บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การพอกเมล็ดพันธุ์

การพอกเมล็ดพันธุ์พืชที่มีเมล็ดขนาดเล็กเป็นเทคนิคที่มีการเผยแพร่ไปอย่างกว้างขวางและถูกนำมาใช้กันอย่างหลากหลายทางการเกษตรตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 (Schiffers and Fraselle, 1982) และยังมีการใช้ความรู้ดังกล่าวเพื่อการพัฒนาทางด้านการเกษตรในอนาคตอย่างต่อเนื่อง (Hwang and Sung, 1991) การพอกเมล็ดพันธุ์จึงเป็นเทคนิคที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์พืช ความแข็งแรงของต้นอ่อน และลดการสูญเสียที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายและขนส่งเมล็ดพันธุ์ (Taylor *et al*., 1998) โดยยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้านลักษณะภายนอก รูปร่างเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเล็ก และน้ำหนักเบาหรือมีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ ที่ทำการเพาะปลูกได้ยากและใช้เวลามาก เนื่องจากยากต่อการหยิบจับด้วยมือ หรือเมล็ดพันธุ์อาจจะกระดอนหรือปลิวหายไปเมื่อมีลมพัด และยากต่อการปลูกโดยใช้เครื่องปลูก

การพอกเมล็ดพันธุ์ คือการนำวัสดุมาพอกลงบนผิวของเมล็ดพันธุ์ ทำให้เมล็ดพันธุ์มีขนาดและรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัด คือมีขนาดใหญ่และมีรูปทรงที่สม่ำเสมอมากขึ้น โดยน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ที่มากขึ้นนี้จะทำให้เมล็ดกระดอน หรือปลิวออกจากหลุมปลูกลดลง ช่วยทำให้การทำงานโดยใช้เครื่องปลูกมีประสิทธิภาพมากขึ้น การเคลื่อนที่ของเมล็ดพันธุ์ดีขึ้น เนื่องจากมีขนาดเมล็ดที่สม่ำเสมอ และการหว่านเมล็ดพันธุ์มีความแม่นยำถูกต้อง ช่วยให้การเพาะปลูกมีความสะดวกและมีระยะปลูกที่สม่ำเสมอมากขึ้น (Smith and Miller, 1987) ยกตัวอย่างเมล็ดพันธุ์พืชบางชนิดที่มีขนาดเล็ก เช่น หัวหอมใหญ่ ผักกาดหอม ยาสูบ ไม้ดอกจำพวกพิทูเนีย ดาวเรือง เป็นต้น ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ เช่น ชูการ์บีท ข้าวโพดหวาน เป็นต้น ซึ่งมักเป็นปัญหาระหว่างการเพาะปลูกโดยใช้เครื่องจักรเสมอ และต้องใช้เวลานานในการเพาะปลูก การใช้เทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์ยังสามารถป้องกันผิวของเมล็ดพันธุ์จากการเข้าทำลายของนก แมลงศัตรูพืช หนู และสัตว์เล็กอื่นๆ ขณะเก็บรักษาหรือเมื่ออยู่ในแปลงปลูกได้ ในทางการค้านั้น บริษัทผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่ได้นำเทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์มาใช้ เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์เดี่ยวๆ ไม่เกาะหรือรวมกันเป็นกลุ่มก้อน หรืออาจจะทำเป็น multi-pellet คือ มีเมล็ดพันธุ์มากกว่าสองเมล็ดรวมกันเป็นเมล็ดพันธุ์พอกเพียงเม็ดเดียว สำหรับเมล็ดพันธุ์พืชที่ต้องการจำนวนต้นต่อหลุมมากกว่าหนึ่งต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยไม่ต้องหยอดเมล็ดพันธุ์หลายเมล็ด ทำให้การเพาะปลูกง่ายขึ้น นอกจากนี้ จากการศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ต่อการเกิด spiral roots ของต้นอ่อนยาสูบ (Caruso *et al*., 2001) พบว่า การพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบสามารถลดการเกิด spiral roots ของต้นอ่อนได้ เนื่องจากการพอกเมล็ดพันธุ์สามารถลดแรงกระแทกที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายและการขนส่งของเมล็ดพันธุ์ยาสูบ และยังได้มีการศึกษาถึงเทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์และการใช้เครื่องปลูกของเมล็ดพันธุ์งา โดยพบว่าการพอกเมล็ดพันธุ์งา ทำให้อัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ดีขึ้นเมื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการ และเมื่อนำเมล็ดพันธุ์งาที่พอกแล้วไปปลูกในแปลง โดยใช้เครื่องปลูกอัดลมแบบหยอดหลุมและเครื่องปลูกแบบหว่านกระจาย พบว่าการใช้เมล็ดพันธุ์งาที่พอกแล้วร่วมกับเครื่องปลูกอัดลมแบบหยอดหลุม ทำให้เมล็ดพันธุ์สามารถเกิดการงอกได้ดีกว่าการใช้เครื่องปลูกแบบหว่านกระจาย (Dogan *et al*., 2005)

