

หอมหัวใหญ่ (Onion)

เรียบเรียงโดย

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนานนท์ และศาสตราจารย์ ดร.ดนัย บุญยเกียรติ

1. ความนำ

หอมหัวใหญ่ (*Allium cepa* L.) เป็นพืชสองปี (biennial) ที่มีการเจริญเติบโตในปีแรก โดยการสร้างใบและหัว (bulb) ซึ่งประกอบด้วยลำต้นสั้นๆ และกาบใบที่ทำหน้าที่สะสมอาหาร ที่ใจกลางของหัวเป็นจุดเจริญหรือจุดให้กำเนิด ในการสร้างหัวของหอมหัวใหญ่ขึ้นอยู่กับความยาวของวัน (day length) พันธุ์วันสั้นต้องการช่วงแสงวันละประมาณ 12 ชั่วโมง ซึ่งเป็นหอมหัวใหญ่ที่ปลูกอยู่ทั่วไปในประเทศไทย ส่วนพันธุ์วันยาวนั้นต้องการวันที่มีช่วงแสงประมาณ 14-15 ชั่วโมง เช่น พันธุ์ที่ปลูกทางแถบภาคเหนือของประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น ถ้านำพันธุ์ที่ต้องการวันยาวไปปลูกในแถบเขตร้อนที่มีช่วงแสงต่อวันสั้นประมาณ 12 ชั่วโมง หอมหัวใหญ่จะเจริญเติบโตเฉพาะส่วนของใบโดยไม่ลงหัว และถ้านำหอมหัวใหญ่พันธุ์วันสั้นไปปลูกในที่ที่มีช่วงแสงเป็นวันยาว ส่วนใบและหัวจะเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อย และสร้างหัวที่มีขนาดเล็ก นอกจากนั้น การสร้างหัวของหอมหัวใหญ่ยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิด้วย เมื่อหอมหัวใหญ่เริ่มลงหัวจะหยุดสร้างใบใหม่ เมื่อหัวเริ่มแก่ใบจะเริ่มแห้งตายจากปลายใบลงมา การแก่ของหอมหัวใหญ่นั้นสังเกตได้จากการที่บริเวณคอ หรือบริเวณที่หัวต่อกับใบเริ่มเหี่ยว และใบหักพับลงมา ในขณะเดียวกันรากเริ่มแห้งตายด้วย

2. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

หอมหัวใหญ่อยู่ในวงศ์ Amaryllidaceae และอยู่ในสกุล *Allium* ซึ่งมีพืชอยู่ประมาณ 300 ชนิด ชนิดที่เป็นพันธุ์ป่าบางชนิดสร้างหัวขนาดเล็ก เรียกว่า bulbils แทนการสร้างเมล็ดในช่อดอก หอมหัวใหญ่เป็นพืชสองปี แต่มีการปลูกเพื่อการค้าแบบปีเดียว หอมหัวใหญ่มีหลายสี เช่น สีขาว สีเหลือง และสีแดง

3. คุณค่าทางโภชนาการและสารพฤกษเคมีของหอมหัวใหญ่

หอมหัวใหญ่ (*Allium cepa* L.) จัดเป็นผักที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่งเนื่องจากคนในประเทศต่างๆ ทั่วโลกได้นำหอมหัวใหญ่มาใช้เป็นส่วนประกอบในการปรุงอาหารมากมายหลายชนิด และหอมหัวใหญ่ยังมีสมบัติส่งเสริมสุขภาพ (health promoting properties) ในหอมหัวใหญ่มีสารพฤกษเคมี (phytochemicals) มากมายหลายชนิด ที่สำคัญ ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) สารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) และสารต้านออกซิเดชัน (antioxidants) สำหรับพันธุ์ที่มีสีแดงมีสารแอนโทไซยานิน (anthocyanins)



หอมหัวใหญ่เป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำมาก คนเราบริโภคหอมหัวใหญ่หรือใช้หอมหัวใหญ่ในการปรุงอาหาร เพื่อต้องการกลิ่นและรสชาติมากกว่าคุณค่าทางโภชนาการ ส่วนประกอบทางเคมีของหอมหัวใหญ่แสดงในตารางที่ 1-4

เนื่องจากหอมหัวใหญ่มีหลายพันธุ์และมีสีแตกต่างกัน เช่น สีขาว สีน้ำตาล หรือสีแดง ทำให้นักผสมพันธุ์พืชนำมาผสมพันธุ์กัน เพื่อศึกษาถึงคุณลักษณะและคุณภาพของแต่ละสายพันธุ์และลูกผสม และรวมทั้งศึกษาในยีนที่ควบคุม (regulatory genes) กระบวนการสังเคราะห์สารฟลาโวนอยด์ (flavonoid biosynthesis pathway) ซึ่งมีกลไกค่อนข้างซับซ้อนมาก (very complex) และเกี่ยวข้องกับกลุ่มยีนที่ทำงานปฏิสัมพันธ์กัน (multiple genes and their interactions)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีโดยเฉลี่ยของหอมหัวใหญ่ดิบ (ต่อ 100 กรัมส่วนที่บริโภคได้)

ส่วนประกอบทางเคมี	ปริมาณโดยเฉลี่ย	หน่วย
น้ำ	89.11	กรัม
พลังงาน	40	กิโลแคลอรี
พลังงาน	166	กิโลจูล
โปรตีน	1.1	กรัม
ลิพิดทั้งหมด	0.1	กรัม
กรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด (Fatty acids, total saturated)	0.042	กรัม
กรดไขมันไม่อิ่มตัว 1 พันธะคู่ (Fatty acids, total monounsaturated)	0.013	กรัม
กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายพันธะคู่ (Fatty acids, total polyunsaturated)	0.017	กรัม
กรดไขมันชนิดทรานส์ (Fatty acids, total trans)	0	กรัม
คอเลสเตอรอล (Cholesterol)	0	มิลลิกรัม
เถ้า	0.35	กรัม
คาร์โบไฮเดรต (โดยผลต่าง)	9.34	กรัม
เส้นใยอาหาร	1.7	กรัม
น้ำตาลทั้งหมด	4.24	กรัม
ซูโครส	0.99	กรัม
กลูโคส (เดกซ์โทรส)	1.97	กรัม
ฟรักโทส	1.29	กรัม
แล็กโทส	0	กรัม
มอลโทส	0	กรัม
กาแล็กโทส	0	กรัม
สตาร์ช	0	กรัม

ที่มา : <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3030?manu=&fgcd=>

ตารางที่ 2 ปริมาณแร่ธาตุโดยเฉลี่ยของหอมหัวใหญ่ดิบ (ต่อ 100 กรัมส่วนที่บริโภคได้)

แร่ธาตุ	ปริมาณโดยเฉลี่ย	หน่วย
แคลเซียม (Ca)	23.0	มิลลิกรัม
เหล็ก (Fe)	0.21	มิลลิกรัม
แมกนีเซียม (Mg)	10.0	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส (P)	29.0	มิลลิกรัม
โพแทสเซียม (K)	146.0	มิลลิกรัม
โซเดียม (Na)	4.0	มิลลิกรัม
สังกะสี (Zn)	0.17	มิลลิกรัม
ทองแดง (Cu)	0.039	มิลลิกรัม
แมงกานีส (Mn)	0.129	มิลลิกรัม
ซีลีเนียม (Se)	0.5	ไมโครกรัม
ฟลูออไรด์ (F)	1.1	ไมโครกรัม

ที่มา : <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3030?manu=&fgcd=>

ตารางที่ 3 ปริมาณวิตามินโดยเฉลี่ยของหอมหัวใหญ่ดิบ (ต่อ 100 กรัมส่วนที่บริโภคได้)

วิตามิน	ปริมาณโดยเฉลี่ย	หน่วย
วิตามินซี (กรดแอสคอร์บิกทั้งหมด)	7.4	มิลลิกรัม
วิตามินบีหนึ่ง (Thiamin)	0.046	มิลลิกรัม
วิตามินบีสอง (Riboflavin)	0.027	มิลลิกรัม
ไนอะซิน (Niacin)	0.116	มิลลิกรัม
กรดแพนโทเทนิค (Pantothenic acid)	0.123	มิลลิกรัม
วิตามินบีหก (Vitamin B-6)	0.12	มิลลิกรัม
โฟเลตทั้งหมด (Total folate)	19	มิลลิกรัม
กรดโฟลิก (Folic acid)	0	มิลลิกรัม
โฟเลต (Folate, food)	19	มิลลิกรัม
โฟเลต (Folate, DFE)	19	ไมโครกรัม
โคลีนทั้งหมด (Choline)	6.1	ไมโครกรัม
บีเทน (Betaine)	0.1	มิลลิกรัม
วิตามินบีสิบสอง (Vitamin B-12)	0	ไมโครกรัม
วิตามินเอ (Vitamin A) RAE	0	ไมโครกรัม
เรตินอล (Retinol)	0	ไมโครกรัม
บีตา-แคโรทีน (Carotene, beta)	1	ไมโครกรัม
แอลฟา-แคโรทีน (Carotene, alpha)	0	ไมโครกรัม

