

การเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และ ดัชนีการเก็บเกี่ยว ของถั่วลันเตาพันธุ์ฝักใหญ่

Growth, Development, Biochemical Changes and Maturity Indice of Large Edible-Podded Peas (*Pisum sativum* var. *macrocarpon*)

สายชล เกตุษา¹ และ สุภัตรา ภูภัทรารักษ์²

Saichol Ketsa and Suputra Pooputtarangk

ABSTRACT

The study on growth, biochemical changes and maturity indice of large edible-podded peas showed that the development pattern of the pod representing by size, fresh weight and dry weight followed the simple sigmoid curve. At the inital stage, soluble solids, ascorbic acid and protein content in pericarp and seed decreased but total nonstructural carbohydrates (TNC) and reducing sugar (RS) increased. Later on, TNC and RS in pericarp decreased as the pod became more muture. Fiber content of pericarp steadily increased until the pod was harvested. The harvesting indice can be predicted by flowering time, heat units and thickness of the pod, The best time to harvest the large-pod type was at 6-7 days after flowering. This stage, there were 972.3-994.1 GDD heat units and 0.53-0.64 cm thickness of the pod.

บทคัดย่อ

การศึกษาการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และดัชนีการเก็บเกี่ยวของถั่วลันเตารับประทานฝักสดพันธุ์ฝักใหญ่ พบว่า น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และขนาดของฝักเพิ่มขึ้นแบบ simple sigmoid curve เมื่อการเจริญของฝักเพิ่มขึ้น ปริมาณของ soluble solids ไวตามินซี และโปรตีนใน pericarp และเมล็ดลดลง แต่ปริมาณ total nonstructural carbohydrates (TNC) และ reducing sugars (RS) เพิ่มขึ้น

ทั้งใน pericarp และเมล็ด ต่อมา TNC และ RS ใน pericarp และ RS ในเมล็ดลดลง ขณะที่ TNC ในเมล็ดเพิ่มขึ้น เส้นใยของฝักมีปริมาณมากขึ้นเมื่อฝักมีการเจริญเพิ่มขึ้น ข้อมูลที่สามารถนำมากำหนดการเก็บเกี่ยวถั่วลันเตาพันธุ์ฝักใหญ่ คือ จำนวนวันหลังดอกบาน heat units และความหนาของฝัก ถั่วลันเตาฝักใหญ่สามารถเก็บเกี่ยวได้และมีคุณภาพดีเมื่อฝักมีอายุ 6-7 วันหลังดอกบาน ฝักถั่วในช่วงอายุนี้นี้มี heat units 972.3-994.1 GDD และความหนาของฝัก 0.53-0.64 เซนติเมตร

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

² วิทยาลัยเกษตรกรรมชัยภูมิ อ.เมือง จ.ชัยภูมิ

Chaiyapoom Agriculture College, Amphur Muang, Chaiyapoom, Thailand.

คำนำ

ถั่วลันเตาชนิดรับประทานฝัก (edible podded-peas) เป็นพืชฝักที่นิยมใช้ฝักอ่อนรับประทานสด และในประเทศไทยนิยมรับประทานถั่วลันเตาชนิดนี้มากกว่าถั่วลันเตาชนิดรับประทานเมล็ด (peas) ถั่วลันเตาชนิดรับประทานฝักสดสามารถปลูกได้ในพื้นที่ของประเทศไทยที่อากาศหนาวเย็นในฤดูหนาวปลูกได้ทั่วประเทศและบางแห่งสามารถปลูกได้ทั้งปี เช่น บนที่ราบสูงซึ่งมีอากาศเย็นตลอดปี ถั่วลันเตาชนิดรับประทานฝักสดที่ปลูกในประเทศไทยมี 2 ชนิด คือพันธุ์ฝักเล็กและฝักใหญ่ ถั่วลันเตาชนิดรับประทานพันธุ์ฝักใหญ่เป็นพันธุ์หนัก ฝักมีขนาดใหญ่หรือปึกใหญ่ ดอกสีม่วง นิยมปลูกมากในภาคเหนือของประเทศไทย ชอบอากาศเย็นมากกว่าพันธุ์ฝักเล็ก (อรอนันต์, 2521)

ในประเทศไทย ถั่วลันเตาชนิดรับประทานฝักสดเป็นพืชฝักที่มีผู้บริโภคมากและมีราคาสูง จากการศึกษาคุณภาพของถั่วลันเตาฝักเล็กสดที่เชียงใหม่ โดยนิธิยาและคณะ (2525) พบว่า มีถั่วลันเตาที่มีคุณภาพดี 71.5 เปอร์เซ็นต์และแก่เกินไป 22.9 เปอร์เซ็นต์จะเห็นได้ว่าถั่วลันเตาที่เก็บเกี่ยวมาขายนั้นยังมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอถึงแม้ว่ายังไม่มีรายงานเกี่ยวกับคุณภาพของถั่วลันเตาพันธุ์ฝักใหญ่ แต่คาดว่าจะเกิดเช่นเดียวกันกับถั่วลันเตาฝักเล็ก ดังนั้น เพื่อให้ถั่วลันเตาที่เก็บเกี่ยวได้มีคุณภาพดีสำหรับรับประทานและมีความเสียหายน้อยที่สุด จึงทำการศึกษาการเจริญของฝักถั่วลันเตาพันธุ์ฝักใหญ่ และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีเพื่อหาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการปลูก

เมล็ดถั่วลันเตาฝักใหญ่ที่ใช้ในการศึกษาได้มาจากมหาวิทยาลัยขอนแก่น นำมาปลูกที่แปลงทดลอง 2

ของภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ปลูกโดยการหยอดเมล็ดในหลุม ระยะ 30 × 70 เซนติเมตร

