การรอดชีวิตของเมล็ดพันธุ์ข้าวและข้าวแดงบางชนิดในสภาพน้ำขัง

Waterlogging Effects on Survival of Rice and Some Red Rice Seeds

อัญชลี ประเสริฐศักดิ์ [1/] อ่วม คงชู [1/]

Anchalee Prasertsak [1/] Aoum Kongchoo [1/]

ABSTRACT

Two experiments of rice seed survival were studied under waterlogging condition to find out the elimination of volunteer or off types plants efficiently in case of changing rice variety for seed production at Pathumthani Rice Research Centre from 2001 to 2003. The first one started with dormant seeds, exposed to waterlogged soil condition at 0 and 5 cm depth below soil surface and water level was maintained at 5-10 cm above the soil surface with 4 replications. The second experiment began with non dormant seeds (the seeds after releasing dormancy), used in the same condition as above, but were germinated 0, 3, and 10 days before treatments. Six types of red rice seeds and 8 recommended variety of foundation seeds were used in the pot and field experiment. Germination (ability of seed to develop a normal seedling), dormancy after survival including dead seeds were recorded. It was found that red rice seeds were survived at a longer time than recommended variety rice seeds and died only 50 % after 49 days under waterlogging condition. Survived seeds could germinate only 30 % and 10-17 % was remained dormant. Germination and dormancy percentage of recommended variety rice seeds after survival decreased but dead seed percentage was increased during waterlogging. Rice seeds on the soil surface died 51 and 57 % after 7 and 14 days waterlogging respectively but the seeds at 5 cm depth below soil surface died 44 and 48 % after 7 and 14 day waterlogging respectively. Survived seeds germinated 30-40 % under favorable condition and 10-20 % remained dormant. Rice seeds died 70-80 % after 56-63 days under waterlogging condition; survived seeds were able to germinate 10-20 % under favorable condition and still remained dormant. There was only

[1/] ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12110

[1/] Pathumthani Rice Research Centre, Thanyaburi district, Pathum Thani province, 12110

[2/] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5, อ.เมือง จ.ชัยนาท 17000

[2/] Office of Agricultural Research and Development Region 5, Muang district, Chai Nat province 17000

small different of dormant seed percentage from seeds at 0 and 5 cm depth under waterlogged soil.

Moreover, it was found that non dormant seeds with 0 and 3 day old seedlings which were buried 5 cm depth under soil surface died 56 and 86 % after 7 days waterlogging and increased to 93 and 100 % death after 14 days waterlogging. Furthermore, 10 day old seedlings which were buried 5 cm depth under soil surface died 99-100 % after 7-14 days waterlogging. For non dormant seed on the soil surface, there was variation of seed death due to germinability of some seeds.

Key words : rice, red rice, seed, survival, germination, dormancy, death, waterlogging

บทคัดย่อ

การศึกษาการรอดชีวิตของเมล็ดพันธุ์ข้าวในสภาพน้ำขัง เพื่อให้ได้แนวทางในการกำจัดข้าวเรื้ออย่างมีประสิทธิภาพ โดยดำเนินงานที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในปี พ.ศ. 2544-46 แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 นำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ยังมีการพักตัวให้อยู่ในสภาพน้ำขังระยะเวลาต่างๆ กัน และการทดลองที่ 2 นำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่พ้นระยะพักตัว และงอกได้อายุ 0 3 และ 10 วัน ให้อยู่ในสภาพน้ำขังระยะเวลาต่างๆกัน โดยเมล็ดข้าวอยู่บนดินและลึก 5 ซม.จากผิวดิน ที่ระดับน้ำลึก 5-10 ซม. ใช้เมล็ดข้าวแดง 6 ชนิดและข้าวพันธุ์รับรอง 8 พันธุ์ เก็บตัวอย่างข้าวทุก 7 วัน จนถึง 49 วันสำหรับงานทดลองในกระถาง(ข้าวแดง) และ 63 วันสำหรับงานทดลองในแปลงนา (ข้าวพันธุ์รับรอง) จากนั้นนำมาเพาะศึกษาความงอก การรอดชีวิต และการพักตัวโดยการติดสีของสารละลายเตตระโซเลียม ตลอดจนบันทึกการตายของข้าว พบว่าข้าวแดงที่ยังมีการพักตัว สามารถรอดชีวิตในสภาพน้ำขังได้นานกว่าข้าวพันธุ์รับรองทั่วไป แม้จะอยู่ในสภาพน้ำขัง 49 วัน เมล็ดข้าวตายเพียง 50 % โดยยังมีการพักตัว 20 % ส่วนอีก 30 % สามารถพัฒนาเป็นต้นสมบูรณ์ได้หากอยู่สภาพที่เหมาะสม ส่วนเมล็ดข้าวพันธุ์รับรองที่ยังมีการพักตัว มีเปอร์เซ็นต์การงอกและการพักตัวลดลงตามระยะเวลาของการขังของน้ำ แต่เปอร์เซ็นต์การตายเพิ่มเมื่อขังน้ำนานขึ้น เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ยังมีการพักตัว (หลังจากเก็บเกี่ยว 7 วัน) และอยู่ในสภาพบนดินตาย 51 และ 57 % ในสภาพน้ำขัง 7 และ 14 วันตามลำดับ แต่เมื่ออยู่ลึก 5 ซม.ใต้ผิวดินตาย 44 และ 48 % ในสภาพน้ำขัง 7 และ 14 วันตามลำดับ ส่วนที่ยังรอดชีวิตอยู่ พบว่าเมื่อเอามาเพาะในสภาพปกติ สามารถงอกได้ 30-40 % และที่เหลือยังมีการพักตัว 10-20 % นั่นคือข้าวหลังจากเก็บเกี่ยว (7 วัน) แล้วขังน้ำ 7-14 วัน โอกาสที่ทำให้ข้าวตาย 50 % และแม้จะขังน้ำนานถึง 56-63 วัน ก็ยังไม่สามารถทำลายความมีชีวิตได้ทั้งหมด (ตายเพียง 70-80 %) เมื่อเอาเมล็ดมาเพาะในสภาพปกติงอกได้ 10-20 % และที่เหลือยังมีการพักตัว 10 % และยังพบว่าเปอร์เซ็นต์การพักตัวของเมล็ดข้าวไม่ว่าเมล็ดอยู่ผิวดินหรือใต้ผิวดิน 5 ซม.ที่สภาพน้ำขังมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมล็ดที่อยู่ลึก 5 ซม. มีเปอร์เซ็นต์

การพักตัวมากกว่าเมล็ดที่อยู่ผิวดิน

สำหรับเมล็ดข้าวที่พ้นพักตัวแล้วฝังลึก 5 ซม. ใต้ผิวดินตายในสภาพน้ำขังได้มาก และเร็วกว่าข้าวที่ยังมีการพักตัว เมล็ดข้าวที่พ้นพักตัวแล้วแต่ยังไม่งอก (0 วัน) และอายุ 3 วัน ฝังลงดินลึก 5 ซม. ขังน้ำ 7 วัน ตาย 56 และ 86 % และเมื่อขังน้ำ 14 วัน การตายเพิ่มเป็น 93 และ 100 % ส่วนเมล็ดข้าวที่ปล่อยให้งอก 10 วัน แล้วฝังลงดิน จากนั้นขังน้ำ 7 และ14 วัน ทำให้ข้าวตายเฉลี่ย 99-100 % สำหรับเมล็ดข้าวที่พ้นระยะพักตัวอยู่ผิวดิน เปอร์เซ็นต์การตายมีความแปรปรวน เนื่องจากบางส่วนสามารถรอดชีวิตได้

คำหลัก : ข้าวพันธุ์รับรอง ข้าวแดง เมล็ดพันธุ์ การรอดชีวิต การงอก การพักตัว การตาย สภาพน้ำขัง

คำนำ

ปัญหาหลักที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ไม่ผ่านมาตรฐานในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว คือ ข้าวพันธุ์อื่นและข้าวแดงปน โดยทั่วไปข้าวปนในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ซึ่งเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ใช้ไม่บริสุทธิ์ เครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน เช่น รถไถ เครื่องเกี่ยวนวด เป็นต้น หากเตรียมแปลงไม่ดีจะมีเมล็ดข้าวตกค้างในนา ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดข้าวเรื้อในฤดูปลูกต่อไปโดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการผลิตข้าวอย่างต่อเนื่องทั้งนาปีและนาปรัง และเมล็ดที่ตกค้างในนาจะมีทั้งข้าวและข้าวแดง ซึ่งจะต้องแช่น้ำ หรือฝังใต้ผิวดินในสภาพการเตรียมแปลงที่มีการไถ หรืออยู่บนผิวดินกรณีที่มีการใช้ลูกทุบหรือล้อจิก

