การเก็บเมล็ดยางพาราในอุณหภูมิห้องนาน 1 สัปดาห์ ทำให้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิค (326.69 พีพีเอ็ม) ลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในเมล็ดยางพาราสด (476.44 พีพีเอ็ม) ดังแสดงในตารางที่ 1 และพบว่าการเก็บเมล็ดยางพาราในอุณหภูมิห้องนานตั้งแต่ 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ ทำให้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) แต่การเก็บเมล็ดยางพารานานตั้งแต่ 4 สัปดาห์ไปจนถึง 16 สัปดาห์ ทำให้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคลดลงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และพบว่าการเก็บเมล็ดยางพารานาน 4 สัปดาห์ ทำให้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคลดลง 97.23% และถ้าเก็บเมล็ดยางพารานาน 16 สัปดาห์ ทำให้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคลดลงถึง 99.88% ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคจะลดลงมากในช่วง 4 สัปดาห์แรก และหลังจากนั้นปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคจะลดลงน้อยมาก ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ Georgi และคณะ (1932) พบว่า การเก็บเมล็ดยางพาราในอุณหภูมิห้องสามารถลดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคได้ประมาณ 90% และถ้าเก็บไว้นาน 14 สัปดาห์ ทำให้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคลดลง 94.7% และถ้าเก็บไว้นานเกิน 14 สัปดาห์ ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคเกือบไม่ลดลง นอกจากนี้จากรายงานของมาลี และคณะ (2519) ที่ลดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในกากเมล็ดยางพารา โดยใช้การหมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus* sp. พบว่าสามารถลดกรดไฮโดรไซยานิคได้ 0-51.6% จึงกล่าวได้ว่าการเก็บเมล็ดยางพาราในอุณหภูมิห้องเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยลดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคได้สูง แต่ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 4 สัปดาห์

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในเนื้อในเมล็ดยางพาราเมื่อเก็บเมล็ดยางพาราที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในเนื้อในเมล็ดยางพารา		เปอร์เซ็นต์กรดไฮโดรไซยานิคที่ลดลง
	ในสภาพมีความชื้น (มก./กก.)	ในสภาพ DM (มก./กก.)	
0	305.95[a]	476.44[a]	0
1	280.22[b]	328.69[b]	31.01
2	235.11[c]	268.49[c]	43.65
3	79.02[d]	88.75[d]	81.37
4	11.81[e]	13.20[e]	97.23
6	3.63[e]	4.14[e]	99.13
8	2.43[e]	2.80[e]	99.41
12	1.82[e]	1.98[e]	99.58
16	0.52[e]	0.58[e]	99.88

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

การทดลองที่ 2

1. ผลของการตากแดดต่อปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในเนื้อในเมล็ดยางพารา

จากผลการทดลองนำเนื้อในเมล็ดยางพารามาตากแดด 6 ระยะ (ดังแสดงในตารางที่ 2) พบว่าการตากแดดตั้งแต่ 1 วันขึ้นไป ทำให้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) แสดงว่าอุณหภูมิช่วงที่ตากแดดประมาณ 28-32 °ซ ทำให้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคลดลงได้รวดเร็ว ทั้งนี้เนื่องจากกรดไฮโดรไซยานิคมีจุดเดือดอยู่ที่ 26.5 °ซ (Dreisbach and Robertson, 1987) อุณหภูมิที่เกิดจากการตากแดดจึงช่วยให้กรดไฮโดรไซยานิคระเหยไปได้รวดเร็วและจะค่อยๆ ลดลงเมื่อตากแดดนานวันขึ้นดังแสดงในตารางที่ 2

2. ผลของการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °ซ ต่อปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในเนื้อในเมล็ดยางพารา