ทำการผูกป้ายดอกถั่วที่กำลังบานระหว่างเวลา 7.00 – 9.00 น. ทุกวัน เพื่อให้ทราบอายุของฝักถั่วเก็บเกี่ยวฝักถั่วอายุต่าง ๆ ทุกวันหลังจากดอกบานจนกระทั่งฝักถั่วมีเมล็ดเริ่มแก่ โดยการสุ่มฝักถั่วทุก ๆ วัน ครั้งละ 25 ฝัก เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต

1. ขนาดของฝัก (ความกว้าง ความยาว และความหนา) และเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ด
2. น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง
3. น้ำในฝัก

การบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

1. ปริมาณ reducing sugars (RS) โดยวิธีของ Nelson's reducing sugar procedures (AOAC, 1975)
2. ปริมาณ total nonstructural carbohydrates (TNC) โดยวิธีของ Smith *et al.* (1964)
3. ปริมาณวิตามินซี (ascorbic acid) โดยวิธีของ Ranganna (1978)
4. ปริมาณ soluble solids(SS) โดยใช้ hand refractometer
5. วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธีของ micro Kjeldahl (ทศนีย์ และ จงรักษ์, 2523)
6. ปริมาณเส้นใยโดยวิธีของ AOAC (1970)

การบันทึกข้อมูลดัชนีการเก็บเกี่ยว

การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวถั่วลันเตาใช้ลักษณะภายนอกและการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของฝักดังนี้คือ ขนาดฝัก น้ำหนักและสี ปริมาณเส้นใย RS, TNC, ascorbic acid และโปรตีน

นอกจากนี้ยังทำการศึกษาหาการสะสม heat units โดยคำนวณค่า heat units แต่ละวันจากสูตร

$$\text{heat units} = \frac{\text{Max. Temp.} + \text{Min. Temp.}}{2} - \text{Base Line Temp.}$$

ซึ่ง base line temperature ของถั่วลิสงเตมามีค่าเท่ากับ 4.4 องศาเซลเซียส ค่า heat units ของแต่ละวัน ตั้งแต่วันปลูก (heat units = 0) จนกระทั่งเก็บเกี่ยวมีหน่วยเป็น Growth Degree Days (GDD) (Reynolds, 1972)

ผล

การเจริญเติบโต

ฝักถั่วอายุ 1 วันหลังดอกบานมีขนาด $1.16 \times 0.34 \times 0.12$ เซนติเมตร (กว้าง $\times$ ยาว $\times$ หนา) ฝักถั่วมีการเจริญเติบโตทางด้านความยาวและความกว้างเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะที่ความหนาของฝัก และเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ การเจริญเติบโตทางด้านความยาวลดลงเมื่อฝักอายุ 7-9 วันหลังดอกบาน ฝักถั่วอายุ 1-3 วันหลังดอกบาน มีความ

หนาของฝักและการเจริญเติบโตของเมล็ดน้อยมาก ต่อมาการเจริญเติบโตทางด้านความหนาของฝักและเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ดมีเพิ่มขึ้นเกือบเป็นเส้นตรง (Figure 1) การเจริญเติบโตของฝักและเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ดมีสหสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด ($r = 0.999$)

ส่วนน้ำหนักสดและปริมาณน้ำในฝักขณะกำลังเจริญเติบโต (Figure 2) นั้น พบว่าฝักอายุ 1 วันหลังดอกบาน มีน้ำหนักสด 0.028 กรัมต่อฝัก น้ำหนักแห้ง 0.007 กรัมต่อฝัก และปริมาณน้ำในฝัก 75 เปอร์เซ็นต์

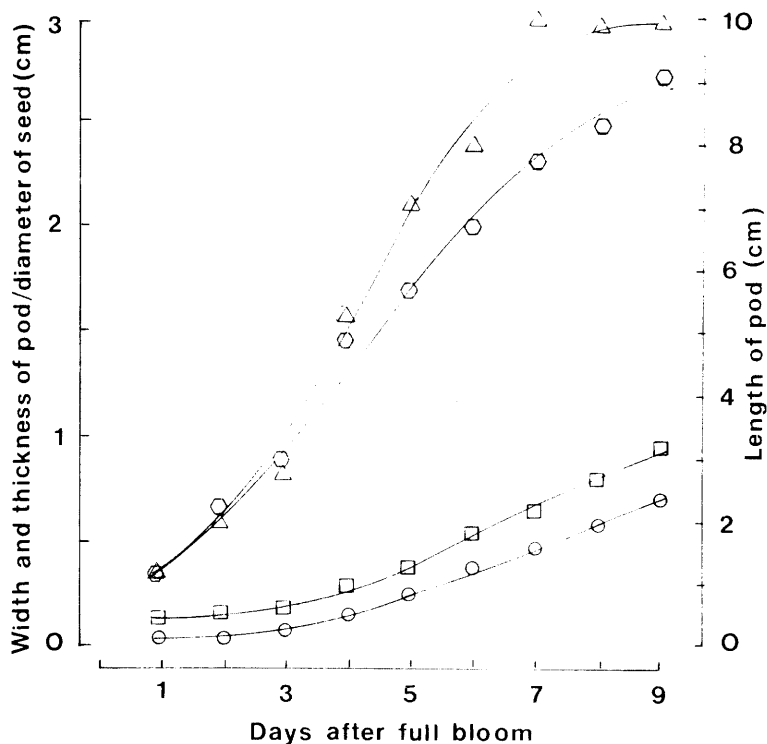


Figure 1. Changes in width (○), length (△) and thickness (□) of the pod and diameter (○) of the seed during growth and development of large edible-podded pea.