ในสภาพน้ำขัง อากาศที่อยู่ในช่องว่างในดินจะถูกแทนที่ด้วยน้ำ ก๊าซออกซิเจนซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการหายใจและการสร้างพลังงานลดลงอย่างรวดเร็ว การแพร่กระจายของก๊าซในน้ำลดลงถึง 10^4 เท่าเมื่อเทียบกับอากาศ เมื่อออกซิเจนลดลง สภาพทางกายภาพ เคมีและชีววิทยาของดินเปลี่ยนไป ซึ่งมีผลต่อการงอก และการเจริญเติบโตของพืช Grable (1966) และ Armstrong (1979) Chuvativat (1990) พบว่าเมล็ดข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ตายภายใน 4 วัน ในสภาพน้ำขังที่ระดับ 5 ซม. ส่วนเมล็ดข้าวสามารถรอดชีวิตได้ 95-100 % ไม่ว่าเมล็ดอยู่ระดับผิวดินหรือลึก 5 ซม.จากผิวดิน และสาเหตุการตายของเมล็ดพันธุ์ในสภาพน้ำขังนั้น เกิดจาก (1) การเปลี่ยนแปลงของก๊าซ ที่สำคัญคือ การลดลงของก๊าซออกซิเจน และการเพิ่มขึ้นของก๊าซอื่นๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์และเอทิลีน เป็นต้น ซึ่งมีผลให้เมล็ดตายในเวลาต่อมา และ (2) จุลินทรีย์ในดินแย่งอากาศ และบริโภคสารอาหารที่รั่วไหลจากเมล็ดพันธุ์ หรืออาจผลิตสารพิษซึ่งมีผลต่อชีวิตเมล็ด แต่ในการศึกษาโดยตรงเกี่ยวกับข้าวในสภาพน้ำขังควรใช้เวลานานกว่า 4 วัน เนื่องจากเมล็ดข้าวสามารถทนอยู่ในสภาพน้ำขังได้นานกว่าพืชอื่น นอกจากนี้เมล็ดข้าวที่ยังมีการพักตัวก็อาจรอดชีวิตในสภาพน้ำขังได้นานขึ้น เมล็ดที่มีการพักตัวหมายถึงเมล็ดพืชที่มีชีวิตแต่ไม่สามารถงอกได้ แม้จะอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น ความชื้น อุณหภูมิและออกซิเจนที่เหมาะสม (จวงจันทร์, 2529 ก.) การพักตัวของเมล็ดข้าวเกิดจาก 1) ส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดที่ไม่ยอมให้น้ำและอากาศซึมผ่าน 2) การมีอยู่ของสารยับยั้งการเจริญเติบโต และ 3) การพักตัวของคัพภะ Takahashi (1995) ในการ

ตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์นั้น วิธีที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน คือ วิธีเตตราโซเลียม (tetrazolium test) ซึ่งอาศัยหลักการพื้นฐานทางชีวเคมีจากปฏิกิริยาของ เอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส (enzymehydrogenase) เซลล์ที่มีชีวิตจะติดสีแดง ส่วนเซลล์ที่ตายหรือไม่มีชีวิตจะไม่ติดสี (จวงจันทร์, 2529 ข.) ดังนั้น การศึกษาความงอก การรอดชีวิต ตลอดจนการตายของเมล็ดพันธุ์ข้าวต่างๆ ในสภาพน้ำขัง จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรศึกษาให้ได้ข้อมูลเพื่อใช้สนับสนุนเป็นแนวทางประกอบในการเตรียมดิน ให้มีประสิทธิภาพในการกำจัดข้าวเรื้อต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 การรอดชีวิตและการตายของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่อยู่ระหว่างการพักตัว ในสภาพน้ำขังระยะเวลาต่างๆ กัน

1.1 ข้าวแดงในสภาพกระถาง ดำเนินการในปี พ.ศ. 2544-2545 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี วางแผนการทดลองแบบ 6 x 2 Factorial in RCB จำนวน 4 ซ้ำ โดยให้ข้าวแดง 6 ชนิด (Figure 1) ซึ่งเลขที่ 1-4 จาก จ. สุพรรณบุรี และเลขที่ 5-6 จาก จ. ปทุมธานี เป็นปัจจัยที่ 1 เป็นการปลูกให้เมล็ดอยู่ในดิน 2 สภาพ คือบนดินและลึกจากผิวดิน 5 ซม. เป็นปัจจัยที่ 2 โดยนำเมล็ดข้าวแดงแต่ละชนิด ๆ ละ 100 เมล็ด /กระถาง /กรรมวิธี /ซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ มาดำเนินการโดยขังน้ำที่ระดับ 5-10 ซม.จากผิวดิน แล้วใช้พลาสติก (wrap ที่ใช้ปิดอาหาร) ปิดกระถางเพื่อป้องกันน้ำระเหย แต่อากาศสามารถผ่านเข้าออกได้ จากนั้นนำเมล็ดในกรรมวิธีดังกล่าวมาศึกษาความงอก การรอดชีวิต และการตาย ทุก 7 วัน จนถึง 49 วัน (7 ครั้ง)

1.2 ข้าวพันธุ์รับรองในสภาพนา ดำเนินการในปี พ.ศ. 2545-2546 วางแผนการทดลองแบบ 8 x 2 Factorial in RCB จำนวน 4 ซ้ำ โดยข้าว 8 พันธุ์ ได้แก่ กข 23 (RD 23) สุพรรณบุรี 60 (SPR 60) กข 7 (RD 7) พิษณุโลก 2 (PSL 2) สุพรรณบุรี 90 (SPR 90) สุพรรณบุรี 1 (SPR 1) ขาวดอกมะลิ 105 (KDML 105) และปทุมธานี 1 (PTT 1) เป็นปัจจัยที่ 1 และการปลูกให้เมล็ดอยู่ในดิน 2 สภาพ คือบนดินและลึกจากผิวดิน 5 ซม. โดยนำเมล็ดข้าวที่ยังมีการพักตัว คืออายุ 1 สัปดาห์หลังจากเก็บเกี่ยว (ทำการเก็บเกี่ยวข้าว 30 วัน หลังออกดอก 75-80 %) มาใส่ถุงไนล่อน ขนาดกว้าง 15 ซม.และยาว 20 ซม. จำนวน 300 เมล็ด/ถุง/กรรมวิธี/ซ้ำ แล้วนำมาวางบนดินและฝังลึก 5 ซม. ในแปลงนาที่ปรับหน้าดินสม่ำเสมอแล้ว ขังน้ำที่ระดับ 5-10 ซม. (Figure 2) จากนั้นการศึกษาความงอก การรอดชีวิตและการตาย ทุก 7 วันเป็นเวลา 63 วัน (9 ครั้ง)

1.3 ศึกษาความงอก การรอดชีวิตและการตาย โดยนำเมล็ดข้าวทุกกรรมวิธีมาล้างแล้วเอาเมล็ดดีมาเพาะในกระดาษเพาะในห้องปฏิบัติการ ตามวิธีการของ ISTA (Anon, 1996) ทิ้งไว้ 10 วันนับต้นที่งอก รายงานเป็นเปอร์เซ็นต์การงอกหลังการรอดชีวิต ส่วนเมล็ดที่เน่าบันทึกเป็นเมล็ดตาย

1.4 นำเมล็ดที่ไม่งอกแต่ไม่เน่าตายจากข้อ 1.3 มาตรวจสอบความมีชีวิต โดยผ่าเมล็ดกึ่งกลางตามยาวเป็น 2 ซีก แล้วแช่เมล็ดข้าวที่ผ่าแล้วในสารละลาย 0.1 % เตรตระโซเลียมคลอไรด์ (tetrazolium chloride) นาน 3 ชม. เมล็ดที่ติดสีแดงในส่วนของคัพภะ จัดเป็นเมล็ดที่มีชีวิต ส่วนเมล็ดที่ไม่ติดสี หรือติดสีเฉพาะบางส่วนที่ไม่