องค์ประกอบของการพอกเมล็ดพันธุ์

1. วัสดุที่ใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์

วัสดุที่ใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์ประกอบด้วย

1.1 <u>วัสดุพอก (pelleting material) หรือสารตัวเติม (filler material)</u>

วัสดุพอกที่มีขนาดอนุภาคแตกต่างกันจะทำให้ลักษณะการเกิดเป็นเมล็ดพอก (granulation) แตกต่างกันด้วย โดยขนาดอนุภาคของวัสดุพอกที่มีขนาดเล็กจะทำให้ความพรุนของวัสดุพอกมีน้อย ทำให้เมล็ดพอกมีความแข็งแกร่งมากกว่าวัสดุพอกที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ แต่วัสดุพอกที่มีความพรุนต่ำอาจจะขัดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำและออกซิเจนไปสู่เมล็ดพันธุ์ได้ โดยขนาดอนุภาคของวัสดุพอกจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุพอก วัสดุพอกที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ clay, kaolin clay, bentonite, vermiculite, perlite, dolomite, montmorillonite, zeolite, limestone, calcium carbonate, diatomaceous earth, talc, lime, bauxite, pumice sand, gypsum และ rock phosphate เป็นต้น Durrant และ Loads (1986) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากโครงสร้างของวัสดุพอกต่อความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์ชูการ์บีท พบว่า วัสดุพอกที่แตกต่างกันมีผลต่อการงอกและการซึมผ่านของน้ำสู่เมล็ดพันธุ์แตกต่างกัน โดยการใช้ดินที่มีน้ำหนักเบาในการพอกเมล็ดพันธุ์ชูการ์บีท ทำให้การซึมผ่านของน้ำสู่เมล็ดพันธุ์เกิดได้ดีกว่าการใช้ดินเหนียว 5-10 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับการเคลือบเมล็ดพันธุ์พริกหวาน (*Capsicum annuum* L.) ด้วยดินเหนียว ที่ทำให้ออกซิเจนซึมผ่านได้ไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดขบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์ได้ จึงมีผลต่ออัตราความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหวานโดยตรง (Sachs *et al*., 1981) แต่เมื่อมีการนำผงของถ่านเผามาผสมเข้าไปในวัสดุพอกของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม ทำให้เกิดการงอกอย่างรวดเร็ว และได้ต้นอ่อนที่สมบูรณ์มากกว่าการใช้วัสดุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พอกมาตรฐานพียงอย่างเดียว (Sharples, 1981) ดังนั้น วัสดุพอกที่ดีจะต้องมีขนาดของอนุภาคที่สม่ำเสมอ ไม่ละเอียดมากเกินไปทำให้ขัดขวางการซึมผ่านของน้ำและก๊าซออกซิเจนสู่เมล็ดพันธุ์ มีความคงตัวในสภาพแห้งสูงและสลายตัวได้ง่ายเมื่อได้รับความชื้นหรือน้ำ และต้องไม่เป็นพิษต่อเมล็ดพันธุ์

1.2. วัสดุประสาน (adhesive materials หรือ binder)

วัสดุประสานที่ดีต้องมีแรงยึดเกาะที่มากพอเพื่อยึดเกาะอนุภาคของวัสดุพอกและเมล็ดพันธุ์เข้าด้วยกัน แต่จะต้องไม่ขัดขวางการซึมผ่านของน้ำและก๊าซออกซิเจนสู่เมล็ดพันธุ์ วัสดุประสานแต่ละชนิดจะมีความเข้มข้นและความหนืดแตกต่างกัน วัสดุประสานที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ gum arabic, gelatin, methyl cellulose, methyl ethyl cellulose, polyvinyl alcohol (PVA), polyoxylethylene glycol-based waxes, casein casemate salts, plastic rexins, polyvinyl acetate, polyurethane, poly electrolyte (dextran) และ poly ethylene oxide เป็นต้น จากการศึกษาของ Vanangamudi และคณะ (2006) ที่แนะนำให้ใช้ methyl cellulose, methyl ethyl cellulose, gum arabic และ nitric coat ที่ระดับความเข้มข้น 3, 5, 45 และ 4.3% (w/v) ตามลำดับ สำหรับใน rice gruel และ maida gruel ควรใช้ความเข้มข้น 5 และ 10% ตามลำดับ ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุพอก และยังได้มีการศึกษาเกี่ยวกับชนิดของวัสดุประสานหลากหลายชนิด (Lahiri , 1991) พบว่า methyl cellulose (3% w/v) และ methyl ethyl cellulose (5% w/v) นิยมใช้กันมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ gum arabic (45% w/v) ทั้งนี้เนื่องจากใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพดีกว่า เช่นเดียวกับการพอกเมล็ดพันธุ์ของพืชตระกูลหญ้าด้วย methyl cellulose และปูนขาว ทำให้เมล็ดพอกที่ได้มีรูปร่าง และลักษณะที่ดีมาก โดยมีความหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร เนื่องจากปูนขาวสามารถเกาะติดกับเมล็ดพันธุ์ได้มากถึง 71% (Hathcock *et al.*, 1984) ดังนั้น การตัดสินใจเลือกใช้วัสดุประสาน จึงขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุประสานชนิดนั้นๆ ว่าจะมีผลระหว่างการจัดการในการพอก การขนส่ง ขั้นตอนการเพาะปลูก และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยหรือไม่ รวมทั้งกับชนิดของวัสดุพอกเอง นอกจากนี้ การเลือกใช้วัสดุประสานยังต้องคำนึงถึงการเข้ากันระหว่างวัสดุประสานและสารออกฤทธิ์ที่จะนำมาใช้กับวัสดุพอกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3 สารออกฤทธิ์ต่างๆ (active ingredients)

