บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

สถานการณ์การปลูกถั่วเหลืองในประเทศไทย

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2538) รายงานว่า พื้นที่เพาะปลูกถั่วเหลืองในฤดูปลูก 2539/2540 นั้นมีเนื้อที่เพาะปลูกทั้งสิ้น 1.69 ล้านไร่ ผลผลิตรวม 0.36 ล้านตัน และมีผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 225 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ได้แบ่งการปลูกถั่วเหลืองออกเป็น 2 รุ่น คือ รุ่นที่หนึ่ง เป็นถั่วฤดูฝน (ต้นฝนและปลายฝน) ซึ่งจะปลูกระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม ถึง 31 ตุลาคม โดยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 0.75 ล้านไร่ มีผลผลิตคิดเป็น 0.27 ล้านตัน หรือประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมด ส่วนรุ่นที่สองเป็นถั่วฤดูแล้ง ซึ่งจะปลูกระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน ถึง 30 เมษายน โดยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 0.94 ล้านไร่ มีผลผลิต 0.19 ล้านตันคิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมด

จะเห็นได้ว่าการปลูกถั่วเหลืองจะเห็นได้ว่าปริมาณการปลูกถั่วเหลืองในฤดู ฝนและฤดูแล้งนั้นใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปีที่แล้ว ปริมาณการปลูกถั่วเหลืองในช่วงฤดูฝนจะลดลง ซึ่งปัญหาของการปลูกถั่วเหลืองในแล้งนั้นมักจะประสบปัญหาเรื่องน้ำ แต่การปลูกถั่วเหลืองในฤดูฝนนั้นมีปัญหาในช่วงของการเก็บเกี่ยวที่ยังคงมีฝนตกอยู่ทำให้เก็บเกี่ยวได้ยากลำบาก และคุณภาพของเมล็ดค่อนข้างต่ำเนื่องจากเมล็ดส่วนใหญ่มีความชื้นสูง เชื้อราและศัตรูพืชเข้าทำลายได้ง่าย

การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง

หลักเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินใจระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองนั้น นอกจากจะใช้การนับอายุการบานของดอกเป็นเกณฑ์แล้ว ยังต้องใช้ลักษณะของต้นถั่วเหลืองและฝักที่ติดอยู่บนต้นเข้าร่วมในการพิจารณาด้วย ซึ่งอาวุธ (2523) ได้แนะนำว่าถ้าสังเกตุเห็นใบที่อยู่ด้านล่างของต้นถั่วเหลืองร่วงจากต้นประมาณ 1 ใน 3 หรือจำนวนของฝักประมาณ 1 ใน 3 ที่อยู่ส่วนล่างของต้นถั่วเหลืองแห้ง โดยเปลี่ยนแปลงลักษณะของสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง หรือ สีฟางข้าว ก็สามารถที่จะเริ่มทำการเก็บเกี่ยวได้ ซึ่งการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ถูกต้อง ให้ได้คุณภาพที่ดีนั้นควรจะเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองเมื่อเจริญถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา เป็นระยะที่ฝักเริ่มแก่ เปลี่ยนเป็นสีเหลือง แต่โดยทั่วไปแล้วเกษตรกรของไทยเรามักนิยมที่จะไม่เก็บเกี่ยวทันทีหลังจากที่ ถั่วเหลืองสุกแก่ทางสรีรวิทยาแล้ว เพราะในระยะนี้เมล็ดยังคงมีความชื้นสูงอยู่ ดั้งนั้นเกษตรกรจะปล่อยให้เมล็ดถั่วเหลืองแห้งในแปลงปลูกเสียก่อนแล้วจึงทำการเก็บเกี่ยว เรียกว่าเป็นการเก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่

ทางการเก็บเกี่ยว ซึ่งทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับเมล็ดเป็นอันมาก (ทรงเชาว์และคณะ, 2530)

ถึงแม้ว่าการเก็บเกี่ยวหลังจากที่ถั่วเหลืองเจริญเติบโตเลยระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาไปแล้วจะยังคงมีความงอกสูงอยู่ก็ตาม แต่ความแข็งแรงของเมล็ดจะลดลง (Burris, 1973) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของกรมวิชาการเกษตร (2528) ได้ทดสอบการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา กับการสุกแก่ทางการเก็บเกี่ยว พบว่า เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา มีแนวโน้มสูงกว่าการเก็บเกี่ยวที่ระยะสุกแก่ทางการเก็บเกี่ยว

การสุกแก่ของเมล็ดพืชนั้นนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการกำหนดคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งในทางปฏิบัติจริงแล้วผู้ปลูกจะพิจารณาได้อย่างไรว่าเมล็ดนั้นแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวหรือถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาแล้วหรือไม่ เนื่องจากในสภาพแปลงปลูกจริงนั้นย่อมจะประสบปัญหาหลายอย่าง ดั้งนั้นในการพิจารณาว่าเมล็ดนั้นพร้อมที่จะเก็บเกี่ยวหรือยัง อาจใช้การสังเกตจากเมล็ดมีการเปลี่ยนสี ความชื้นของเมล็ดลดลง เมล็ดมีความแข็งเพิ่มมากขึ้น องค์ประกอบทางเคมีเปลี่ยนแปลงไป หรือ ใช้นับจากจำนวนวันหลังจากที่ต้นถั่วเหลืองออกดอกสูงสุด (สุเทวี, 2529)

โดยทั่วไปนั้นการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองของเกษตรกรมักนิยมที่จะเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแล้ววางพาดไว้บนแปลง หรือกองแบบกระโจมโดยให้โคนต้นชี้ขึ้น หรือเก็บเกี่ยวแล้วนำไปวางตากแดดบนลานตากซีเมนต์ แคร่ที่ทำจากไม้ไผ่ ตาข่ายไนล่อน หรือผ้าพลาสติก เป็นต้น แล้วปล่อยทิ้งไว้จนกว่าจะแห้งแล้วจึงนำไปนวด ซึ่งการปล่อยให้เมล็ดแห้งในแปลงนั้นจะทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพได้ จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2535) รายงานว่า การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองของเกษตรกร 65 เปอร์เซ็นต์นั้น มีการตากถั่วเหลืองหลังการเก็บเกี่ยวเป็นเวลานานเฉลี่ย 2 วัน ในขณะที่อีก 35 เปอร์เซ็นต์นั้น ไม่มีการตากถั่วเหลืองแต่อย่างใด ส่วนการตากถั่วเหลืองภายหลังจากการนวดแล้วนั้น พบว่า 76 เปอร์เซ็นต์ของเกษตรกรนั้นไม่มีการตากถั่วเหลืองหลังการนวด แต่อีก 24 เปอร์เซ็นต์ มีการตากถั่วเหลืองบนผ้าใบ ผ้าพลาสติกหลังการนวด นอกจากนี้ยังพบว่าเกษตรกรกรจำนวน 78 เปอร์เซ็นต์ จะเก็บเมล็ดไว้ปลูกในฤดูปลูกถัดไป ขณะที่อีก 22 เปอร์เซ็นต์มีมีการเก็บเมล็ดไว้ปลูกในฤดูถัดไป