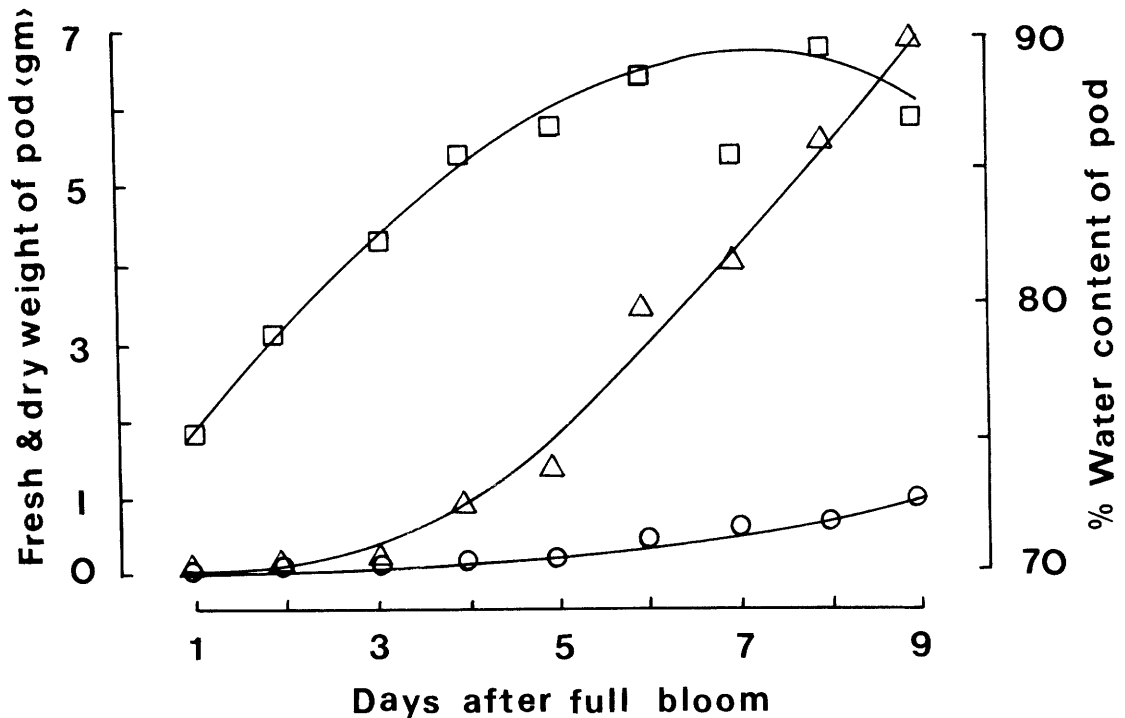


Figure 2. Changes in fresh weight (△), dry weight (○) and water content (□) of the pod during growth and development of large edible-podded pea.

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของฝักอายุ 1-3 วันหลังดอกบานเพิ่มขึ้นน้อยมาก เมื่อฝักมีอายุมากกว่า 3 วัน น้ำหนักสดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่น้ำหนักแห้งค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ

การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

SS ของฝักถั่วอายุ 1-2 วันหลังดอกบานและ SS ของเมล็ดของฝักถั่วอายุ 3-5 วันหลังดอกบานไม่สามารถวัดได้ (Figure 3) เพราะฝักและเมล็ดในช่วงของอายุดังกล่าวมีขนาดเล็กมาก pericarp ของฝักถั่วเมื่ออายุ 3 วันหลังดอกบานมี SS 13.75 เปอร์เซ็นต์ ต่อมา SS ลดลงในช่วง 5 วันแรกของอายุฝักถั่ว แล้วกลับเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อฝักมีอายุ 6 วันหลังดอกบาน (14.08 เปอร์เซ็นต์) และในช่วงอายุนี้นี้ SS ของเมล็ดก็สูงสุดเช่นกัน (10.00 เปอร์เซ็นต์) SS ของเมล็ดมีค่า

ต่ำกว่าของ pericarp SS ของทั้ง pericarp และเมล็ดลดลงในฝักอายุ 7-8 วันหลังดอกบาน และ SS เพิ่มขึ้นอีกในฝักอายุ 9 วันหลังดอกบาน

RS ในเปลือกหุ้มฝัก และเมล็ดขณะฝักมีอายุ 1 2 และ 3 วันหลังจากดอกบานมีค่า 47.20 96.0 และ 55.13 มิลลิกรัม ดี-กลูโคสต่อกรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับ (Figure 4) pericarp มี RS มากกว่าเมล็ด เมื่อฝักอายุ 4 วันหลังดอกบานมี RS ใน pericarp และเมล็ด 160.00 และ 16.00 มิลลิกรัม ดี-กลูโคสต่อกรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับ RS ทั้งใน pericarp และเมล็ดเพิ่มขึ้นและ RS สูงสุดเมื่อฝักมีอายุ 7 วันหลังดอกบาน

ในฝักอายุ 1 2 และ 3 วันหลังดอกบานมี TNC 202.29 354.60 และ 233.53 มิลลิกรัมดี-กลูโคสต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (Figure 4) TNC ใน pericarp เพิ่มขึ้นเมื่อฝักมีอายุมากขึ้นและเพิ่มขึ้นสูงสุด

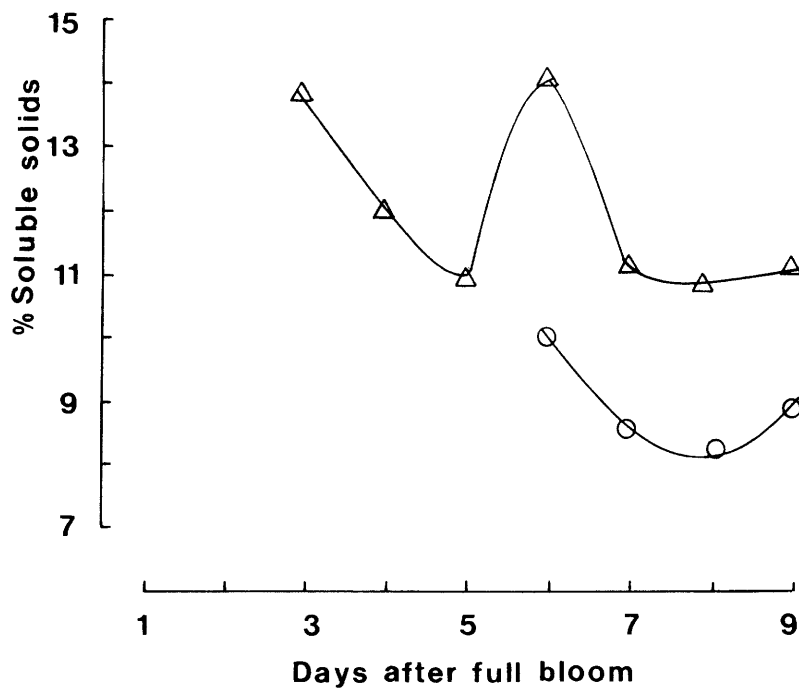


Figure 3. Changes in soluble solids of the pericarp ($\triangle$) and seed ($\circ$) during growth and development of large edible-podded pea.