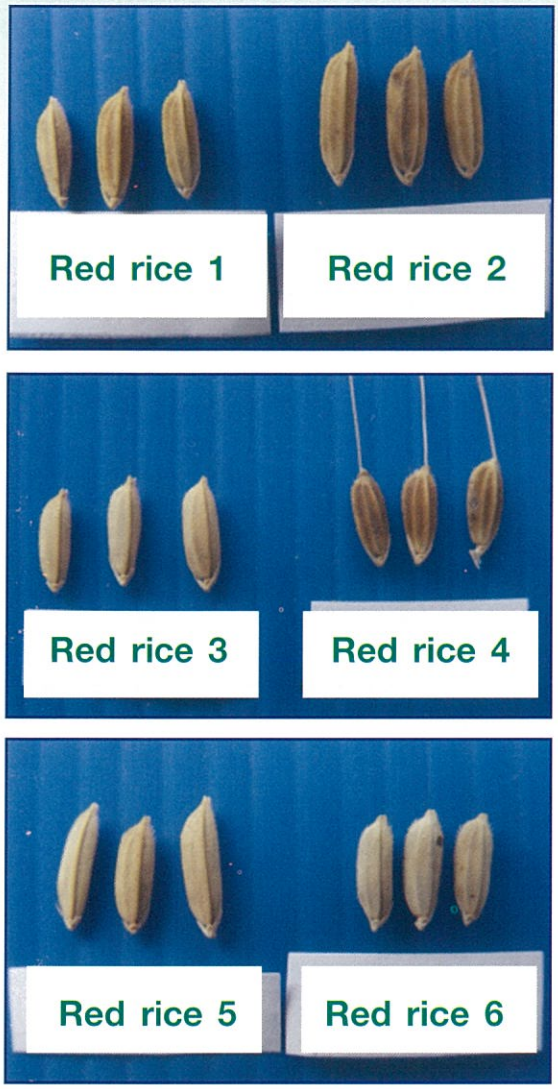

Figure 1. Six types of red rice seeds used in the experiment

สำคัญของคัพภะ จัดเป็นเมล็ดที่ไม่มีชีวิต หรือเมล็ดตาย นั่นคือ เมล็ดที่มีชีวิตที่ตรวจสอบจากการติดสี จะถูกบันทึกเป็นเมล็ดที่ยังมีการพักตัว รายงานเป็นเปอร์เซ็นต์การพักตัว

1.5 นำเมล็ดที่ตายจากข้อ 1.3 และ 1.4 มารวมกัน รายงานเป็นเปอร์เซ็นต์เมล็ดตาย

การทดลองที่ 2 การรอดชีวิตและการตายของเมล็ดข้าวที่พ้นพักตัวแล้วในสภาพน้ำขังระยะเวลาต่างๆ กัน

Figure 2. Seeds were placed at 0 or 5 cm soil depth with water level 5-10 cm water depth

2.1 วางแผนการทดลองแบบ 8 x 3 x 2 Factorial in RCB จำนวน 4 ซ้ำ ในสภาพนาในปี พ.ศ. 2545-46 โดยพันธุ์ข้าว 8 พันธุ์ ได้แก่ กข 23 สุพรรณบุรี 60 กข 7 พิษณุโลก 2 สุพรรณบุรี 90 สุพรรณบุรี 1 ขาวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1 เป็นปัจจัยที่ 1 ทำการทดลอง และเมล็ดข้าวที่มีระยะการพัฒนาต่างๆ กัน 3 ระยะ คือ เมล็ดที่ยังไม่งอก (อายุ 0 วัน) ต้นอ่อน อายุ 3 วันและต้นอ่อนอายุ 10 วัน เป็นปัจจัยที่ 2 และเมล็ดอยู่ในดิน 2 สภาพ คือบนดินและอยู่ลึกจากผิวดิน 5 ซม. เป็นปัจจัยที่ 3

2.2 ในสภาพนานำเมล็ดใส่ถุงไนล่อน 300 เมล็ด/ถุง/กรรมวิธี/ซ้ำ วางบนดินที่ชุ่มน้ำ เพื่อเพาะเมล็ดชุดที่ต้องการต้นอ่อนอายุ 10 วันก่อน หลังจากนั้น 7 และ 10 วันเพาะเมล็ดชุดที่ต้องการให้ต้นอ่อนอายุ 3 และ 10 วัน แล้วเริ่มดำเนินการขังน้ำพร้อมกัน ทั้งเมล็ดอายุ 0, 3 และ 10 วัน โดยเมล็ดอยู่บนดิน และฝังลงใต้ดินลึก 5 ซม. ขังน้ำที่ระดับประมาณ 5-10 ซม.

2.3 สุ่มเมล็ดทั้งถุงทุกกรรมวิธี ทุก 7 วัน จนถึง 63 วัน มาล้างศึกษา บันทึกการรอดชีวิต

และการตายครั้งที่ 1 ส่วนเมล็ดที่ไม่งอกและไม่ตายนำมาเพาะในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ในห้องปฏิบัติการตามวิธีการของ ISTA (Anon, 1996) ทิ้งไว้ 10 วันนับต้นที่งอก เมล็ดที่รอดชีวิตทั้ง 2 ครั้งมารวมกัน แล้วรายงานเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอกหลังการรอดชีวิต ส่วนเมล็ดที่เน่าถูกบันทึกเป็นเมล็ดตาย แล้วนำมารวมกับชุดที่นับครั้งที่ 1 เป็นเมล็ดตายทั้งหมดและคำนวณเป็นเปอร์เซนต์เมล็ดตาย

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การรอดชีวิตและการตายของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ยังมีการพักตัวในสภาพน้ำขัง

1.1 ข้าวแดงในสภาพกระถาง

1.1.1 เปอร์เซ็นต์ความงอกหลังรอดชีวิตของเมล็ดข้าวแดง ที่ยังมีการพักตัวในสภาพน้ำขังระยะเวลาต่างๆ กัน

ข้าวแดงแต่ละชนิดที่นำมาศึกษา มีอายุ 7 วันหลังจากเก็บเกี่ยว ข้าวแดงหมายเลข 1-6 มีเปอร์เซนต์การงอกก่อนทำการทดลอง 12 14 5 17 38 และ 15 % มีระยะพักตัว 7 7 9 8 8 และ 9 สัปดาห์ตามลำดับ (Table 1) เปอร์เซ็นต์ความงอกหลังรอดชีวิตของข้าวแดงลดลงหลังจากขังน้ำนาน 49 วัน โดยที่เมื่อปลูกในสภาพบนดินความงอกลดลงจาก 46 % ในสภาพน้ำขังนาน 7 วันเหลือ 32 % ในสภาพน้ำขังนาน 49 วัน แต่เมื่อเมล็ดอยู่ลึก 5 ซม.จากผิวดินความงอกลดลงจาก 38 % ในสภาพน้ำขังนาน 7 วันเหลือ 32 % ในสภาพน้ำขังนาน 49 วัน (Table 2) นอกจากนี้ชนิดข้าวแดงที่แตกต่างกันยังมีผลให้เปอร์เซ็นต์ความงอกหลังการรอดชีวิตแตกต่างกัน ข้าวแดง 2 ข้าวแดง 4 และ ข้าวแดง 6 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงแต่ไม่แตกต่างกันในสภาพน้ำขัง 7 วัน ส่วนข้าวแดง 3 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกน้อยที่สุด และมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มเมื่อระยะเวลาการขังที่นานขึ้น ขณะที่ข้าวแดงชนิดอื่นมีเปอร์เซ็นต์ความงอกลดลง ทั้งนี้ เนื่องจากข้าวแดง 3 มีเปอร์เซ็นต์การพักตัวสูงกว่าพันธุ์อื่นในช่วงแรก(64 และ 51 % เมื่อเมล็ดอยู่บนดินและลึก 5 ซม.จากผิวดินในสภาพน้ำขัง 7 วัน (Table 2) และมีเปอร์เซนต์ความงอกเริ่มต้นน้อยกว่าพันธุ์อื่นคือ 5 % (Table 1) จึงทำให้ความงอกที่ปรากฏหลังการรอดชีวิตของข้าวแดง 3 น้อยกว่าข้าวแดงชนิดอื่นในสภาพน้ำขัง 7 และ 14 วัน เมล็ดอยู่บนดินมีเปอร์เซ็นต์ความงอกหลังรอดชีวิตมากกว่าเมล็ดอยู่ลึก 5 ซม.