คริปโทแซนทีน (Cryptoxanthin, beta)	0	ไมโครกรัม
วิตามินเอ (Vitamin A, IU)	2	หน่วยสากล
ไลโคปีน (Lycopene)	0	ไมโครกรัม
วิตามินดี [Vitamin D (D ₂ + D ₃)] (International Units)	0	หน่วยสากล
วิตามินดี [Vitamin D (D ₂ + D ₃)]	0	ไมโครกรัม
วิตามินอี [Vitamin E (alpha-tocopherol)]	0.02	มิลลิกรัม
บีตา-โทโคฟีรอล (Tocopherol, beta)	0	มิลลิกรัม
แกมมา-โทโคฟีรอล (Tocopherol, gamma)	0	มิลลิกรัม
เดลตา-โทโคฟีรอล (Tocopherol, delta)	0	มิลลิกรัม
แอลฟา-โทโคไตรอีนอล (Tocotrienol, alpha)	0.04	มิลลิกรัม
บีตา-โทโคไตรอีนอล (Tocotrienol, beta)	0	มิลลิกรัม
แกมมา-โทโคไตรอีนอล (Tocotrienol, gamma)	0	มิลลิกรัม
เดลตา-โทโคไตรอีนอล (Tocotrienol, delta)	0	มิลลิกรัม
วิตามินเค [Vitamin K (phyllloquinone)]	0.4	ไมโครกรัม
ลูทีน + ซีแซนทีน (Lutein + zeaxanthin)	4.0	ไมโครกรัม

ที่มา : <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3030?manu=&fgcd=>

ตารางที่ 4 ปริมาณกรดแอมิโนโดยเฉลี่ยของหอมหัวใหญ่ดิบ (ต่อ 100 กรัมส่วนที่บริโภคได้)

กรดแอมิโน	ปริมาณโดยเฉลี่ย	หน่วย
ทริฟโตเฟน (Tryptophan)	0.014	กรัม
ทรีโอนีน (Threonine)	0.021	กรัม
ไอโซลูซีน (Isoleucine)	0.014	กรัม
ลูซีน (Leucine)	0.025	กรัม
ไลซีน (Lysine)	0.039	กรัม
เมไทโอนีน (Methionine)	0.002	กรัม
ซิสทีน (Cystine)	0.004	กรัม
ฟีนิลแอลานีน (Phenylalanine)	0.025	กรัม
ไทโรซีน (Tyrosine)	0.014	กรัม
วาลีน (Valine)	0.021	กรัม
อาร์จินีน (Arginine)	0.104	กรัม
ฮิสทีดีน (Histidine)	0.014	กรัม
แอลานีน (Alanine)	0.021	กรัม
กรดแอสพาร์ติก (Aspartic acid)	0.091	กรัม
กรดกลูตามิก (Glutamic acid)	0.258	กรัม
ไกลซีน (Glycine)	0.025	กรัม
โพรลีน (Proline)	0.012	กรัม

ซีรีน (Serine)	0.021	กรัม
เอทิลแอลกอฮอล์ (Alcohol, ethyl)	0	กรัม
แคฟเฟอีน (Caffeine)	0	มิลลิกรัม
ทรีโอโบรมีน (Theobromine)	0	มิลลิกรัม

ที่มา : <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3030?manu=&fgcd=>

4. พันธุ์หอมหัวใหญ่

พันธุ์หอมหัวใหญ่ได้มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปทุกปี พันธุ์ลูกผสมมักจะให้หัวที่มีขนาดและสีสม่ำเสมอกว่าพันธุ์เก่า พันธุ์ที่ปลูกในประเทศสหรัฐอเมริกาแบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ พันธุ์วันยาว ซึ่งมีกลิ่นและรสฉุน (pungent) และพันธุ์วันสั้นซึ่งมีกลิ่นและรสไม่ฉุนจัด และในจำนวนพันธุ์ดังกล่าวจะแบ่งเป็น 3 สี คือ สีขาว สีเหลือง และสีแดง พันธุ์วันยาวซึ่งมีกลิ่นและรสฉุน เก็บรักษาได้นานกว่าพันธุ์วันสั้น หอมหัวใหญ่สามารถแบ่งตามสีเปลือกชั้นนอกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

- กลุ่มที่มีสีขาว (white)
- กลุ่มที่มีสีเหลือง (yellow)
- กลุ่มที่มีสีแดง (red)
- กลุ่มที่มีสีแดงเข้ม (deep red) (รูปที่ 1)

การผลิตหอมหัวใหญ่ในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพันธุ์สีเหลืองและเป็นพันธุ์วันสั้น โดยมีการผลิตในเขตอำเภอแม่วาง และอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดนครสวรรค์ และจังหวัดกาญจนบุรี



รูปที่ 1 หอมหัวใหญ่ที่มีสีเปลือกชั้นนอกแตกต่างกัน

(ที่มา : ผู้เขียน)

ในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกหอมหัวใหญ่รวมทั้งประเทศประมาณ 10,275 ไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 34,244 ตัน พื้นที่เพาะปลูกอยู่ในเขตภาคเหนือประมาณ 9,852 ไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 32,394 ตัน และอยู่ในเขตภาคกลางประมาณ 423 ไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 1,850 ตัน แยกเป็นรายจังหวัด คือ เชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน นครสวรรค์ และกาญจนบุรี มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 1,999; 7,129; 80; 644 และ 423 ไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 6,890; 22,662; 252; 2,590 และ 1,850 ตัน ตามลำดับ

5. ลักษณะทางชีวเคมีของหอมหัวใหญ่

ปริมาณน้ำหนักรากของหอมหัวใหญ่ อาจจะผันแปรอยู่ในช่วง 10-15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้ในน้ำ น้ำตาลรีดิซิง และสารประกอบฟีนอล ผันแปรอยู่ในช่วง 41.5-74.0, 12.0-22.5 และ 1.75-2.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พันธุ์สีแดงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงกว่าพันธุ์สีขาว กลิ่นของหอมหัวใหญ่เกิดจากสารประกอบไทโอซัลไฟเนต (thiosulfinate) ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เร่งด้วยเอนไซม์ของสารเอส-โพรพิล-ซิสเตอีนซัลฟอกไซด์ (s-propyl-cysteine sulfoxide)

กลไกทางชีวเคมีซึ่งเกี่ยวข้องกับการยับยั้งการงอกของหัวโดยใช้รังสี คือ การฉายรังสีแกมมา ในปริมาณต่ำ ทำให้เมแทบอลิซึมของกรดนิวคลีอิกในเนื้อเยื่อเจริญเกิดการเปลี่ยนแปลง ปริมาณของไรโบโซมอล-อาร์เอ็นเอ (ribosomal-RNA, r-RNA) และดีเอ็นเอ (DNA) ของหอมหัวใหญ่ที่ได้รับรังสีแกมมาจะมีอยู่น้อยกว่าปกติ ซึ่งส่งผลให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตได้

หอมหัวใหญ่เป็นพืชซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ จุดประสงค์หลักในการใช้หอมหัวใหญ่จึงเป็นการให้กลิ่นและรสชาติ ซึ่งเกิดเนื่องมาจากสารประกอบที่มีกำมะถัน พวกแอลลิลโพรพิลไดซัลไฟด์ (allyl propyl disulfide) หอมหัวใหญ่พันธุ์ที่มีกลิ่นฉุนจัดมีปริมาณของสารประกอบที่มีกำมะถันที่ระเหยได้อยู่มาก นอกจากนั้นกลิ่นฉุนของหอมหัวใหญ่มักมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำหนักรากด้วย และปริมาณน้ำหนักรากสามารถใช้เป็นตัวชี้ในการบ่งชี้คุณภาพในการเก็บรักษาได้ คือ หอมหัวใหญ่ที่มีน้ำหนักรากมากจะมีรสฉุนและเก็บรักษานาน