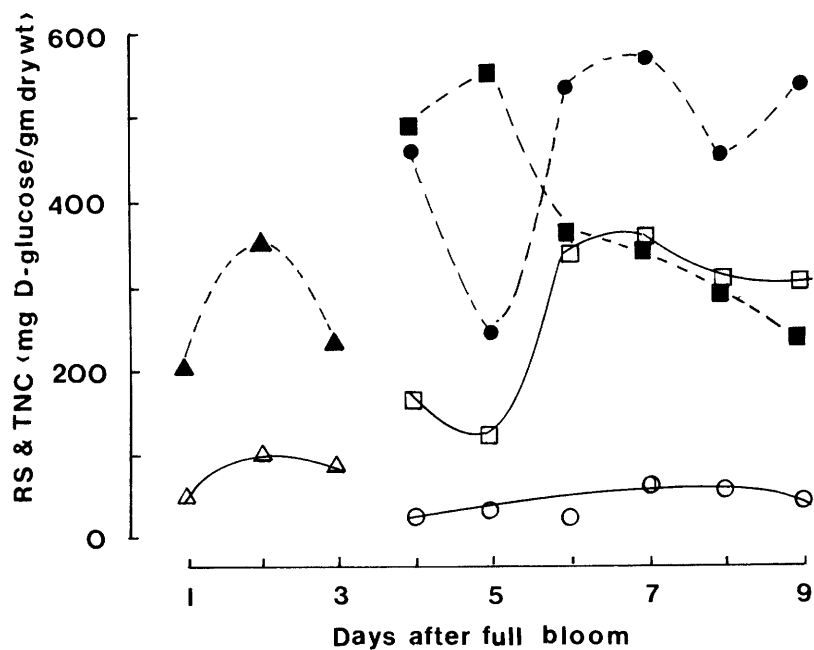


Figure 4. Changes in RS of the pod ($\triangle$), pericarp ($\square$) and seed ($\circ$) and TNC of the pod ($\blacktriangle$), pericarp ($\blacksquare$) and seed ($\bullet$) during growth and development of large edible-podded pea.

ในฝักอายุ 5 วันหลังดอกบาน ต่อมา TNC ใน pericarp ลดลงอย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกัน TNC ในเมล็ดเพิ่มขึ้น และ TNC เพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อฝักอายุ 7 วันหลังดอกบาน เมื่อฝักมีอายุมากขึ้น TNC ในเมล็ดมีแนวโน้มลดลง

ฝักอายุ 1 วันหลังดอกบานมีวิตามินซี 71.29 มิลลิกรัมต่อ 100 น้ำหนักสด ต่อมาวิตามินซีในฝักลดลง เมื่อฝักอายุ 3 วันหลังดอกบานและแยก pericarp และเมล็ดเพื่อวิเคราะห์วิตามินซี พบว่าเมล็ดมีวิตามินซีมากกว่า pericarp 10.79 เท่า (Figure 5)

เมื่อฝักเจริญต่อไป วิตามินซีในเมล็ดมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ ส่วนวิตามินซีใน pericarp นั้น ลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งฝักอายุ 5 วันหลังดอกบาน หลังจากนั้นวิตามินซีใน pericarp เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และวิตามินซีลดลงเล็กน้อยเมื่อฝักอายุ 8 - 9 วันหลังดอกบาน

ปริมาณเส้นใยในฝักอายุ 1 วันหลังดอกบาน มีน้อยมาก (0.001 เปอร์เซ็นต์) ในระยะ 4 วันแรกของการเจริญเติบโตของฝักมีเส้นใยเพิ่มขึ้นน้อยมาก (Figure 6) เมื่อฝักเจริญต่อไป ฝักมีเส้นใยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ยิ่งฝักมีอายุมาก ปริมาณเส้นใยยิ่งเพิ่มมากขึ้น

