



**SCIENCEPARK**  
PIBULSONGKRAM RAJABHAT UNIVERSITY

# เทคโนโลยีรัษฎชาติและผลิตภัณฑ์



คงศักดิ์ ศรีแก้ว

# เทคโนโลยีรัชชาติและผลิตภัณฑ์

คงศักดิ์ ศรีแก้ว

## ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

คงศักดิ์ ศรีแก้ว.

เทคโนโลยีธัญชาติและผลิตภัณฑ์.--พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 2563. 262 หน้า.

1. เทคโนโลยีการผลิตอาหาร. I. ชื่อเรื่อง.

664.7

ISBN 978-616-91918-3-4

## สงวนลิขสิทธิ์

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2563

จำนวนพิมพ์ 1,000 เล่ม

ราคา 300 บาท

จัดพิมพ์โดย อุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก  
โทร. 0-5526-7000 ต่อ 8733

<http://scipark.psu.ac.th>

ออกแบบปก นายนิกธ ฆวดยินดี

ติดต่อสั่งซื้อได้ที่ ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<http://www.chulabook.com>

Call Center (จัดส่งทั่วประเทศ) โทร. 0-2255-4433, 0-2218-9891



- ผู้เขียนให้ความสำคัญสูงสุดในการอ้างอิงแหล่งข้อมูลที่ใช้สำหรับการเรียบเรียงหนังสือเล่มนี้
- เนื้อหาภาพและตารางมีการขออนุญาตใช้สิทธิ์ผ่านระบบ Copyright Clearance Center (CCC) [www.copyright.com](http://www.copyright.com) หรือ ทำซ้ำตามเงื่อนไขสัญญาอนุญาตครีเอทีฟคอมมอนส์ (CC-BY)
- ภาพประกอบบางส่วนได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิ์จาก [www.freepik.com](http://www.freepik.com)

# คำนำ

ธัญชาติมีความสำคัญในแง่ของการเป็นแหล่งอาหารหลักของคน รวมถึงมีการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ และปัจจุบันยังมีศักยภาพในการนำไปผลิตเป็นพลังงาน ดังนั้นธัญชาติจึงมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของคนทั้งโลก สำหรับประเทศไทย ธัญชาติที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตคนไทยมากที่สุดคือ ข้าว ซึ่งถือเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศ โดยคนไทยส่วนใหญ่บริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก

หนังสือ “เทคโนโลยีธัญชาติและผลิตภัณฑ์” จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่องค์ความรู้และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับธัญชาติรวมถึงผลิตภัณฑ์จากธัญชาติ ให้กับผู้ประกอบการ โรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ที่เข้ามาใช้บริการของอุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม รวมถึงใช้ประกอบการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาทั้งระดับปริญญาตรี และบัณฑิตศึกษา มีเนื้อหาทั้งสิ้น 11 บท โดยบทที่ 1-5 เป็นองค์ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับธัญชาติ โครงสร้างของธัญชาติแต่ละชนิด สมบัติทางกายภาพ เคมี และการจัดชั้นมาตรฐานของธัญชาติ บทที่ 6-11 เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การลดความชื้น การแปรรูปขั้นต้น และการแปรรูปธัญชาติไปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ

ผู้เขียนขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่มีส่วนในการให้ความรู้ และอบรมสั่งสอนเป็นอย่างดีในทุก ๆ ระดับของการศึกษา ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ให้โอกาสในการสอนนักศึกษาทั้งระดับปริญญาตรีและบัณฑิตศึกษา รวมถึงให้โอกาสในการทำงานวิจัย บริการวิชาการให้กับผู้ประกอบการ โรงงานอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ หน่วยงานสนับสนุนทุนวิจัยทุกหน่วยงานที่ให้ความอนุเคราะห์จัดสรรงบประมาณในการทำวิจัยด้วยดีตลอดมา และขอขอบคุณอุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการจัดพิมพ์หนังสือเล่มนี้ เพื่อเผยแพร่ความรู้และเทคโนโลยีให้เป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจในวงกว้าง