6. การเก็บเกี่ยวหอมหัวใหญ่

สำหรับการเก็บเกี่ยวหอมหัวใหญ่ในประเทศไทยที่อำเภอแม่ว่าง จังหวัดเชียงใหม่ ใช้แรงงานคนทั้งหมด โดยพ่อค้าเหมาแปลงปลูกหอมหัวใหญ่ไว้ล่วงหน้าตั้งแต่หลังการปลูกได้ประมาณ 50 วัน เมื่อต้นหอมหัวใหญ่เริ่มแก่ ใบจะงอกออกและใบมีนวล (cuticle) เกิดขึ้น ทำให้ใบมีสีเขียวปนเทาและคอเริ่มพับ (รูปที่ 2) และเปลือกหุ้มชั้นนอกมีสีน้ำตาลประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต้นหอมมีอายุประมาณ 85-90 วัน ในระยะนี้ควรหยุดการให้น้ำ พ่อค้าจะเริ่มถอนหอมหัวใหญ่ออกจากแปลง โดยการเหมาค่าแรงตามจำนวนผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ จนเสร็จขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและขนส่งไปยังโรงคัดบรรจุ (ค่าแรงประมาณกิโลกรัมละ 1 บาท)

ในประเทศสหรัฐอเมริกา เกษตรกรเริ่มเก็บเกี่ยวหอมหัวใหญ่เมื่อใบหักล้มลงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมด การเก็บเกี่ยวใช้เครื่องจักรทั้งหมด โดยใช้เครื่องจักรตัดใบออกก่อน และใช้เครื่องจักรขุดเอาหอมหัวใหญ่ออกมาจากดิน ร่อนเอาเศษดินที่ติดออกไป แล้วกองหอมหัวใหญ่ไว้เป็นแถวบนพื้นดินในแปลงปลูก

ทันทีหลังขุดขึ้นจากดิน เพื่อปรับสภาพผิวประมาณ 10 วัน ระหว่างการปรับสภาพผิวควรพลิกกลับหอมหัวใหญ่ ที่กองเรียงกันเป็นแถวนั้น 1-2 ครั้ง เมื่อหอมหัวใหญ่สร้างเนื้อเยื่อบางๆ คลุมหัวไว้ทั้งหมด และเนื้อเยื่อบริเวณ คอแห้งสนิทจึงใช้เครื่องจักรตักหอมหัวใหญ่ขึ้นมาและกำจัดเศษดินออกให้หมด แล้วใส่ลงในตะกร้าหรือลังไม้ ขนาดใหญ่ (bin) ส่วนอีกวิธีเก็บเกี่ยวโดยการใช้เครื่อง และเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วจะไม่ตากหอมหัวใหญ่ไว้ในแปลง แต่นำไปปรับสภาพผิวในโรงเรือน ซึ่งการเก็บเกี่ยวในวิธีแรกสิ้นเปลืองค่าแรงงานมาก ส่วนวิธีที่สองสิ้นเปลือง พลังงานที่ใช้ในการปรับสภาพผิวมากกว่าวิธีแรก การปรับสภาพผิวเป็นการนำเอาความชื้นออกจากผิวชั้นนอก สุดท้ายนำไปเก็บรักษาหรือขนส่ง

การเก็บเกี่ยวหอมหัวใหญ่ในจังหวัดเชียงใหม่เริ่มเก็บเกี่ยวในตอนเช้า โดยคนงานใช้มือจับต้น หอมหัวใหญ่ แล้วดึงขึ้นมาในแนวที่ตั้งฉากกับพื้นดิน ทำให้หอมหัวใหญ่ไม่ชำหรือเป็นแผลน้อยที่สุด คนงาน ถอนต้นหอมหัวใหญ่กองไว้ แล้วใช้กรรไกรตัดส่วนใบออกทิ้ง และกองไว้ที่เดิมเป็นกองเล็กๆ (รูปที่ 3)



รูปที่ 2 ลักษณะแปลงปลูกหอมหัวใหญ่ที่เริ่มคอปับ
(ที่มา : ผู้เขียน)



รูปที่ 3 การถอนต้นหอมหัวใหญ่ แล้วใช้กรรไกรตัดส่วนใบออก และกองไว้ที่เดิมเป็นกองเล็กๆ
(ที่มา : ผู้เขียน)

หอมหัวใหญ่ที่เก็บเกี่ยวอ่อนเกินไปมักสูญเสียได้ง่าย บริเวณคอมมักมีขนาดใหญ่และฉ่ำน้ำ เพราะเนื้อเยื่อบริเวณคอมยังไม่แข็ง ถึงแม้ว่าจะผ่านกระบวนการทำแห้งมาแล้วก็ตาม จึงทำให้จุลินทรีย์เข้าทำลายได้ หอมหัวใหญ่ที่เก็บเกี่ยวเมื่อแก่เกินไปมักมีเปลือกแห้งมากเกินไป ทำให้กรอบ หลุดร่วงได้ง่าย และเก็บรักษาได้ไม่นาน ในบางกรณีที่หอมหัวใหญ่เก็บเกี่ยวเร็วเกินไป เนื่องจากจำหน่ายได้ราคาดี ทำให้มีการตัดต้นห่างจากหัวประมาณ 1-2 นิ้ว โดยตัดทันทีที่ถอนออกจากแปลง ซึ่งทั้งลำต้นและใบยังสดอยู่ การตัดทำให้เกิดรอยแผล จึงเป็นทางเข้าทำลายของจุลินทรีย์ได้ง่าย และซื้อขายกันทันที ทำให้ต้องพยายามรักษาปริมาณน้ำหนักรวมของหอมหัวใหญ่ไว้ให้ได้มากที่สุด จึงมักไม่ผ่านขั้นตอนการผึ่งให้แห้ง ดังนั้นจึงเก็บรักษาได้ไม่นานเนื่องจากเกิดการเน่าเสียได้ง่ายในเวลาต่อมา

7. การขนย้ายหอมหัวใหญ่

ภายหลังการเก็บเกี่ยวและตัดใบออกเรียบร้อยแล้ว บรรจุหอมหัวใหญ่ใส่ในถุงตาข่ายทั้งหมดโดยคัดเอาเฉพาะหัวขนาดใหญ่ ส่วนหัวขนาดเล็กบรรจุแยกถุงและตั้งวางเรียงไว้ (รูปที่ 4) เพื่อรอการขนย้ายจากแปลงปลูกขึ้นรถบรรทุกไปยังโรงคัดบรรจุเพื่อผึ่งให้ผิวแห้ง (รูปที่ 5)



รูปที่ 4 หอมหัวใหญ่ทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กที่บรรจุใส่ในถุงตาข่ายตั้งวางเรียงไว้เพื่อรอการขนย้าย
(ที่มา : ผู้เขียน)



รูปที่ 5 การขนย้ายจากแปลงปลูกขึ้นรถบรรทุกไปยังโรงคัดบรรจุ
(ที่มา : ผู้เขียน)

8. การปรับสภาพผิวให้แห้งภายในโรงคัดบรรจุ

การปรับสภาพผิวหอมหัวใหญ่ให้ผิวนอกและลำต้นแห้ง (curing) นั้นมีจุดประสงค์หลายประการ เช่น เพื่อให้หอมหัวใหญ่เข้าสู่ระยะพักตัวตามธรรมชาติ ทำให้เนื้อเยื่อบริเวณคอแห้งและปิดสนิท ป้องกันการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ต่างๆ นอกจากนั้นยังทำให้เปลือกชั้นนอกของหอมหัวใหญ่แห้ง และมีสีตรงตามพันธุ์ เปลือกที่แห้งนี้ช่วยลดการซึมผ่านเข้าออกของอากาศ ทำให้การหายใจของหอมหัวใหญ่ลดลง เก็บรักษาได้นานขึ้น และยังทำหน้าที่เหมือนเป็นเกราะป้องกันอันตรายที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ได้ด้วย