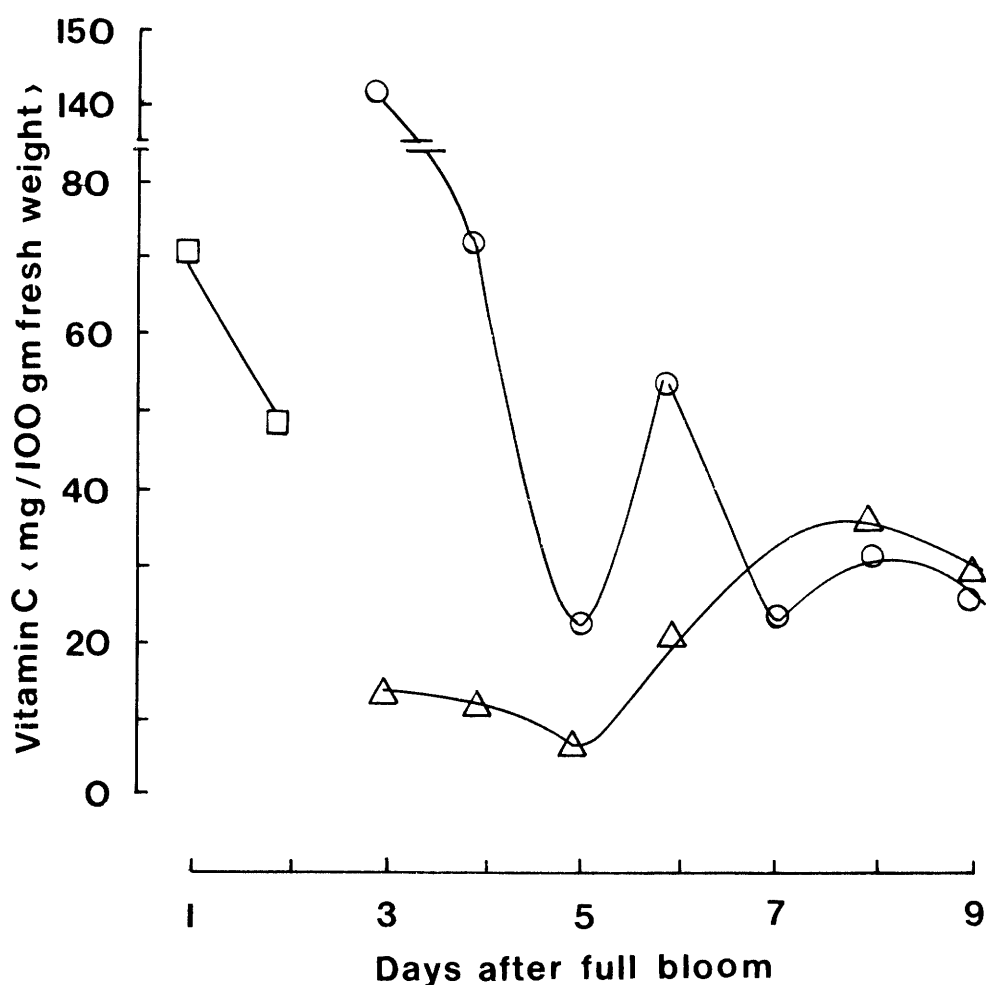


Figure 5. Changes in ascorbic acid of the pod (□), pericarp (△) and seed (○) during growth and development of large edible-podded pea.

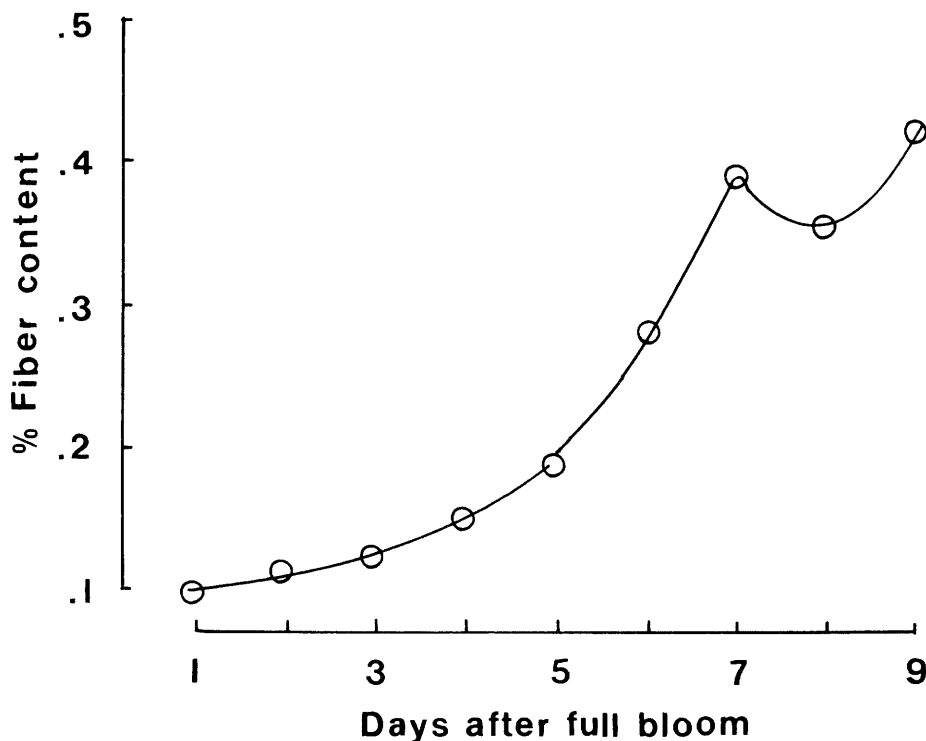


Figure 6. Changes in fiber content of the pod during growth and development of large edible-podded pea.

ฝักอายุ 9 วันหลังดอกบาน มีเส้นใย 0.163 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีนใน 3 วันแรกหลังดอกบาน พบว่า มีปริมาณโปรตีนสูงสุดเมื่อฝักอายุ 1 วันหลังดอกบาน คือ 10.33 เปอร์เซ็นต์ (Figure 7) และเมื่อฝักมีอายุเพิ่มขึ้นปริมาณโปรตีนมีแนวโน้มลดลง ปริมาณโปรตีนในเมล็ดมีมากกว่าใน pericarp

ดัชนีการเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของฝัก (ทั้งเมล็ดและ pericarp) พบว่า ฝักอายุ 6-7 วันหลังดอกบาน เป็นอายุที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวเพราะเป็นช่วงอายุที่มี RS มากที่สุดใน pericarp และเมล็ด คือ 339.72-359.40 และ 22.70-62.60 มิลลิกรัมดี-กลูโคส ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