ผลเสียหายของการปลูกถั่วเหลืองในช่วงฤดูฝน

ผลผลิตในแถบเขตร้อนนั้น จะประสบปัญหาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงในช่วงที่เมล็ดสุกแก่ นอกจากนี้ระยะเวลาที่ยาวนานของฝนจะทำให้เก็บเกี่ยวได้ล่าช้าและทำให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ (Raymond *et al.*, 1982) ในช่วงก่อนหรือระยะกำลังเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง ถ้าหากว่าไม่มีฝนตก ตอนเช้าไม่มีหมอกหรือน้ำค้าง และความชื้นสัมพัทธ์อากาศต่ำ จะทำให้ได้ถั่วเหลืองที่มีคุณภาพดี แต่ถ้าสภาพอากาศมีอุณหภูมิสูงพร้อมกับมีฝนตกชุกจะทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์เกิดความเสียหาย ซึ่งสภาพอากาศที่มีหมอกและน้ำค้างปกคลุม มีฝนตกลงมาในตอนเช้า ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศค่อนข้างสูง และมีแสงแดดจัดในช่วงเวลากลางวัน จะทำให้เมล็ดมีการดูดและคายน้ำสลับกัน ซึ่งถ้าเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวนี้เกิดขึ้นในช่วงการพัฒนาและสุกแก่ จะทำให้คุณภาพของเมล็ดลดลง (Hunter,1982) สอดคล้องกับงานทดลองของ Howell *et al.*(1959) พบว่า ช่วงที่เมล็ดมีการพัฒนาและสุกแก่นี้ ถ้าหากฝักของถั่วเหลืองได้รับปริมาณของฝนมากเกินไป จะทำให้เมล็ดดูดซับความชื้นจากภายนอกเข้าไปภายในเมล็ด ทำให้ความชื้นของเพิ่มสูงขึ้น มีผลตามมาคือเมล็ดจะมีปฏิกิริยาภายในเมล็ดเพิ่มขึ้น เช่น อัตราการหายใจสูงขึ้น ปริมาณน้ำตาลและอาหารที่สะสมของเมล็ดลดลง ทำให้คุณภาพของเมล็ดลดลงด้วย ซึ่ง Moore (1966) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงของเมล็ดที่เปียกและแห้งสลับกัน หรือ อุณหภูมิของอากาศสูงสลับกับความชื้นสัมพัทธ์อากาศสูงในช่วงที่เมล็ดกำลังพัฒนาและสุกแก่ จะทำให้เปลือกของเมล็ดเหี่ยวย่น เนื่องจากการดูดน้ำและคายน้ำไม่สมดุลกัน ทำให้ส่วนของ cotyledon ที่อยู่ใต้บริเวณ seed coat ย่นเสียไป นอกจากนี้ส่วนของรากแก้วแตกออกเป็นทางยาว เช่นเดียวกับงานทดลองของ Nicholson and Sinclair (1971) ได้ทำการทดลอบการปลูกถั่วเหลืองในช่วงฤดูฝน ที่มีสภาพความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและอุณหภูมิสูง พบว่าการเข้าทำลายของเชื้อราต่อเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองนั้นเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้คุณภาพของเมล็ดลดลง ธนีนาฎและคณะ (2521) ได้ศึกษาการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เปียกฝน พบว่าเมล็ดถั่ว เหลืองพันธุ์ สจ.4 ที่เปียกฝนจะมีความงอกของเมล็ดเฉลี่ย 89.5 เปอร์เซ็นต์ และไม่เปียกฝนขณะเก็บเกี่ยวมีความงอกของเมล็ดเฉลี่ย 93 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นนำไปเก็บรักษาเป็นเวลานาน 6 เดือน นำมาทดสอบความงอกในแปลงปลูก พบว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่เปียกฝนขณะเก็บเกี่ยวนั้นมีความงอกลดลงเหลือเพียง 49.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เมล็ดที่ไม่เปียกฝนนั้นมีความงอก 74 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในแง่ของผลผลิตถั่วเหลืองนั้นไม่มีความแตกต่างกันจากการปลูกด้วยเมล็ดที่เปียกและไม่เปียกฝน นั่นแสดงให้เห็นว่าเมื่อเมล็ดเปียกฝนในขณะเก็บเกี่ยวจะทำให้คุณภาพของเมล็ดในแง่การงอกและความแข็งแรงลดลง ส่วน Burdett (1977) แนะนำว่าการเก็บถั่วเหลืองเข้าในร่ม และมีอากาศถ่ายเทได้ จะทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีคุณ

ภาพสูงกว่าการที่จะปล่อยให้ ถั่วเหลืองอยู่ในแปลงปลูก ซึ่งอาจจะเจอกับสภาพของอากาศที่ไม่เหมาะสม และเชื้อราเข้าทำลายได้ง่าย

การพัฒนาและสุกแก่ของเมล็ดพืช

Mullet (1981) ได้แบ่งการพัฒนาของเมล็ดพืชออกได้เป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 เป็นระยะที่มีการเคลื่อนย้ายถ่ายเทของสารอาหารซึ่งได้แก่ แป้ง น้ำตาล ไขมัน และโปรตีน จากส่วนต่างๆ ของต้นพืชไปสะสมไว้ในเมล็ดซึ่งระยะนี้น้ำหนักของเมล็ดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนคงที่ และเมล็ดก็จะเริ่มมีชีวิต ระยะที่ 2 เป็นระยะสุกแก่ของเมล็ด จะเกิดขึ้นหลังจากการถ่ายเทสารอาหารจากส่วนต่างๆของพืชไปยังเมล็ดสิ้นสุดลง ซึ่งในระยะนี้ความชื้นของเมล็ดจะลดลงอย่างรวดเร็วแต่น้ำหนักแห้งจะคงที่ เมื่อความชื้นของเมล็ดลดลงจนอยู่ในสภาพสมดุลกับความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ เมล็ดก็พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้ ขณะที่เมล็ดมีการพัฒนานั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความชื้น ขนาด น้ำหนัก สี ความมีชีวิต ความงอก ความแข็งแรง รวมทั้งองค์-ประกอบทางเคมี ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ภายหลังจากที่ไข่ได้รับการผสมเกสรแล้ว เมล็ดจะมีความชื้นเพิ่มขึ้นอีกเพียงเล็กน้อย ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ และจะลดลงอย่างรวดเร็วส่วนน้ำหนักแห้งของเมล็ดจะเพิ่มขึ้นจนสูงสุด เรียกว่าเป็นระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Harrington, 1972) ซึ่งระยะนี้เมล็ดจะมีความชื้นสูงอยู่ขึ้นกับพันธ์พืชแต่ละชนิด เช่น ถั่วเหลืองจะมีความชื้นที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาประมาณ 50-55 เปอร์เซ็นต์ (Delouche, 1974) ซึ่งเป็นระยะที่ยังไม่เหมาะสมที่จะทำการเก็บเกี่ยว ภายหลังจากระยะเวลาดังกล่าวนี้เมล็ดมีความชื้นลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งมีความชื้นประมาณ10–15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว

ขนาดของเมล็ด ในขณะที่มีการผสมเกสร โอวุลและรังไข่มีขนาดเล็ก หลังจากผสมเกสรแล้ว มีอาหารส่งจากส่วนต่างๆของต้นแม่มาสะสมไว้มากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น จนมีขนาดใหญ่ที่สุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา หลังจากระยะนี้ความชื้นของเมล็ดจะลดลง ทำให้เมล็ดมีขนาดลดลงตามไปด้วย

น้ำหนักแห้งของเมล็ด ซึ่งหลังการปฏิสนธิแล้วเมล็ดจะมีการสะสมอาหารควบคู่ไปกับการใช้อาหาร แต่การสะสมอาหารนี้จะมีมากกว่าปริมาณอาหารที่ถูกใช้ไป เมล็ดจึงมีน้ำหนักแห้งเพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งเมล็ดเจริญเติบโตเต็มที่เข้าสู่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด ซึ่งการถ่ายเทอาหารจากส่วนต่างๆของลำต้นมาให้เมล็ดจะหยุดชะงักลง ที่ระยะนี้อัตราการสร้าง

อาหารและอัตราการใช้อาหารจะเท่ากัน ระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักสูงสุดนี้จึงเป็นระยะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา หลังจากระยะนี้ไปแล้วเมล็ดมีน้ำหนักแห้งลดลง

ความงอกและความแข็งแรง โดยทั่วไปเมล็ดสามารถที่จะงอกได้ก่อนที่เมล็ดจะสุกแก่ทางสรีรวิทยา แต่จะให้ต้นกล้า (seedling) ที่ไม่แข็งแรงเนื่องจากอาหารที่สะสมอยู่ภายในเมล็ดยังมีไม่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโต ความงอกจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นหลังการผสมเกสร เพราะเมล็ดจะมีการสะสมสารอาหารโดยเฉพาะแป้งเพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่เมล็ดจะมีความงอกสูงสุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา และจะลดลงไปหลังจากระยะนี้ เนื่องจากเกิดการเสื่อมสภาพขึ้นในเมล็ด ขึ้นกับสภาพแวดล้อม (Burris, 1973) ในทำนองเดียวกันนี้ความแข็งแรงของเมล็ดจะเพิ่มขึ้นช้ากว่าความงอกของเมล็ด และสูงสุดเฉพาะขณะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาเท่านั้น หลังจากระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาไปแล้ว ความแข็งแรงของเมล็ดจะค่อยๆลดลงในอัตราที่เร็วกว่าการลดลงความงอก

การเกิดและคุณภาพของเมล็ดเขียวในถั่วเหลือง

การเกิดเมล็ดเขียวในถั่วเหลืองอาจมีปัจจัยหลายอย่างมาเกี่ยวข้อง เช่น อายุเก็บเกี่ยว น้ำ และอุณหภูมิ จากการทดลองเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ สุมิตรา และคณะ (2531ก) พบว่า ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวในวันที่ 5-9 ของระยะ R_8 มีเมล็ดเขียวน้อย (3.5-6.5%) เมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อเก็บเกี่ยวในวันที่ 5 ของระยะ R_7 ซึ่งมีจำนวนเมล็ดเขียวสูงถึง 30.6% ในทำนองเดียวกัน Minamide และ Hata (1992) ก็พบว่าการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองพันธุ์ Otsura, Tamahomare และ Ide-chozalral เมื่ออายุ 50-63 วัน หลังดอกบานจะมีเมล็ดเขียวน้อย สุมิตรา และคณะ (2531ข) รายงานว่า การขาดน้ำก็มีความสำคัญต่อการเปลี่ยนสีของเมล็ดถั่วเหลืองเช่นกัน จากการทดลองในถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 พบว่า ถ้าขาดน้ำในระยะ R_2 จะมีเมล็ดเขียวมาก (4.6%) แต่ถ้าขาดน้ำในระยะ R_6 เมล็ดเขียวจะมีน้อย (2.6%) และจากการศึกษาผลของการบ่มต้นถั่วเหลืองที่มีต่อจำนวนเมล็ดเขียว และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ในถั่วเหลืองพันธุ์มาตรฐาน 6 พันธุ์ ซึ่งพูนพันธ์และคณะ (2531) พบว่า การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองเมื่อฝักแก่ 50 % แล้วบ่มต้นถั่วเหลืองในที่ร่มนาน 2 วัน ก่อนนำไปตากแห้งและนวด เมล็ดที่ได้มีจำนวนเมล็ดเขียวต่ำกว่าการเก็บเกี่ยวแบบปกติ (เก็บเกี่ยวเมื่อฝักแห้งทั้งต้น) ประมาณ 50 % จากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการปฏิบัติและสภาพลมฟ้าอากาศน่าจะมีอิธิพลต่อการเปลี่ยนสีของเมล็ดถั่วเหลือง ซึ่งรายงานของวีรศักดิ์และคณะ(2535) ที่ทดลองกับพันธุ์เชียงใหม่ 60 ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของอุณหภูมิและการขาดน้ำต่อการเกิดเมล็ดเขียว โดยพบว่าถั่วเหลืองที่ปลูกในช่วงเดือนมกราคม มีเมล็ดเขียวมากกว่าเมื่อปลูกในช่วงเดือนธันวาคม ทั้งนี้เชาอธิบายว่าอาจเกิดจากในระยะเจริญพันธ์

โดยเฉพาะในช่วง R_6-R_8 ของถั่วเหลืองที่ปลูกในช่วงเดือนมกราคม อุณหภูมิของอากาศ (39-42 องศาเซลเซียส) สูงกว่าที่ปลูกในช่วงเดือนธันวาคม (36-37 องศาเซลเซียส) และการขาดน้ำในช่วง R_5-R_6 ก็ยิ่งจะทำให้เมล็ดไม่เปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง

ส่วนคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลืองที่จะใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ ศรีสมวงศ์ และคณะ (2529) พบว่า คุณภาพการงอกของเมล็ดที่มีสีเหลือง และเมล็ดที่มีสีเขียวไม่แตกต่างกันเมื่อเก็บเกี่ยวเสร็จใหม่ๆ แต่เมล็ดเขียวจะสูญเสียความงอกอย่างรวดเร็วระหว่างการเก็บรักษา โดยความงอกของเมล็ดเขียวลดลงเหลือเพียง 28-38% และ 12-18 % เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกตินาน 3 เดือน และ 6 เดือน ตามลำดับ ในขณะที่เมล็ดสีเหลืองยังคงมีความงอกสูงถึง 84-90% เมื่อเก็บรักษานาน 3 เดือน เมล็ดดังกล่าวเป็นเมล็ดที่ผลิตขึ้นในฤดูแล้งของจังหวัดเชียงใหม่

บทบาทของความชื้นภายในเมล็ดที่มีผลต่อคุณภาพ

ซึ่ง Delouche (1973) ได้สรุปไว้ดังนี้

40-80 เปอร์เซ็นต์ เป็นความชื้นของเมล็ดที่กำลังสุกแก่และพัฒนา ซึ่งระยะนี้เมล็ดยังไม่สุกแก่ ไม่ควรจะเก็บเกี่ยว

18-40 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดเริ่มสุกแก่ทางสรีรวิทยา เมล็ดมีอัตราการหายใจสูง การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดในไร่นาเกิดขึ้นง่าย หากเก็บเมล็ดโดยสุมกองไว้และมีการระบายอากาศไม่พอเพียงจะมีความร้อนสะสมในกองเมล็ดมากขึ้น เชื้อราและแมลงเข้าทำลายได้ง่าย หรือหากเก็บเกี่ยวเมล็ดโดยใช้เครื่องจักรจะทำให้เมล็ดมีความเสียหายมากขึ้น

13-18 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดมีอัตราการหายใจสูง หากความชื้นสูงกว่า 13 เปอร์เซ็นต์ จะมีความร้อนสะสมในกองเมล็ดสูง เชื้อราและแมลงเข้าทำลายได้ง่าย เมล็ดมีความทนทานต่อความเสียหายจากเครื่องจักรกลได้

8-13 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพที่ไม่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ ความชื้นที่ระดับนี้ยังคงมีปัญหาจากการทำลายของแมลงและพืชบางชนิด นอกจากนี้เมล็ดยังได้รับความเสียหายจากเครื่องจักรกล (mechanical damage) สูง

4-8 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นที่ระดับนี้สามารถเก็บเมล็ดไว้ในภาชนะปิดได้อย่างปลอดภัย

0-4 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดพืชบางชนิดอาจได้รับอันตรายหากลดความชื้นให้ต่ำถึงระดับนี้ บางชนิดอาจจะพบเมล็ดแข็ง

33-60 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดพันธุ์สามารถที่จะงอกได้ เมื่อดูดความชื้นถึงระดับนี้

หลักการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์

Copeland (1976) รายงานว่า เมล็ดพืชมีคุณสมบัติในการดูดและคายความชื้นกับบรรยากาศได้ (hygroscopic) ซึ่งความชื้นของเมล็ดถูกกำหนดได้จากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ในรูปของความดันไอน้ำ (vapour pressure) การเปลี่ยนแปลงไอน้ำระหว่างเมล็ดกับอากาศ จะเป็นไปจนกระทั่งความดันไอภายในเมล็ดเท่ากับความดันของอากาศ คือ ปริมาณไอน้ำที่เข้าไปภายในเมล็ดจะเท่ากับปริมาณไอน้ำที่ออกมาจากเมล็ด ซึ่งความชื้นของเมล็ด ณ จุดนี้เรียกว่า ความชื้นสมดุลของเมล็ด (equilibrium moisture content) โดยทั่วไปความชื้นของเมล็ดที่จุดสมดุลนี้จะผันแปรไปตามความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของอากาศ ถ้าในขณะที่ลดความชื้น สภาพของอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและมีอุณหภูมิสูง เมล็ดจะแห้งได้เร็ว จะเกิดการระเหยของน้ำออกจากเมล็ดสู่บรรยากาศ โดยจะเกิดการระเหยที่บริเวณผิวของเมล็ดก่อน มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศบริเวณรอบๆ เมล็ดสูงขึ้น อุณหภูมิของอากาศจะเย็นลง จึงต้องอาศัยลมพัดพาเอาความชื้นจากผิวเมล็ดออกไป ส่วนน้ำที่อยู่ด้านในของเมล็ดจะเคลื่อนที่มาที่ผิวของเมล็ดเพื่อระบายสู่บรรยากาศต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนกว่าเมล็ดจะมีความชื้นเข้าสู่ความชื้นที่ระดับสมดุล

วิธีการลดความชื้น ทำได้ 2 วิธี คือ

1.การลดความชื้นด้วยวิธีทางธรรมชาติ ซึ่งวิธีการลดความร้อนแบบนี้จะอาศัยแสงแดดและกระแสลม เป็นตัวช่วย ซึ่งเป็นวิธีการเก่าแก่ที่นิยมกันมานาน สภาพของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศรอบๆเมล็ด จะเป็นตัวกำหนดและเป็นข้อจำกัดในการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ จึงทำให้การลดความชื้นแบบนี้ไม่ค่อยได้ผลมากนัก

2.การลดความชื้นด้วยวิธีกล โดยวิธีการนี้จะอาศัยการปรับสภาพของอากาศ หรือทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศลดลง โดยการเพิ่มอุณหภูมิ หรือใช้สารดูดความชื้นออกจากอากาศที่ใช้ลดความชื้นโดยอาศัยลมช่วย

การลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการต่าง ๆก่อนการนวด

จากงานทดลองของ Thomson (1979) ได้ทดสอบวิธีการลดความชื้นแบบตากแดดและวิธีการใช้เครื่องอบ พบว่าคุณภาพของเมล็ดที่ได้จากลดความชื้นทั้ง 2 วิธี นั้นไม่แตกต่างกันเมื่อนำเก็บรักษาในช่วงระยะเวลาสั้นๆ แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นนั้น พบว่า เมล็ดที่ลดความชื้นด้วยวิธีการตากแดดนั้นจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำกว่าวิธีการใช้เครื่องอบ เนื่องจากการใช้เครื่องอบนั้นสามารถที่จะควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงเกินไปได้ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาของการลดความชื้น คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการไหลเวียนของอากาศ รวมทั้งความชื้นเริ่ม

ต้นและสุดท้ายของเมล็ดที่ต้องการ (Brooker *et al.*, 1973) แต่การลดความชื้นของเมล็ดนั้น ถ้าหากใช้อุณหภูมิสูงเกินไป จะมีผลให้ความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็ว (Robert, 1973) โดย Nangju *et al.*(1978) รายงานถึงผลของอุณหภูมิในการลดความชื้นที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง พบว่า อุณหภูมิที่ปลอดภัยสำหรับการลดความชื้นของเมล็ดถั่วเหลืองไม่ควรเกิน 50 องศาเซลเซียส โดยจะไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกแต่อย่างใด สอดคล้องกับ Nellist (1978) เสนอแนะว่าในเมล็ดที่มีความชื้นเริ่มต้นก่อนการลดความชื้น ต่ำกว่า 24 เปอร์เซ็นต์ ควรใช้อุณหภูมิในการลดความชื้นไม่เกิน 49 องศาเซลเซียส ส่วนเมล็ดที่มีความชื้นเริ่มต้นก่อนการลดความชื้นสูงกว่า 24 เปอร์เซ็นต์ ควรใช้อุณหภูมิไม่เกิน 43 องศาเซลเซียส ซึ่งการใช้อุณหภูมิที่สูงเกินกว่า 43 องศาเซลเซียสนั้นทำให้เกิดความเสียหายกับเมล็ดพันธุ์ได้ (Copeland, 1976) ทำนองเดียวกันกับงานทดลองของ Bhasyam *et al.* (1975) รายงานว่าการลดความชื้นของข้าวโดยใช้แสงแดดที่มีอุณหภูมิประมาณ 40-45 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เกิดการแตกหักของข้าวสูง แต่ถ้าหากมีการกลับกองข้าว หรือหาวัสดุมาช่วยบังแสงเอาไว้ จะทำให้การแตกหักของข้าวลดลงได้

ในประเทศไทยนั้นเกษตกรส่วนใหญ่ใช้วิธีการลดความชื้นโดยตากต้นถั่วเหลืองด้วยแสงแดด ประมาณ 2-3 วัน ซึ่งทำให้ความชื้นของเมล็ดถั่วเหลืองลดลงมาเหลือประมาณ 14-15 เปอร์เซ็นต์ (Sitthipong and Thavornum, 1988) การตากต้นถั่วเหลืองของเกษตรกรนี้มีวิธีการต่างๆ เช่น การตากบนลานตาก การตากในแปลงโดยมีทั้งแบบกองเป็นกระโจม หรือ กองวางพาดไว้บนแปลง แต่วิธีการตากรวมกันเป็นกองบนลานตากโดยเฉพาะลานที่ทำจากซีเมนต์นั้น ตรงกลางกองอาจจะมีความร้อนสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส จะทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพได้เร็วขึ้น โดยนงลักษณ์ (2526) รายงานว่า วิธีการลดความชื้นถั่วเหลืองของเกษตรกรโดยอาศัยการตากแดดนั้น โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนนั้นอุณหภูมิบนลานตาดที่ทำด้วยซีเมนต์จะมีอุณหภูมิสูงถึง 50-60 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอันตรายต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองอย่างยิ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่ปลอดภัยสำหรับการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ทั่วๆไป ประมาณ 43 องศาเซลเซียส

บทบาทของสารเคมีที่ใช้ในพืชก่อนการเก็บเกี่ยว

สารเคมีที่ใช้เร่งการสุกแก่ และลดความชื้น แบ่งออกได้ 3 ชนิด

1. สารเคมีที่ฉีดให้ต้นแห้ง (desiccants) สารเคมีประเภทนี้ได้แก่ diquat, paraquat dimethipin เป็นต้น

2. สารเคมีที่ฉีดให้ใบร่วง (defoliants) สารเคมีประเภทนี้จะกระตุ้นให้เกิดขบวนการสร้าง ethylene ทำให้ใบร่วง สารเคมีประเภทนี้ได้แก่ ethephon

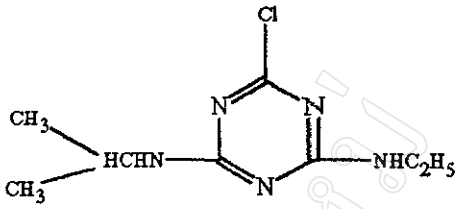
3. สารเคมีที่ฉีดทางดิน (soil sterilants) สารเคมีประเภทนี้จะทำลายพืชโดยการฉีดลงสู่ดินซึ่งสามารถทำลายรากพืชให้หยุดการดูดน้ำ และอาหาร พืชจะแห้งตายในที่สุด การฉีดลงดินก็เพื่อป้องกันความเสียหายเนื่องจากสารเคมีไปโดนฝักและเมล็ด

สารเคมีทั้งสามประเภทนี้สารเคมีประเภทฉีดพ่นให้ต้นแห้งจะมีประสิทธิภาพในการทำให้ต้นแห้งได้ดีที่สุด แต่การใช้สารเคมีเหล่านี้มีราคาค่อนข้างแพงและต้องระมัดระวังในการใช้ มิฉะนั้นอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่คุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้ โดยจากการศึกษาพืชหลายชนิด พบว่า การเก็บเกี่ยวที่ล่าช้าจะทำให้เกิดความสูญเสียทั้งในแง่ของคุณภาพและผลผลิต เนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่ไม่เหมาะสม และจากเข้าทำลายของเชื้อราและแมลง ซึ่งการใช้สารเคมีฉีดพ่นต้นพืช เป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยทำให้เก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้น โดยไม่ทำให้คุณภาพ และผลผลิตลดลง ชนิดของสารเคมีที่ใช้นั้นมีหลายชนิด เช่น paraquat, glyphosate, diquat, ametryn, magnesium chlorate, dimethipin เป็นต้น

paraquat จัดเป็นสารเคมีที่ใช้กำจัดวัชพืชแบบหลังงอก (post-emergence herbicide) ประเภทไม่เลือกทำลาย(non-selective) มีการทำลายได้รวดเร็วภายในระยะเวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง ซึ่งถ้าหากมีแสงแดดจัดจะช่วยให้สารออกฤทธิ์ได้เร็วขึ้น นอกจากนี้สาร paraquat นั้นพบว่ามีการเคลื่อนที่ได้น้อยมาก การเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นในส่วนของท่อลำเลียงน้ำ (xylem)

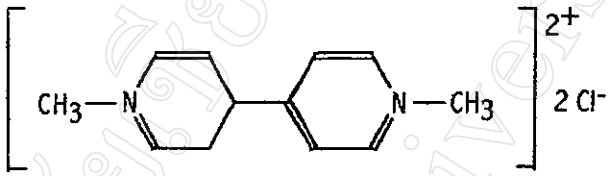
atrazine เป็นสารเคมีที่ใช้กำจัดวัชพืชแบบก่อนปลูก (pre-plant) ก่อนวัชพืชงอก (pre-emergence herbicide) หรือ หลังวัชพืชงอก (post-emergence herbicide) จัดเป็นสารประเภทเลือกทำลาย (selective) มีการเข้าทำลายโดยพืชดูดซึมทางรากและทางใบแต่การเข้าทำลายใบนั้นได้น้อยกว่าทางราก หลังจากที่พืชดูดซึมเข้าไปแล้วจะมีการเคลื่อนย้ายในลักษณะขึ้นข้างบนทางท่อน้ำ (xylem) แล้วไปสะสมที่ apical meristem และ ใบของพืช หลังจากนั้นจะไปยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสงซึ่งทำให้ใบมีสีเหลืองและแห้งตายในที่สุด

glyphosate เป็นสารเคมีที่ใช้กำจัดวัชพืชแบบหลังงอก โดยฉีดพ่นลงไปที่ใบหรือใช้ลูบที่ลงบนผิวใบ จัดเป็นสารประเภทเลือกไม่ทำลาย (non-selective) ซึ่งมีความสามารถในการทำลายวัชพืชพวกที่มีรากเหง้าและไหลใต้ดินได้ดี ภายหลังจากการเข้าสู่พืชแล้วจะมีการเคลื่อนที่ได้ในต้นพืชโดยผ่านทางท่ออาหาร (phloem) ไปยังส่วนต่างๆของพืช จากนั้นจะทำให้ขบวนการสังเคราะห์แสงหยุดชะงักลง ซึ่งพืชจะแสดงอาการให้เห็นภายหลังอย่างน้อย 2-5 วัน อย่างไรก็ตามในสภาพที่มีเมฆมากภายหลังการฉีดจะทำให้อาการที่แสดงออกมาได้ช้ากว่าปกติ



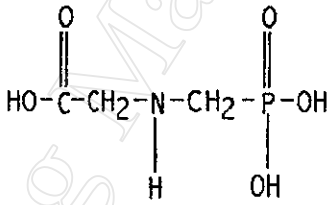
(a)

atrazine (2-chloro-4 –(ethylamino)-6-(isopropylamino)-s-triazine)



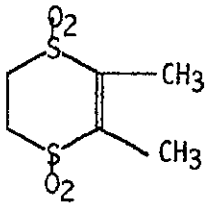
(b)

paraquat (1,1'-dimethyl-4-4'-bipyridinium ion)



(C)

glyphosate (N- (phosphonomethyl) glycine)



(d)

dimethipin (2,3-Dihydro-5,6-dimethyl-1,4-dithiin-1,1,4,4-tetraoxide)

ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของ (a) atrazine, (b) paraquat, (c) glyphosate, (d) dimethipin

dimethipin จัดเป็นสารประเภทเร่งการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulator) แต่นำมาใช้เป็นสารที่ช่วยเร่งการสุกแก่ในพืช ซึ่งใช้ในฝ้ายเป็นพืชแรกโดยการกระตุ้นให้เกิดการหลุดร่วงของใบ ช่วยให้เก็บสมอฝ้ายได้เร็วขึ้น หลังจากนั้นก็มีการพัฒนามาใช้กับอีกพืชหลายชนิด เช่น มันฝรั่ง องุ่น ทานตะวัน และถั่วเหลืองเป็นต้น มีการเคลื่อนย้ายได้น้อยมากในต้นพืช (Uniroyal 1987)

ผลของการใช้สารเคมีที่มีต่อประสิทธิภาพในการลดความชื้นของลำต้น ใบ และเมล็ดพืช

Crane (1958) ศึกษาผลการใช้สาร endothal (3,6 endohexahydrophthalic acid) ในการลดความชื้นข้าวโพดก่อนการเก็บเกี่ยว พบว่า มีผลในการลดความชื้นได้น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้ใช้สาร Bovey and Miller (1967) ได้ทดลองใช้สาร diquat (6,7-didihydodipyrido(1,2-a:2',1'-c)pyrazinedium ion), paraquat (1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium ion) และ magnesium chlorate ในถั่ว alfalfa พบว่า หลังการฉีดพ่นแล้ว 3 วัน ความชื้นของต้นถั่วลดลงเหลือ 47,48 และ 54 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ขณะที่ต้นที่ไม่ได้ฉีดยังคงมีความชื้นถึง 59 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันกับ Whigham and Stoller (1979) ได้ทำการทดสอบสาร paraquat, glyphosate (N-phosphonomethyl) glycine) และ ametryn 2-ethylamino-4-(isopropylamino)-6-methylthio)-s-trizine) ฉีดพ่นถั่วเหลืองก่อนถึงระยะเก็บเกี่ยว พบว่า paraquat จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการเร่งให้ถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะเก็บเกี่ยว ส่วนการใช้ glyphosate มีประสิทธิภาพรองลงมา ส่วน ametryn จะมีประสิทธิภาพในการลดความชื้นต่ำที่สุด สุชาดาและคณะ (2533) ทดลองใช้ glufosinate-ammonium{ammonium-(3-amino-3-carboxypropyl)-methyl-phosphinate} อัตรา 0-400 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ฉีดพ่นต้นถั่วเหลืองที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา พบว่าการใช้ glufosinate-ammonium ทุกอัตรามีผลในการลดความชื้นน้อยมาก ไม่มีความแตกต่างกันกับต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร ในขณะที่ นุสราและคณะ (2533)ทดลองการฉีดพ่นสาร paraquat ในต้นถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 พบว่าทำให้เก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้นกว่าเดิม 3 วัน นอกจากนี้ Bovey and Miller (1965) ทดสอบสาร dinoseb (2-sec-butyl-4,6-dinitrophenol) และ magnesium chlorate เร่งอายุการเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างได้ประมาณ 10 วันภายหลังการฉีดพ่นสารจากความชื้นเริ่มต้น 40-50 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ Hole and Hardwick (1978) ทดสอบประสิทธิภาพของสาร diquat, paraquat, ethephon และ methan-sodium ที่ช่วงระยะเวลา 16 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวถั่วลิสง พบว่า paraquat มีประสิทธิภาพในการลดความชื้นดีที่สุด โดยความชื้นเมล็ดถั่วลิสงที่ระยะเก็บเกี่ยวลดลงเหลือ 217 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ขณะที่ต้น

ที่ไม่ได้ใช้สารเคมียังมีความชื้นสูงอยู่ประมาณ 364 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ส่วนต้นที่ฉีดสารเคมีอีกสามชนิดยังคงมีความชื้นของเมล็ดต่ำกว่าต้นที่ไม่ได้ใช้สารทั้งสิ้นส่วน โดยต้นที่ผ่านการใช้สาร diquat และ methan-sodium มีความชื้นของเมล็ดที่ระยะเก็บเกี่ยวเป็น 241 และ 259 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ขณะที่ ethephon มีประสิทธิภาพต่ำสุด มีความชื้นของเมล็ดที่ระยะเก็บเกี่ยวเป็น 330 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่ง Bovey and Miller (1968) พบว่าการใช้ diquat และ paraquat ฉีดบนต้น hibiscus มีผลทำให้ใบหลุดร่วงภายในระยะเวลา 5 วัน เนื่องจากสารเคมีดังกล่าวจะช่วยเร่งให้เกิดการสร้างสาร abscissic acid ที่บริเวณก้านใบทำให้ใบร่วงจากต้นเร็วขึ้น และ Gigax and Burnside (1976) ทดลองใช้ paraquat และ glyphosate ฉีดพ่นต้นข้าวฟ่าง พบว่าการใช้ paraquat ที่อัตรา 1.12 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ฉีดต้นข้าวฟ่างที่มีความชื้น 35, 30 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความชื้นเมล็ดข้าวฟ่างลดลงเหลือ 15 ,16 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ภายใน 16 วัน ส่วนการใช้ glyphosate อัตรา 2.24 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ฉีดต้นข้าวฟ่างที่มีความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์ พบว่าความชื้นเมล็ดลดลงเหลือ 13 เปอร์เซ็นต์ ในระยะ 12 วัน ส่วนในต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารยังคงมีความชื้นถึง 21เปอร์เซ็นต์ ส่วน McNeal *et al.*(1973) รายงานถึงการใช้สารเคมี 6 ชนิดฉีดพ่นต้นข้าวสาลีก่อนการเก็บเกี่ยว พบว่า ภายหลังการฉีดพ่นสาร 1 สัปดาห์ความชื้นของเมล็ดข้าวสาลีลดลงมามีค่าเฉลี่ยระหว่าง 11.7-12.8 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ต้นที่ไม่ได้ใช้สารยังคงมีความชื้น 14.8 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ Gubbels and Dedio (1985) ใช้สาร diquat 0.3 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ กับต้นทานตะวัน พบว่าความชื้นของใบจะลดลงภายใน 8-15 วัน

Bovey and Miller (1975) ใช้สารเคมี 3 ชนิด ได้แก่ glyphosate, sodium chlorate และ paraquat ฉีดพ่นข้าวฟ่าง 2 สายพันธุ์ ซึ่งพบว่า glyphosate มีประสิทธิภาพในการลดความชื้นของเมล็ด ใบ และลำต้นได้ดีกว่า sodium chlorate และ paraquat โดย glyphosate สามารถลดความชื้นลงเหลือ 13 เปอร์เซ็นต์ภายในระยะเวลาเพียง 1 สัปดาห์ Moyer *et al.* (1996) ได้ศึกษาถึงผลของสาร diquat และ glufosinate พ่นต้นถั่ว alfalfa ขณะที่ฝักถั่วมีการเปลี่ยนแปลงสีจากเขียวไปเป็นน้ำตาลประมาณ 60-75 เปอร์เซ็นต์ พบว่า diquat ที่อัตรา 0.5 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ นั้นใช้เวลาในการลดความชื้นของใบจนเข้าสู่ระยะเก็บเกี่ยวได้น้อยกว่า 7 วัน ในขณะที่การใช้ glufosinate อัตราเดียวกันนั้น ใช้เวลามากกว่า 10 วันขึ้นไป ส่วน Gubbels and Bonner (1993) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมี 3 ชนิด ได้แก่ diquat, glufosinate-ammonium และ glyphosate เพื่อเร่งการสุกแก่ของปอ พบว่า การใช้ diquat ที่อัตรา 0.55 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์นั้นทำให้ใบพืช และ capsule ของปอเปลี่ยนสีไปเป็นสีน้ำตาลภายในระยะเวลา 7 วัน และเปอร์เซ็นต์ความชื้นของต้นลดลงได้เร็วที่สุด ส่วนการใช้ glufosinate-ammonium ที่อัตรา 0.75 กิโลกรัมต่อ

เฮกตาร์นั้นทำให้ใบและcapsuleของปอเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลภายในเวลา 7 วันเช่นเดียวกัน แต่เปอร์เซ็นต์ความชื้นของต้นยังสูงกว่าต้นที่ผ่านการใช้สาร diquat ส่วน glyphosate ที่อัตรา 0.9 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ นั้นใช้เวลาถึง 2 สัปดาห์ในการเปลี่ยนแปลงสีของใบและ capsule และมีประสิทธิภาพในการลดความชื้นของต้นต่ำที่สุด

Hurst (1992) รายงานว่า ที่ระยะเวลา 8 สัปดาห์ภายหลังฉีดพ่นด้วยสารเคมี sodium chlorate, paraquat และ glyphosate ในข้าวสาลีพันธ์ hyperformer 1225 และ G522DR นั้น ความชื้นของเมล็ดจะมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 16.4 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ต้นที่ไม่ได้ใช้สารนั้นมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดอยู่ระหว่าง 17-30 เปอร์เซ็นต์

สำหรับสาร dimethipin (2,3-dihydro-5,6 dimethyl,-1,4-dithin1,1,4,4-tetraoxide) นั้น เป็นสารประเภทที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulator) แต่มีการนำมาใช้ในพืชหลายชนิด เช่น แอปเปิล ผลกีวี และ องุ่น โดย Uniroyal (1987) ใช้ dimethipin อัตรา 125, 250 และ 500 ppm ในต้นองุ่น พบว่า หลังการฉีดพ่นสาร 3 สัปดาห์ ปริมาณการหลุดร่วงของใบเป็น 65.0 ,72.5 และ 83.8 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร มีปริมาณการหลุดร่วงของใบเพียง 17.5 เปอร์เซ็นต์ McIntile (1977) ได้ทดลองนำมาฉีดในต้นฝ้ายสมอ พบว่าจะทำให้ส่วนของ cotyledon และใบล่างร่วง หลังการฉีดพ่นสารในระยะเวลา 4 วัน นอกจากนี้ยังมีการทดสอบในมันฝรั่ง พบว่าทำให้เถามันฝรั่งแห้ง ช่วยให้เก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ Benyak (1987) พบว่าเมื่อฉีด dimethipin อัตรา 1.5 ลิตรต่อเฮกตาร์ ในต้นข้าวฟ่างในช่วงระยะสุกแก่ ที่มีความชื้นเริ่มต้น 23เปอร์เซ็นต์หลังจากนั้น 15 วัน ความชื้นจะลดลงเหลือ 11.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร พบว่าความชื้นลดลงเหลือ 13.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการฉีดพ่น dimethipin ในข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ที่ อัตรา 0.5,1.0 และ 1.12 กิโลกรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ พบว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดที่ฉีดพ่นสารเมื่อถึงระยะสุกแก่ทางการเก็บเกี่ยวจะมีความแตกต่างกับเมล็ดที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Uniroyal, 1987) สอดคล้องกับการทดลองของ เยาวเรศ (2541) ที่ใช้ dimethipin อัตรา 0.5 และ 0.7 ลิตรต่อเฮกตาร์ ฉีดพ่นต้นข้าวที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา พบว่าเมล็ดข้าวจะมีความชื้นเหลือ 14 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลา 5 และ 4 วันตามลำดับ ส่วนต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารใช้เวลา 9-10 วัน Linser (1986) ได้ทดสอบฉีด dimethipin ในต้นมะเขือเทศ อัตรา 2 ลิตรต่อเฮกตาร์ พบว่าหลังการฉีดพ่น 7 วัน ปริมาณการหลุดร่วงของใบเป็น 80-85 เปอร์เซ็นต์ และที่ 13 วันหลังการฉีดพ่นการหลุดร่วงของใบเพิ่มเป็น 85-90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นมีปริมาณการหลุดร่วงของใบเพียง 40-50 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีการทดลองฉีดพ่น dimethipin อัตรา 1.12 กิโลกรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ในทานตะวันพันธุ์ Interstate 894 และ RBA G300

พบว่า ความชื้นเมล็ดพันธุ์ที่ระยะเก็บเกี่ยวจะลดลงเหลือ 16.5 และ 8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนในต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารพบว่ายังมีความชื้นของเมล็ดเป็น 19.5 และ 13.1 เปอร์เซ็นต์และยังได้ทดสอบฉีดพ่นสาร dimethipin อัตรา 0.5 และ 1.00 กิโลกรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกเตอร์ ในพันธุ์ Hybrid 90FE พบว่าหลังการฉีดพ่นสาร 19 วัน จะมีลดลงเหลือ 12.6 และ 8.9 เปอร์เซ็นต์ จากความชื้นเริ่มต้น 38 เปอร์เซ็นต์ส่วนในต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารมีความชื้นเป็น 15.7 เปอร์เซ็นต์ (Uniroyal, 1987)

ผลของการใช้สารเคมีที่มีต่อผลผลิต

Ahring and Stritzke (1982) ได้ทดสอบการใช้ paraquat ฉีดพ่นหญ้าแพรกเมื่อถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา พบว่า paraquat นั้นสามารถที่จะทำให้เมล็ดหญ้าแก่พร้อมกัน ทำให้ช่วยลดความสูญเสียของผลผลิตเนื่องจากเมล็ดที่สุกแก่ไม่พร้อมกันด้วย ส่วน Whingham and Stoller (1979) ศึกษาถึงผลการใช้ ametryn glyphosate และ paraquat ฉีดพ่นต้นถั่วเหลืองก่อนการเก็บเกี่ยว พบว่า การใช้สารเคมีทั้งสามชนิดที่ระยะเวลา 3-4 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยวจะทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองลดลง แต่การฉีดพ่นที่ระยะ 2 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยวจะไม่มีผลต่อผลผลิตแต่อย่างใด และการใช้ paraquat นั้นจะมีผลต่อการลดลงของผลผลิต และ น้ำหนักเมล็ดมากกว่า ametryn และ glyphosate สอดคล้องกับงานทดลองของ Bovey and McCarty (1965) พบว่าการใช้สารเคมีฉีดพ่นให้ต้นแห้งกับข้าวฟ่างในระยะที่เมล็ดยังคงมีความชื้นสูง(มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์)อยู่นั้นจะทำให้ได้น้ำหนัก 100 เมล็ด น้อยกว่าการใช้สารเคมีในระยะที่เมล็ดมีความชื้นต่ำกว่า และ Jeffery *et al.*(1981) พบว่าการใช้สาร glyphosate ฉีดพ่นต้นถั่วเหลืองที่ระยะเวลา 2 สัปดาห์ก่อนระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยานั้นจะทำให้น้ำหนักของเมล็ดลดลง ส่วน Calvalho *et al.*(1980) ทดสอบการใช้สาร paraquat 20 เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธ์ ฉีดพ่นต้นถั่วเหลืองสายพันธุ์ Vicoja ที่ช่วงระยะเวลาหลังจากถั่วเหลืองออกดอก 54, 61, 68, 75, 82 หรือ 89 วัน พบว่า การใช้สารหลังจากการออกดอก 75 วันนั้นไม่มีผลต่อผลผลิต และ McNeal *et al.* (1973) รายงานว่าการใช้สารเคมีฉีดพ่น 6 ชนิดหลังจากข้าวสาลีออกรวงได้ 4 สัปดาห์ จะทำให้ผลผลิตลดลง แต่ถ้าใช้สารดังกล่าวในช่วงระยะเวลา 5 หรือ 6 สัปดาห์หลังจากที่ข้าวสาลีออกรวงแล้วจะไม่ทำให้ผลผลิตลดลงแต่อย่างใด

Raymond *et al.* (1982) ศึกษาการใช้สาร paraquat ฉีดพ่นต้นถั่วเหลืองก่อนระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา พบว่า จะทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองลดลง แต่จะไม่ทำให้น้ำหนักลดลงถ้าฉีดพ่นที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา นอกจากนี้ Gigax and Burnside (1976) ใช้ paraquat อัตรา 0.56 และ 1.12 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ฉีดพ่นต้นข้าวฟ่างที่มีความชื้นของเมล็ด 35 เปอร์เซ็นต์ พบว่า