คงศักดิ์ ศรีแก้ว



# สารบัญ

|                                                       | หน้า |
|-------------------------------------------------------|------|
| บทที่ 1 บทนำ                                          | 1    |
| 1.1 ความหมายและการแบ่งประเภทของธัญชาติ                | 2    |
| 1.2 ลักษณะภายนอกของธัญชาติ                            | 3    |
| 1.3 ความสำคัญของธัญชาติ                               | 5    |
| 1.4 อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับธัญชาติ                 | 6    |
| 1.5 นวัตกรรมกับการแปรรูปธัญชาติ                       | 10   |
| 1.6 สรุป                                              | 13   |
| รายการอ้างอิง                                         | 14   |
| บทที่ 2 โครงสร้างของธัญชาติ                           | 17   |
| 2.1 ข้าว                                              | 18   |
| 2.2 ข้าวสาลี                                          | 23   |
| 2.3 ข้าวโพด                                           | 25   |
| 2.4 ข้าวบาร์เลย์                                      | 27   |
| 2.5 ข้าวไรย์                                          | 28   |
| 2.6 ข้าวโอ๊ต                                          | 28   |
| 2.7 ทriticale                                         | 30   |
| 2.8 ข้าวฟ่าง                                          | 30   |
| 2.9 มิลเลต                                            | 32   |
| 2.10 ความสำคัญและหน้าที่ของโครงสร้างธัญชาติชนิดต่าง ๆ | 32   |
| 2.11 สรุป                                             | 36   |
| รายการอ้างอิง                                         | 37   |

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| บทที่ 3 สมบัติทางกายภาพของัญชาติ                   | 39 |
| 3.1 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดัญชาติ                  | 40 |
| 3.2 การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของเมล็ดัญชาติ        | 41 |
| 3.3 การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์จากัญชาติ | 47 |
| 3.4 สรุป                                           | 56 |
| รายการอ้างอิง                                      | 57 |
| บทที่ 4 สมบัติทางเคมีของัญชาติ                     | 61 |
| 4.1 ส่วนประกอบโดยประมาณของัญชาติ                   | 62 |
| 4.2 คาร์โบไฮเดรตในัญชาติ                           | 64 |
| 4.2.1 สตาร์ช                                       | 64 |
| 4.2.2 น้ำตาล                                       | 70 |
| 4.2.3 เส้นใยอาหาร                                  | 70 |
| 4.2.4 พอลิแซ็กคาไรด์ที่ไม่ใช่สตาร์ช                | 71 |
| 4.3 โปรตีนในัญชาติ                                 | 72 |
| 4.3.1 กลูเตน                                       | 74 |
| 4.3.2 โปรตีนชนิดอื่น ๆ                             | 76 |
| 4.4 ลิพิดในัญชาติ                                  | 77 |
| 4.5 แร่ธาตุในัญชาติ                                | 79 |
| 4.6 วิตามินในัญชาติ                                | 80 |
| 4.7 ไฟโตนิวเทรียนท์                                | 81 |
| 4.8 สารต้านโภชนาการในัญชาติ                        | 81 |
| 4.9 สรุป                                           | 82 |
| รายการอ้างอิง                                      | 84 |
| บทที่ 5 มาตรฐานของัญชาติ                           | 89 |
| 5.1 มาตรฐานและการจัดชั้นคุณภาพของัญชาติในประเทศไทย | 90 |

|       |                                       |     |
|-------|---------------------------------------|-----|
| 5.1.1 | มาตรฐานและการจัดชั้นคุณภาพของข้าว     | 90  |
| 5.1.2 | มาตรฐานและการจัดชั้นคุณภาพของข้าวโพด  | 98  |
| 5.1.3 | มาตรฐานและการจัดชั้นคุณภาพของข้าวฟ่าง | 99  |
| 5.2   | มาตรฐานสากลของสินค้าธัญชาติ           | 100 |
| 5.3   | สรุป                                  | 102 |
|       | รายการอ้างอิง                         | 103 |