การผึ่งให้แห้งสามารถทำได้หลังจากที่เก็บเกี่ยวมาแล้ว เมื่อหอมหัวใหญ่ถูกขนย้ายจากแปลงปลูกมายังโรงคัดบรรจุ (รูปที่ 6) หอมหัวใหญ่จะถูกนำมากองวางเรียงกันเป็นแถวชั้นละ 4 หอม ตรงกลางมีช่องระบายอากาศ การวางซ้อนชั้นที่สองจะวางเรียงทับสลับกันครึ่งกอง (รูปที่ 7) วางซ้อนกันทั้งหมดประมาณ 5 ชั้น และผึ่งไว้ 3-5 วัน ก่อนนำไปคัดขนาด



รูปที่ 6 การขนย้ายหอมหัวใหญ่มายังโรงคัดบรรจุ
(ที่มา : ผู้เขียน)



รูปที่ 7 การฝังให้ผิวนอกแห้งโดยวางเรียงกันเป็นแถวชั้นละ 4 ถุงและวางซ้อนทับสลับกันครึ่งถุงในโรงคัดบรรจุ
(ที่มา : ผู้เขียน)

ในประเทศไทยการฝังหอมหัวใหญ่ให้แห้ง บางแหล่งผลิตทำโดยการเอาหอมหัวใหญ่วางเรียงกันบนพื้นดินในแปลงปลูก ให้ส่วนของต้นและใบของแถวหนึ่งวางพาดทับบนหัวของอีกแถวหนึ่ง เพื่อช่วยป้องกันแสงแดดที่มากเกินไป หรืออาจฝังในโรงเรือนโปร่ง โดยใช้เวลาฝังประมาณ 5-7 วัน

ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น สภาพที่มีฝนตกในช่วงระยะการเก็บเกี่ยว ควรฝังให้แห้งโดยนำหอมหัวใหญ่ไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 24-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 50-70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ การฝังให้ผิวนอกแห้งนี้มีความจำเป็นต่อหอมหัวใหญ่ที่ต้องการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน หรือต้องขนส่งเป็นระยะทางไกลๆ หอมหัวใหญ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการฝังให้แห้งจึงมักเน่าเสียได้ง่าย

9. คุณภาพของหอมหัวใหญ่

หอมหัวใหญ่ที่มีคุณภาพดีควรมีลักษณะดังนี้

- ก. ต้องเป็นหอมหัวใหญ่ที่แก่จัด เนื้อเยื่อบริเวณคอแห้งปิดสนิท และมีเยื่อหุ้มบางๆ สีน้ำตาลอยู่ด้านนอก
- ข. หัวแข็งไม่นิ่ม
- ค. มีขนาดใหญ่ตามที่ตลาดต้องการ
- ง. ไม่มีตำหนิจากโรคและแมลง ไม่มีสีเขียวออกขึ้น และตำหนิอื่นๆ
- จ. มีกลิ่นฉุน และมีรูปร่างสม่ำเสมอตรงตามพันธุ์

10. การจัดชั้นคุณภาพ

เมื่อหอมหัวใหญ่ผ่านขั้นตอนการปรับสภาพผิวเรียบร้อยแล้ว หอมหัวใหญ่จะได้รับการจัดชั้นคุณภาพก่อนการเก็บรักษา หรือขนส่งไปยังตลาด หอมหัวใหญ่ที่มีคอใหญ่เนื่องจากเนื้อเยื่อบริเวณนั้นยังไม่แห้งสนิท หรือที่แทงช่อดอก มีหัวแปด และมีตำหนิจะถูกคัดออก ซึ่งบางครั้งการจัดชั้นคุณภาพอาจทำให้เนื้อเยื่อชั้นนอกหลุดออกไป ในประเทศไทยหอมหัวใหญ่มักถูกคัดชั้นคุณภาพตามขนาดของหัว

เช่น	หัวขนาดใหญ่	มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า	6	เซนติเมตร
	หัวขนาดกลาง	มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	4-6	เซนติเมตร
	หัวขนาดเล็ก	มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	2-4	เซนติเมตร

11. การคัดขนาดและการจัดชั้นคุณภาพ

โรงคัดบรรจุหอมหัวใหญ่ที่อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ คัดแยกขนาดของหอมหัวใหญ่โดยใช้เครื่องคัดขนาด ซึ่งแต่ละโรงคัดบรรจุมีลักษณะแตกต่างกัน หลังจากคัดขนาดด้วยเครื่องแล้ว หัวที่มีขนาดเล็กจะนำมาคัดขนาดโดยใช้คนงานที่มีความชำนาญอีกครั้งหนึ่ง

11.1 เครื่องคัดขนาดหอมหัวใหญ่

เครื่องคัดขนาดหอมหัวใหญ่มีหลายแบบ บางชนิดเป็นเครื่องคัดขนาดเล็ก (รูปที่ 8) และบางชนิดเครื่องคัดขนาดใหญ่ (รูปที่ 9)



รูปที่ 8 ตัวอย่างเครื่องคัดขนาดหอมหัวใหญ่ขนาดเล็ก
(ที่มา : ผู้เขียน)





รูปที่ 9 เครื่องคัดขนาดหอมหัวใหญ่ขนาดใหญ่

(ที่มา : ผู้เขียน)

11.2 การจัดชั้นคุณภาพหอมหัวใหญ่

เครื่องคัดขนาดชนิดขนาดเล็กจัดชั้นคุณภาพโดยใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตะแกรงที่เป็นรูปวงกลม ซึ่งเป็นการจัดชั้นคุณภาพเพื่อส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น มี 4 ชั้น ได้แก่ ชั้น LL, L, M และ S ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ตั้งแต่ใหญ่กว่า 9 เซนติเมตรขึ้นไป 7-8, 6-7 และ 5-6 เซนติเมตรตามลำดับ (รูปที่ 10) หอมหัวใหญ่เคลื่อนที่ผ่านเครื่องคัดขนาดจากด้านที่มีรูขนาดเล็กไปยังด้านที่มีรูขนาดใหญ่ หอมหัวใหญ่แต่ละชั้นคุณภาพมีทางออกแยกจากกัน (รูปที่ 8) หลังจากนั้นนำไปบรรจุใส่ในถุงตาข่าย ชั่งน้ำหนักถุงละ 20 กิโลกรัม และบรรจุใส่ตู้คอนเทนเนอร์ได้ประมาณตู้ละ 26-27 ตู้ สำหรับส่งออกต่างประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่น (รูปที่ 11)



รูปที่ 10 ลักษณะหอมหัวใหญ่ที่มีชั้นคุณภาพ LL, L, M และ S ที่ส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น

(ที่มา : ผู้เขียน)



รูปที่ 11 การบรรจุถุงหอมหัวใหญ่ใส่ตู้คอนเทนเนอร์สำหรับส่งออกต่างประเทศญี่ปุ่น
(ที่มา : ผู้เขียน)

สำหรับเครื่องคัดขนาดหอมหัวใหญ่ขนาดใหญ่ คัดแยกเฉพาะที่มีขนาดใหญ่ ส่วนที่มีขนาดเล็ก นำมาคัดขนาดโดยใช้คนงานที่มีความชำนาญและมีการแบ่งชั้นคุณภาพออกเป็น เบอร์ 00, 0, 1, 2, 3 และขนาดเล็ก สำหรับหอมหัวใหญ่ขนาดเล็กบรรจุใส่ในถุงตาข่ายถุงละ 10 กิโลกรัม สำหรับส่งจำหน่ายภายในประเทศและตลาดขายส่งในจังหวัดเชียงใหม่ (รูปที่ 12)



รูปที่ 12 การแบ่งเกรดออกเป็น เบอร์ 00, 0, 1, 2, 3 และขนาดเล็ก
(ที่มา : ผู้เขียน)

12. การบรรจุหีบห่อ

การบรรจุหีบห่อที่ดีต้องเข้าหลักเกณฑ์ดังนี้

- ก. ภาชนะบรรจุแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักของหอมหัวใหญ่ภายใต้สภาพการเก็บรักษาและการขนส่ง
- ข. มีการระบายอากาศที่พอเพียง เพื่อรักษาความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในระดับที่เหมาะสมตามที่ต้องการ
- ค. ช่วยในการดึงดูดความสนใจและมีข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค
- ง. แสดงข้อมูลทางการค้าที่จำเป็น