1.1.2 เปอร์เซ็นต์การพักตัวของเมล็ดข้าวแดงที่ยังมีการพักตัวในสภาพน้ำขัง ระยะเวลาต่างๆ กัน

เปอร์เซ็นต์การพักตัวค่อยๆ ลดลง เมื่อระยะเวลาการขังน้ำนานขึ้น โดยที่เมื่อปลูกในสภาพบนดินเปอร์เซ็นต์การพักตัวลดลงจาก 32 % ในสภาพขังน้ำนาน 7 วันเหลือ 19 % ในสภาพน้ำขังนาน 49 วัน และเมื่อเมล็ดอยู่ลึก 5 ซม.จากผิวดินเปอร์เซ็นต์การพักตัวลดจาก 32 % ในสภาพน้ำขังนาน 7 วันเหลือ 19 % ในสภาพน้ำขังนาน 49 วัน (Table 2) ข้าวแดงต่างชนิดกันมีเปอร์เซ็นต์การพักตัวแตกต่างกันอย่างชัดเจนตลอดระยะเวลาการขังน้ำทั้ง 49 วัน

1.1.3 เปอร์เซ็นต์การตายของเมล็ดข้าวแดงที่ยังมีการพักตัวในสภาพน้ำขังระยะเวลาต่างๆกัน

เปอร์เซ็นต์การตายของเมล็ดข้าวแดงค่อยๆ เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการขังน้ำนานขึ้น โดยที่เมื่อปลูกในสภาพบนดินเปอร์เซ็นต์การตาย

เพิ่มจาก 22 % ในสภาพน้ำขังนาน 7 วันเป็น 48 % ในสภาพน้ำขังนาน 49 วัน แต่เมื่อเมล็ดอยู่ลึก 5 ซม.จากผิวดินเปอร์เซ็นต์การตายเพิ่มจาก 29 % ในสภาพน้ำขังนาน 7 วันเป็น 47 % ในสภาพน้ำขังนาน 49 วัน (Table 2) ชนิดของข้าวแดงมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การตายในสภาพน้ำขังในช่วง 14 วันแรกของการขังน้ำ ในสภาพน้ำขัง 7 วัน เปอร์เซ็นต์การตายของเมล็ดข้าวแดง ที่ความลึก 5 ซม. มากกว่าเมล็ดบนดิน นั่นคือเมล็ดบนดินมีชีวิตรอดมากกว่าเมล็ดที่อยู่ลึกจากผิวดิน 5 ซม. หลังจาก 14-21 วันในสภาพน้ำขัง เปอร์เซ็นต์การตายของเมล็ดข้าวแดงบนดินและลึก 5 ซม. จะไม่แตกต่างกัน แต่หลังจาก 28 วันในสภาพน้ำขัง เมล็ดข้าวแดงที่อยู่บนดินจะตายมากกว่าที่อยู่ใต้ดิน อาจเนื่องจากข้าวแดงบนดินพันพักตัวเร็วกว่า โอกาสที่ตายจึงมีมากกว่า ส่วนข้าวแดงที่อยู่ใต้ดิน จะทยอยพันพักตัวทำให้ข้าวแดงที่มีชีวิตหลงเหลืออยู่ในดินมากกว่า

1.2 ข้าวพันธุ์รับรองในสภาพนา

1.2.1 เปอร์เซ็นต์ความงอกและการรอดชีวิตของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ยังมีการพักตัวในสภาพน้ำขังที่ระยะเวลาต่างๆกัน ข้าวพันธุ์ กข 23 สุพรรณบุรี 60 กข 7 พิษณุโลก 2 สุพรรณบุรี 90 สุพรรณบุรี 1 ขาวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1

Table 1. Seed germination prior to the treatment and dormancy period (weeks) of rice seeds

Variety	Germination (%)		Dormancy period (weeks)
	Dormant seed	Non dormant seed	
RD 23	13	95	5
SPR 60	9	95	6
RD 7	16	95	.1-2
PSL 2	9	91	8
SPR 90	55	95	3
SPR 1	31	94	4
KDML 105	20	94	8
PTT 1	47	94	4
Red rice 1	12	-	7
Red rice 2	14	-	7
Red rice 3	5	-	9
Red rice 4	17	-	8
Red rice 5	38	-	8
Red rice 6	15	-	9

Table 2. Percentage of germination, dormancy and death of red rice seeds at 0 and 5 cm soil depth (WL-0,WL-5) under different waterlogging periods

Waterloging period (days)	Type of red rice	Germination (%)		Dormancy (%)		Death (%)	
		WL-0	WL-5	WL-0	WL-5	WL-0	WL-5
7	Red rice 1	48.25 c	36.75 bc	35.50 b	38.75 bcd	16.25 cd	24.50 b
	Red rice 2	58.75 cd	57.50 d	25.25 b	25.25 b	16.00 cd	17.25 b
	Red rice 3	18.00 a	15.25 a	64.25 c	51.00 d	19.25 bc	33.75 a
	Red rice 4	66.00 d	54.50 d	8.50 a	11.75 a	25.50 b	33.75 a
	Red rice 5	32.50 b	25.00 ab	24.75 b	34.00 bc	42.75 a	41.00a
	Red rice 6	55.25 cd	36.00 b	33.75 b	42.75 cd	11.00 d	21.25 b
Average		**46.46**	**37.5**	**32**	**33.92**	**21.79**	**28.58**
CV (%)		**13.93**		**18.34**		**16.02**	
14	Red rice 1	50.25 bc	38.00 b	28.83 c	37.50 b	43.00 a	32.00 bc
	Red rice 2	56.50 c	51.00 c	18.00 bc	29.75 b	25.25 a	25.00 bc
	Red rice 3	18.00 a	18.25 a	47.50 d	38.50 b	30.00 a	43.25 ab
	Red rice 4	64.75 c	54.00 c	5.25 a	12.50 a	35.00 a	33.50 bc
	Red rice 5	32.05 ab	15.00 a	28.75 c	28.75 b	44.25 a	56.25 a
	Red rice 6	27.00 a	42.75 bc	45.25 d	41.00 b	27.75 a	16.25 c
Average		**41.42**	**36.5**	**28.93**	**31.33**	**34.21**	**34.38**
CV (%)		**17.32**		**18.81**		**22.47**	
21	Red rice 1	54.25 bc	62.75 c	20.50 b	8.00 a	25.25 b	29.00 a
	Red rice 2	61.50 c	49.25 bc	9.25 a	22.50 b	28.75 ab	28.25 a
	Red rice 3	26.25 a	47.75 bc	33.75 c	20.75 b	40.00 ab	31.50 a
	Red rice 4	24.00 a	35.50 ab	29.50 c	33.00 bc	42.00 a	39.00 a
	Red rice 5	36.75 ab	45.75 bc	30.75 c	28.50 b	32.50 ab	30.50 a
	Red rice 6	37.25 ab	20.00 a	32.75 c	45.75 c	30.00 ab	34.25 a
Average		**40.00**	**43.50**	**26.08**	**26.42**	**33.08**	**32.08**
CV (%)		**16.71**		**23.78**		**18.19**	
28	Red rice 1	40.50 ab	34.75 ab	17.75 ab	29.75 bc	41.50 ab	35.00 ab
	Red rice 2	52.75 b	47.50 b	13.50 a	15.25 a	32.75 b	37.25 ab
	Red rice 3	33.25 a	28.75 a	20.50 bc	30.00 bc	46.25 ab	41.25 ab
	Red rice 4	32.00 a	28.75 a	19.25 bc	25.50 ab	48.75 a	45.75 a
	Red rice 5	30.00 a	33.75 ab	30.75 cd	27.00 abc	40.25 ab	39.25 ab
	Red rice 6	28.75 a	22.75 a	32.75 d	41.00 c	38.5 ab	36.25 ab
Average		**36.21**	**32.71**	**22.42**	**28.08**	**41.33**	**39.12**
CV (%)		**15.90**		**24.16**		**13.09**	

Table 2. (continue)