จากผลการทดลองอบเนื้อในเมล็ดยางพาราด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °ซ เป็นเวลานาน 4 ระยะ (ดังแสดงในตารางที่ 3) พบว่าการอบเนื้อในเมล็ดยางพาราเป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง ทำให้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในเนื้อในเมล็ดยางพาราลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ไม่ผ่านการอบด้วยลมร้อน หรือผ่านการอบด้วยลมร้อนนาน 12 ชั่วโมง แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) กับการอบลมร้อนนาน 36 ชั่วโมง ซึ่งสามารถลดกรดไฮโดรไซยานิคได้ประมาณ 45.68-48.27% ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบเนื้อในเมล็ดยางพารายังสูงอยู่ เพราะจากรายงานของเจริญศักดิ์ (2519) พบว่าการใช้อุณหภูมิสูง (90-100 °ซ) ทำให้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในมันสำปะหลังลดลง 16-71% ขณะที่อุณหภูมิต่ำ (60 °ซ) ทำให้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคลดลง 50-83% ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิสูงทำให้เอ็นไซม์ linamarase ถูก denature ไป ซึ่งขัดแย้งกับพันทิพา (2538) รายงานว่าการอบเมล็ดยางพาราที่อุณหภูมิ 100 °ซ นาน 18 ชั่วโมง สามารถลดกรดไฮโดรไซยานิคได้ถึง 84% นอกจากนี้มีรายงานว่าการแช่เมล็ดยางพาราในน้ำร้อนนาน 12 ชั่วโมง หรืออบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ

350 °ซ นาน 15 นาที สามารถลดกรดไฮโดรไซยานิคได้ผลดี (Staticand Kaykay, 1981) และจากผลการทดลองครั้งนี้จะเห็นว่าปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคลดลงอย่างมากเมื่ออบด้วยลมร้อนผ่านไป 12 ชั่วโมง

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในเนื้อในเมล็ดยางพารา (ในสภาพ DM) ที่ผ่านการตากแดดที่ระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลาการตากแดด (วัน)	ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิค ในเนื้อในเมล็ดยางพารา (มก./กก.)	เปอร์เซ็นต์กรดไฮโดรไซยานิคที่ลดลง
0	180.94[a]	0
1	68.00[b]	62.00
3	56.79[c]	68.61
6	43.36[d]	76.04
9	38.90[e]	78.50
12	27.66[f]	84.71

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °ซ เป็นระยะเวลาต่างๆ (ในสภาพ DM)

ระยะเวลาที่อบด้วยลมร้อน (ชั่วโมง)	ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิค ในเนื้อในเมล็ดยางพารา (มก./กก.)	เปอร์เซ็นต์กรดไฮโดรไซยานิค ที่ลดลง
0	102.72[a]	0
12	60.70[b]	40.91
24	55.80[c]	45.68
36	53.14[c]	48.27

หมายเหตุ :ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

3. อิทธิพลร่วมของการตากแดดและการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °ซ ต่อปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในเนื้อในเมล็ดยางพารา

จากผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่าการตากแดดและการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °ซ มีอิทธิพลร่วมกันในการลดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในเนื้อในเมล็ดยางพาราอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) และพบว่าการตากแดด 12 วัน ร่วมกับการอบด้วยลมร้อนนาน 12 ชั่วโมง ทำให้กรดไฮโดรไซยานิค ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) เมื่อเปรียบเทียบกับการตากแดดที่จำนวนวันต่างๆ ร่วมกับการอบด้วยลมร้อนเป็นเวลานานที่ชั่วโมงต่างๆ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) กับการตากแดด 12 วัน อย่างเดียว หรือตากแดด 9 วัน ร่วมกับการอบด้วยลมร้อนที่ระยะเวลาต่างๆ หรือที่ระยะเวลา 36 ชั่วโมง ซึ่งปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคที่ลดลงในช่วงการตากแดดวันแรกมีเปอร์เซ็นต์สูงมาก (82.85%) หรือการอบด้วยลมร้อนที่ 12 ชั่วโมงแรก (65.71%) นอกจากนี้พบว่าการตากแดดตั้งแต่ 6 วันขึ้นไปร่วมกับการอบด้วยลมร้อนนาน 24 ชั่วโมง ทำให้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคลดลงตั้งแต่ 89.77% เป็นต้นไป และเมื่อพิจารณาปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการตากแดด 6 วัน ร่วมกับการอบด้วยลมร้อน 24 ชั่วโมง มีปริมาณ 38.20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม หากมีการใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราดังกล่าวในอาหารสัตว์ 10% จะทำให้อาหารสัตว์นั้นมีกรดไฮโดรไซยานิค 3.82 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และถ้านำอาหารดังกล่าวมาเลี้ยงสุกรน้ำหนัก 20 กิโลกรัม ซึ่งจะกินอาหารวันละประมาณ 1 กิโลกรัม จะทำให้สุกรได้รับกรดไฮโดรไซยานิค 0.19 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ซึ่งระดับดังกล่าวจะทำให้เกิดพิษต่อสัตว์น้อยมาก ตามที่พันทิพา (2539) กล่าวว่าในสัตว์ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคที่สามารถทำให้เกิดพิษอยู่ที่ระดับ 1.4 มิลลิกรัม/น้ำหนัก 1 กิโลกรัม Bolheis (1954) รายงานว่า ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในวัตถุดิบอาหารสัตว์แบ่งตามอันตรายที่จะเกิดกับสัตว์ได้ 3 ระดับ คือ ระดับที่เป็นอันตรายน้อย ปานกลาง และมาก อยู่ที่ปริมาณน้อยกว่า 50, 50-100 และมากกว่า 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ นิสิต (2531) กล่าวว่า ร่างกายสามารถเปลี่ยนกรดไฮโดรไซยานิคไปเป็นไธโอไซยาเนต (thiocyanate, SCN) ซึ่งไม่เป็นพิษและร่างกายจะขับออกทางปัสสาวะ มาลินี (2523) กล่าวว่า แกะขนาดน้ำหนัก 50 กิโลกรัม สามารถทำลายพิษ และขับถ่ายกรดไฮโดรไซยานิคออกจากร่างกายได้ 22 มิลลิกรัม/ชั่วโมง

4. คุณค่าทางอาหารของเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการลดกรดไฮโดรไซยานิค

จากผลการทดลองนำตัวอย่างเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการอบด้วยลมร้อนเป็นเวลานาน 36 ชั่วโมง และที่ผ่านการตากแดด 12 วัน มาวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและกรดอะมิโน พบว่าเนื้อในเมล็ดยางพาราทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณโปรตีนและไขมันใกล้เคียงกัน สำหรับกรดอะมิโนทั้ง 13 ชนิด พบว่าเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการอบด้วยลมร้อนนาน 36 ชั่วโมง จะมีปริมาณกรดอะมิโนส่วนใหญ่ต่ำกว่าเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการตากแดด 12 วัน อยู่เล็กน้อย (ดังแสดงในตารางที่ 6) เมื่อ

เปรียบเทียบกับถั่วเหลืองไขมันสูงที่แนะนำโดย NRC (1988) พบว่าเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการลดกรดไฮโดรไซยานิคจะมีโปรตีน (17.16%) ประมาณครึ่งหนึ่งของถั่วเหลืองไขมันสูง (36.7%) แต่ปริมาณไขมัน (42.6%) จะมีมากเป็น 2.3 เท่าของถั่วเหลืองไขมันสูง (18.8%) สำหรับปริมาณกรดอะมิโนในโปรตีน พบว่าเนื้อในเมล็ดยางพาราและถั่วเหลืองไขมันสูงมีปริมาณกรดอะมิโนแต่ละชนิดในโปรตีนใกล้เคียงกัน ยกเว้นไลซีนในเนื้อในเมล็ดยางพาราจะมีต่ำกว่าถั่วเหลืองไขมันสูงประมาณ 2 เท่า จึงมีโอกาสเป็นไปได้สูงที่จะนำเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการลดกรดไฮโดรไซยานิคแล้วมาทดแทนถั่วเหลืองไขมันสูงในอาหารสัตว์ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าของเมล็ดยางพาราที่ไม่มีค่าให้มีคุณค่าในด้านเศรษฐกิจต่อไป

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณกรดไฮโดรไซยานิค (มก./กก.ในสภาพ DM) ในเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการตากแดดร่วมกับการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °ซ เป็นระยะเวลาต่างๆ (ค่าในวงเล็บเป็นเปอร์เซ็นต์กรดไฮโดรไซยานิคที่ลดลง)