ภาชนะบรรจุที่ใช้เพื่อบรรจุหอมหัวใหญ่ในระหว่างการเก็บรักษามีหลากหลาย เช่น กล่องกระดาษ ลังไม้ ถัง ลังไม้ขนาดใหญ่ (bulk bin) ถังพลาสติก ถังตาข่าย และตะกร้าพลาสติก เป็นต้น ในประเทศไทยนิยมบรรจุในตะกร้าพลาสติก หรือถังตาข่ายแล้วเก็บรักษาในห้องเย็น หรือเก็บรักษาโดยการมัดหอมหัวใหญ่รวมกันแล้วแขวนโดยไม่ใส่ภาชนะบรรจุ อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาในกล่องหรือในลังขนาดใหญ่อาจทำให้การหมุนเวียนอากาศภายในภาชนะบรรจุไม่ดี ทำให้มีการสะสมความร้อนที่เกิดจากการหายใจและความชื้นจากการคายน้ำอยู่ภายในภาชนะบรรจุ ซึ่งจะกระตุ้นให้หอมหัวใหญ่งอก มีราขึ้น และเน่าเสียได้ง่าย ถังตาข่ายหรือกระสอบที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อหอมหัวใหญ่มีหลายชนิด เช่น กระสอบป่านซึ่งใช้กันทั่วไป และถังตาข่ายสำหรับในประเทศไทยนิยมใช้ถังตาข่ายบรรจุหอมหัวใหญ่กันมาก มักมีสีส้มหรือสีแดง (รูปที่ 13)

ภาชนะบรรจุชนิดที่แข็งแรง เช่น ลังไม้ขนาดใหญ่ ส่วนมากจะต้องใช้คู่กับรถยกเพราะบรรจุหอมหัวใหญ่เป็นจำนวนมาก ทำให้มีน้ำหนักมาก

ภาชนะบรรจุสำหรับจำหน่ายปลีกให้แก่ผู้บริโภค มักบรรจุหอมหัวใหญ่ ประมาณ 0.5-1.5 กิโลกรัม ซึ่งสามารถติดตามได้ว่าภาชนะบรรจุได้ ภาชนะประเภทนี้ เช่น ถังตาข่ายขนาดเล็ก (รูปที่ 14) ถังพลาสติก หรือบรรจุในถาดแล้วหุ้มด้วยพลาสติก



รูปที่ 13 หอมหัวใหญ่ที่บรรจุในถังตาข่ายขนาดใหญ่สำหรับการขนส่ง
(ที่มา : ผู้เขียน)



รูปที่ 14 หอมหัวใหญ่ที่บรรจุในถุงตาข่ายขนาดเล็กสำหรับจำหน่ายปลีก
(ที่มา : ผู้เขียน)

13. การเก็บรักษา

ในอดีตวิธีการเก็บรักษาหอมหัวใหญ่ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย ที่นิยมกันมาก คือ มัดเป็นจุกแล้วนำไปฝังในที่ร่มจนกระทั่งใบแห้งเต็มที่ การฝังนิยมใช้ราวแขวน หรือวางบนชั้นโปรงๆ แล้วนำไปไว้ใน โรงเก็บรักษา ซึ่งในโรงเก็บรักษาควรมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และควรลดความชื้นภายในโรงเก็บรักษาให้เหลือน้อย วิธีดังกล่าวจะให้ผลดี ถ้ามีการระมัดระวังระหว่างการขนย้าย โดยอย่าให้เกิดแผลหรือมีการกองทับกันสูงเกินไป เพราะหอมหัวใหญ่ที่อยู่ด้านล่างอาจจะช้ำและถูกจุลินทรีย์เข้าทำลาย ทำให้เน่าเสียหาย ซึ่งการเน่าอาจระบาดได้รวดเร็ว ถ้าหากสภาพแวดล้อมเหมาะสม

ปัจจุบันในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวหอมหัวใหญ่ที่มีปริมาณผลผลิตจำนวนมาก และส่งออกจำหน่ายไม่ทันหรือมีราคาถูก ผู้ส่งออกนิยมนำหอมหัวใหญ่ไปเก็บรักษาไว้ในห้องเย็น โดยวางเรียงถุงตาข่ายหอมหัวใหญ่ไว้บนแท่นรองรับสินค้า วางเรียงชั้นละ 5 ถุง ไม่มีช่องว่างตรงกลาง เป็นเวลา 1-2 เดือน ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส เพื่อรอให้มีราคาสูงขึ้นในภายหลัง (รูปที่ 15)

ในต่างประเทศ เช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกา นิยมเก็บรักษาหอมหัวใหญ่ไว้ในลังไม้ขนาดใหญ่ โดยไม่มีความเย็น เพราะเก็บรักษาในช่วงที่เป็นฤดูที่มีอุณหภูมิต่ำ โดยทั่วไปอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาหอมหัวใหญ่ คือ อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10-20 องศาเซลเซียสทำให้เกิดการงอก นอกจากนั้น ถ้าเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ จะกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตและการงอกของราก การเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง 27-30 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน แต่มักมีปัญหาจากการเน่าและอัตราการหายใจสูงเกินไป นอกจากนั้น สลิวจะไม่สวยเมื่อเปรียบเทียบกับกำกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ตัวอย่างสภาพแวดล้อมที่ใช้เก็บรักษาหอมหัวใหญ่ดังแสดงในตารางที่ 6

การเก็บรักษาอาจทำได้โดยไม่บรรจุภาชนะบรรจุ แต่ใช้กองอยู่ในโรงเก็บรักษาที่พื้นมีรูระบายอากาศ เป็นวิธีการที่ใช้พื้นที่ได้อย่างเต็มที่ เหมาะสมกับการผลิตหอมหัวใหญ่เป็นอุตสาหกรรม แต่ตรวจสอบคุณภาพของหอมหัวใหญ่ได้ยากในระหว่างการเก็บรักษา และอาจไม่เหมาะสมกับพันธุ์ที่อ่อนแอต่อการวางซ้อนทับกัน

เพราะจะเกิดความเสียหายได้ หอมหัวใหญ่ยังสามารถบรรจุในกล่องกระดาษ ถุง bin ขนาดใหญ่ ถุงพลาสติก และถุงตาข่ายได้อีกด้วย

ตารางที่ 6 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการเก็บรักษาหอมหัวใหญ่

ระยะ	ช่วงเวลา	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	การไหลเวียนของอากาศ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที/ตัน)	ข้อสังเกต
I.	3-5 วัน	30-32	-	0.12	กำจัดน้ำที่ผิวออกไป
II.	20 วัน	เริ่มที่ 20 ซั แล้ว ลดลงถึง 15 ซั อย่างช้าๆ	65-67	0.048	กำจัดความชื้นที่ผิวทำให้ผิวแห้ง และปรับสภาพผิวนอก ทำให้เนื้อเยื่อบริเวณคอแห้ง
III.	ตาม ต้องการ	0-5	65-75	-	อัตราการหายใจต่ำ ยืดระยะเวลาพักตัวไปจนถึง 10 เดือน
IV.	7 วัน	สูงกว่าจุดน้ำค้างของ อากาศในโรงคัดบรรจุ	54-75	-	หลีกเลี่ยงการทำให้เกิดหยดน้ำ ที่ผิวของหอมหัวใหญ่ในระหว่าง การจัดการในโรงคัดบรรจุ

ที่มา: Brice *et.al*: (1997)



รูปที่ 15 การเก็บรักษาหอมหัวใหญ่ไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส
(ที่มา : ผู้เขียน)



14. การสูญเสียหลังเก็บเกี่ยว

ในประเทศเขตอบอุ่น มีการสูญเสียหอมหัวใหญ่หลังการเก็บเกี่ยวประมาณ 16-35 เปอร์เซ็นต์ แต่ในประเทศที่อยู่ในเขตร้อน ปริมาณการสูญเสียสูงมาก บางครั้งอาจสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ได้ การสูญเสียเกิดได้จากหลายสาเหตุ ได้แก่