ไม่ทำให้ผลผลิตลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้ใช้สารเคมี ส่วน Azlin and Mewhorter (1981) รายงานว่า การใช้ glyphosate ทุกอัตรา ฉีดต้นถั่วเหลืองที่ระยะเวลาไม่เกิน 12 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยว จะไม่ทำให้ผลผลิตลดลงแต่อย่างใด และ Cole and Cerdeira (1982) ทดลองใช้สาร glyphosate ที่อัตรา 1.12 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ในถั่ว Southernpea แล้วทำการเก็บเกี่ยวทันทีเมื่อฝักถั่วเปลี่ยนแปลงสีเป็นสีน้ำตาล พบว่า ผลผลิตและน้ำหนักเมล็ดที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันกับต้นที่ไม่ได้ใช้สารฉีดพ่น Pisarcyk *et al.*(1976) พบว่า การใช้ ethephon อัตรา 0.145 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ที่ระยะเวลา 18 วันก่อนการเก็บเกี่ยวของถั่วแดงนั้นจะทำให้ผลผลิตลดลง แต่ถ้าใช้ในระยะเวลา 7 วันก่อนการเก็บเกี่ยวจะไม่มีผลต่อผลผลิตแต่อย่างใดแม้ว่าจะเพิ่มอัตราการใช้ให้สูงขึ้นก็ตาม Ratnayake and Shaw (1992) พบว่า การใช้สารเคมี glufosinate, glyphosate และ paraquat ฉีดพ่นต้นถั่วเหลืองที่ระยะ R_5 นั้นทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองลดลงอย่างมาก แต่ที่ระยะ R_6 นั้นมีเพียง glufosinate และ paraquat ที่ทำให้ผลผลิตลดลง ส่วนที่ระยะ R_8 การใช้สารเคมีทั้งสามชนิดนั้นไม่ทำให้ผลผลิตลดลงแต่อย่างใด

Habbal and Nadia (1993) ทดสอบการใช้สาร ethephon ฉีดพ่นต้นถั่วเหลืองสายพันธุ์ Calland หลังจากถั่วเหลืองออกดอกเต็มที่ พบว่า การใช้สาร ethephon ที่อัตรา 1000 ppm แล้วทำการเก็บเกี่ยวที่อายุ 100 วัน จะได้ผลผลิตสูงสุด

Popov and Proskurina (1991) ศึกษาการใช้สาร diquat ฉีดพ่นทานตะวันก่อนการเก็บเกี่ยว พบว่า การใช้ diquat อัตรา 5 ลิตรต่อเฮกตาร์ ขณะที่เมล็ดทานตะวันมีความชื้น 45-50 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใช้สารดังกล่าวที่ความชื้นของเมล็ดต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ จะไม่มีผลต่อผลผลิตแต่อย่างใด

ผลของการใช้สารเคมีที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

Bovey *et al.* (1975) พบว่า การใช้ glyphosate อัตรา 2.24 และ 4.48 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดข้าวฟ่างลดลง แต่ถ้าใช้ paraquat หรือ glyphosate ที่อัตรา 0.56 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ที่ระยะเวลา 1 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยวจะไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอก และจะได้เมล็ดที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่สูงกว่าต้นที่ฉีดพ่นระยะเวลา 3 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยว เนื่องจากการที่ปล่อยให้ต้นข้าวฟ่างอยู่ในแปลงปลูกนานๆนั้น สภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมเช่น น้ำค้าง หรือว่าปริมาณฝน จะทำให้เมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพลงได้ แต่งานทดลองของ Ahring and Stritzke (1982) พบว่า การใช้ paraquat นั้นทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดหญ้าแพรกลดลงได้ Raymond *et al.* (1982) พบว่าการใช้ paraquat ฉีดพ่นต้นถั่วเหลืองที่ระยะ

สุกแก่ทางสรีรวิทยา และเก็บเกี่ยวหลังการฉีดพ่น 15 วัน ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกลดลง สอดคล้องกับงาน Whingham and Stoller (1979) ทดสอบสารโดยใช้ ametryn และ paraquat ฉีดพ่นต้นถั่วเหลืองที่ระยะ 2 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยว จะไม่มีผลต่อความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้า แต่ glyphosate นั้นจะทำให้ความงอกและความแข็งของต้นกล้าลดลง โดยเฉพาะการใช้สารในอัตราที่สูง จะทำให้ต้นอ่อนมีลักษณะผิดปกติมากขึ้น นอกจากนี้ Azlin and Mewhorter (1981) ใช้สาร glyphosate ฉีดพ่นที่ระยะเวลา 12 วันก่อนการเก็บเกี่ยวต้นถั่วเหลือง และ Cole and Cerderia (1982) ใช้สาร glyphosate กับ Southernpea พบว่า ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพืชทั้งสองชนิด

Egley and Williams (1978) ศึกษาผลการใช้สาร glyphosate และ paraquat ที่มีต่อความงอกของต้นอ่อนของเมล็ดวัชพืช พบว่า paraquat นั้นสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ด johnsongrass ได้ ส่วนการใช้ glyphosate สัมผัสกับเมล็ดพืชตระกูลหญ้าบางชนิดโดยตรงนั้นสามารถที่จะยับยั้งการเจริญของยอดอ่อนได้ชั่วคราว แต่จะไม่ทำให้ความงอกของเมล็ดลดลง

Jeffery *et al.* (1981) พบว่า การใช้ glyphosate ฉีดพ่นต้นถั่วเหลืองที่ระยะเวลา 16-30 วัน ก่อนที่ถั่วเหลืองจะสุกแก่ จะทำให้มีเมล็ดเขียวมากกว่าการฉีดพ่นที่ระยะเวลา 1-15 วัน ซึ่งการที่ถั่วเหลืองนั้นถูกทำให้แห้งโดยทันที ขณะที่ต้นยังคงมีสีเขียวอยู่นั้น ปริมาณเมล็ดเขียวจะเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากเมล็ดยังพัฒนาไม่เต็มที่ (Limpiti, 1987) ส่วน Habbal and Nadia (1993) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดถั่วเหลืองในช่วงระหว่างการเก็บรักษา 2-12 เดือน ที่ผ่านการใช้สาร ethephon อัตรา 1500 ppm นั้นมีค่าสูงสุด และยิ่งระยะเวลาการเก็บที่ล่าช้าไปนั้นปริมาณโปรตีนของเมล็ดจะลดลง ขณะที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตจะเพิ่มขึ้น และกรดไขมันบางชนิด เช่น iodine และ peroxide ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

Whingham and Stoller (1979) พบว่าการใช้สารเคมี paraquat, glyphosate และ ametryn ฉีดพ่นต้นถั่วเหลืองที่ระยะ 3-4 สัปดาห์ ก่อนการเก็บเกี่ยวจะทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันลดลง และ โปรตีนเพิ่มขึ้น แต่ถ้าใช้สารเคมีนี้ที่ระยะเวลาไม่เกิน 2 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยว จะได้เปอร์เซ็นต์น้ำมันเพิ่มขึ้น แต่เปอร์เซ็นต์โปรตีนไม่แตกต่างกับต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร และจากการทดลองของ Azlin and Mewhorter (1981) พบว่าการใช้ glyphosate ฉีดพ่นต้นถั่วเหลืองที่ระยะเวลาไม่เกิน 15-21 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวจะไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันลดลงเช่นเดียวกัน แต่ Popov and Proskurina (1991) พบว่า การใช้ diquat อัตรา 5 ลิตรต่อเฮกตาร์ ขณะที่เมล็ดทานตะวันมีความชื้น 45-50 เปอร์เซ็นต์จะทำให้ปริมาณน้ำมันในเมล็ดลดลง แต่ปริมาณของ iodine จะเพิ่มขึ้น