ส่วนประกอบหรือสารออกฤทธิ์อื่นๆ ที่สามารถเพิ่มหรือเสริมเข้าไปในวัสดุพอกได้อีก เช่น ปุ๋ย, สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลง (Taylor and Harman, 1990), สารสกัดจากธรรมชาติ (Luchmeah and Cooke, 1985; Stout *et al*., 1993) และสารปลดปล่อยออกซิเจน (Sarlistyaningsih *et al*., 1995 และ Westcott and Mikkelsen, 1983) เป็นต้น จากการศึกษาของ Lutchmeah and Cooke (1985) พบว่า การควบคุมโรคแบบชีววิธี โดยการใช้สปอร์ของเชื้อ *Pythium oligandrum* ผสมลงไปในวัสดุพอกที่ใช้พอกเมล็ดพันธุ์แครอท สามารถช่วยลดอาการของโรคโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Mycocentrospora acevina* ได้ ส่วนการใช้ methiocarb ซึ่งเป็นสารเคมีป้องกันแมลงผสมเข้าไปในวัสดุพอกของเมล็ดพันธุ์ชูการ์บีท สามารถลดการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในดินได้ (O' Keeffe and Pierse, 1980) เช่นเดียวกับการศึกษาผลของสารเคมีป้องกันเชื้อรา Hymexazol เมื่อใช้ร่วมกับเทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์ชูการ์บีท โดยผสมในส่วนของวัสดุพอกเมล็ดปริมาณต่างๆกัน พบว่า การผสม Hymexazol ในวัสดุพอกปริมาณ 30 กรัมต่อหน่วย (100,000 เมล็ด) สามารถป้องกันเชื้อรา *Aphanomyces cochlioides* ได้ดีที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้แมงกานีสออกไซด์ผสมไปในวัสดุพอกเมล็ดพันธุ์ชูการ์บีท สามารถช่วยให้เมล็ดพันธุ์เกิดขบวนการงอกและได้ต้นอ่อนที่สมบูรณ์ ทั้งในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมและการทดสอบภายในสภาพแปลงปลูกจริง (Farley, 1979)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์

วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์นั้นมีหลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของวัสดุที่นำมาพอกเมล็ดพันธุ์ เช่นอาจอยู่ในรูปของเหลวหรือเป็นผง และยังขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของเมล็ดพันธุ์ด้วย นอกจากนี้ สิ่งสำคัญอีกอย่างคือ ความชำนาญและประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงาน ในปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาเครื่องมือที่ทันสมัยมากขึ้น สามารถทำงานอัตโนมัติและควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (Scott *et al*., 1997) เครื่องมือที่ใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์โดยทั่วไปมี 2 ระบบ (Stendahl, 2005) คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

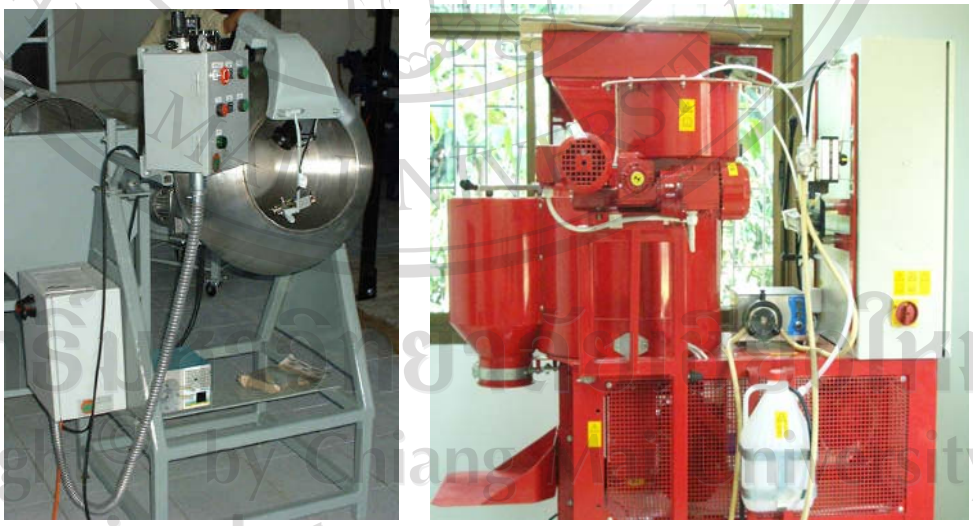
2.1 ระบบฉีดพ่น (coating pan equipment)

เครื่องพอกเมล็ดพันธุ์แบบระบบฉีดพ่น มีระบบในการทำงานโดยการฉีดพ่นของเหลวให้เป็นละอองลงในถังผสมที่มีลักษณะคล้ายกับถังผสมปูนซีเมนต์ ซึ่งสามารถกำหนดเวลาฉีดพ่น เวลาหยุดการทำงาน และจำนวนรอบอัตโนมัติได้ โดยของเหลวหรือวัสดุประสานที่ใช้จะถูกฉีดพ่นเป็นละอองไปเคลือบผิวเมล็ดพันธุ์ทุกทิศทาง ทำให้สามารถสัมผัสกับผิวเมล็ดพันธุ์อย่างรวดเร็วและยังมี

ระบบการเป่าอากาศร้อนที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 30-60 องศาเซลเซียสขณะทำการพอกเพื่อลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ระหว่างการผลิต ถังบรรจุและส่วนที่สัมผัสกับเมล็ดพันธุ์ทำจากโลหะไร้สนิม มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวก แต่การพ่นวัสดุประสานไปทุกทิศทางของเครื่องพอกเมล็ดพันธุ์แบบระบบฉีดพ่นนั้น จะทำให้ของเหลวที่ใช้กระจัดกระจายไปทั่วถังผสม ไม่สามารถกำหนดอัตราการใช้ที่แน่นอนได้