ตามลำดับ และเมล็ดยังไม่แข็ง เพราะเป็นช่วงอายุที่ใบเลี้ยงยังไม่เจริญเต็มเมล็ด ในช่วงอายุที่เหมาะสมนี้ฝักมีเส้นใย 0.107-0.146 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดมี TNC 349.54-365.12 และ 535.96-570.73 มิลลิกรัมดี-กลูโคสต่อกรัมน้ำหนักแห้ง มี soluble solids 11.10-14.08 และ 8.52-10.00 เปอร์เซ็นต์ มีวิตามินซี 20.20-24.95 และ 23.10-53.84 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด มีโปรตีน 1.44-2.07 และ 4.27-4.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีขนาดฝัก $1.98-2.30 \times 9.95-9.99 \times 0.53-0.64$ เซนติเมตร (กว้าง $\times$ ยาว $\times$ หนา) น้ำหนักสด 3.424-4.018 กรัมต่อฝัก ปริมาณน้ำในฝัก 85.4-88.34 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะภายนอกที่มีอายุเหมาะสมที่จะเก็บเกี่ยว คือฝักมีสีเขียวอ่อน ปรากฏรอยนูนของเมล็ดเล็กน้อย ฝักมีอายุเกิน 7 วันหลังดอกบาน มีลักษณะภายนอกของฝัก คือมีเมล็ดโตขึ้นและแข็งขึ้น

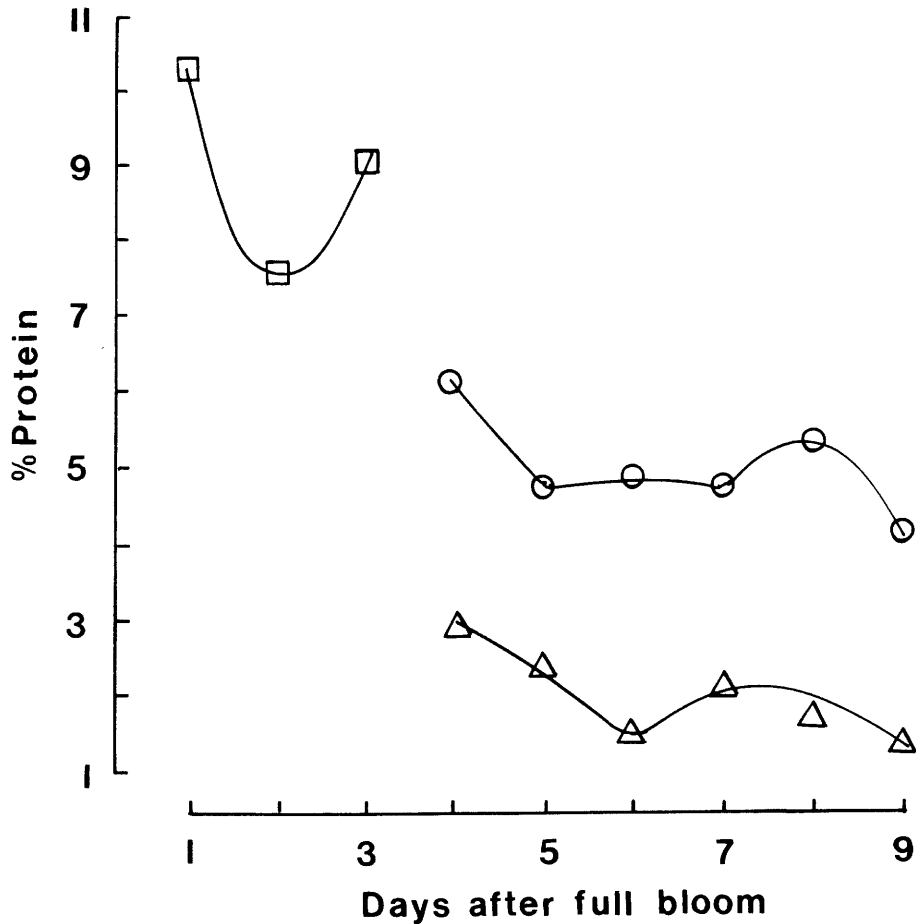


Figure 7. Change in protein content of the pod (□), pericarp (△) and seed (O) during growth and development of large edible - podded pea.

ฝักพอง pericarp มีนวล (wax) กลุม ทำให้สีเขียวอ่อนลง สีเหลืองเริ่มปรากฏขึ้นตามสันฝัก (Figure 8)

Heat units ของถั่วลันเตาฝักใหญ่ ตั้งแต่วันปลูกจนกระทั่งฝักอายุ 6-7 วันหลังดอกบาน มีค่า 972.3-994.1 (Figure 9)

วิจารณ์

ถั่วลันเตาฝักใหญ่มีการเจริญอย่างรวดเร็วทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง และขนาดของฝัก ซึ่งมีลักษณะของการเจริญเป็นแบบ simple sigmoid curve เช่นเดียวกับการเจริญของถั่วลันเตาพันธุ์ Alaska

(Eeuwens and Schwabe, 1975 ; Hedley and Ambrose, 1980) pericarp มีทั้ง SS และ RS มากกว่าเมล็ด ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากส่วนของฝักที่มีคลอโรฟิลล์ สามารถสังเคราะห์แสงได้ (Bollard, 1970) ทำให้ได้ monosaccharide (Wills *et al.*, 1981) ปริมาณน้ำตาล 2 ใน 3 ของน้ำตาลทั้งหมดใน pericarp เป็น monosaccharide (Pate *et al.*, 1974) pericarp ยังทำหน้าที่สะสมอาหารไว้ชั่วคราวสำหรับเมล็ดอีกด้วย (McKee *et al.*, 1955 a; Pate *et al.*, 1974) ในทางตรงกันข้าม เมล็ดกลับมี TNC มากกว่า pericarp เมื่อฝักมีอายุเพิ่มขึ้น เพราะเมล็ดทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมอาหาร (McKee *et*



Figure 8. Seed (upper), pod with cross-section (middle) and the whole pod (lower) of large edible-podded pea at different stages of growth and development after full bloom.