|                |                                                                |            |
|----------------|----------------------------------------------------------------|------------|
| <b>บทที่ 6</b> | <b>การเก็บรักษาและการเสื่อมเสียของธัญชาติ</b>                  | <b>105</b> |
| 6.1            | การลดความชื้นของธัญชาติ                                        | 106        |
| 6.1.1          | เครื่องลดความชื้นแบบถัง (bin dryer)                            | 109        |
| 6.1.2          | เครื่องลดความชื้นแบบคอลัมน์ (column dryer)                     | 111        |
| 6.1.3          | การลดความชื้นโดยลมเป่าจากพื้น (floor-drying system) ในโรงเรือน | 112        |
| 6.2            | การเก็บรักษาธัญชาติ                                            | 113        |
| 6.2.1          | สภาวะการเก็บรักษาธัญชาติ                                       | 114        |
| 6.2.2          | วิธีการเก็บรักษาธัญชาติ                                        | 115        |
| 6.3            | การเสื่อมเสียระหว่างการจัดเก็บ                                 | 118        |
| 6.3.1          | การเสื่อมเสียจากเชื้อรา                                        | 118        |
| 6.3.2          | การเสื่อมเสียจากแมลง                                           | 120        |
| 6.3.3          | การถูกทำลายโดยหนู                                              | 123        |
| 6.3.4          | ความเสียหายโดยนก                                               | 123        |
| 6.4            | การควบคุมการเสื่อมเสียและการถูกทำลาย                           | 123        |
| 6.5            | สรุป                                                           | 125        |
|                | รายการอ้างอิง                                                  | 126        |

|                |                                        |            |
|----------------|----------------------------------------|------------|
| <b>บทที่ 7</b> | <b>เทคโนโลยีการกะเทาะเปลือกธัญชาติ</b> | <b>129</b> |
| 7.1            | เทคโนโลยีการสีข้าวเปลือก               | 130        |



|       |                                      |     |
|-------|--------------------------------------|-----|
| 7.2   | อุตสาหกรรมการสีข้าวเปลือกในประเทศไทย | 130 |
| 7.3   | คุณภาพของการสีข้าวเปลือก             | 132 |
| 7.4   | การแตกร้าวของเมล็ดข้าว               | 135 |
| 7.5   | เครื่องจักรที่ใช้ในการสีข้าว         | 142 |
| 7.5.1 | การทำความสะอาดข้าวเปลือก             | 143 |
| 7.5.2 | การกะเทาะข้าวเปลือก                  | 144 |
| 7.5.3 | การแยกแกลบ                           | 147 |
| 7.5.4 | การแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง      | 147 |
| 7.5.5 | การขัดขาว                            | 147 |
| 7.5.6 | การขัดมัน                            | 149 |
| 7.5.7 | การคัดขนาด                           | 150 |
| 7.5.8 | การคัดแยกสี                          | 151 |
| 7.5.9 | การผสมข้าวและการบรรจุ                | 151 |
| 7.6   | การสีข้าวไ้ต                         | 151 |
| 7.7   | สรุป                                 | 154 |
|       | รายการอ้างอิง                        | 155 |

|                |                                            |            |
|----------------|--------------------------------------------|------------|
| <b>บทที่ 8</b> | <b>ข้าวหนึ่งและข้าวกล้องงอก</b>            | <b>157</b> |
| 8.1            | หลักการผลิตข้าวหนึ่ง                       | 158        |
| 8.2            | กระบวนการผลิตข้าวหนึ่ง                     | 161        |
| 8.3            | การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของข้าวหนึ่ง | 164        |
| 8.4            | ข้าวฮาง                                    | 165        |
| 8.5            | ข้าวกล้องงอก                               | 167        |
| 8.6            | ประโยชน์เชิงสุขภาพของข้าวกล้องงอก          | 168        |
| 8.7            | กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก                  | 170        |
| 8.7.1          | การผลิตข้าวกล้องงอกที่เริ่มจากข้าวกล้อง    | 170        |
| 8.7.2          | การผลิตข้าวกล้องงอกที่เริ่มจากข้าวเปลือก   | 171        |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 8.8 การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวกล้องงอก | 173 |
| 8.9 สรุป                             | 174 |
| รายการอ้างอิง                        | 175 |

|                                                   |            |
|---------------------------------------------------|------------|
| <b>บทที่ 9 ผลิตภัณฑ์แปรรูปและสตาร์ชจากธัญชาติ</b> | <b>179</b> |
|---------------------------------------------------|------------|

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 9.1 กระบวนการโม้                        | 180 |
| 9.2 การโม้แห้ง                          | 180 |
| 9.2.1 การทำความสะอาดและคัดแยกเมล็ด      | 181 |
| 9.2.2 การปรับสภาพเมล็ดธัญชาติ           | 184 |
| 9.2.3 ระบบการโม้แห้ง                    | 185 |
| 9.3 การโม้เปียก                         | 189 |
| 9.3.1 การทำความสะอาดและคัดแยกเมล็ด      | 190 |
| 9.3.2 การแช่เมล็ด                       | 191 |
| 9.3.3 ระบบการโม้เปียก                   | 192 |
| 9.4 การโม้ผสม                           | 193 |
| 9.5 สตาร์ชที่ถูกทำลาย                   | 195 |
| 9.6 การดัดแปรแป้งและสตาร์ช              | 195 |
| 9.6.1 วิธีการดัดแปร                     | 196 |
| 9.6.2 การใช้ประโยชน์สตาร์ชดัดแปรในอาหาร | 198 |
| 9.7 แป้งสำเร็จรูป                       | 200 |
| 9.8 สรุป                                | 201 |
| รายการอ้างอิง                           | 203 |

|                                             |            |
|---------------------------------------------|------------|
| <b>บทที่ 10 ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากธัญชาติ 1</b> | <b>207</b> |
|---------------------------------------------|------------|

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 10.1 ผลิตภัณฑ์ขนมอบ             | 208 |
| 10.1.1 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ขนมอบ | 208 |
| 10.1.2 ขนมปัง                   | 212 |

|                                                  |            |
|--------------------------------------------------|------------|
| 10.1.3 เค้ก                                      | 214        |
| 10.1.4 เพสตรี                                    | 215        |
| 10.1.5 ขนมปังกรอบ                                | 216        |
| 10.2 ผลิตภัณฑ์อาหารเส้น                          | 217        |
| 10.2.1 พาสต้า                                    | 217        |
| 10.2.2 บะหมี่                                    | 219        |
| 10.2.3 ก๋วยเตี๋ยว                                | 222        |
| 10.3 สรุป                                        | 226        |
| รายการอ้างอิง                                    | 227        |
| <b>บทที่ 11 ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากธัญชาติ 2</b> | <b>229</b> |
| 11.1 ผลิตภัณฑ์อาหารเช้า                          | 230        |
| 11.1.1 คอร์นเฟลก                                 | 230        |
| 11.1.2 ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการบีบอัดผ่านเกลียว     | 232        |
| 11.1.3 โจ๊กและข้าวต้มกึ่งสำเร็จรูป               | 234        |
| 11.2 ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว                        | 236        |
| 11.3 อาหารหมักจากธัญชาติ                         | 238        |
| 11.3.1 เบียร์                                    | 239        |
| 11.3.2 อาหารหมักจากข้าว                          | 243        |
| 11.4 สรุป                                        | 251        |
| รายการอ้างอิง                                    | 252        |
| ดัชนี                                            | 255        |

# บทที่ 1



## บทนำ

ธัญชาติใช้เรียกส่วนที่เป็นเมล็ดของธัญพืช มีความสำคัญในฐานะเป็นแหล่งอาหารที่ให้พลังงานที่สำคัญที่สุดในคนและสัตว์ การนำธัญชาติไปใช้ประโยชน์จึงมีความสำคัญ ซึ่งต้องทราบถึงส่วนประกอบของธัญชาติ สมบัติทางเคมี กายภาพ การเสื่อมเสีย กระบวนการแปรรูป ธัญชาติเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ การเก็บรักษาทั้งในส่วนของธัญชาติที่เป็นเมล็ดและผลิตภัณฑ์แปรรูปจากธัญชาติชนิดต่าง ๆ รวมถึงผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมที่ใช้ธัญชาติเป็นวัตถุดิบในการผลิต สำหรับประเทศไทยข้าวเป็นธัญชาติที่มีความสำคัญที่สุด ประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกข้าวเป็นอันดับต้น ๆ ของโลกมาเป็นระยะเวลายาวนาน ข้าวเป็นอาหารหลักประจำวันของคนไทย ข้าวจึงมีความสำคัญทั้งในแง่ของเศรษฐกิจและสังคม นอกจากนั้นข้าวยังมีความสัมพันธ์กับการดำเนินชีวิตของคนไทย ดังจะเห็นได้จากวัฒนธรรมและประเพณีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าวและวิถีชีวิตคนไทยซึ่งมีมายาวนานจวบจนปัจจุบัน ►►

### 1.1 ความหมายและการแบ่งประเภทของรัชชาติ

รัชชาติ (cereal) หมายถึง เมล็ดจากต้นรัชพืชวงศ์หญ้า (Family Gramineae) ซึ่งเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีหลายชนิด เช่น ข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวบาร์เลย์ ข้าวฟ่าง ข้าวไรย์ ข้าวโอ๊ต มิลเลต และลูกเดือย เป็นต้น อนุกรมวิธานของรัชชาติแสดงได้ดังภาพ 1.1

| วงศ์ Gramineae |                        |                                                                                                          |                            |                               |                                                                                              |
|----------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| วงศ์ย่อย       | Bambusoideae           | Pooideae                                                                                                 |                            | Panicoideae                   |                                                                                              |
|                |                        |                                                                                                          |                            |                               |                                                                                              |
| เผ่า           | Oryzeae                | Triticeae                                                                                                | Aveneae                    | Paniceae                      | Andropogoneae                                                                                |
|                |                        |                                                                                                          |                            |                               |                                                                                              |
| สกุล           | <i>Oryza</i><br>(ข้าว) | <i>Triticum</i><br>(ข้าวสาลี)<br><br><i>Secale</i><br>(ข้าวไรย์)<br><br><i>Hordeum</i><br>(ข้าวบาร์เลย์) | <i>Avena</i><br>(ข้าวโอ๊ต) | <i>Pennisetum</i><br>(มิลเลต) | <i>Sorghum</i><br>(ข้าวฟ่าง)<br><br><i>Zea</i><br>(ข้าวโพด)<br><br><i>Coix</i><br>(ลูกเดือย) |

ภาพ 1.1 อนุกรมวิธานของรัชชาติ

รัชชาติทุกชนิดมีส่วนประกอบหลักเป็นคาร์โบไฮเดรต ดังนั้นจึงมีความสำคัญในแง่ของการเป็นอาหารหลักที่ให้พลังงานทั้งต่อคนและสัตว์ นอกจากนี้รัชชาติยังมีโปรตีนและไขมันเป็นส่วนประกอบในปริมาณที่มากกว่าพืชอื่น ๆ บางชนิด รัชชาติจึงมีความสำคัญต่อร่างกายทั้งในแง่ของการให้พลังงานและเสริมสร้างการเจริญเติบโต

อย่างไรก็ตาม เมล็ดถั่ว พืชหัว และรัชชาติเทียม (pseudo-cereal) ก็เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตเช่นเดียวกัน และมีส่วนประกอบหลักคล้ายกับรัชชาติแต่ไม่จัดเป็นรัชชาติ ข้อแตกต่างที่สำคัญ คือ เมล็ดถั่ว พืชหัว และเมล็ดรัชชาติเทียมเหล่านั้นได้มาจากพืชชนิดอื่นที่ไม่ใช่วงศ์หญ้า จึงไม่จัดเป็นรัชชาติ ยกตัวอย่างเมล็ดถั่ว เช่น ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง ฯลฯ พืชหัว เช่น มันสำปะหลัง มันฝรั่ง มันเทศ ฯลฯ เมล็ดรัชชาติเทียม เช่น บัควีท (buckwheat) ควินัว (quinoa) ฯลฯ ปัจจุบันเมล็ดรัชชาติเทียมได้รับความนิยมในการบริโภคมากยิ่งขึ้นเนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง