บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของคำฝอย

สภาพภูมิอากาศ

คำฝอยเป็นพืชที่มีการเพาะปลูกกระจายอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 20° S - 40° N (Weiss, 2000) โดยสามารถแบ่งพันธุ์ปลูกออกเป็น 2 ชนิดคือ winter type ซึ่งใช้ปลูกในเขตหนาว และ spring type ใช้ปลูกในเขตอบอุ่น พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตกึ่งแห้งแล้ง (semi arid) คำฝอยเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับต่ำกว่า 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ในเขตกึ่งแห้งแล้งหากปลูกที่ระดับสูงกว่า 1,500 เมตร จากระดับน้ำทะเลจะทำให้ระยะการเจริญเติบโตมีการใช้เวลานานขึ้น และทำให้ผลผลิตและปริมาณน้ำมันลดลง ซึ่ง Yazdisamade and Zali (1979) ทดลองโดยใช้พันธุ์ปลูก spring type เพาะปลูกในพื้นที่ที่มีความสูงเพิ่มขึ้นทุก 100 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พบว่าทำให้คำฝอยสิ้นสุดการเจริญพัฒนาในแต่ละระยะใช้เวลามากขึ้น 5-7 วัน เนื่องจากที่เหนือระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้อุณหภูมิที่ลดลง 0.7° C

คำฝอยเป็นพืชที่ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง แต่การเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสะสมโดยอุณหภูมิสะสมที่ชักนำให้เกิดการออกดอกของคำฝอยอยู่ที่ 2,200° Cd (Engel and Bergman, 1997) คำฝอยเป็นพืชที่สามารถทนต่อสภาพแห้งแล้งและอุณหภูมิสูงได้ดี ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดีอยู่ระหว่าง 20-30°C ถึงแม้ว่าคำฝอยจะทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดีก็ตาม แต่ถ้าหากอุณหภูมิที่สูงเกินกว่า 40°C จะทำให้คำฝอยมีผลผลิตลดลงได้ เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลทำให้การผสมเกสรและการติดเมล็ดของคำฝอยลดลง อย่างไรก็ตามในระยะต้นอ่อน (rosette stage) และระยะสร้างเมล็ด (seed filling) หากเกิดอุณหภูมิต่ำจนถึงจุดเยือกแข็งคำฝอยก็สามารถทนต่ออุณหภูมิต่ำได้ถึง –7°C (Weiss, 2000 and Godin and Spensley, 1971)

ดิน

คำฝอยเป็นพืชที่มีระบบรากแก้วแข็งแรง มีการแผ่กระจายรากได้ดี ชอบดินที่มีการระบายน้ำได้ดี เนื้อดินลึกปานกลาง การปลูกคำฝอยให้ได้ผลผลิตดีโดยเฉพาะในเขตชลประทานพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทรายและดินร่วน (Godin and Spensley, 1971) โดยปกติคำฝอยสามารถ

ปรับตัวเข้ากับสภาพ pH ของดินได้กว้าง (pH 5 – 8) แต่ผลผลิตจะดีเมื่อปลูกในดินมีสภาพเป็นกลาง หากปลูกในดินที่มีสภาพเป็นกรดก็จะเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่เกิดจากเชื้อ *Fusarium* ที่รากของคำฝอยได้ เนื่องจากดินที่เป็นกรดนั้นทำให้ เชื้อ *Fusarium* เจริญได้ดี (Weiss, 2000) คำฝอยจัดได้ว่าเป็นพืชที่สามารถทนทานต่อความเค็มของดินได้ปานกลางเมื่อเปรียบเทียบกับพืชอื่น ซึ่งความเค็มของดินที่คำฝอยสามารถทนได้โดยไม่ทำให้ผลผลิตเปลี่ยนแปลงประมาณ 7 มิลลิโมส์/ซม. (Weiss, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bernstein (1964) ที่พบว่าเมื่อความเค็มของดินมีค่า 5.3, 6.2, 7.6, 9.9 และ 14.5 มิลลิโมส์/ซม. จะทำให้ผลผลิตลดลง 1, 10, 25, 50 และ 100 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับฝ้ายและบาร์เลย์พบว่าคำฝอยสามารถทนความเค็มได้น้อยกว่าฝ้ายและบาร์เลย์เล็กน้อย แต่จะทนความเค็มได้ใกล้เคียงกับข้าวสาลี ส่วนคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2544) กล่าวไว้ว่าคำฝอยสามารถเจริญเติบโตได้ในพิกัดความเค็ม 8 – 12 เดซิซีเมน/เมตร โดยให้ผลผลิตประมาณ 50 % ของผลผลิตปรกติเมื่อปลูกในดินที่ไม่มีความเค็ม Uma *et al.* (1993) กล่าวว่าในสภาวะที่ดินมีความเค็มในระดับสูงนั้นมีผลทำให้ลดอัตราการงอกของเมล็ดของพืช อย่างไรก็ตามคำฝอยมีอัตราการงอกของเมล็ดและการเจริญของต้นอ่อนสูงกว่าพืชหลายชนิด

ความต้องการปริมาณน้ำของคำฝอย

โดยทั่วไปแล้วพืชมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 80-90 % น้ำมีบทบาทสำคัญหลายประการอาทิเช่น เป็นตัวร่วมในปฏิกิริยาชีวเคมีต่าง ๆ โดยเฉพาะในขบวนการสังเคราะห์แสง การรักษาความเต่งตึงของเซลล์ การขยายขนาดของเซลล์ การคงรูปร่างของเซลล์ และเป็นตัวทำละลายธาตุอาหารพืชที่ดีอีกด้วย ดังนั้นพืชแต่ละชนิดจึงมีความต้องการน้ำในปริมาณที่แตกต่างกันออกไป คำฝอยก็เช่นเดียวกับพืชอื่น ๆ ที่มีความต้องการน้ำที่พอเพียงในระดับหนึ่งสำหรับการเจริญเติบโตและแพร่ขยายพันธุ์ Godin and Spensley (1971) กล่าวว่าในเขตอาศัยน้ำฝนส่วนใหญ่นั้นหากปริมาณน้ำฝนเพื่อการเพาะปลูกเพียง 400-450 มม. ต่อฤดูปลูกทำให้คำฝอยเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ระดับหนึ่ง แต่ถ้ามีปริมาณน้ำฝน 600 มม. ต่อฤดูปลูกก็ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณน้ำฝนที่มากเพียงพอต่อการให้ผลผลิตที่ได้ดี Habison (1968) กล่าวว่าดินที่ปลูกคำฝอยจะต้องสะสมความชื้นอย่างน้อย 2 นิ้ว (50.8 มม.) เพื่อให้คำฝอยเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตได้ ในรัฐควีนส์แลนด์ ประเทศออสเตรเลีย การที่จะปลูกคำฝอยให้ได้ผลผลิตถึง 1,000 ปอนด์/เอเคอร์ นั้นจำเป็นที่ดินจะต้องได้รับน้ำฝนทั้งฤดูปลูกประมาณ 12 นิ้ว (304.8 มม.) และถ้าจะให้ผลผลิตสูงขึ้นไปอีกควรได้รับปริมาณน้ำฝนไม่ต่ำกว่า 25 นิ้ว (576 มม.) ตลอดฤดูปลูก ส่วนพื้นที่ในเขตชลประทานที่สามารถใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกได้ตลอดปีนั้น การที่คำฝอยได้รับน้ำ 800-1,000 มม. ต่อฤดูปลูกจะทำให้ผลผลิตดีอย่างแน่นอน (Weiss,

2000) ซึ่งสอดคล้องกับ Eric and French (1969) ที่กล่าวว่าการให้น้ำที่ระดับ 1,070 มม. ตลอดฤดูปลูกจะส่งผลให้คำฝอยมีผลผลิตสูง ส่วน FAO (1979) รายงานว่าปริมาณน้ำที่เหมาะสมต่อการให้ผลผลิตของคำฝอยอยู่ระหว่าง 600–1200 มม. ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและระยะเวลาของการเจริญเติบโต Engel and Bergman (1997) ศึกษาอิทธิพลของน้ำที่มีต่อผลผลิตเมล็ดและปริมาณน้ำมัน (oil content) ของคำฝอยตั้งแต่ปี 1989-1991 พบว่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (available water) ที่เพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นแบบเป็นเส้นตรง และ Bajpai (1978) ระบุว่าความชื้น 30 % ที่ระดับความลึกของดิน 0-60 ซม. ก็เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตของคำฝอย

การเกิดความเครียดน้ำของคำฝอย

เมื่อใดก็ตามที่อัตราการดูดน้ำของรากพืชไม่ทันต่ออัตราการคายน้ำของใบพืชก็จะทำให้พืชเกิดความเครียดน้ำ (water stress) ขึ้นได้ และความเครียดน้ำจะเกิดขึ้นช้าหรือเร็วแค่ไหนก็ขึ้นอยู่กับความชื้นในดินและสภาพแวดล้อมรอบ ๆ พืชหากเกิดความเครียดน้ำขึ้นจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการต่าง ๆ ของพืชซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตในที่สุด แต่จะมากน้อยเท่าไรขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงและความยาวนานของการขาดน้ำ, ชนิดของพืช และระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ Singh and Rathoe (1982), Mahey *et al.* (1989), Singh and Singh (1989) และ Singh *et al.* (1995) ซึ่งทำงานทดลองคล้าย ๆ กันโดยการแบ่งการให้น้ำที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ พบว่าหากแบ่งการให้น้ำเป็นสองหรือสามครั้งโดยให้ที่ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ และที่ระยะสร้างเมล็ดจะทำให้คำฝอยมีปริมาณผลผลิตสูงกว่าการให้น้ำที่ระยะใดระยะหนึ่งอย่างเห็นได้ชัด เช่นเดียวกับ Bansal and Katara (1993) ที่พบว่าการให้น้ำที่ระยะแตกกิ่ง และที่ระยะสะสมน้ำหนักเมล็ด ให้ผลผลิตเมล็ดมากกว่าการให้น้ำเพียงครั้งเดียวที่ระยะออกดอก (2,073 กก./เฮกตาร์) ถึง 26.7 % และสูงกว่าการไม่ให้น้ำเลย (1,736 กก./เฮกตาร์) 43.6 % ส่วนการให้น้ำสามครั้งที่ระยะแตกกิ่ง, ระยะออกดอก และระยะสะสมน้ำหนักเมล็ด ให้ผลผลิตสูงที่สุด (2,601 กก./เฮกตาร์) ส่วน Raghu and Sharma (1978) เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างการไม่ให้น้ำเลยกับการให้น้ำเพียงครั้งเดียวที่ระยะต่าง ๆ พบว่าการให้น้ำที่ระยะแตกใบจริงทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 17.1 %, ระยะแตกกิ่ง 41.5 %, ระยะดอกบาน 21.9 % และที่ระยะสร้างเมล็ด 21.5 % นอกจากความเครียดน้ำแบบการขาดน้ำแล้วความเครียดน้ำที่เกิดจากการได้รับน้ำมากเกินไปก็ทำให้เกิดความเสียหายต่อคำฝอยได้มากเช่นกัน เนื่องจากคำฝอยเป็นพืชที่ไม่สามารถทนต่อสภาพน้ำท่วมขังได้นาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะยืดลำต้นและระยะออกดอกเพราะการที่เกิดน้ำท่วมขังหรือดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำจะทำให้คำฝอยเกิดโรครากเน่าและตาย

ได้เร็วมาก แต่ถ้าหากคำฝอยอยู่ในช่วงแตกใบก็สามารถทนต่อสภาวะน้ำท่วมขังได้ยาวนานกว่า (Knowles, 1999)

ปริมาณการใช้น้ำและประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช

ปริมาณการใช้น้ำของพืช (consumptive use หรือ evapotranspiration) คือ ปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ ซึ่งปริมาณการใช้น้ำของพืชประกอบด้วยสองส่วนได้แก่ ปริมาณน้ำที่พืชดูดไปจากดินเพื่อนำไปสร้างเซลล์และเนื้อเยื่อแล้วคายออกทางใบสู่บรรยากาศ เรียกว่า การคายน้ำ (transpiration) และอีกส่วนหนึ่งคือปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินบริเวณรอบ ๆ ต้นพืช จากผิวน้ำในขณะที่ให้น้ำหรือขณะที่มีน้ำท่วมขังอยู่ และจากน้ำที่เกาะอยู่ตามใบเนื่องจากฝนตกหรือการให้น้ำ ซึ่งเรียกว่า การระเหย (evaporation) โดยปริมาณการใช้น้ำของพืชจะมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศรอบ ๆ ต้นพืช, ชนิดและอายุของพืช, ดิน, วิธีการให้น้ำแก่พืช, และฤดูกาลเพาะปลูก เป็นต้น ส่วนประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช (water use efficiency) หมายถึง ความสามารถของพืชที่จะใช้น้ำแต่ละหน่วยในการเจริญเติบโตหรือสะสมน้ำหนักแห้ง

ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชไม่มีความสัมพันธ์กับการทนแล้งของพืช Gradner *et al.* (1985) พบว่าพืชหลายชนิดสามารถทนต่อความแห้งแล้งได้ดีแต่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำ การที่พืชในพื้นที่กึ่งแห้งแล้งจะสามารถปรับตัวเพื่อให้มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงขึ้นจำเป็นจะต้องมีการพัฒนาของระบบรากพืชให้มีความสามารถใช้น้ำในดินได้ดี, ลดการสูญเสียน้ำออกจากดิน, เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน หรือใช้พันธุ์พืชที่ทนต่อความแห้งแล้ง สำหรับคำฝอย Raghu and Sharma (1978) ทดสอบการให้น้ำที่ระยะและปริมาณน้ำที่ต่างกันพบว่าปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์ในทางลบกับประสิทธิภาพการใช้น้ำ โดยการให้น้ำเพียงครั้งเดียวที่ระยะแตกกิ่ง (WU = 175.8 มม.) มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุดเท่ากับ 18 กก./เฮกตาร์/มม. ส่วนการให้น้ำห้าครั้งที่ทุกระยะ (WU = 300 มม.) มีประสิทธิภาพการใช้น้ำน้อยที่สุดเท่ากับ 5.3 กก./เฮกตาร์/มม. นอกจากช่วงเวลาหรือระยะการเจริญเติบโตแล้ววิธีการให้น้ำก็นับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญในการปลูกคำฝอยให้ได้ผลผลิตดี Patel and Patel (1996) ได้ทำการทดลองการให้น้ำแก่คำฝอย 2 แบบคือแบบพ่นฝอย (mini sprinkler) และแบบท่วมขัง (surface method) ผลปรากฏว่าการให้แบบพ่นฝอยมีปริมาณการใช้น้ำน้อยที่สุด (221.8 มม.) และประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุด (8.14 กก./เฮกตาร์/มม.) เมื่อเทียบกับการให้น้ำแบบท่วมขังที่มีปริมาณการใช้น้ำ 279.4 มม. แต่ประสิทธิภาพการใช้น้ำ 5.3 กก./เฮกตาร์/มม. และยังพบอีกว่าทำให้มีดัชนีพื้นที่ใบสูงกว่าประมาณ 30 % ในทุกอายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก ทั้งสองแบบของการให้น้ำ ปริมาณการให้น้ำที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่า LAI, CGR และผลผลิตเพิ่มขึ้น

ความต้านทานต่อความแห้งแล้ง

ความต้านทานต่อความแห้งแล้ง (Drought Resistance) หมายถึงความสามารถของพืชที่จะมีชีวิตอยู่ได้ภายใต้สภาพที่แห้งแล้ง แบ่งได้เป็น 2 แบบคือ Drought tolerance ซึ่งเป็นลักษณะที่ตัวพืชเองมีความทนทานต่อความแห้งแล้ง เป็นคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของพืชเช่น พืชมีเซลล์หรือเนื้อเยื่อที่มีความอดทนต่อสภาพที่ขาดน้ำ ส่วนอีกแบบคือ Drought avoidance หรือ Drought escape เป็นลักษณะที่พืชเองไม่ได้มีความทนทานต่อความแห้งแล้งแต่พืชมีกลไกบางอย่างเพื่อหลีกเลี่ยงสภาพที่ขาดน้ำ ทำให้พืชมีชีวิตยู่รอดและแพร่พันธุ์ได้ ซึ่งกลไกดังกล่าวได้แก่ มีระบบรากลึก, มีการปิดเปิดปากใบอย่างรวดเร็วเมื่อเกิดการขาดน้ำ, ใบมีขนมาก เพราะขนจะช่วยลดการคายน้ำ, ใบมีสารเคลือบเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ, มีเนื้อเยื่อบางอย่างเก็บสะสมน้ำไว้ในต้น

กลไกสำคัญที่พืชจะสามารถหลีกหนีจากการขาดน้ำได้สามารถทำได้หลายกรณี เช่น จากการศึกษาของ Pandey (1985) พบว่าสายพันธุ์ถั่วพุ่มและถั่วเหลืองส่วนใหญ่ที่ปลูกในสภาพที่ขาดน้ำนั้นจะมีการเร่งของกระบวนการของการเจริญเติบโต เช่น มีการสร้างดอกที่เร็วขึ้นและมีอายุการเก็บเกี่ยวที่สั้นลง การขาดน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการพัฒนาพื้นที่ใบ (Pandey *et al.*, 1984) โดยเมื่อเกิดการขาดน้ำพืชจะลดพื้นที่ใบลง อีกทั้งเร่งอัตราการแห้งและการร่วงหล่นของใบแก่ (Begg, 1980) ซึ่งเป็นกลไกในการหลีกเลี่ยงต่อการขาดน้ำจากกระบวนการคายน้ำ (Turk and Hall , 1980) และก่อนที่ใบแก่จะล่วงหล่นจะมีการเคลื่อนย้ายถ่ายเทสารอาหารบางส่วนออกจากใบเข้าสู่เมล็ด ซึ่งเป็นการปรับสภาพเพื่อให้เกิดประโยชน์กับพืชในสภาพการขาดน้ำ (Hall *et al.*, 1979) นอกจากนี้พืชยังมีกลไกเกี่ยวกับอุณหภูมิของพุ่มใบ เนื่องจากอุณหภูมิของพุ่มใบเป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงความแตกต่างของระดับน้ำที่มีอยู่ Blum (1982) พบว่าศักยภาพของน้ำในใบพืช (water potential) กับอุณหภูมิของพุ่มใบในข้าวสาลีมีความสัมพันธ์กัน หากอุณหภูมิของพุ่มใบมีค่าสูงขึ้นจะมีผลทำให้ค่าของศักยภาพของน้ำในใบพืชลดลง และถ้าหากพืชเกิดการขาดน้ำด้วยแล้วจะยิ่งทำให้ค่าศักยภาพของน้ำในใบพืชลดน้อยลงไปอีก

ธาตุอาหาร

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่สำคัญและจำเป็นสำหรับพืชมาก โดยปกติแล้วพืชจะมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 2-4 % (น้ำหนักแห้ง) หรืออาจสูงถึง 6 % ขึ้นอยู่กับความอ่อนแก่และชนิดของพืช การขาดไนโตรเจนจะทำให้พืชจำกัดการขยายและแบ่งตัวของเซลล์ ทั้งนี้เพราะไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างโปรตีน ซึ่งไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของโปรตีน, คลอโรฟิลล์ซึ่งจำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง, เอนไซม์และกรดนิวคลีอิคช่วยในการ

สร้างฮอร์โมน และเป็นองค์ประกอบของสารถ่ายทอดพลังงาน (energy carrier) ในกระบวนการหายใจ เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอทำให้การเจริญเติบโตโดยทั่วไปของพืชลดลง ใบมีขนาดเล็กลง แตกกิ่งก้านน้อย ลำต้นแคระแกรน แต่ถ้าพืชได้รับไนโตรเจนมากเกินไปก็จะทำให้พืชเกิดอาการเฝือใบ ลำต้นหักล้มได้

อิทธิพลของคำฝอยของไนโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโตของคำฝอยJones (1960) พบว่าการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนมีผลทำให้ความสูงเพิ่มขึ้น และคำฝอยที่ได้รับปริมาณไนโตรเจนสูงสุดจะมีความสูงมากที่สุด ส่วน Kamel *et al.* (1982) พบว่าจำนวนกิ่งต่อต้นเพิ่มขึ้นตามไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ส่วนผลของไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตนั้น Gilbert and Tucker (1967) ซึ่งทดลองเกี่ยวกับการเพิ่มระดับปุ๋ยไนโตรเจนโดยแบ่งการใส่ปุ๋ยให้เป็นหนึ่งและสองครั้ง (ก่อนปลูกและระยะยืดลำต้น) พบว่าสามารถทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าการใส่ปุ๋ยครั้งเดียวถึงร้อยละ 12 และ Abel (1976) ที่พบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนสองครั้ง (ก่อนปลูกและระยะยืดลำต้น) เท่ากับ 56 และ 28 กก.ไนโตรเจน/ไร่ จะทำให้ได้ผลผลิตใกล้เคียงกับการการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 84 และ 84 กก.ไนโตรเจน/ไร่ กับที่ระดับ 168 และ 168 กก.ไนโตรเจน/ไร่ รวมทั้งให้ผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนเพียงครั้งเดียวในทุกระดับ ส่วนงานของ Jones and Tucker (1968) พบว่าการให้ไนโตรเจนที่ระดับมากสุดทำให้จำนวนช่อดอกต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อดอกเพิ่มขึ้นมากกว่าการไม่ให้ไนโตรเจนเลยถึง 55.8 และ 55 % ตามลำดับ ที่น่าสนใจก็คือน้ำหนักเมล็ดต่อต้นมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับจำนวนเมล็ดต่อดอกตำแหน่งที่สาม และน้ำหนักเมล็ดต่อดอกตำแหน่งที่สองและดอกตำแหน่งที่สาม เมื่อได้รับปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น Yamanos *et al.* (1964), Beech and Norman (1966), Ramanath *et al.* (1974) และ Ahmed (1979) ซึ่งทั้งหมดพบว่าระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ Gilbert and Tucker, 1967 พบว่าระดับปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อน้ำหนัก 100 เมล็ด ทางด้านเปอร์เซ็นต์น้ำมัน และเปอร์เซ็นต์โปรตีนในเมล็ดนั้น Jones (1960) พบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 40 กก./ไร่ มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดสูงกว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 60 กก./ไร่ ส่วนการให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 60 กก./ไร่ จะได้ผลผลิตเมล็ดและเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงที่สุด