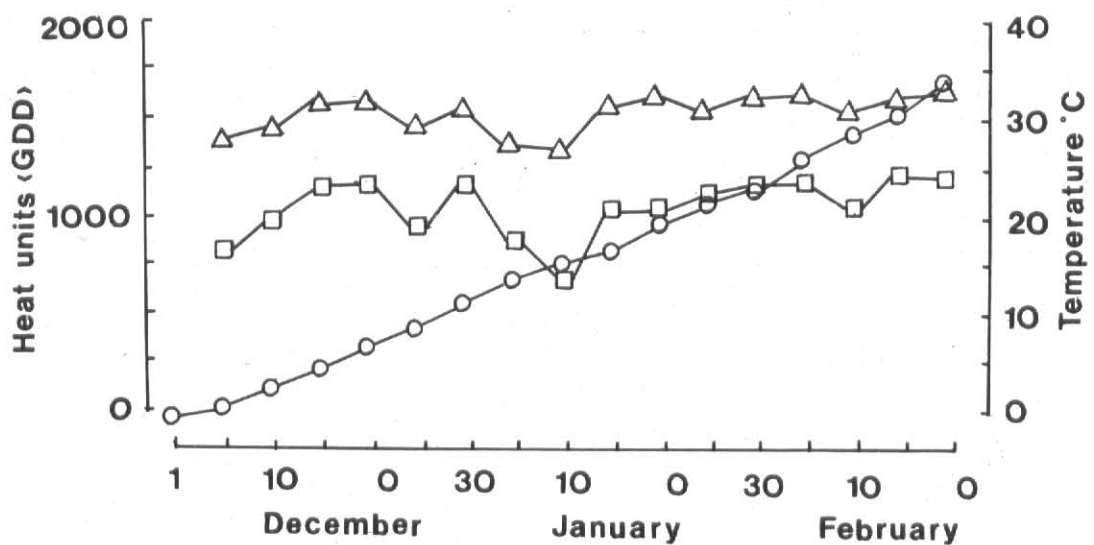


Figure 9 Minimum temperature (□), maximum temperature (△), and heat units accumulation (○) during the growth and development of large edible-podded pea grown at Kasetsart University, Bangkok Campus.

al., 1955 a) ทั้งปริมาณของ TNC และ RS ลดลง ในขณะที่ฝักมีอายุเพิ่มขึ้น เพราะฝักกั่วยุเหตุการณ์สร้าง TNC และ RS และบางส่วนของ TNC และ RS ถูกนำไปสร้างโปรตีน (Flinn and Pate, 1968)

วิตามินซีมีมากในขณะที่ไม่ลืดยังมีอายุน้อยและลดลงเมื่อเมล็ดมีการเจริญเพิ่มขึ้น (McKee *et al.*, 1955b, Arthey, 1975) การสะสมปริมาณวิตามินซีที่มากขึ้นเกิดขึ้นก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเนื้อเยื่อ (Selman and Rolfe, 1979) วิตามินซีบางส่วนจะถูกออกซิไดซ์โดย ascorbic acid oxidase กลายเป็น dehydro-ascorbic acid และมีอิเล็กตรอนเคลื่อนย้ายออกมาด้วย อิเล็กตรอนที่ได้นี้มีความสำคัญต่อเมตาโบลิซึมที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งและการขยายตัวของเซลล์ (Selman and Rolfe, 1979) ขณะที่ฝักมีการเจริญอย่างรวดเร็ว ปริมาณวิตามินซีใน pericarp เพิ่มขึ้นและมีมากกว่าในเมล็ด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก pericarp สามารถสังเคราะห์แสงได้ (Bollard, 1970) และได้ hexose ซึ่งเป็นสารที่ใช้สังเคราะห์วิตามินซี (Mapson, 1970)

ความเหนียวของฝักกั่วยุต้นเตาเกิดจากเส้นใยในเนื้อเยื่อของ pericarp (Arthey, 1975) การสร้างเส้นใยของพืชแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิและปริมาณน้ำในดิน (Arthey, 1975) อายุของฝัก (McKee *et al.*, 1955b; Joslyn, 1970; Arthey, 1975) ฝักกั่วยุต้นเตามีปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นเมื่อฝักมีการเจริญและอายุเพิ่มขึ้น เนื่องจากเส้นใยประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นปริมาณน้ำตาลในฝักกั่วยุต้นเตาลดลง อาจเกิดจากน้ำตาลบางส่วนถูกนำไปสร้างเส้นใย (Whiting, 1970)

เมล็ดกั่วยุต้นเตาเป็นแหล่งที่สามารถสร้างและสะสมโปรตีนไว้ได้ (Millerd, 1975) โดยทั่วไป เมล็ดกั่วยุต้นเตามีโปรตีนประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (Weckel *et al.*, 1963) และประมาณ 5

เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด (Wills *et al.*, 1981) ปริมาณของโปรตีนในเมล็ดกั่วยุมีความแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์ อายุ ขนาดของเมล็ด (Weckel *et al.*, 1963) และสภาพแวดล้อมที่ปลูก (Huffaker and Peterson, 1974 ; Millerd, 1975; Higgins, 1984) ปริมาณของโปรตีนใน pericarp และเมล็ดมีมากในระยะเริ่มแรกและลดลงเมื่อมีการเจริญต่อไป เพราะโปรตีนจะถูกใช้ไปสำหรับการเจริญของฝักหรือผล (Nitsch, 1958) เมื่อฝักกั่วยุมีอายุเพิ่มขึ้น ปริมาณโปรตีนใน pericarp จะถูกเคลื่อนย้ายไปยังเมล็ด (Bisson and Jones, 1932; McKee *et al.*, 1955b)

การเก็บเกี่ยวกั่วยุต้นเตาต้องคำนึงถึงรสชาติ ความแข็งของเมล็ด ความเหนียวของฝัก และน้ำหนักสด โดยไม่ต้องคำนึงถึงคุณค่าทางอาหารมากนัก (Arthey, 1975) เมื่อพิจารณาถึงน้ำหนักสดและความหวานของฝักกั่วยุแล้ว ควรเก็บเกี่ยวกั่วยุต้นเตาฝักใหญ่เมื่อฝักมีอายุ 6-7 วันหลังดอกบาน เพราะฝักกั่วยุในระยะนี้มี RS มากและใบเลี้ยง (cotyledon) ยังเจริญไม่เต็มเมล็ด ถ้าเมล็ดเจริญจนเต็มเปลือกหุ้มเมล็ดแล้วจะทำให้เมล็ดแข็งขึ้น อายุการเก็บเกี่ยวของกั่วยุต้นเตาฝักใหญ่ในช่วงนี้จะมี heat units อยู่ระหว่าง 972.3-994.1 GDD ตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว การสะสม heat units ของพืชขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม (Randlov, 1981) พันธุ์ ช่วงเวลาที่ใช้ในการปลูก และช่วงเวลาที่ใช้ในการงอก (Mikkelsen, 1981) อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ได้ทำเพียงครั้งเดียว ถ้าได้มีการศึกษาซ้ำอีกก็จะทำดัชนีการเก็บเกี่ยวกั่วยุต้นเตาฝักใหญ่พันธุ์นี้มีความเชื่อถือมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2523. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 103 น.