ระยะเวลาการอบ	ระยะเวลาการตากแดด (วัน)					
(ชม.)	0	1	3	6	9	12
0	373.49^{a}	64.06^{de}	52.52^{hi}	51.48^{hi}	39.42^{jk}	31.40^{kl}
	(0)	(82.85)	(84.94)	(86.22)	(89.44)	(91.58)
12	128.06^{b}	68.61^{de}	55.84^{gh}	44.81^{ij}	39.37^{jk}	27.45^{l}
	(65.71)	(81.63)	(85.05)	(88.00)	(89.46)	(92.65)
24	101.05^{c}	71.33^{d}	61.22^{efg}	38.20^{jk}	36.53^{jk}	26.41^{l}
	(72.94)	(80.90)	(83.61)	(89.77)	(90.22)	(92.93)
36	101.23^{c}	61.56^{def}	58.29^{fgh}	37.91^{jk}	40.58^{j}	25.38^{l}
	(72.90)	(83.52)	(84.85)	(89.85)	(89.13)	(93.21)

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบทางเคมีและกรดอะมิโนของเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการอบด้วยลมร้อน 70 °ซ นาน 36 ชั่วโมง และตากแดด 12 วัน เปรียบเทียบกับถั่วเหลืองไขมันสูง (หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์)

ส่วนประกอบทางเคมี	**เนื้อในเมล็ดยางที่ผ่านการลดกรด HCN**			
	ตากแดด 12 วัน	**อบด้วยลมร้อน 36 ชม.**	**ถั่วเหลืองไขมันสูง[1]**	
ความชื้น	3.85	3.45	10	
โปรตีน	17.32	17.16	36.7	
ไขมัน	41.51	42.60	18.8	
เยื่อใย	16.52	16.70	5.2	
เถ้า	3.40	3.45	-	
แคลเซียม	0.10	0.11	0.26	
ฟอสฟอรัส	0.39	0.40	0.61	
กรดอะมิโน		**% ในโปรตีน**		**% ในโปรตีน**
ไลซีน	0.52	0.43	2.51	2.25	6.13
เมทไธโอนีน	0.29	0.32	1.86	0.46	1.25
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.61	0.64	3.73	1.01	2.75
ธรีโอนีน	0.51	0.49	2.86	1.42	3.87
ไอโซลูซีน	0.49	0.46	2.68	0.60	4.36
อาร์จีนีน	1.62	1.56	9.09	2.54	6.92
ลูซีน	1.01	0.97	5.65	2.64	7.19
วาลีน	1.10	1.02	5.94	1.62	4.41
ไกลซีน	0.69	0.66	-	-	-
เฟนนิลอะลานีน	0.48	0.47	-	-	-
เซอรีน	0.75	0.73	-	-	-
อะลานีน	0.76	0.68	-	-	-
กรดกลูตามิก	2.45	2.33	-	-	-

หมายเหตุ : 1 ดัดแปลงจาก NRC (1988)

สรุป

จากการศึกษาคุณค่าทางอาหารและการลดกรดไฮโดรไซยานิคในเนื้อในเมล็ดยางพาราพบว่าการเก็บเมล็ดยางพาราที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ทำให้กรดไฮโดรไซยานิคลดลงจาก 476.44 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เหลือเพียง 13.20 มิลลิกรัม/