- ก. การสูญเสียทางกล เช่น การซ้ำ หรือการเกิดแผล ซึ่งส่งผลให้หอมหัวใหญ่นิ่ม และอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ การซ้ำทำให้กระบวนการหายใจของหอมหัวใหญ่เพิ่มสูงขึ้นและเร่งกระบวนการสูญเสียน้ำหนักให้เกิดเร็วขึ้นด้วย
- ข. การเกิดสีเขียว (greening) การเก็บรักษาที่ทำให้หอมหัวใหญ่ถูกแสงโดยตรง ทำให้หัวมีสีเขียว ซึ่งมักเกิดกับพันธุ์ที่มีสีขาว นอกจากนั้นการเกิดสีเขียวที่ทาบชั้นนอกสุดยังอาจทำให้รสชาติเปลี่ยนแปลงไปได้
- ค. การงอกของราก (rooting) อัตราการเจริญของรากหอมหัวใหญ่เพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น รากของหอมหัวใหญ่เจริญออกมาได้ยาวในระหว่างการเก็บรักษาถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินไป การงอกของรากทำให้ลักษณะของหัวไม่น่าดูและอ่อนแอต่อการเน่าเสีย
- ง. การงอกของยอด (sprouting) การงอกของยอดเป็นเรื่องปกติในทางสรีรวิทยาของพืชสองปี สภาพการเก็บรักษามีผลโดยตรงต่อการงอกของยอด การงอกของยอดเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเกินช่วง 5-20 องศาเซลเซียส
- จ. การเน่าเสียเนื่องจากโรค (diseases) โรคหลังเก็บเกี่ยวของหอมหัวใหญ่มีหลายชนิด เช่น โรคคอเน่า (neck rot) ซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Botrytis allii* โรคเน่าดำ ซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Aspergillus niger* และโรค Smudge ซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum circinans*

15. ปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาหอมหัวใหญ่

15.1 พันธุ์กรรม หอมหัวใหญ่พันธุ์ที่มีกลีณฉุนมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าพันธุ์ที่มีกลีณไม่ฉุนมาก ทั้งนี้เพราะมีน้ำหนักแห้งสูงกว่า และหอมหัวใหญ่พันธุ์ที่มีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเก็บรักษาได้นานกว่าพันธุ์ที่มีสีขาว เพราะมีสารประกอบฟีนอลอยู่มากกว่า เช่น ในหอมหัวใหญ่พันธุ์ที่มีสีเหลืองหรือน้ำตาลมีสารพวกแคทีคอล (catechol) และ กรดไดไฮดรอกซีเบนโซอิก (dihydroxybenzoic acid) หรือกรดโพรโทแคตชูอิก (protocatechuic acid) ซึ่งคาดว่าทำให้หอมหัวใหญ่ที่มีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเก็บรักษาได้นานกว่าสีขาว เพราะทำให้เกิดความต้านทานต่อโรคที่อาจเกิดขึ้นภายในโรงเก็บรักษา เช่น โรคคอเน่า (neck rot) ซึ่งเกิดจากเชื้อรา เป็นต้น

หอมหัวใหญ่พันธุ์ที่มีเปลือกสีน้ำตาลข้างนอกหนา หรือมีหลายชั้น เก็บรักษาได้นานกว่าพันธุ์ที่มีเปลือกบาง ทั้งนี้เพราะเปลือกหนาทำให้อัตราการหายใจต่ำ การซึมเข้าออกของแก๊สเกิดขึ้นได้น้อยและยังเป็นเกราะป้องกันการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ได้ดีอีกด้วย การที่มีอัตราการหายใจต่ำมีผลทำให้มีอายุการเก็บรักษาได้นานด้วย ในขณะที่หอมหัวใหญ่ระยะพักตัวนั้นมีอัตราการหายใจต่ำมาก ตามปกติเมื่อหอมหัวใหญ่พันธุ์ระยะพักตัว

แล้ว เปลือกสีน้ำตาลข้างนอกด้านล่างของหัวจะเกิดการแตกและหลุดออก ในระยะนี้รากจะเริ่มงอกใหม่ เมื่อตัดตามขวางจะพบว่ามีจุดกำเนิดของใบเกิดขึ้นเป็นสีเหลืองที่กลางหัว

15.2 สภาพแวดล้อมก่อนการเก็บเกี่ยว หอมหัวใหญ่จะเก็บรักษาได้นานหรือไม่ยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ปลูกหอมหัวใหญ่ด้วย ตามปกติหอมหัวใหญ่ที่ปลูกในดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงเก็บรักษาได้สั้นกว่าพวกที่ปลูกในดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ ทั้งนี้อาจเกิดจากอินทรีย์วัตถุในดินทำให้แก่ช้าลงเพราะมีธาตุไนโตรเจนและความชื้นในดินสูง ส่วนหอมหัวใหญ่ที่ได้น้ำน้อยแก่เร็วกว่าพวกที่ได้น้ำตามปกติ ผลของปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่ออายุการเก็บรักษาหอมหัวใหญ่นั้นยังไม่แน่ชัด แต่การให้ไนโตรเจนมากโดยไม่ได้ให้โพแทสเซียมแก่หอมหัวใหญ่จะทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง การเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสจะช่วยปรับปรุงให้เปลือกนอกที่มีสีน้ำตาลมีคุณภาพดีขึ้น ซึ่งส่งผลทำให้การเก็บรักษาได้นานและการเพิ่มสารทองแดง (copper) มีความจำเป็นต่อการเกิดสีผิวและคุณภาพของเปลือกนอกเช่นกัน การตัดใบทิ้งก่อนที่ใบแห้งจะทำให้เกิดการสูญเสียอย่างมาก และเน่าเสียระหว่างการเก็บรักษาด้วย

15.3 อุณหภูมิและความชื้นระหว่างการเก็บรักษา ปัจจัยสำคัญที่สุดในการเก็บรักษาหอมหัวใหญ่ คือ อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมในระหว่างการเก็บรักษา คือ 0 องศาเซลเซียส หรือใกล้เคียงกับ 0 องศาเซลเซียส โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ 60-70 เปอร์เซ็นต์ หากความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินไป จะเกิดการงอกของรากและการเจริญของจุลินทรีย์ ในทางตรงกันข้าม หากความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ หอมหัวใหญ่จะสูญเสียน้ำหนักมากเกินไป

การหมุนเวียนของอากาศในโรงเก็บรักษาหอมหัวใหญ่ ควรพอเพียงเพื่อป้องกันการสะสมความร้อน และเพื่อนำเอาความชื้นที่อาจจะสะสมอยู่ออกไป โดยทั่วไปอัตราการหมุนเวียนของอากาศควรจะประมาณ 2 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที่ต่อหอมหัวใหญ่ 1 ลูกบาศก์ฟุต ในสภาพการเก็บรักษาในประเทศไทยควรเก็บรักษาในบริเวณที่มีการถ่ายเทอากาศดี

การเก็บรักษาโดยการควบคุมสภาพบรรยากาศที่ประกอบด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ และออกซิเจน 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดความเสียหายจากการงอกของยอดและรากได้ แต่ถ้าเพิ่มแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็น 10 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เกิดลักษณะผิดปกติ คือ กาบใบที่สะสมอาหารจะมีลักษณะโปร่งใส (translucent scale) และการเก็บรักษาโดยใช้สภาพการควบคุมบรรยากาศอาจมีค่าใช้จ่ายที่สูง ไม่คุ้มกับราคาของหอมหัวใหญ่ที่ขายได้

16. การเปลี่ยนแปลงของสารควบคุมการเจริญเติบโตในระหว่างการเก็บรักษา

หอมหัวใหญ่ที่อยู่ในระหว่างการพักตัวนั้น ปริมาณของสารควบคุมการเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงในระหว่างระยะพักตัวนี้ ปริมาณของสารระงับการเจริญเติบโตมีปริมาณสูงและลดลงเมื่อเริ่มมีการงอกของยอด ปริมาณของออกซินและจิบเบอเรลลินจะเพิ่มขึ้นเมื่อหอมหัวใหญ่เริ่มงอก โดยปริมาณของออกซินเพิ่มขึ้นก่อนเล็กน้อย ดังนั้นจึงคาดว่า การงอกของหอมหัวใหญ่ได้รับการควบคุมจากความสมดุลของปริมาณออกซินที่มีอยู่ในหัวกับสารยับยั้งการเจริญเติบโต แต่การเจริญเติบโตของยอดที่เริ่มงอกนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณ

จิบเบอเรลลินในหัว การทำงานของสารไซโทไคนินจะเพิ่มขึ้นก่อนการงอกของหอมหัวใหญ่เช่นกัน จึงคาดกันว่าไซโทไคนินอาจจำเป็นต่อการกระตุ้นให้เกิดการแบ่งเซลล์อย่างรวดเร็วก่อนการงอก นอกจากนั้น ออกซินยังอาจจะมีผลต่อการเคลื่อนย้ายอาหารสะสมที่จำเป็นต่อการงอกด้วย