Waterloging period (days)	Type of red rice	Germination (%)		Dormancy (%)		Death (%)	
		WL-0	WL-5	WL-0	WL-5	WL-0	WL-5
35	Red rice 1	34.75 b	59.75 b	13.75 a	6.75 a	51.50 b	33.50 bcd
	Red rice 2	55.50 c	62.25 b	13.75 a	17.75 bc	30.75 c	20.00 d
	Red rice 3	51.00 c	61.75 b	16.00 a	12.00 ab	33.00 c	26.25 cd
	Red rice 4	18.00 a	24.25 a	10.75 a	19.00 bc	71.25 a	52.25 a
	Red rice 5	21.50 ab	29.75 a	26.50 b	26.50 cd	52.00 b	48.00 ab
	Red rice 6	29.00 ab	29.00 a	26.75 b	29.50 d	44.25 bc	41.50 abc
Average		**34.96**	**44.46**	**17.92**	**18.58**	**47.12**	**36.92**
CV (%)		**14.39**		**37.69**		**15.98**	
42	Red rice 1	27.75 b	45.50 b	13.50 b	11.25 a	58.75 a	40.75 b
	Red rice 2	33.50 b	43.75 b	5.75 a	6.50 a	60.75 a	49.75 b
	Red rice 3	49.00 c	45.75 b	7.75 a	10.25 a	43.25 b	43.75 b
	Red rice 4	14.25 a	15.37 a	25.75 b	22.50 b	60.00 a	64.75 a
	Red rice 5	27.50 b	21.25 a	23.75 b	30.75 c	48.75 ab	48.00 b
	Red rice 6	23.50 b	20.00 a	26.50 b	34.00 c	49.50 ab	45.00 b
Average		**29.25**	**31.94**	**17.17**	**19.21**	**53.50**	**48.67**
CV (%)		**14.15**		**19.22**		**9.52**	
49	Red rice 1	38.50 b	47.50 c	21.25 b	13.00 a	40.25 bc	39.50 b
	Red rice 2	45.50 b	40.55 c	8.50 a	13.37 a	46.00 bc	46.07 ab
	Red rice 3	49.00 b	30.50 c	12.75 a	12.04 a	37.25 c	47.74 ab
	Red rice 4	14.50 a	14.50 a	23.25 b	26.75 b	62.25 ab	58.75 a
	Red rice 5	21.00 a	25.25 ab	28.25 b	25.50 b	50.75 ab	46.75 ab
	Red rice 6	24.34 a	34.00 bc	20.25 b	25.25 b	53.75 ab	40.75 b
Average		**32.14**	**32.05**	**19.04**	**19.31**	**48.37**	**46.59**
CV (%)		**18.00**		**19.29**		**11.22**	

Means in the same column with the same period followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT after angular arcsine transformation (arcsine (sqr (X/100)).

มีความการงอกก่อนทำการทดลองเท่ากับ 13 9 16 9 55 31 20 และ 47 % ตามลำดับ มีระยะพักตัว 5 6 2 8 3 4 8 และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ (Table 1)

เปอร์เซ็นต์ความงอกหลังรอดชีวิตค่อยๆ ลดลงเมื่อระยะเวลาการขังน้ำนานขึ้น โดยเมื่อปลูกในสภาพบนดินความงอกลดจาก 36 % ในสภาพน้ำขังนาน 7 วันเหลือ 9 % ในสภาพน้ำ

ขังนาน 56 วัน แต่เมื่อเมล็ดอยู่ลึก 5 ซม.จากผิวดินความงอกลดจาก 40 % ในสภาพน้ำขังนาน 7 วันเหลือ 18 % ในสภาพน้ำขังนาน 56 วัน และเมื่อขังน้ำนานถึง 63 วัน พบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการขังน้ำนาน 56 วัน (Table 3)

เปอร์เซ็นต์การงอกของพันธุ์ข้าวทั้ง 8 พันธุ์ มีความแตกต่างกัน ในทุกระยะเวลาของการขังน้ำ ในช่วง 7-14 วันของการขังน้ำ เมล็ดข้าวที่อยู่ลึก 5 ซม. จากผิวดินมีเปอร์เซ็นต์ความงอกหลังการรอดชีวิตมากกว่าเมล็ดข้าวที่อยู่บนดิน กข 7 มีเปอร์เซ็นต์การงอกหลังการรอดชีวิตมากที่สุด ทั้งที่อยู่บนดินและลึก 5 ซม.จากผิวดิน เมื่ออยู่ในสภาพน้ำขังนาน 7 วัน ทั้งนี้อาจเนื่องจาก กข 7 มีระยะพักตัวน้อยที่สุด (1-2 สัปดาห์) จึงฟันระยะพักตัวเร็ว พันธุ์ปทุมธานี 1 มีความงอกหลังจากการรอดชีวิตน้อยที่สุดเพียง 19 และ 17 % เมื่ออยู่บนดินและลึก 5 ซม.จากผิวดินตามลำดับ ในสภาพน้ำขังนาน 7 วัน ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 90 ที่ระดับความลึก 5 ซม. มีเปอร์เซ็นต์ความงอกหลังจากรอดชีวิตสูงกว่าที่อยู่บนดิน ในทุกระยะเวลาของการขังน้ำ พันธุ์สุพรรณบุรี 1 ให้ผลทำนองเดียวกันกับพันธุ์สุพรรณบุรี 90 ในช่วง 14 วันแรกของการขังน้ำ ส่วนข้าวพันธุ์อื่นคือ กข 23 กข 7 พิษณุโลก 2 ขาวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1 เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดบนดินและลึก 5 ซม. ไม่มีความแตกต่างกันในระยะเวลาการขังน้ำ 7-28 วัน

1.2.2 เปอร์เซ็นต์การพักตัวของเมล็ดพันธุ์ข้าว ที่ยังมีการพักตัวในสภาพน้ำขังที่ระยะเวลาต่างๆ กัน

เปอร์เซ็นต์การพักตัวของเมล็ดพันธุ์ข้าว 8 พันธุ์ที่นำมาศึกษา ค่อยๆ ลดลงตามระยะเวลาการขังน้ำ โดยที่เมื่อปลูกในสภาพบนดินการพักตัวลดจาก 12 % ในสภาพน้ำขังนาน 7 วันเหลือ 7 % ในสภาพน้ำขังนาน 56 วัน แต่เมื่อเมล็ดอยู่ลึก 5 ซม.จากผิวดินการพักตัวลดจาก 17 % ในสภาพน้ำขังนาน 7 วันเหลือ 8 % ในสภาพน้ำขังนาน 56 วัน นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงการขังน้ำ 35-63 วัน เปอร์เซ็นต์การพักตัวลดลงน้อยมาก (Table 3)

ข้าวทั้ง 8 พันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์การพักตัวแตกต่างกันในทุกระยะเวลาของการขังน้ำ โดยที่ กข 23 สพ 60 พิษณุโลก 2 สุพรรณบุรี 90 และ ขาวดอกมะลิ 105 ในสภาพน้ำขัง 7 วัน และเมล็ดอยู่บนดิน มีการพักตัว 19 18 17 15 และ 13 % ตามลำดับ ซึ่งมากกว่า กข 7 สุพรรณบุรี 1 และปทุมธานี 1 (มีเปอร์เซ็นต์การพักตัว 7 5 และ 4 ตามลำดับ) ในสภาพน้ำขังนาน 7 - 28 วัน (Table 3)

1.2.3 เปอร์เซ็นต์การตายของเมล็ดพันธุ์ข้าว ที่ยังมีการพักตัวในสภาพน้ำขังที่ระยะเวลาต่างๆ กัน

เปอร์เซ็นต์การตายของเมล็ดพันธุ์ข้าว ที่ปลูกในสภาพบนดินการตายเพิ่มจาก 51 % ในสภาพน้ำขังนาน 7 วัน เป็น 84 % ในสภาพน้ำขังนาน 56 วัน แต่เมื่อเมล็ดอยู่ลึก 5 ซม.จากผิวดินการตายเพิ่มจาก 44 % ในสภาพน้ำขังนาน 7 วัน เป็น 74 % ในสภาพน้ำขังนาน 56 วัน แม้จะขังน้ำนานถึง 63 วัน เปอร์เซ็นต์การตายไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แสดงว่าข้าวที่ยังมีการพักตัวแม้ขังน้ำนานถึง 56-63 วัน สามารถทำลายชีวิตของข้าวได้ เพียง 74-84 % (Table 3)

เปอร์เซ็นต์การตายของพันธุ์ข้าว มีความ

Table 3. Rice seed Percentage of germination, dormancy and death of rice seeds at 0 and 5 cm soil depth (WL-0,WL-5) under different waterlogging periods

Waterloging period (days)	Variety	Germination (%)		Dormancy (%)		Death (%)	
		WL-0	WL-5	WL-0	WL-5	WL-0	WL-5
7	RD 23	27.75 c	24.50 b	18.50 b	22.75 de	53.50 c	53.00 b
	SPR 60	50.75 e	36.75 c	17.50 b	29.50 e	31.75 d	33.50 de
	RD 7	59.00 f	59.25 f	6.75 a	13.00 bc	33.75 d	27.75 e
	PSL 2	49.00 e	52.50 ef	17.25 b	18.50 cd	34.00 d	29.25 e
	SPR 90	10.50 a	36.50 c	15.25 b	21.75 d	64.50 b	41.75 cd
	SPR 1	31.50 c	47.50 de	4.75 a	13.00 bc	63.75 b	39.50 cd
	KDML 105	38.75 d	44.50 d	13.00 b	11.75 b	48.00 c	43.50 c
	PTT 1	19.25 b	17.00 a	4.25 a	2.25 a	77.00 a	80.75 a
Average		**35.81**	**39.81**	**12.10**	**16.56**	**50.78**	**43.63**
CV (%)		**8.02**		**22.48**		**7.58**	
14	RD 23	25.75 b	26.75 b	20.50 e	18.25 cd	53.75 cd	55.25 b
	SPR 60	39.75 cd	42.25 c	10.25 bcd	21.25 d	40.25 e	36.50 de
	RD 7	48.00 e	44.75 c	6.25 abc	12.25 bc	45.25 de	43.00 cd
	PSL 2	44.50 de	45.00 c	12.75 d	16.25 cd	43.00 e	39.00 d
	SPR 90	15.00 a	53.50 d	10.50 cd	16.25 cd	74.75 b	30.25 e
	SPR 1	33.00 c	48.25 cd	5.50 ab	8.50 b	61.50 c	43.00 cd
	KDML 105	39.25 cd	42.50 c	13.25 d	7.75 b	47.75 de	49.75 bc
	PTT 1	19.25 a	10.50 a	4.25 a	1.25 a	94.25 a	88.25 a
Average		**33.06**	**39.19**	**10.41**	**12.72**	**57.56**	**48.12**
CV (%)		**8.27**		**29.41**		**7.00**	
21	RD 23	17.75 c	19.50 b	13.50 cd	14.25 cd	69.00 b	66.50 c
	SPR 60	44.75 e	39.50 cd	9.50 bc	17.75 d	45.75 e	42.50 e
	RD 7	50.75 e	43.25 d	4.75 b	10.00 bc	44.00 e	47.75 de
	PSL 2	35.25 d	33.25 c	12.25 cd	12.00 bcd	52.50 de	55.00 d
	SPR 90	31.25 d	41.25 cd	9.50 bc	10.00 bcd	59.25 cd	48.75 de
	SPR 1	2.50 a	4.75 a	5.00 b	6.25 b	92.75 a	88.75 b
	KDML 105	17.25 c	17.75 b	18.00 d	17.00 d	64.75 bc	65.25 c
	PTT 1	7.25 b	7.00 a	1.50 a	1.25 a	91.00 a	93.75 a
Average		**25.84**	**25.78**	**9.25**	**11.06**	**64.87**	**63.53**
CV (%)		**12.26**		**37.11**		**5.62**	

Table 3. (continue)

Waterloging period (days)	Variety	Germination (%)		Dormancy (%)		Death (%)	
		WL-0	WL-5	WL-0	WL-5	WL-0	WL-5
28	RD 23	23.75 c	20.75 c	10.50 b	12.50 c	65.25 b	66.75 b
	SPR 60	23.75 c	27.50 c	10.50 b	15.75 c	66.00 b	56.75 c
	RD 7	56.75 e	50.75 d	4.25 a	11.25 c	38.75 c	38.00 d
	PSL 2	21.25 c	26.25 c	15.25 b	15.75 c	63.25 b	57.75 c
	SPR 90	32.50 d	55.25 d	3.50 a	6.00 b	59.00 b	39.00 d
	SPR 1	3.25 a	5.00 a	3.50 a	4.00 ab	93.25 a	91.00 a
	KDML 105	18.00 c	12.25 b	15.25 b	16.00 c	66.75 b	71.50 b
	PTT 1	7.25 b	5.50 a	1.50 a	2.25 a	96.75 a	93.75 a
Average		**23.31**	**25.41**	**8.03**	**10.44**	**68.63**	**64.31**
CV (%)		**12.58**		**37.23**		**5.53**	
35	RD 23	28.00 d	26.00 bc	12.50 b	12.00 b	59.75 d	62.00 cd
	SPR 60	25.50 d	31.00 c	10.00 b	9.00 b	64.50 d	59.75 cd
	RD 7	57.75 e	41.25 d	11.75 b	11.00 b	30.50 e	47.50 e
	PSL 2	16.50 c	25.25 bc	8.50 b	10.00 b	75.25 c	64.50 cd
	SPR 90	2.25 a	38.75 d	3.50 a	4.25 a	94.25 a	56.75 d
	SPR 1	3.25 a	23.00 b	2.25 a	1.75 a	94.50 a	75.00 b
	KDML 105	16.50 c	21.75 b	18.75 c	11.25 b	65.00 d	67.25 bc
	PTT 1	10.50 b	1.75 a	2.50 a	4.00 a	85.50 b	92.75 a
Average		**20.03**	**26.09**	**8.72**	**7.91**	**71.16**	**65.89**
CV (%)		**13.14**		**37.71**		**5.14**	
42	RD 23	19.25 cd	23.25 b	12.00 e	6.00 bc	69.25 d	70.75 b
	SPR 60	25.00 d	29.00 b	6.75 d	4.00 ab	67.25 d	65.25 bc
	RD 7	53.00 e	50.75 c	6.50 cd	8.25 c	40.50 e	41.00 d
	PSL 2	14.50 c	23.25 b	6.50 cd	5.00 bc	79.00 c	59.50 c
	SPR 90	4.75 b	29.50 b	3.25 bc	2.75 ab	92.00 b	67.50 bc
	SPR 1	2.50 ab	7.00 a	1.00 a	2.00 a	96.25 ab	91.50 a
	KDML 105	22.25 d	24.25 b	11.75 e	9.25 c	66.00 d	66.50 bc
	PTT 1	0.50 a	4.00 a	2.50 ab	3.00 ab	97.00 a	93.25 a
Average		**17.72**	**23.87**	**6.28**	**5.03**	**75.39**	**69.41**
CV (%)		**19.09**		**53.8**		**6.99**	

Table 3 (continue)

Waterloging period (days)	Variety	Germination (%)		Dormancy (%)		Death (%)	
		WL-0	WL-5	WL-0	WL-5	WL-0	WL-5
49	RD 23	20.00 cd	15.75 b	13.50 g	16.50 e	66.50 d	68.00 bc
	SPR 60	25.75 d	29.0 c	8.75 ef	5.75 cd	65.25 d	65.25 c
	RD 7	57.75 e	51.25 d	6.50 de	3.50 bc	35.75 e	45.50 d
	PSL 2	6.00 b	17.75 b	12.25 fg	22.50 f	81.75 c	59.50 c
	SPR 90	3.50 b	48.25 d	2.50 bc	5.75 cd	94.00 b	45.75 d
	SPR 1	3.25 b	1.50 a	1.50 ab	1.25 a	95.25 b	96.75 a
	KDML 105	16.25 c	16.50 b	4.00 cd	9.25 d	80.00 c	74.60 b
	PTT 1	0.25 a	2.50 a	0.50 a	1.50 ab	99.00 a	96.25 a
Average		**16.59**	**22.81**	**6.19**	**8.25**	**77.19**	**68.88**
CV (%)		**19.25**		**39.67**		**4.89**	
56	RD 23	15.50 d	20.00 cd	12.50 d	15.25 e	72.00 d	64.75 e
	SPR 60	11.50 d	38.25 e	10.25 cd	8.50 cd	78.75 c	53.00 f
	RD 7	35.75 e	33.00 e	4.00 a	5.25 bc	60.00 e	61.75 e
	PSL 2	3.50 bc	16.75 c	8.00 bc	16.00 e	88.75 b	67.25 de
	SPR 90	1.50 ab	24.50 d	2.75 a	4.25 b	95.75 a	71.50 d
	SPR 1	0.75 a	0.25 a	2.75 a	0.50 a	96.50 a	99.25 a
	KDML 105	4.25 c	4.75 b	11.00 cd	7.25 bcd	84.75 b	88.25 b
	PTT 1	0.50 a	7.00 b	5.00 ab	9.50 d	94.25 a	83.50 c
Average		**9.16**	**18.06**	**7.03**	**8.31**	**83.84**	**73.66**
CV (%)		**23.08**		**33.47**		**3.49**	
63	RD 23	5.75 c	9.00 c	14.75 c	20.25 d	79.25 c	71.0 d
	SPR 60	14.50 d	29.00 e	9.00 b	7.75 c	76.25 c	63.75 de
	RD 7	36.50 e	33.25 e	6.50 b	4.75 bc	56.75 d	61.75 e
	PSL 2	3.25 bc	17.75 d	15.50 c	18.75 d	81.25 c	63.75 de
	SPR 90	1.50 ab	15.00 d	2.00 a	4.00 b	96.25 a	81.25 c
	SPR 1	0.50 a	0.00 a	1.00 a	0.75 a	98.25 a	99.0 a
	KDML 105	1.25 ab	1.25 b	6.50 b	6.75 bc	92.5 b	92.0 b
	PTT 1	-	-	-	-	-	-
Average		**9.04**	**15.04**	**7.89**	**9.00**	**82.93**	**76.07**
CV (%)		**24.59**		**32.47**		**3.83**	

Remarks : PTT 1 at 63 days waterlogging was not conducted

Means in the same column with the same period followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT after angular arcsine transformation (arcsine (sqr (X/100)).

Table 4. Death percentage (%) of non dormant rice seed at 0 and 5 cm soil depth (WL-0, WL-5) after 7 and 14 days of waterlogging

Variety	Waterlogging period			
	7 days		14 days	
	WL-0	WL-5	WL-0	WL-5
Age = 0 day				
RD 23	58.50 bc	57.25 bc	99.25 ab	98.75 a
SPR 60	48.00 cd	41.00 de	100.00 a	97.75 a
RD 7	27.50 e	71.00 ab	99.25 ab	99.25 a
PSL 2	96.50 a	78.75 a	99.75 ab	88.48 b
SPR 90	68.25 b	68.50 ab	99.25 ab	98.25 a
SPR 1	37.25 de	34.75 e	98.25 b	77.25 c
KDML 105	43.00 cd	43.70 cde	87.85 c	89.25 b
PTT 1	56.75 bc	49.85 cd	95.00 b	97.75 a
Average	**54.46**	**55.6**	**97.32**	**93.35**
Age = 3 days				
RD 23	84.00 d	89.25 bc	100.00 a	100.00 a
SPR 60	69.25 e	71.00 d	100.00 a	100.00 a
RD 7	61.50 e	90.75 abc	100.00 a	100.00 a
PSL 2	99.75 a	90.75 abc	100.00 a	99.50 a
SPR 90	99.75 a	95.25 ab	100.00 a	100.00 a
SPR 1	98.50 ab	96.75 a	100.00 a	100.00 a
KDML 105	95.25 bc	65.25 d	99.50 a	100.00 a
PTT 1	88.25 cd	86.00 c	100.00 a	100.00 a
Average	**87.08**	**85.71**	**99.9**	**99.9**
Age = 10 days				
RD 23	98.00 a	98.50 a	100.00 a	100.00 a
SPR 60	97.50 a	99.75 a	100.00 a	100.00 a
RD 7	99.75 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
PSL 2	99.50 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
SPR 90	99.75 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
SPR 1	100.00 a	99.25 a	100.00 a	100.00 a
KDML 105	99.75 a	99.00 a	100.00 a	100.00 a
PTT 1	85.50 b	99.89 a	100.00 a	100.00 a
Average	**97.47**	**99.55**	**100.00**	**100.00**
Total average	**79.67**	**80.29**	**99.09**	**97.63**

Means in the same column with the same period followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT after angular arcsine transformation (arcsine (sqr (X/100)).

แตกต่างกันในทุกระยะเวลาการขังน้ำ โดยที่ปทุมธานี 1 มีเปอร์เซ็นต์การตายมากที่สุด (Table 3) ตลอดระยะเวลาการขังน้ำ 7-49 วัน ในสภาพน้ำขังนาน 7 วันข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีการตาย 77 และ 81 % เมื่อปลูกในสภาพบนดินและลึก 5 ซม.จากผิวดินตามลำดับ แต่เมื่อขังน้ำนาน 14 วัน การตายมากขึ้น เป็น 94 และ 88 % ตามลำดับ ส่วนสุพรรณบุรี 1 เริ่มตายมากกว่า 80 % (88.7-92.75%) เมื่อขังน้ำนาน 21 วันขึ้นไป ส่วนกข 23 สุพรรณบุรี 60 กข 7 และพิษณุโลก 2 มีเปอร์เซ็นต์การตายไม่เกิน 80 % แม้จะขังน้ำนานถึง 42 วัน

สำหรับข้าวที่ยังมีการพักตัว และอยู่บนดินในสภาพน้ำขังมีเปอร์เซ็นต์การตายมากกว่าเมล็ดข้าวที่อยู่ลึก 5 ซม.จากผิวดิน อาจเป็นเพราะเมล็ดพันธุ์ข้าวที่อยู่บนดินพ้นพักตัว เร็วกว่าเมล็ดที่อยู่ลึก 5 ซม. ซึ่งอาจเนื่องจากความร้อนจากแสงแดดช่วยทำลาย หรือลดการพักตัว เปอร์เซ็นต์การพักตัวจึงน้อยกว่า ซึ่งส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การตายของเมล็ดข้าวบนดินมีมากกว่าที่อยู่ลึก 5 ซม. ทั้งนี้ข้าวส่วนใหญ่ เช่น กข 23 สุพรรณบุรี 60 กข 7 พิษณุโลก 2 ขาวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1 เปอร์เซ็นต์การตายไม่แตกต่างกัน (Table 3) เมื่อระยะเวลาการขังน้ำนาน 7-14 วัน ส่วนข้าวบางพันธุ์ เช่น สุพรรณบุรี 90 และสุพรรณบุรี 1 เมล็ดอยู่บนดินมีเปอร์เซ็นต์การตายมากกว่าที่อยู่ลึก 5 ซม.

การทดลองที่ 2 การรอดชีวิตและการตายของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่พ้นพักตัวแล้วอายุ 0 3 และ 10 วัน ในสภาพน้ำขัง

2.1 เปอร์เซ็นต์การตายของเมล็ดพันธุ์ข้าวในสภาพน้ำขัง ที่ระยะเวลาต่างๆกัน

ในสภาพน้ำขัง 7 วันเมล็ดที่อยู่บนดิน ข้าวที่พ้นระยะพักตัวแล้วแต่ยังไม่งอกซึ่งอายุ 0 3 และ 10 วัน ตาย 54 87 และ 97 % ตามลำดับ ส่วนข้าวอายุดังกล่าวที่อยู่ลึก 5 ซม.จากผิวดินตาย 56 86 และ 99 % ตามลำดับ แต่เมื่อขังน้ำนาน 14 วัน ไม่ว่าข้าวจะอายุ 3 หรือ 10 วัน อยู่บนดินหรือลึก 5 ซม. พบว่าข้าวตาย 100 % นั่นคือถ้าข้าวที่พ้นพักตัวหลังปล่อยให้งอก 3 หรือ 10 วัน แล้วขังน้ำนาน 14 วัน จะทำให้ข้าวตาย 100 % (Table 4) สำหรับเมล็ดข้าวที่พ้นระยะพักตัวแล้วอยู่บนดิน เปอร์เซนต์การตายมีความแปรปรวน เนื่องจากบางส่วนสามารถรอดชีวิตได้ นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวที่มีอายุ 10 วัน ที่อยู่บนดิน บางครั้งไม่สามารถงอกเป็นต้นได้จึงตายในสภาพน้ำขัง

สาเหตุการตายของเมล็ดพันธุ์ในสภาพน้ำขังนั้น Chuvativat (1990) รายงานว่า เกิดจาก (1) การเปลี่ยนแปลงของก๊าซ ที่สำคัญคือการลดลงของก๊าซออกซิเจน และการเพิ่มขึ้นของก๊าซอื่นๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ เอทิลีนและไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้นซึ่งมีผลให้เมล็ดตายในเวลาต่อมา และ (2) จุลินทรีย์ในดินที่แย่งอากาศบริโภคสารอาหารที่รั่วไหลจากเมล็ดพันธุ์ หรืออาจผลิตสารพิษซึ่งมีผลต่อชีวิตเมล็ด เป็นสาเหตุให้เมล็ดตาย นอกจากนี้พันธุกรรมของเมล็ดเองก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ควรนำมาพิจารณา Grable (1966) และ Armstrong (1979) สรุปว่า ในสภาพน้ำขังอากาศที่อยู่ในช่องว่างในดินถูกแทนที่ด้วยน้ำ ก๊าซออกซิเจนซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการหายใจและการสร้างพลังงานลดลงอย่างรวดเร็ว การแพร่กระจายของก๊าซในน้ำลดลง 10^4 เท่า เมื่อเทียบกับอากาศ ปริมาณออกซิเจนลดลง สภาพทางกายภาพ เคมีและชีววิทยาของดิน

เปลี่ยนไป ซึ่งมีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืช Taylor (1942) พบว่า ข้าวอายุ 108 ชม. (4.5 วัน) มีขบวนการ alcoholic fermentation สูงกว่าข้าวสาลี 2-2.5 เท่า ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อข้าวที่สามารถสร้างพลังงานให้เพียงพอต่อการรอดชีวิตได้ Chuvativat (1990) พบว่า เมล็ดข้าวทนต่อสภาพน้ำขังได้ดีกว่าข้าวสาลีและข้าวบาเลย์ซึ่งตายภายใน 4 วัน ในสภาพขาดออกซิเจน นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวใช้ออกซิเจนน้อยกว่าข้าวสาลี 5 เท่า ในการที่ทำให้งอก ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม นั่นคือในสภาพน้ำขัง ข้าวสามารถรอดชีวิตอยู่ได้ระยะหนึ่งจากการสร้างพลังงานจาก ขบวนการ alcoholic fermentation (ไม่ใช้ออกซิเจน) ซึ่งได้เพียง 2- 3 ATP เมื่อเทียบกับ 36 ATP จากขบวนหายใจ (ใช้ออกซิเจน) ซึ่งพัฒนาการของข้าวจะช้ามาก หรือไม่มีเลย ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนหรือมีน้อย เพียงแค่ทำให้สามารถรอดชีวิตอยู่ได้ระยะหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นพอจะสรุปสาเหตุที่ทำให้เมล็ดข้าวที่ยังอยู่ในระยะพักตัว สามารถมีชีวิตรอดในสภาพน้ำขัง เนื่องจาก 1) ใช้พลังงานจากขบวน alcoholic fermentation ได้เพียงพอ หรือ 2) เมล็ดข้าวที่ยังมีการพักตัวอาจถูกเหนี่ยวนำให้เกิดสภาพ secondary dormancy และคงอยู่ในดินได้นาน (Takahashi, 1995) หรือ 3) ส่วนของเปลือกเมล็ดปิดสนิทปกป้องเมล็ดข้าวจากสภาพที่ไม่เหมาะสม

เมื่อทราบแล้วว่าเมล็ดข้าวสามารถรอดชีวิตในสภาพน้ำขังได้ระยะหนึ่ง ดังนั้นในกรณีที่ต้องการทำลายความมีชีวิตของข้าว สามารถทำได้โดยการปล่อยให้ข้าวงอกก่อนแล้วจึงทำลาย ซึ่งผลจากการทดลองนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการเตรียมดิน เพื่อกำจัดข้าวเรื้อจากฤดูกาลที่ผ่านมาได้ กรณีที่มีการเปลี่ยนพันธุ์ปลูก คือหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ควรมีการพักดิน (อย่างน้อย 1 เดือน ทั้งนี้อาจขึ้นกับระยะพักตัวของข้าว) ปล่อยให้ข้าวที่ร่วงหล่นจากฤดูกาลที่ผ่านมาพ้นพักตัวโดยอาศัยธรรมชาติ เช่น ความร้อนจากแสงแดดเป็นตัวช่วยให้เมล็ดข้าวพ้นพักตัวเร็วขึ้น (สุเทพและคณะ, 2535; นิพนธ์และคณะ, 2543) จากนั้นให้อากาศและความชื้นที่เหมาะสม (ไม่ต้องขังน้ำ) จะช่วยให้ข้าวงอกได้เร็ว ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 10 วัน แล้วไถกลบ ขังน้ำ หมักนานประมาณ 14 วัน น่าจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดข้าวเรื้อได้ดีขึ้น สามารถลดปริมาณข้าวเรื้อจากฤดูปลูกที่ผ่านลงได้ แต่สิ่งที่ควรคำนึงถึง คือต้องทำลายข้าวเรื้อก่อนที่ข้าวเรื้อจะมีการสร้างรวง อย่างไรก็ตามจากแนวทางนี้น่าจะมีประโยชน์ในการการนำปรับใช้ประกอบการแนะนำในการเตรียมดินให้มีประสิทธิภาพต่อไป แต่สำหรับข้าวแดงซึ่งมีชีวิตรอดอยู่ในสภาพน้ำขังได้นานกว่าข้าวปลูก ควรต้องมีการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

สรุปผลการทดลอง

เมล็ดข้าวที่ยังมีการพักตัวมีเปอร์เซ็นต์การงอกและการพักตัวลดลง ตามระยะเวลาของการขังน้ำ ส่วนเปอร์เซนต์การตายเพิ่มเมื่อขังน้ำนานขึ้น เมล็ดข้าวแดงที่ยังมีการพักตัวสามารถรอดชีวิตในสภาพน้ำขังได้นาน แม้จะอยู่ในสภาพน้ำขังนานถึง 49 วัน ตายเพียง 50 % โดยยังคงมีการพักตัว 20 % ส่วนอีก 30 % สามารถพัฒนาเป็นต้นสมบูรณ์ได้หากอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งกล่าวได้ว่ามีการรอดชีวิตอยู่ในสภาพน้ำขังได้นานกว่าข้าวพันธุ์รับรองทั่วไป สำหรับเมล็ดข้าวพันธุ์รับรองหลังจากเก็บ

เกี่ยว (7 วัน) แล้วขังน้ำ 7-14 วัน โอกาสที่ทำให้ข้าวตาย 50-60 % แม้จะขังน้ำนาน 56-63 วัน ก็ยังไม่สามารถทำลายความมีชีวิตได้หมด (ตายเพียง 70-80%) คือ 20-30% ยังรอดชีวิตอยู่ได้ โดยยังมีการพักตัว 10 % และสามารถงอกในสภาพปกติได้ 10-20 %

เมล็ดข้าวที่พ้นระยะพักตัวแล้วแต่ยังไม่งอก (0 วัน) และอายุ 3 วันฝังลงดินลึก 5 ซม. ขังน้ำ 7 วัน ตาย 56 และ 86 % และเมื่อขังน้ำนานขึ้นเป็น 14 วัน เปอร์เซนต์การตายเพิ่มเป็น 93 และ100 % ส่วนเมล็ดข้าวที่ปล่อยให้งอก 10 วัน แล้วฝังลงดินลึก 5 ซม. และขังน้ำ 7 และ14 วัน ทำให้ข้าวตายเฉลี่ย 99 และ100 % สำหรับเมล็ดข้าวที่พ้นระยะพักตัวแล้วอยู่บนดินเปอร์เซนต์การตายมีความแปรปรวน เนื่องจากบางส่วนสามารถรอดชีวิตได้ ดังนั้น การปล่อยให้ข้าวงอก 10 วันแล้วฝังลงดิน จากนั้นขังน้ำนาน 14 วันจะเป็นการทำลายข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529 ก. การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่นา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 194 หน้า.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529 ข. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่นา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 210 หน้า.

นิพนธ์ มาฆทาน ณัฐทัย เอพาณิช อ่วม คงชู วารินทร์ ศรีถัด และวิชัย ทิรัญยูปกรณ์. 2543. การทำลายระยะพักตัวของเมล็ดพันธุ์ข้าวโดยตากแดดที่ความหนาของกองข้าวและวัสดุรองรับต่างๆ. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2543. ณ โรงแรมตรังพลาซ่า จังหวัดตรัง. 9 หน้า. (โรเนียว)

สุเทพ ลิ้มทองกุล, อ่วม คงชู, นิพนธ์ มาฆทาน, พิทยากร ภางาม, อดุลย์ กฤษวะดี และกัมปนาท มุขดี. 2535. การศึกษาวิธีการทำลายระยะพักตัวของเมล็ดพันธุ์ข้าวในระดับเกษตรกร. หน้า 129-130. *ใน* : เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ปี 2535. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

Anon. 1996. International Rules for Seed Testing. *Seed Sci. and Technol.* 24: 323.

Armstrong, W. 1979. Principles of aeration and aeration modelling. *Adv. Bot. Res.* 7: 225-273.

Chuvativat, A. 1990. Waterlogging Effect on Germination and Survival of Wheat, Barley and Rice Seeds. MSc. Thesis. University of Western Australia, Australia. 180 p.

Grable, A.R. 1966. Soil aeration and plant growth. *Adv. in Agron.* 18: 57-106.

Takahashi, N. 1995. Physiology of dormancy. Pages 45-57. *In* : Science of the Rice Plant. Volume 2 Physiology. Matsuo T., Kumazawa K., Isihii R., Ishihara K. and H. Hirata (eds).Tokyo, Japan.

Taylor, D.L. 1942. Influence of oxygen tension on respiration, fermentation and growth in wheat and rice. *Ameri. J. of Bot.* 29: 721-738.