2.2 ระบบหยดสารลงบนจานหมุน (spinning disc equipment)

เครื่องพอกเมล็ดพันธุ์แบบระบบหยดสารบนจานหมุน จะมีความเร็วรอบสูงกว่าแบบแรก เครื่องพอกเมล็ดพันธุ์แบบนี้ สามารถกำหนดความเร็วรอบของทั้งถังผสมและจานหมุนได้ ซึ่งจะทำงานแยกออกจากกันอย่างชัดเจน โดยความเร็วรอบจะแปรผันตามความเหมาะสมและชนิดของเมล็ดพันธุ์ที่ทำการพอก เพื่อให้วัสดุประสานสัมผัสกับผิวของเมล็ดพันธุ์อย่างสม่ำเสมอ ลักษณะตัวถังของเครื่องพอกเมล็ดพันธุ์แบบระบบหยดสารบนจานหมุน จะมีลักษณะเป็นทรงกระบอกกลม ภายในถังส่วนที่สัมผัสเมล็ดพันธุ์จะเคลือบด้วย polyurethan layer เพื่อให้เมล็ดพันธุ์ได้รับการกระทบเทือนจากการหมุนของเครื่องน้อยที่สุด และยังมีแผงควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ แต่ต้นทุนในการผลิตเครื่องมือแบบนี้ค่อนข้างสูง



(ก) (ข)

ภาพที่ 2.1 เครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์ (ก) ระบบฉีดพ่น (ข) ระบบหยดสารลงบนจานหมุน (ที่มาจาก http://www.seedpelletingequipment.com/coatingpan.htm และสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. เทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์

การพอกเมล็ดพันธุ์ที่ดีจึงควรศึกษาถึงคุณสมบัติของทั้งวัสดุพอกและวัสดุประสานอย่างละเอียดก่อน เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ภายหลัง ในปัจจุบัน มีการศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์พืชกันอย่างต่อเนื่อง โดยมีวัตถุประสงค์ในการที่จะยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ทั้งลักษณะรูปร่างภายนอก และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ จึงได้มีการศึกษาทั้งในส่วนของวัสดุพอกที่ไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อเมล็ดพันธุ์พืช และที่มีการศึกษากันมากอีกอย่างคือ สารที่ใช้เติมเข้าไปในส่วนของวัสดุพอกที่สามารถยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ทั้งความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ให้ดีขึ้น ไม่ว่าจะในระหว่างการเก็บรักษา หรือในสภาพแปลงปลูก ที่เมล็ดพันธุ์อาจได้รับสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ศศิธร และคณะ (2550) ได้ทำการหาอัตราส่วนระหว่างวัสดุพอกและความเข้มข้นของวัสดุประสานในการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน คือ การใช้เบนโทไนท์ปริมาณ 4 กิโลกรัมและวัสดุประสานที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ โดยคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานไม่เปลี่ยนแปลงถึงแม้ว่าความชื้นของเมล็ดพอกจะเพิ่มขึ้น แต่ยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อเมล็ดพันธุ์ (13 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนี้ Gouda *et al.* (2008) ยังได้ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของการพอกเมล็ดพันธุ์ที่มีผลต่อความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์หอมหัวใหญ่ โดยวัสดุประสานที่ใช้คือ polyvinyl acetate และ gum arabica วัสดุพอกที่ใช้คือ ขี้เลื่อย (saw dust) อย่างเดียว, ดินเหนียวอย่างเดียว, เบนโทไนท์อย่างเดียว และวัสดุผสมระหว่างขี้เลื่อย ดินเหนียว และเบนโทไนท์ ทำการเก็บรักษาไว้ในถุงอะลูมิเนียมฟลอยด์ ถุงโพลีเอธิลีน และถุงผ้า เป็นระยะเวลานาน 10 เดือน พบว่า การพอกเมล็ดพันธุ์หอมหัวใหญ่ โดยใช้ polyvinyl acetate เป็นวัสดุประสานและใช้ขี้เลื่อยอย่างเดียว กับวัสดุผสมระหว่างขี้เลื่อย ดินเหนียว และเบนโทไนท์เป็นวัสดุพอก และเก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมฟลอยด์ ทำให้ค่าความงอก ความยาวต้นอ่อน ความแข็งแรง และกิจกรรมของเอนไซม์ดีไฮโดรจิเนสของเมล็ดพันธุ์หอมหัวใหญ่ดีขึ้น และการเข้าทำลายของเชื้อโรคลดลง ที่ระยะเวลาการเก็บรักษานาน 10 เดือน แต่อย่างไรก็ตาม หลักการสำคัญของการพอกเมล็ดพันธุ์ที่ต้องคำนึงเสมอคือ วัสดุที่ใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์จะต้องไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

อิทธิพลของก๊าซออกซิเจนที่มีต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์

ออกซิเจนถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อขบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์พืช เช่นเดียวกับ น้ำ และอุณหภูมิ สำหรับพืชบางชนิดอาจต้องการแสงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งสำหรับการงอกด้วย ขบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์เป็นขบวนการที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ที่มีชีวิตและการใช้พลังงานของเซลล์เหล่านั้น ซึ่งจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนสำหรับการหายใจ เพื่อย่อยสลายอาหารให้ได้มาซึ่งพลังงานที่จำเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับเกิดขบวนการงอก โดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์พืชสามารถงอกได้ดีในบรรยากาศที่มีออกซิเจนเท่ากับหรือมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ถ้าสภาพบรรยากาศขณะที่เมล็ดพันธุ์งอกมีความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนสูงอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์จะเพิ่มขึ้น ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับการงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยเมล็ดพันธุ์จะงอกได้ดีในบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ 0.03 เปอร์เซ็นต์ และหากสภาพบรรยากาศขณะที่เมล็ดพันธุ์เกิดขบวนการงอกมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น จะมีผลทำให้อัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง และถ้ามีในปริมาณที่สูงมากๆ อาจทำให้เมล็ดพันธุ์ไม่สามารถงอกได้เลย (จวงจันทร์, 2529) สอดคล้องกับ Al-Ani และคณะ (1985) ที่รายงานว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุดสำหรับพืชไร่ส่วนใหญ่ เช่น ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง ข้าวโพด ถั่วเหลือง และทานตะวัน สามารถเกิดขึ้นได้เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมแบบปิดที่มีแต่ก๊าซออกซิเจนอยู่ รวมทั้ง Van Toai *et al*. (1988) ที่กล่าวว่า ค่าความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดจะลดลงเมื่อสภาพบรรยากาศมีความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนลดลง แต่มีเมล็ดพันธุ์พืชบางชนิดสามารถงอกได้ในสภาพบรรยากาศที่มีความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนต่ำ และความชื้นสูงได้ เช่น ข้าวแคทเทล และหญ้าแพรก เป็นต้น โดยเมล็ดพันธุ์เหล่านี้จะอาศัยพลังงานจากกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่ถูกฝังลึกในดินมักจะไม่งอก เพราะออกซิเจนมีไม่เพียงพอ จึงเกิดการพักตัวอยู่ระยะหนึ่ง เพื่อรอการพลิกขึ้นเหนือดิน เช่น เมล็ดพันธุ์วัชพืช จากการศึกษาในพืชที่สามารถเจริญเติบโตในน้ำได้ เช่น ข้าว (Takahashi, 1985) และหญ้าข้าวนก (barnyard grass) (Kennedy *et al*., 1987) สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนจำกัด โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวนั้นสามารถงอกได้ในสภาพบรรยากาศที่ไม่มีออกซิเจนอยู่เลย แต่ต้นอ่อนที่ได้จะมีลักษณะอ่อนแอและผิดปกติ นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาที่พบว่า ในสภาพแวดล้อมที่มีก๊าซออกซิเจนอยู่ต่ำนั้นสามารถกระตุ้นการเจริญของยอดอ่อน (coleoptile) ได้ แต่จะยับยั้งการเจริญของรากในพืชเหล่านี้ (Bertani *et al*., 1981; Alpi and Beevers, 1983) อาจกล่าวได้ว่าพืชเหล่านี้ไม่สามารถเกิดการหายใจและขบวนการงอกได้ในสภาพบรรยากาศที่ไม่มีก๊าซออกซิเจน

ในสภาพน้ำท่วมขังแปลงปลูกนั้น ก๊าซออกซิเจนจะถูกแพร่กระจายจากผิวน้ำลงไปสู่ผิวดินด้านล่าง แต่เนื่องจากการแพร่กระจายของก๊าซออกซิเจนในน้ำจะเกิดขึ้นได้ช้ากว่าการแพร่กระจายในอากาศ และเมื่อมาถึงผิวดินจะถูกใช้หมดไปอย่างรวดเร็ว จึงทำให้พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมขังสามารถแบ่งดินออกได้เป็นสองชั้นคือ ชั้นที่มีออกซิเจน (aerobic) และชั้นที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobic) (DeDatta, 1981; Pearsall, 1938) โดยในชั้นที่มีออกซิเจนจะมีความลึกแค่ระดับมิลลิเมตรเท่านั้น และออกซิเจนที่มีอยู่ยังขึ้นอยู่กับแหล่งของออกซิเจนที่ได้มาและการใช้ไปของออกซิเจน (Reddy *et al.,* 1980) จึงทำให้มีก๊าซออกซิเจนอยู่น้อยมาก ส่วนอีกชั้นไม่มีก๊าซออกซิเจนอยู่เลย การที่พืชเกิดกระบวนการหายใจในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีออกซิเจน จะทำให้เกิดเอทานอลในเซลล์ของพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นพิษต่อการเกิดกระบวนการเมทาบอลิซึม (Thomson and Greenway, 1991) และส่งผลต่อความมีชีวิตของเซลล์เหล่านั้น แต่เนื่องจากเมล็ดพันธุ์พืชส่วนใหญ่ไม่สามารถงอกได้ในสภาพบรรยากาศที่มีความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนต่ำ เมื่อเกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการงอกของพืช โดยเฉพาะสภาพที่ขัดขวางการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนที่จะนำไปใช้ในขบวนการงอกแล้ว ย่อมส่งผลต่อต้นอ่อนที่จะเกิดขึ้นอย่างแน่นอน

การหายใจขณะเมล็ดพันธุ์งอก

การหายใจเป็นกระบวนการออกซิไดส์สารอาหารในพืช เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน โดยอาศัยกิจกรรมของเอนไซม์ภายในเซลล์ เพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตและพืช การหายใจอาจเกิดขึ้นในสภาพที่มีออกซิเจน (aerobic respiration) หรือสภาพที่ปราศจากออกซิเจน (anaerobic respiration) การหายใจของพืชจะต้องเปลี่ยนแป้งหรือน้ำตาล เช่น ซูโครส ฟรุกโตส รวมทั้งโปรตีนและไขมัน ให้กลายเป็นกลูโคส โดยอาศัยกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆภายในเซลล์ก่อนจะเข้าสู่กระบวนการหายใจต่อไป ในเมล็ดพันธุ์พืชก็เช่นเดียวกัน เมล็ดพันธุ์พืชทุกชนิดจะสามารถเกิดขบวนการงอกได้ก็ต้องมีการหายใจ การหายใจของเมล็ดพันธุ์จะเริ่มต้นตั้งแต่มีการดูดน้ำ โดยมีกระบวนการที่เกี่ยวข้องอยู่ 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

1. ไกลโคลิซิส (Glycolysis)
2. วัฏจักรเครบส์ (Krebs' cycle)
3. ระบบการถ่ายทอดอิเล็กตรอน (Electron Transport System)

กระบวนการไกลโคลิซิสนั้นสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในสภาพที่มีหรือไม่มีออกซิเจน ผลที่ได้คือ กรดไพรูวิก (pyruvic acid) แต่ถ้าเกิดขึ้นแบบไม่ใช้ออกซิเจน จะสร้างเอทานอล และคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นมา ในสภาพที่เมล็ดพันธุ์ได้รับออกซิเจน กรดไพรูวิกที่ได้จากกระบวนการไกลโคลิซิสจะถูกออกซิไดส์เป็นอะเซทิลโคเอ (acetyl CoA) ซึ่งจะถูกออกซิไดส์ต่อไปในวัฏจักรเครบส์ ได้คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ และATP โดยที่อิเล็กตรอนที่ได้จากทั้ง 2 ขั้นตอนจะถูกส่งผ่านเข้าในลูกโซ่การหายใจ (respirstory chain) หรือระบบการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ปฏิกิริยาการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ทำให้เกิดพลังงานของกระบวนการหายใจแบบใช้ออกซิเจน ประกอบด้วยสารรับและส่งถ่ายอิเล็กตรอนหลายชนิด ออกซิเจนเป็นสารที่มีความสามารถในการถูกรีดิวส์สูงสุด (รับอิเล็กตรอนจากสารอื่นได้ดี) โดยออกซิเจนเป็นสารตัวสุดท้ายที่จะรับอิเล็กตรอน และรวมตัวกับ $2H^+$ เป็นน้ำ (สมบูรณ์, 2548 และวันชัย, 2538)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$1/2O_2 + 2e^- + 2H^+ \longrightarrow H_2O$$

ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน เช่น น้ำท่วมขัง เมล็ดพันธุ์จะเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยจะผ่านกระบวนการไกลโคลิซิสเช่นกันแต่ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาการถ่ายทอดอิเล็กตรอนได้ เนื่องจากไม่มีออกซิเจนที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนในขั้นสุดท้าย ซึ่งสารที่ได้จากกระบวนการไกลโคลิซิสแบบไม่ใช้ออกซิเจนนี้ จะไม่ใช่กรดไพรูวิก แต่จะได้เอทานอล ทำให้การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ได้พลังงานน้อยกว่าการหายใจแบบใช้ออกซิเจนมาก คือ กลูโคส 1 โมเลกุล จะได้พลังงานเกิดขึ้นเพียง 2 ATP เท่านั้น ไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นออกซิเจนจึงเป็นสารที่มีความสำคัญอย่างมากต่อกระบวนการหายใจและการงอกของเมล็ดพันธุ์พืช

การใช้ออกซิเจนในการงอกของเมล็ดพันธุ์อาจแบ่งได้อีก 3 ระยะ โดยระยะแรกจะเกิดขึ้นพร้อมๆ กับการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ การดูดใช้ออกซิเจนในระยะนี้จะเป็นไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากกระบวนการหายใจ และการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเริ่มทำงานแล้ว ส่วนระยะที่สองนั้น ออกซิเจนจะถูกดูดมาใช้อย่างช้าๆ พร้อมกับการสิ้นสุดของการดูดน้ำ จนเข้าสู่ระยะที่สาม เมื่อเมล็ดพันธุ์มีรากอ่อนแทงทะลุออกมา ทำให้การหายใจสูงขึ้นเนื่องจากออกซิเจนสามารถผ่านเข้าออกได้สะดวกขึ้น รวมทั้งเซลล์ที่ถูกสร้างขึ้นใหม่มีการหายใจเพิ่มขึ้น โดยระยะการใช้ออกซิเจนของเมล็ดพันธุ์จะแตกต่างกันไปตามพืชแต่ละชนิด และสภาพแวดล้อมในการปลูกของเมล็ดพันธุ์นั้นๆ ด้วย (วันชัย, 2538) จะเห็นได้ว่าความต้องการออกซิเจนของเมล็ดพันธุ์เริ่มตั้งแต่เมล็ดพันธุ์เริ่มมีการดูดน้ำจนกระทั่งเมล็ดพันธุ์งอกเป็นต้นอ่อน ซึ่งเป็นปริมาณที่มาก และถ้าหากเมล็ดพันธุ์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอ หรือไม่มีก๊าซออกซิเจน แน่นอนว่าต้องมีผลกระทบต่อขบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์ และความแข็งแรงของต้นอ่อนที่จะเกิดขึ้น

สารปลดปล่อยออกซิเจน

สารในกลุ่มของเปอร์ออกไซด์ (peroxide) เป็นสารที่มีศักยภาพในการเกิดออกซิเดชั่นสูง เป็นสารอนินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นผงและมีความคงตัวสูงเมื่อแห้ง อ่อนโยนต่อสิ่งแวดล้อม สามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง เช่น การเกษตรกรรม ด้านสิ่งแวดล้อม เภสัชกรรม และอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เป็นต้น โดยสามารถช่วยลดและกำจัดสารเคมีในกลุ่ม cyanogen ซึ่งเป็นสารพิษ และกลุ่มโลหะหนักต่างๆ ที่เกิดจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมได้ นอกจากนี้ การเติมสารกลุ่มเปอร์ออกไซด์ลงในแหล่งน้ำใต้ดินยังสามารถลดระดับของสารตกค้างจำพวก petroleum hydrocarbons และสารอื่นๆ ที่คล้ายคลึงกัน ที่ปะปนอยู่ในแหล่งน้ำใต้ดินได้ และยังช่วยลดสารปนเปื้อนในดิน ทำให้ดินมีคุณภาพดีขึ้น รวมทั้งใช้ในอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ โดยการเคลือบหรือพอกเมล็ดพันธุ์จะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช่วยให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้ไวขึ้น ได้ต้นอ่อนและต้นพืชที่แข็งแรง เพิ่มผลผลิตพืช และช่วยเพิ่มภูมิต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรียที่จะเข้าทำลายได้ โดยสารในกลุ่มของเปอร์ออกไซด์จะสามารถปลดปล่อยออกซิเจนได้ เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำหรือความชื้น สารในกลุ่มเปอร์ออกไซด์ที่สามารถให้ออกซิเจนได้ เช่น แคลเซียมเปอร์ออกไซด์ (CaO_2) แมกนีเซียมเปอร์ออกไซด์ (MgO_2) และซิงค์เปอร์ออกไซด์ (ZnO_2) เป็นต้น โดยจะเกิดการสลายตัวเมื่ออยู่ในสภาพเป็นกลาง ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับขบวนการไฮโดรลิซิส (hydrolysis) ตามสมการ

$$MO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons M(OH)_2 + H_2O_2$$

และตามด้วยการสลายตัวของ H_2O_2

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$$

จากคุณสมบัติการสลายตัวให้ออกซิเจนของสารในกลุ่มเปอร์ออกไซด์ จึงได้มีการศึกษาถึงประโยชน์ของซิงค์เปอร์ออกไซด์ (Langan *et al*., 1986) แมกนีเซียมเปอร์ออกไซด์ และแคลเซียมเปอร์ออกไซด์ (Durbin and Watanabe, 1980; Yamauchi and Chuong, 1995) ที่สามารถให้ออกซิเจนแก่เมล็ดพันธุ์ข้าว โดย Baker และ Hatton (1987) ได้ทำการศึกษา การเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยสารในกลุ่มเปอร์ออกไซด์นี้ พบว่า สามารถช่วยให้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกได้เมื่ออยู่ในสภาพน้ำท่วมขัง โดยแคลเซียมเปอร์ออกไซด์ สามารถสลายตัวให้ออกซิเจนได้เร็วและสูงที่สุด ส่วนแมกนีเซียมเปอร์ออกไซด์จะมีอัตราการให้ออกซิเจนที่ช้ากว่าแต่ยังให้ในปริมาณที่สูง และซิงค์เปอร์ออกไซด์จะสลายตัวให้ออกซิเจนได้ช้าที่สุดและน้อยที่สุด นอกจากนี้ เมล็ดพันธุ์ข้าวสามารถงอกและให้ต้นอ่อนที่ดีเมื่อเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยแคลเซียมเปอร์ออกไซด์ในปริมาณ 0-40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเมล็ด แต่ความลึกของเมล็ดพันธุ์จากผิวดินต้องอยู่ในช่วง 0-2.5 เซนติเมตร (Westcott and Mikkelsen, 1983) ส่วนสภาพแวดล้อมในการปลูกถั่วลูพินที่มีน้ำท่วมขังนั้น Sarlistyaningsih และคณะ (1995) ได้นำแคลเซียมเปอร์ออกไซด์มาใช้ร่วมกับการเคลือบเมล็ดพันธุ์ โดยพบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วลูพินที่ไม่ได้เคลือบเมล็ดด้วยแคลเซียมเปอร์ออกไซด์ เมื่อนำไปปลูกในสภาพขาดแคลนออกซิเจนของพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังนาน 4 วัน ทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วลูพินไม่งอก ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่มีการเคลือบด้วยแคลเซียมเปอร์ออกไซด์แล้วนำไปปลูกในสภาพแวดล้อมและใช้ระยะเวลาเดียวกัน ทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วลูพินสามารถงอกและอยู่รอดได้นาน 4 วัน เช่นเดียวกับการใช้แคลเซียมเปอร์ออกไซด์ในการคลุกกับดินในแปลงปลูก ที่สามารถปรับปรุงการงอกของเมล็ดพันธุ์ชูการ์บีทให้ดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขึ้น เมื่อนำไปปลูกในดินที่ถูกอัดแน่นเป็นแผ่น ยากต่อการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน (Gallebant *et al*., 1982)