หอมหัวใหญ่พันธุ์ที่เก็บรักษาได้นานจะมีปริมาณของสารยับยั้งการเจริญเติบโตมากกว่าพันธุ์ที่เก็บรักษาได้ไม่นาน การให้กรดแอบไซซิกหรือเอบีเอ (abscisic acid, ABA) กับหอมหัวใหญ่ที่เริ่มแก่นั้น จะกระตุ้นให้หอมหัวใหญ่เข้าสู่ระยะเสื่อมสลายเร็วขึ้น และยังยืดอายุการเก็บรักษาได้ด้วย หากมีการให้สารจิบเบอเรลลิน ออกซิน หรือไซโทไคนิน อย่างใดอย่างหนึ่ง หลังจากที่ให้เอบีเอ ปริมาณของเอบีเอในหอมหัวใหญ่จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในขณะที่หัวแก่และคงที่ตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา และลดลงเมื่อหอมหัวใหญ่เริ่มงอก

17. การป้องกันการงอกของหอมหัวใหญ่โดยใช้สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันการงอกของหอมหัวใหญ่มีหลายชนิด ที่นิยมใช้กันแพร่หลายในต่างประเทศคือ มาเลอิกไฮไดรไซด์ (maleic hydrazide) และสารเคมีที่ทำให้ใบหอมหัวใหญ่แห้งก่อนการเก็บเกี่ยว เช่น อีทีฟอน (ethephon) เป็นต้น

17.1 มาเลอิกไฮไดรไซด์ สารเคมีชนิดนี้รู้จักกันในชื่อการค้าว่า เอ็มเอช 30 (MH-30) ซึ่งมีสารออกฤทธิ์อยู่ 30 เปอร์เซ็นต์ ใช้ในการป้องกันการงอกของหอมหัวใหญ่ในระหว่างการเก็บรักษา แต่วิธีการใช้มาเลอิกไฮไดรไซด์จะให้ผลได้สูงที่สุดนั้น ต้องใช้ตั้งแต่ขณะที่หอมหัวใหญ่ยังอยู่ในแปลงปลูกระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการใช้ คือ ประมาณ 14 วันก่อนการเก็บเกี่ยว ซึ่งในช่วงดังกล่าวนี้หอมหัวใหญ่จะเริ่มแก่ คอของต้นหอมหัวใหญ่ประมาณครึ่งหนึ่งของต้นทั้งหมดในแปลงปลูกหักพับลง แต่ยังมีใบสีเขียวเหลืออยู่ 5-8 ใบ การฉีดพ่นในช่วงนี้จะทำให้ใบของหอมหัวใหญ่ดูดสารมาเลอิกไฮไดรไซด์ได้ แล้วจึงส่งลงไปยังส่วนหัว การฉีดพ่นในขณะที่ใบแห้งหมดแล้ว จะไม่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษา เพราะใบที่แห้งแล้วจะไม่สามารถดูดมาเลอิกไฮไดรไซด์ได้ นอกจากนั้น การฉีดพ่นในแปลงปลูกหอมหัวใหญ่ที่มีการระบาดของโรคที่เกิดกับใบมากๆ จะไม่ได้ผลเช่นกัน ถ้าฉีดพ่นก่อนระยะดังกล่าวจะทำให้หอมหัวใหญ่มีลักษณะฟามหรือกลวง (hollow bulb)

อัตราที่ใช้ฉีดพ่น คือ ใช้มาเลอิกไฮไดรไซด์ 1 ลิตร ผสมน้ำ 76-200 ลิตร ฉีดพ่นต่อพื้นที่ 2.5 ไร่ การใช้มาเลอิกไฮไดรไซด์ในอัตราดังกล่าวได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุขของประเทศสหรัฐอเมริกา และยอมให้มีสารมาเลอิกไฮไดรไซด์ตกค้างอยู่ในหอมหัวใหญ่ได้ไม่เกิน 15 ส่วนต่อล้านส่วน อย่างไรก็ตาม หากมีสารตกค้างในหัวน้อยกว่า 5 ส่วนต่อล้านส่วน จะไม่มีผลในการยืดอายุการเก็บรักษา

มาเลอิกไฮไดรไซด์มีผลทำให้อัตราการหายใจของหอมหัวใหญ่ต่ำกว่าปกติ ซึ่งอัตราการหายใจที่ต่ำจะทำให้เก็บรักษาได้นานขึ้น นอกจากนั้น มาเลอิกไฮไดรไซด์ยังมีผลทำให้การสังเคราะห์กรดนิวคลีอิกและการแบ่งเซลล์ลดลงต่ำกว่าหอมหัวใหญ่ที่ไม่ได้รับการฉีดพ่น

ตามปกติหลังการเก็บเกี่ยวและผึ่งให้แห้งรักษาผลแล้ว หอมหัวใหญ่จะเข้าสู่ระยะพักตัว ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ปกติพันธุ์ที่มีเปลือกแห้งชั้นนอก (dry outer scale) หุ้มหลายชั้นและหนาจะมีระยะพักตัวอยู่ได้นานกว่าพันธุ์ที่มีเปลือกนอกบางและมีจำนวนชั้นน้อย เมื่อพ้นระยะพักตัวหอมหัวใหญ่จะเริ่มงอก

เมื่อมีสภาพแวดล้อมเหมาะสม แต่ในกรณีของหอมหัวใหญ่ที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยมาเลอิกไฮดราไซด์จะไม่เกิดการงอก นอกจากนั้น รสชาติ กลิ่น และสีจะยังปกติอยู่

ข้อควรคำนึงในการใช้มาเลอิกไฮดราไซด์

- ก. การฉีดพ่นให้ได้ผลนั้น สารมาเลอิกไฮดราไซด์ต้องติดอยู่บนใบนานเกินกว่า 24 ชั่วโมง
- ข. ใช้ฉีดพ่นเมื่อหอมหัวใหญ่มีความแก่เหมาะสม และมีใบที่ยังเป็นสีเขียวอยู่
- ค. หลังจากฉีดพ่นแล้วควรล้างถึงฉีดพ่นด้วยน้ำอุ่น
- ง. กระบองที่บรรจุมาเลอิกไฮดราไซด์ ควรทำลายทิ้งโดยการฝังในดินให้ลึกอย่างน้อย 18 นิ้ว ในบริเวณที่ทิ้งขยะ
- จ. หลีกเลี่ยงการสูดละอองและการแตะต้องสารมาเลอิกไฮดราไซด์

17.2 สารเคมีทำให้ใบแห้ง (foliar dessicant) สารเคมีในกลุ่มนี้ เช่น อีทีฟอน และเอนโดทอล (Endothal) เป็นต้น สารเคมีในกลุ่มนี้มีประโยชน์ในเขตที่มีฝนตกในช่วงการเก็บเกี่ยว เพราะช่วยให้ใบแห้ง และทำให้ส่วนคอแห้งและปิดสนิทเร็วขึ้น ลดระยะเวลาการทำแห้งและรักษาผลตามธรรมชาติได้

18. โรคหลังการเก็บเกี่ยวของหอมหัวใหญ่

โรคของหอมหัวใหญ่นั้นเกิดอยู่ทั่วไปทุกแห่งที่มีการปลูกหอมหัวใหญ่ แต่ความรุนแรงของโรคจะขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศ สภาพแวดล้อมในการเก็บรักษา การทำแห้ง และความรุนแรงของโรคในแปลงปลูก โรคหลังเก็บเกี่ยวบางโรคเกิดขึ้นแต่อยู่ในแปลงปลูก หรือติดมากับเมล็ดพันธุ์ได้ โรคหลังเก็บเกี่ยวของหอมหัวใหญ่เกิดจากราและแบคทีเรียเป็นส่วนใหญ่

18.1 โรคคอเน่า (Onion Neck Rot) โรคนี้จัดเป็นโรคหลังเก็บเกี่ยวที่สำคัญที่สุดของหอมหัวใหญ่ที่ปลูกในเขตอบอุ่น แต่ในประเทศไทย ยังไม่แพร่ระบาดมากนัก สาเหตุที่ทำให้เกิดโรคนี้ คือ เชื้อรา *Botrytis allii* ซึ่งทำให้เกิดโรคคอเน่าได้กับหอมหัวใหญ่ทุกชนิด เช่น หอมหัวใหญ่สีขาว และสีเหลือง เป็นต้น ส่วน *B. byssoidea* สามารถทำให้เกิดโรคคอเน่ากับหอมหัวใหญ่ทุกชนิด แต่ไม่พบมากเท่ากับ *B. allii* ส่วนเชื้อรา *B. squamosa* และ *B. cinerea* นั้น เข้าทำลายเฉพาะพันธุ์ที่มีสีขาวเท่านั้น จากการแยกชนิดของเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคคอเน่าในประเทศอังกฤษ พบว่า 69 เปอร์เซ็นต์ เกิดจากเชื้อรา *B. allii* และเกิดจาก *B. byssoidea* และ *B. cinerea* ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์

ลักษณะอาการที่เกิดจาก *B. allii* นั้น ตามปกติอาการเกิดหลังจากการเก็บรักษาได้ 8-10 สัปดาห์ โดยที่เนื้อเยื่อส่วนคอจะนิ่ม เมื่อเอาเนื้อเยื่อน้ำตาลที่หุ้มอยู่ออกจะพบสเคลอโรเทีย (sclerotia) สีดำ ขนาด 1-5 มิลลิเมตร บางกรณีอาจพบเส้นใยสีเทาปนอยู่ด้วย เมื่อผ่าหัวตามความยาวพบว่าส่วนที่ถูกเชื้อราเข้าทำลายมีสีน้ำตาล หรือสีผิวผิดปกติไปจากเนื้อเยื่อปกติซึ่งมีสีขาว ในบางกรณีอาจพบสเคลอโรเทียที่ผิวและบริเวณฐานของหัวใกล้บริเวณรากด้วย ส่วนอาการที่เกิดจาก *B. byssoidea* จะคล้ายคลึงกัน เพียงแต่เส้นใยที่ผิวสร้างสปอร์น้อยและไม่หนาแน่นเท่า *B. allii*

การป้องกันกำจัดโรคนี้น่าจะยาก เพราะไม่สามารถสังเกตเห็นลักษณะอาการในขณะปลูก การป้องกันกำจัดให้ได้ผลจะต้องรู้แหล่งของโรค เช่น ต้องทราบว่าเชื้อราเข้าทำลายในช่วงใดของการเจริญเติบโต

การใช้วิธีการต่างๆ ควบคุมโรคที่ติดมากับเมล็ด เมล็ดหอมหัวใหญ่ที่มีโรคจะงอกและให้ต้นอ่อนที่เป็นโรค แต่ไม่แสดงอาการออกมา และทำให้หอมหัวใหญ่เกิดโรคคอดำในระหว่างเก็บรักษา

การปรับสภาพผิวหอมหัวใหญ่ให้แห้ง ก่อนนำไปเก็บรักษาจะช่วยลดปริมาณของโรคลงได้มาก ซึ่งวิธีการปรับสภาพผิวได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น

18.2 โรคคราดำ (Black Moulds) โรคนี้เกิดจากเชื้อรา *Aspergillus niger* อาการเกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อบริเวณคอและบริเวณฐานของหัว หรือด้านข้างของหอมหัวใหญ่ โดยเฉพาะบริเวณที่เยื่อหุ้มบางๆ ข้างนอกฉีกขาด และจะเกิดโรคระบาดเมื่อเก็บรักษาหอมหัวใหญ่ไว้ในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงและการระบายอากาศไม่ดี เนื้อเยื่อที่ถูกเชื้อราเข้าทำลายจะยุ่ยและ และมีบริเวณกว้างและลึกเข้าไปทีละน้อย มักทำให้กาบใบเน่าเข้าไปทีละชั้น ส่วนมากเชื้อราจะเจริญเข้าไปทางแผลที่เกิดจากการตัดใบ โดยเฉพาะหัวซึ่งเนื้อเยื่อบริเวณคอกยังไม่แห้งดี บริเวณแผลมีสปอร์ของเชื้อราสีดำปรากฏอยู่ ซึ่งจะฟุ้งกระจายได้ง่าย ถ้าอากาศชื้นมากเชื้อราจะสร้างสปอร์เป็นสีดำรวมกันเป็นก้อนใหญ่ หัวที่เน่าจะนิ่มผิดปกติ โรคมีกรุนแรงในเขตร้อนชื้น

เชื้อรา *A. niger* ที่เข้าทำลายหอมหัวใหญ่ ส่วนใหญ่แพร่กระจายอยู่ในดิน และเข้าทำลายหอมหัวใหญ่เมื่อเกิดบาดแผล และการแพร่ระบาดจะเกิดได้ดีขึ้นเมื่อมีฝนตกก่อนการเก็บเกี่ยว หรือสภาพอากาศมีความชื้นสูง ในขณะที่เก็บรักษา อุณหภูมิที่เหมาะสมในการแพร่ระบาดของโรค คือ อุณหภูมิระหว่าง 28-32 องศาเซลเซียส การแพร่กระจายของโรคจากหัวที่เน่าไปยังหัวที่ดี อาจเกิดจากการวางชิดกันของหัว หรือมีไรท์กินสปอร์ของเชื้อราเป็นตัวนำเชื้อราไปยังหัวที่ปกติ

การป้องกันและกำจัดโรคนี้ คือ ควรเก็บเกี่ยวหอมหัวใหญ่ที่แก่จัด โคนใบหักพับและแห้งเสียก่อน แล้วผึ่งให้แห้งจึงนำไปเก็บรักษา นอกจากนั้น ควรเก็บรักษาหอมหัวใหญ่ในโรงเก็บที่มีการถ่ายเทอากาศดี การหมุนเวียนของอากาศที่ดีจะช่วยลดปริมาณของโรคได้ ส่วนการคลุกหอมหัวใหญ่ด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตจะช่วยลดความรุนแรงของโรคได้

18.3 โรคราสีน้ำเงิน (Blue Moulds) เกิดจากเชื้อรา *Penicillium* spp. ซึ่งรวมหลายชนิดด้วยกัน ราเหล่านี้ทำให้เกิดโรคกับพืชหลายชนิด ทั้งผักและผลไม้ อาการที่แสดง คือ หัวนิ่มและและมีน้ำไหลออกมา บริเวณที่เน่านั้นมีสปอร์ของเชื้อราสีน้ำเงินปนเขียวคลุมอยู่ เชื้อราอาจจะเข้าทำลายเนื้อเยื่อบริเวณคอของหอมหัวใหญ่ได้ด้วย สำหรับการป้องกันและกำจัดเชื้อราชนิดนี้ ทำโดยใช้วิธีเดียวกับโรคคราดำ



เอกสารประกอบการเรียน

1. นิธิยา รัตนพานนท์ และดนัย บุญเกียรติ. 2533. หอมหัวใหญ่. ในหนังสือ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้เศรษฐกิจ. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 203-213.
2. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร . ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร; ตารางแสดงรายละเอียดหอมหัวใหญ่. ปี 2562;
http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/1_Onion%2062.pdf
3. Boonyakiat Danai. 1980. Factors Affecting of Yellow Globe Danvers Onion : Absciscic Acid During Maturation and Storage and Phenolic Substances Inhibitory to *Botrytis allii* and *Botrytis cinerea*. M.S. Thesis Oregon State University.
4. Brice, J., L. Currah, A. Malins and R. Bancroft. 1997. Onion storage in the tropics: A practical guide to methods of storage and their selection. University of Greenwich, Natural Resources Institute, Chatham, UK, 126 pp.
5. Bubl, C.E., D.G. Richardson and N.S. Mansour. 1979. Preharvest foliar desiccation and onion storage quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104(6) : 773-777.
6. Isenberg, F.M. and J.K. Ang. 1963. Northern grown onion. Curing, storing and inhibiting sprouting. *Cornell Ext. Bull. No.* 1012, 15 pp.
7. Isenberg, F.M. and J.K. Ang. 1964. Effects of maleic hydrazide field sprays on storage quality of onion bulbs. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 84 : 378-385
8. Khandagale, K. and S. Gawande. 2019. Genetics of bulb colour variation and flavonoids in onion. *J. Hort. Sci. and Biotech.* 94: 322-332.
9. Maude, R.B. 1983. Onions. *In* Post-Harvest Pathology of Fruits and Vegetables., C. Dennis (ed.) Academic Press, London, pp. 73-101.
10. Opara, L. U. 2003. Onions: Post-Harvest Operation. FAO. 16 pp.
11. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference Release 28.
<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3030?manu=&fgcd=>
12. Ward, C.M. and W.G. Tucker. 1976. Respiration of maleic hydrazide treated and untreated onion bulbs during storage. *Ann. Appl. Biol.* 82 : 135-141.