- นิธิยา รัตนานนท์, วิรัช ชาวลกุล และ สุรพงษ์ โกสิ-
ยะจินดา. 2525. คุณภาพตลาดของถั่วลิ้นเตาสด
ในเชียงใหม่. วิทยาศาสตร์เกษตร 16 : 51-
56.
- อรอนันต์ เลขะกุล. 2521. ถั่วลิ้นเตาพันธุ์ส่งเสริมของ
กรมวิชาการ. วิทยาสารสถาบันพืชสวน 2 :
122-129.
- Association of Official Analytical Chemists
(AOAC). 1970. Official Methods of Ana-
lysis. George Banta Co. Inc., Washington,
D.C. 1019 p.
- _____. 1975. Official Methods of Ana-
lysis. 12th ed., George Banta Co. Inc.,
Washington, D.C. 1094 p.
- Arthey, V.A. 1975. Quality of Horticultural
Products. Butterworths Australia and
Co. Ltd., London. 228 p.
- Bisson, C.S. and H.A. Jones. 1932. Changes
accompanying fruit development in the
garden pea. Plant Physiol. 7 : 91-105.
- Bollard, E.G. 1970. The physiology and nutri-
tion of developing fruits, pp. 387-425. In
A.C. Hulme (ed.). The Biochemistry of
Fruits and their Products. Vol. I. Acade-
mic Press, London.
- Euwens, C.J. and W.W. Schwabe. 1975. Seed
and pod wall development in *Pisum sativum*
L. in relation to extracted and applied
hormones. J. Exp. Bot. 32 : 489-495.
- Flinn, A.M. and J.S. Pate. 1968. Biochemical
and physiological changes during maturation
of fruit of the field pea (*Pisum arvense* L.).
Ann. Bot. 32 : 479-495.
- Hedley, C.L. and M.J. Ambrose. 1980. An ana-
lysis of seed development in *Pisum sativum*
L. Ann. Bot. 46 : 89-105.
- Higgins, T.J.V. 1984. Synthesis and regulation
of major proteins in seeds. Ann. Rev.
Plant Physiol. 35 : 191-221.
- Huffaker, R.C. and L.W. Peterson. 1974. Pro-
tein turnover in plants and possible means
of its regulation. Ann. Rev. Plant Physiol.
25 : 363-392.
- Joslyn, M.A. 1970. Methods in Food Analysis.
Academic Press, London. 845 p.
- Mapson, L.W. 1970. Vitamins in fruits, pp. 369-
383. In A.C. Hulme (ed.). The Bioche-
mistry of Fruits and their Products. Vol. I.
Academic Press, New York.
- McKee, H.S., L. Nestel and R.N. Robertson.
1955a. Physiology of pea fruits. II. Soluble
nitrogenous constituents in the developing
fruit. Aust. J. Biol. Sci. 8 : 467-475.
- McKee, H.S., R.N. Robertson and J.B. Lee.
1955b. Physiology of pea fruits. I. The
developing fruit. Aust. J. Biol. Sci. 8 : 137-
163.
- Mikkelsen, S.A. 1981. Predicting the date of
harvest of vining peas by means of grow-
ing degree-days models. Acta Hortic.
122 : 211-221.
- Miller A. 1975. Biochemistry of legume seed
proteins. Ann. Rev. Plant Physiol. 26 : 53-
72.
- Nitsch, J.P. 1958. The physiology of fruit growth.
Ann. Rev. Plant Physiol. 9 : 119-236.
- Pate, J.S., P.J. Sharkey and O.A.M. Lewis.
1974. Phloem bleeding from legume fruits-
A technique for study fruit nutrition. Planta
120 : 229-243.
- Randlov, E. 1981. Practical timing of a pea season
in Denmark. Acta Hortic. 122 : 203-210.
- Ranganna, S. 1978. Manual of Analysis of Fruit
and Vegetable Products. Tata McGraw-
Hill Publishing Co. Ltd., New Delhi. 634 p.
- Reynolds, C.W. 1972. Heat units for scheduling
plantings of vegetable crops. Thai J. Agric.
Sci. 17 : 141-149.
- Selman, J.D. and E.J. Rolfe. 1979. Studies on
the vitamin C content of developing pea
seeds. J. Food Technol. 14 : 157-171.

- Smith, D., G.M. Paulsen and C.A. Raguse. 1964. Extraction of total available carbohydrates from grass and legume tissue. *Plant Physiol.* 39 : 960-962.
- Weckel, K.G., D.J. Hagdorn, J. von Elbe and R. Hawley. 1963. Effect of size classification and maturity on the protein content of Alaska and Protection peas. *Food Res.* 28 : 356-357.
- Whiting, G.C. 1970. Sugar in fruits, pp. 1-27. *In* A.C. Hulme (ed.). *The Biochemistry of Fruits and their Products*. Vol. I. Academic Press, New York.
- Wills, R.H.H., T.H. Lee, D. Graham, W.B. McGlasson and E.G. Hall. 1981. *Post-harvest : An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables*. New South Wales Univ. Press Ltd., New South Wales. 162 p.