ฟอสฟอรัสเป็นอีกธาตุหนึ่งที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มของธาตุอาหารหลัก ที่พืชต้องการในปริมาณ 0.3-0.5 % และมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างมาก เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิค (nucleic acid) และนิวคลีโอโปรตีน (nucleoprotein) ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานของเซลล์, การแบ่งเซลล์ และการสร้างส่วนประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ รวมทั้งฟอสฟอรัสยังเป็นองค์ประกอบของสารถ่ายทอดพลังงาน (energy carrier) ในขบวนการสังเคราะห์แสง และ

ขบวนการหายใจอีกด้วย นอกจากนี้ฟอสฟอรัสยังทำหน้าที่ส่งเสริมให้พืชมีความแข็งแรง กระตุ้นการเติบโตของรากในระยะแรก, เร่งการแก่ (maturity) และการผลิดอกออกผลของพืชได้ดี (Thompson and Troch, 1975) การขาดฟอสฟอรัสทำให้การแบ่งเซลล์ของพืชลดลง ทำให้การเติบโตของพืชชะงักงัน ต้นพืชในระยะต้นอ่อนมีสีเขียวเข้มหรือสีม่วง และเป็นสีเหลืองในเวลาต่อมา การแก่ของพืชและการผลิดอกออกผลจะล่าช้ากว่าปกติ แต่การได้รับฟอสฟอรัสมากเกินไปจะทำให้พืชแก่เร็วกว่าปกติ

การปลูกดอกคำฝอยเพื่อใช้ในครัวเรือนโดยทั่วไปในแถบเอเชีย เช่น อินเดีย ปากีสถาน และจีนจะใช้เพียงมูลสัตว์หรือซากพืชที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวพืชหลักใช้เป็นปุ๋ยให้แก่พืชที่ปลูก ซึ่งความสามารถในการดูดซึมฟอสฟอรัสในพืชจะหรือช้าเร็วต่างกัน นอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดพืชแล้วก็ยังแตกต่างกันตามระยะการเจริญเติบโตอีกด้วย Singh *et al.* (1995) ได้ทำการปลูกคำฝอยโดยให้ P_2O_5 3 ระดับ จาก 0, 13.2 และ 26.4 กก./เฮกตาร์ พบว่า P_2O_5 ที่เพิ่มขึ้นทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด. จำนวนช่อดอกต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อช่อดอกเพิ่มขึ้น รวมทั้งยังส่งผลให้ผลผลิต, เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และผลผลิตน้ำมันเพิ่มขึ้นอีกด้วย แต่ในทางตรงกันข้าม Bajpai *et al.* (1978) ทดลองเปรียบเทียบอิทธิพลของ N และ P_2O_5 พบว่า P_2O_5 ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างผลผลิตเมล็ดและน้ำหนักแห้งเลย แต่จะมีผลจากระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นมากกว่า โดยเมื่อเปรียบเทียบการให้ N และ P_2O_5 ที่อัตรา 60 : 0 กก./เฮกตาร์, 80 : 0 กก./เฮกตาร์ และ 80 : 60 กก./เฮกตาร์ ให้ผลผลิตเท่ากับ 14.3, 17 และ 17 ดิว/เฮกตาร์ ตามลำดับ ส่วน Blamey and Chapman (1981) พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้กับทานตะวันจะทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดลดลงอย่างมาก ในขณะที่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจะทำให้ปริมาณน้ำมันในเมล็ดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย นอกจากนี้ปริมาณน้ำมันในเมล็ดยังมีความสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณโปรตีนโดยที่เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดทานตะวันจะลดลง 0.3-1.3 % ของทุก ๆ 1 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้น

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารพืชที่มีความแตกต่างจากไนโตรเจน และฟอสฟอรัส รวมทั้งธาตุอื่น ๆ ตรงที่โพแทสเซียมไม่ได้เป็นองค์ประกอบของพืชในรูปโปรตีน ไขมัน หรือเซลลูโลส แต่โพแทสเซียมในพืชเกือบทั้งหมดอยู่ในรูปของสารละลายในเซลล์แสพ (cell sap) ซึ่งหน้าที่ของโพแทสเซียมในพืชคล้ายกับเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ในขบวนการทางสรีรวิทยาของพืชอันได้แก่ ขบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ของคาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจน และโปรตีน, ควบคุมและกระตุ้นกิจกรรมของธาตุอื่น ๆ สำหรับพืช, ควบคุมการทำงานของระบบเอนไซม์ต่าง ๆ ปรับการเคลื่อนไหวของปากใบและควบคุมปริมาณน้ำในต้นพืช นอกจากนี้โพแทสเซียมยังส่งเสริมการเติบโตของเนื้อเยื่อที่กำลังเติบโตอีกด้วย การขาดโพแทสเซียมทำให้ต้นลำต้นพืชอ่อนและหักล้มง่าย

ความต้านทานโรคลดลง อีกทั้งยังทำให้เกิดการสะสมไนโตรเจนที่ไม่ได้อยู่ในรูปของโปรตีนเพิ่มขึ้นอีกด้วย ผลของโพแทสเซียมที่มีต่อคำฝอยจากการศึกษาผลของการเพิ่มปริมาณ K_2O อย่างเดียวให้กับคำฝอยทำให้ผลผลิตคำฝอยลดลง แต่ในทางตรงกันข้ามกลับทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดเพิ่มขึ้น (Weiss, 2000)

ดังที่กล่าวมานั้นจะเห็นได้ว่าทั้งปริมาณน้ำและธาตุอาหารเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตพืชร่วมกันจนยากที่จะแยกออกจากกันได้ การขาดธาตุอาหารบางชนิดก็ทำให้เกิดการชงักการเจริญเติบโตของรากพืชซึ่งก็มีผลต่อการดูดน้ำในดินได้น้อยลง ในทำนองเดียวกันการที่พืชขาดน้ำก็ทำให้พืชขาดธาตุอาหารได้ Eck (1984) พบว่าการเพิ่มปริมาณปุ๋ยให้แก่ข้าวโพดที่ไม่ได้ทำการให้น้ำไม่ทำให้ผลผลิตของข้าวโพดลดลงแต่ก็ไม่เพิ่มขึ้น และ Burman *et al.* (1962) ที่พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 70 กก./เฮกตาร์ ทำให้ข้าวโพดมีผลผลิตสูงสุดและไม่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณปุ๋ยเข้าไปอีก ส่วนในคำฝอยงานทดลองไนโตรเจนและน้ำต่างพบว่าไนโตรเจนมีผลต่อการเพิ่มปริมาณผลผลิตควบคู่ไปกับปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นอีกทั้งยังส่งผลถึงการเจริญเติบโตด้านต่าง ๆ มากกว่าน้ำ (Bansal and Katara, 1993; Patil and Sabale, 1998) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างน้ำกับปุ๋ยฟอสฟอรัส Singh *et al.* (1995) พบว่าปริมาณน้ำที่เพิ่มมีผลต่อการสร้างผลผลิตมากกว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นโดยการให้น้ำสูงสุด (377 มม.) และไม่ใส่ฟอสฟอรัสเลยให้ผลผลิต 1.28 ตัน/เฮกตาร์ เทียบกับการให้น้ำครั้งเดียว (308 มม.) และใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสสูงสุด (26.4กก. ฟอสฟอรัส/เฮกตาร์) ที่ให้ผลผลิตเพียง 1.15 ตัน/เฮกตาร์