กิโลกรัม หรือลดลง 97.23% แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการเก็บเมล็ดยางพารา 0-3 สัปดาห์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเก็บเมล็ดยางพาราตั้งแต่ 6-16 สัปดาห์ การตากแดดเนื้อในเมล็ดยางพารานาน 12 วัน ทำให้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคลดลงเหลือ 27.66 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการตากแดดที่ 0-9 วัน ขณะที่การอบด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 70 °ซ นาน 24 ชั่วโมง ทำให้กรดไฮโดรไซยานิคลดลงเหลือ 55.80 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการอบด้วยลมร้อนนาน 0-12 ชั่วโมง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) กับการอบด้วยลมร้อนนาน 36 ชั่วโมง การตากแดดเนื้อในเมล็ดยางพารา 6 วัน ร่วมกับการอบด้วยลมร้อนนาน 24 ชั่วโมง สามารถลดกรดไฮโดรไซยานิคได้ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) กับการตากแดด 12 วัน หรือตากแดด 9 วันร่วมกับการอบด้วยลมร้อน 36 ชั่วโมง จากการวิเคราะห์ทางเคมีของเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการลดกรดไฮโดรไซยานิคด้วยการตากแดด 12 วัน หรืออบด้วยลมร้อนนาน 36 ชั่วโมง มีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกัน และมีส่วนประกอบของกรดอะมิโนในโปรตีนใกล้เคียงกับของถั่วเหลืองไขมันสูง จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะศึกษาวิจัยนำเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการลดกรดไฮโดรไซยานิคแล้วมาใช้ทดแทนถั่วเหลืองไขมันสูงในอาหารสัตว์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2519. มันสำปะหลัง. ภาควิชาพืชไร่นา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ไชยา พัฒนกุล, สมพงษ์ สุขมาก และชูจิต ลีนะธรรม. 2523. ประวัติการปรับปรุงพันธุ์ยางพาราในประเทศไทย. ว.ยางพารา. 1(2): 75-91.

นิรนาม. 2538. ข้อมูลยางพารา 2536. ว. แลใต้. 3(22): 21-23.

นิรนาม. 2543. ผลการพยากรณ์เนื้อที่กรีดได้ ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของยางพาราเปรียบเทียบปีการเพาะปลูก 2542/2543. ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร. 46(521): 52-53.

นิสิตา บำรุงวงศ์. 2531. สารพิษที่มีผลต่อระบบหายใจ. สัมมนาเชิงปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 5 ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2538. หลักการอาหารสัตว์เล่ม 2. ภาควิชาสัตวศาสตร์. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2539. การผลิตอาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

มาลินี ลิ้มโภคา. 2523. พิษวิทยาและการวินิจฉัยโรคทางสัตวแพทย์. โรงพิมพ์จรัลสนิทวงศ์. กรุงเทพฯ.

มาลี สัณฑกุล, พูนสุข อัตถุสมปุณณะ และประไพศรี พู่ตระกูล. 2519. การปรับปรุงคุณภาพกากเมล็ดยางพารโดยวิธีจุลชีววิทยา เพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์. รายงานผลก้าวหน้าของสภาวิจัยครั้งที่ 1 เดือนมิถุนายน. สภาวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย.

ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล. 2541. สถิติสำหรับการวิจัยทางการเกษตร. ภาควิชาสัตวศาสตร์. คณะทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

เยาวมาลย์ ค้าเจริญ. 2523. คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

วีระศักดิ์ อนัมบุตร. 2531. เมล็ดยางพาราและการใช้ประโยชน์. กสิกร. 6(12): 161-163.

สุรัตน ชวนรำลึก. 2528. การศึกษาคุณค่าทางโภชนะของกากเมล็ดยางพาราในไก่กระทงและนกกระทาญี่ปุ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาสัตวศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

AOAC. 1984. Official Method of Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc. Washington, D.C.

Bolhuis, C.G. 1954. The toxicity of cassava roots. Netherland J. of Agri. Sci. 2:176-185.

Dreisbach, R.H. and W.O. Robertson. 1987. Handbook of Poisoning. Norwalk. Connecticut/Los Altos. California.

Georgi, C.D.V., V.R. Greenstreet and G.L. Teik. 1932. Storage of rubber seeds. Malayan Agri. J. 20: 164-176.

NRC. 1988. Nutrient Requirement of Swine. 8th ed. National Research Council. Washington, D.C.

Nwokolo, E. 1990. Rubber seed, oil and meal. *In* Nontraditional Feed Sources for Use in Swine Production. Butterworth. Boston.

Stosic, D.D. and J.M. Kaykay. 1981. Rubber seed as animal feed in Liberia. World Ani. Reviews. 39: 29-39.