จะเห็นได้ว่า ถ้าหากมีแหล่งที่สามารถให้ออกซิเจนอยู่บริเวณใกล้เคียงกับเมล็ดพันธุ์ระหว่างที่เกิดขบวนการงอก เพื่อให้ต้นอ่อนได้ใช้ในการงอก โดยผ่านชั้นของดินเข้ามาสู่เมล็ดพันธุ์ ทำให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้ในสภาพบรรยากาศที่ไม่มีออกซิเจนของพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมขังหรือพื้นที่ที่ถูกอัดแน่นจากการใช้เครื่องจักรกล ส่งผลให้ได้ต้นอ่อนที่แข็งแรงและเจริญเติบโตได้ดีขึ้น ยังมีการศึกษาถึงคุณสมบัติอื่นของแคลเซียมเปอร์ออกไซด์นอกจากการปลดปล่อยออกซิเจน โดยทำการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยแคลเซียมเปอร์ออกไซด์เพื่อปรับปรุงอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ ในสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ (Lynch *et al*., 1981) เมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีเพื่อดูผลการงอกของต้นอ่อนในโรงเพาะชำ และเมล็ดพันธุ์ข้าวไรย์เพื่อดูการยืดต้นของต้นอ่อน พบว่า การเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยแคลเซียมเปอร์ออกไซด์ สามารถให้ออกซิเจนกับเมล็ดพันธุ์ได้ รวมทั้งอาจมีการสร้างสารที่เป็นกรดอ่อนๆ ที่สามารถช่วยลดผลเสียที่เกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมในแปลงปลูกได้ เช่น สามารถควบคุมเชื้อรา *Fusarium culmorum* ที่จะเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ข้าวไรย์ได้ (Davies and Davies J, 1981; Gussin and Lynch, 1983; Lynch *et al*., 1981; Sladdin and Lynch, 1983)

การทดสอบเกี่ยวกับสารปลดปล่อยออกซิเจนกับการงอกของเมล็ดพันธุ์

จากรายงานการทดสอบความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพบรรยากาศที่ขาดแคลนออกซิเจน พบว่า McDonald และ Copeland (1989) ใช้วิธีการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าว และเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม ในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำ (3% O_2) โดยทดสอบในภาชนะแบบปิด และนำออกมานับความงอกของเมล็ดพันธุ์เมื่อครบกำหนดตามการทดสอบความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิด ซึ่งเป็นวิธีการที่ทดสอบได้ง่าย และเห็นผลชัดเจน นอกจากนี้ ยังมีการวิเคราะห์หาความสามารถในการให้ออกซิเจนของสารเคมีในกลุ่ม peroxide แต่ละชนิด โดย Hatton และ Baker (1987) ที่ได้ทำการเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกด้วยสารเคมีในกลุ่มเปอร์ออกไซด์ คือ แคลเซียมเปอร์ออกไซด์ แมกนีเซียมเปอร์ออกไซด์ และซิงค์เปอร์ออกไซด์ เพื่อดูความสามารถของสารดังกล่าวในการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนให้แก่เมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกใช้ในขบวนการงอกในสภาพบรรยากาศที่ขาดแคลนออกซิเจน โดยได้วิเคราะห์หาความสามารถในการให้ออกซิเจนของสารเคมีในกลุ่ม peroxide แต่ละชนิด โดยใช้วิธีการไตเตรท และนำมาคำนวณหาค่าความสามารถในการให้ออกซิเจนของสารตัวอย่างด้วยสมการอีกที วิธีการนี้สามารถบอกปริมาณออกซิเจนที่สารแต่ละชนิดปลดปล่อยออกมาได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าสารในกลุ่มเปอร์ออกไซด์สามารถให้ออกซิเจนกับเมล็ดพันธุ์ได้ แต่ก็ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่น ระยะเวลาในการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนของสารแต่ละชนิด ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน และอุณหภูมิของดินขณะนั้นด้วย จึงต้องมีการทดสอบเกี่ยวกับผลของปัจจัยดังกล่าวด้วย เช่น การวัดค่า redox potential อีกหลายวิธี ได้แก่ platinum electrode, การวัดใน buffered agar, การวัดใน methylene blue agar และการวัดใน soil platinum electrode รวมทั้งการวัดการปลดปล่อยออกซิเจนในน้ำ ดิน และทราย พบว่า การที่เมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกจะเกิดการงอกได้นั้น จะต้องได้รับก๊าซออกซิเจนในปริมาณ 900 ไมโครกรัมต่อเมล็ด ถึงจะเพียงพอสำหรับการงอกของยอดอ่อนยาวเพียง 1 เซนติเมตร และต้องอยู่ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 21-35 องศาเซลเซียส โดยต้องทำการเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกด้วยแคลเซียมเปอร์ออกไซด์ (60%) ในอัตรา 35 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ ถึงจะให้ปริมาณออกซิเจน 1000 ไมโครกรัมต่อเมล็ด (Baker and Hatton, 1987) และจากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ จึงสามารถระบุได้ว่า 1.) แคลเซียมปอร์ออกไซด์สามารถปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมารอบๆ เมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกได้ 2.) สารในกลุ่มเปอร์ออกไซด์ไม่มีผลกระทบต่อการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกในสภาพบรรยากาศปกติ และ 3.) การใช้แคลเซียมเปอร์ออกไซด์ (60%) ในอัตรา 35 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ เพียงพอต่อการเกิดขบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าว (Baker and Hatton,1987 และ Hatton and Baker, 1987)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved