การคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์อินเบรดผลผลิตสูงและทนแล้งด้วยดัชนีการคัดเลือกของสมิธ

Section of Field Corn Inbred Line for High Yield and Drought Tolerance Using Smith's Selection Index

ชัยวัฒน์ นันทโชติ[1*], ปริญญา กาญสมเจตน์[1], ทัศนีย์ บุตรทอง[1] และ สุริพัฒน์ ไทยเทศ[2]

Chaiyawat Nantachot[1*], Parinya Kansomjet[1], Thadsanee Budthong[1] and Suriphat Thaitad[2]

[1]ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ 60190

[1]Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Tak Fa, Nakhon Sawan, 60190

[2]สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร 10900

[2]Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Department of Agriculture, Bangkok 10900

*Corresponding author: Chaiyawat_sermod@hotmail.com

Received: 10 November 2022; Accepted: 23 November 2022; Published: 1 December 2022

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดในชั่วรุ่นที่ 7 ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง โดยการใช้ดัชนีการคัดเลือกของสมิธช่วยในการคัดเลือก นำสายพันธุ์อินเบรดในชั่วรุ่นที่ 7 จำนวน 200 สายพันธุ์ ปลูกทดสอบในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมเปรียบเทียบกับสภาพให้น้ำปกติในฤดูแล้งระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2564 ถึง มีนาคม 2565 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ผลการทดลองพบว่าสายพันธุ์อินเบรดมีผลผลิตในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอเฉลี่ยเท่ากับ 330 กิโลกรัม/ไร่ และในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมเฉลี่ยเท่ากับ 212 กิโลกรัม/ไร่ และผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางบวกกับดัชนีความทนแล้งและจำนวนฝักต่อต้น และมีความสัมพันธ์ทางลบกับคะแนนการแก่ของใบ คะแนนการม้วนใบ และจำนวนวันออกไหมและวันสลัดละออง ใช้ดัชนีการคัดเลือกของสมิธของข้อมูล 6 ลักษณะ ประกอบด้วยผลผลิตเมล็ด และลักษณะที่มีความสัมพันธ์กัน โดยให้น้ำหนักทางเศรษฐกิจเท่ากับ 1, 1, 1, -1, -1 และ -1 ตามลำดับ คัดเลือกได้ 20 สายพันธุ์ มีผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมเฉลี่ยเท่ากับ 487 กิโลกรัม/ไร่ ดัชนีการทนแล้งเฉลี่ย 1.04 จำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ย 1 ฝักต่อต้น คะแนนการแก่ของใบเฉลี่ย 3 คะแนน คะแนนการม้วนใบเฉลี่ย 2 คะแนน และจำนวนวันออกไหมและวันสลัดละอองเฉลี่ย 0 วัน ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายในการคัดเลือกที่ต้องการสายพันธุ์อินเบรดผลผลิตสูงในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม มีคะแนนการแก่ของใบน้อย คะแนนการม้วนใบน้อย และมีวันออกไหมและวันสลัดละอองเกสรใกล้เคียงกัน

คำสำคัญ: การคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์อินเบรด; สายพันธุ์อินเบรดผลผลิตสูงและทนแล้ง

ABSTRACT

The objective of this study was to select the inbred line generation S_7 having high yield and drought tolerance using smith's selection index. Two hundred inbred line from generation S_7 was compared under water stress during the flowering stage compared with normal condition (well-watered) at Nakhon Sawan Field Crops Research Center during the dry season (November 2021 – March 2022). The results showed grain yield under normal conditions (well-watered)

average of 330 kg/rai and grain yield under water stress during the flowering stage average of 212 kg/rai. Grain yield is a positive correlation with drought index and the number of ears per plant negatively correlated with leaf senescence, leaf rolling, and anthesis-silking interval. Smith's selection index uses 6 traits including grain yield and correlation traits and set their economic weight as 1, 1, 1, -1, -1 and -1 respectively. The results able to select 20 inbred lines having grain yield average of 487 kg/rai drought Index average 1.04 number of ear per plant average of 1 ear/plant leaf senescence average 3 leaf rolling average 2 anthesis-silking interval average 0 day which is consistent with the goal of selection inbred line high yield under water stress during the flowering stage low leaf senescence low leaf rolling and nearby anthesis-silking interval.

Keywords: selection of field corn inbred line; inbred line high yield and drought tolerance

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ปี 2563/2564 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 7.03 ล้านไร่ ผลผลิต 4.81 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 684 กก./ไร่ (Office of Agricultural Economics, 2022) ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผลิตภายในประเทศมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด เนื่องจากความต้องการใช้เพื่อเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์มีมากขึ้น ตามการขยายตัวของการเลี้ยงปศุสัตว์ มีความต้องการเพิ่มขึ้นทุกปี (Department of Internal Trade, 2022) ปัญหาภัยแล้งจากสภาวะการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ เป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศที่พึ่งพาน้ำฝนเป็นหลัก เห็นได้จากภัยแล้งในปี 2559 ทำความเสียหายในพื้นที่ปลูกข้าวโพดมากถึง 2.87 ล้านไร่ คิดเป็นเงินประมาณ 15,000 ล้านบาท ผลกระทบจากภัยแล้งมากหรือน้อยขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น การตอบสนองของพันธุ์ ระยะของการเจริญเติบโตที่ประสบสภาวะแล้ง และระดับของความรุนแรงของสภาวะแล้ง สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ระยะการเจริญเติบโตที่ส่งผลต่อผลผลิตมากที่สุดหรือระยะวิกฤตของการขาดน้ำ คือ ช่วงออกดอก ซึ่งเป็นช่วงที่ต้องการน้ำมาก ถ้าเกิดสภาวะแล้งจนข้าวโพดขาดน้ำจะส่งผลให้ผลผลิตลดลงอย่างมากหรืออาจไม่ได้ผลผลิต

การคัดเลือกข้าวโพดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์อินเบรดทนทานแล้งใช้สำหรับเป็นสายพันธุ์แม่หรือพ่อของการสร้างข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่มีผลผลิตสูงและทนทานแล้ง นอกจากจะดูผลผลิตสูง (high yield) แล้วยังต้องดูลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญอื่น ๆ เช่น การม้วนของใบ ลักษณะความแก่ของใบ และดัชนีความทนแล้ง เป็นเกณฑ์ร่วมในการคัดเลือก ทำให้การคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดที่ดีจะมีหลายค่า (multiple values) มาร่วมพิจารณาเพื่อให้สามารถคัดเลือกหลาย ๆ ลักษณะมาอยู่ในรูปของค่าเดียว (single value) จึงได้ใช้ดัชนีการคัดเลือกเข้ามาเป็นเครื่องมือ ซึ่งดัชนีการคัดเลือก (selection index) ซึ่งเป็นการคัดเลือกหลาย ๆ ลักษณะพร้อม ๆ กัน พิจารณาจากน้ำหนักเชิงเศรษฐกิจ (economic weight) และความแตกต่างของการคัดเลือก (selection differential) โดยน้ำหนักเชิงเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับค่า genotypic correlation of variance (gcv) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลักษณะที่นำมาคัดเลือก โดยค่าดัชนีการคัดเลือกเป็นผลคูณของเวคเตอร์ของค่าฟีโนไทป์ (phenotypic value) กับเวคเตอร์ค่าสัมประสิทธิ์ของดัชนีการคัดเลือก สามารถคำนวณค่าการปรับปรุงพันธุ์ (breeding value) (Hazel, 1943) และค่าการตอบสนองต่อการคัดเลือก (selection response) (Kempthorne and Nordskog, 1959) ได้ และ Hazel and Lush, (1942) ได้เสนอวิธี Smith's index หรือ linear phenotypic selection index (LPSI) ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถคัดเลือกลักษณะทางการเกษตรที่ดีและ

สามารถคัดเลือกลักษณะตามที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์อินเบรดที่มีผลผลิตสูงและมีลักษณะทนทานแล้งดี โดยใช้ดัชนีการคัดเลือกของสมิธ (Smith's selection index) ช่วยในการคัดเลือก

อุปกรณ์และวิธีการ

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. สายพันธุ์อินเบรดชั่วที่ 7 (S_7) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำนวน 200 สายพันธุ์
2. ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0, 21-0-0 และ 15-15-15
3. สารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีนและอะลาคลอร์
4. สารเคมีควบคุมโรคและแมลงศัตรูข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
5. วัสดุอุปกรณ์ใช้ในการปลูกและเก็บเกี่ยว

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 20 x 10 alpha lattice 2 ซ้ำ

วิธีการ

ดำเนินการปลูกประเมินผลผลิตและลักษะความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 7 (S7) จำนวน 200 สายพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2564 – มีนาคม 2565 ปลูกศึกษาภายใต้ 2 สภาพแวดล้อม คือ สภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอ (well water, WW) และสภาพแวดล้อมขาดน้ำในระยะออกไหม (water stress, WS) เป็นเวลา 1 เดือน โดยในแต่ละสภาแวดล้อม วางแผนการทดลองแบบ alpha lattice จำนวน 2 ซ้ำ ปลูกสายพันธุ์ละ 2 แถว ยาว 5 เมตร ระยะปลูก 75x20 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ หลังปลูกพ่นสารสารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีนและอะลาคลอร์ อัตรา 200 กรัม+300 ซีซี/ไร่หลังขณะดินมีความชื้น เมื่อข้าวโพดอายุ 3 สัปดาห์ ถอนแยกเหลือ 1 ต้น/หลุม พร้อมกับใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 โดยใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 หยอดข้างต้นข้าวโพด อัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่ การปฏิบัติอื่น ๆ จัดการตามความเหมาะสม เก็บเกี่ยวเมื่อข้าวโพดอายุ 115-120 วัน เก็บทั้งสองแถวยกเว้นต้นที่อยู่หัวและท้ายแถว รวมพื้นที่เก็บเกี่ยว 7.20 ตารางเมตร/แปลงย่อย

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ วันออกไหม วันสลัดละอองเกสร ช่วงห่างระหว่างวันออกไหมและวันสลัดละอองเกสร (anthesis-silking interval, ASI) ความสูงต้น ความสูงฝัก จำนวนต้นหักล้ม ผลผลิต ความชื้นเมล็ด เปอร์เซ็นต์กะเทาะ ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความทนทานแล้ง ได้แก่ คะแนนการม้วนของใบ (leaf rolling) คะแนนใบแก่ (leaf senescence) และคำนวณหาค่าดัชนีความทนแล้ง (Drought index, DI) ที่เสนอโดย Fisher *et al*.(1983) โดยใช้สูตร

$$DI = \frac{\text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพขาดน้ำ}}{\text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ}} \times \frac{\text{ผลผลิตเฉลี่ยการทดลองในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ}}{\text{ผลผลิตเฉลี่ยการทดลองในสภาพขาดน้ำ}}$$

โดย DI มีค่ามากกว่า 1 แสดงถึงข้าวโพดพันธุ์นั้นมีความทนแล้ง หากค่า DI มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงถึงข้าวโพดพันธุ์นั้นมีความทนแล้งน้อยกว่าหรืออ่อนแอต่อสภาวะแล้ง

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดที่ดี และมีลักษณะทนแล้ง ใช้ดัชนีการคัดเลือกของสมิธ (Smith, 1936) โดยใช้ ลักษณะทางการเกษตร 6 ลักษณะ ประกอบด้วยผลผลิตเมล็ด (grain yield, GY) คะแนนการแก่ของใบ (leaf senescence, LSE) คะแนนการม้วนใบ (leaf rolling, LRO) จำนวนวันออกไหมและวันสลัดละออง (anthesis-silking interval, ASI) จำนวนฝักต่อต้น (ears per plant, EPP) ดัชนีความทนแล้ง (drought Index, DI) เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก โดยต้องการให้สายพันธุ์อินเบรดมีผลผลิตสูง ต้องมีลักษณะใบแก่และม้วนใบน้อย ต้องมีจำนวนวันออกไหมและวันสลัดละอองน้อย มีจำนวนฝักต่อต้นสูงขึ้น และมีดัชนีความทนแล้งสูง ดังนั้นจึงกำหนดน้ำหนักเชิงเศรษฐกิจ (economic weight) ของทั้ง 6 ลักษณะ เป็นดังนี้ GY = 1, LSE = -1, LRO = -1, ASI = -1, EPP = 1, DI = 1 วิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม RIndSel: selection indices with R. (Alvarado, *et al.,* 2018) โดยแสดงค่าของลักษณะต่างๆ ของสาย พันธุ์ที่คัดเลือก ค่าเฉลี่ยของทุกสายพันธุ์ที่คัดเลือก (mean of selected individuals) ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของการทดลอง (mean of all individuals), selection differential และ expected genetic gain for 10 %

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์อินเบรดชั่วที่ 7 (S7) ทั้ง 200 สายพันธุ์ ภายใต้ 2 สภาพแวดล้อม คือ สภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าผลผลิตในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอแปรปรวนอยู่ในช่วง 11-968 กิโลกรัม/ไร่ (เฉลี่ย 330 กิโลกรัม/ไร่) และมีความแปรปรวนของลักษณะผลผลิตมากกว่าในสภาพที่ขาดน้ำ พิจารณาได้จากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มากกว่า (Table 1) โดยผลผลิตในสถาพขาดน้ำในระยะออกไหมเป็นเวลา 1 เดือนแปรปรวนยู่ในช่วง 3-766 กิโลกรัม/ไร่ (เฉลี่ย 212 กิโลกรัม/ไร่) นอกจากนั้นสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมเป็นเวลา 1 เดือน ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบผลผลิตข้าวโพด โดยทำให้จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อแถว น้ำหนัก 100 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์กะเทาะลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Vongsupathai *et al.* (2013) พบว่าสภาพแห้งแล้งส่งผลให้จำนวนฝักต่อต้น ขนาดฝัก และจำนวนเมล็ดต่อแถวลดลง ในทางตรงข้ามกลับส่งผลให้อายุวันออกไหมเฉลี่ยยาวนานขึ้นจาก 65 เป็น 66 วัน และอายุวันสลัดละอองเกสรเฉลี่ยยาวนานขึ้นจาก 64 เป็น 65 วัน มีผลทำให้ความแตกต่างระหว่างวันออกไหมและวันสลัดละอองเกสรมีความแปรปรวนขึ้นจากเดิม -2 ถึง 7.5 เป็น -3 ถึง 9.5 วัน การที่ช่วงอายุวันออกไหมและวันสลัดละอองเกสรต่างกันมากจะส่งผลกระทบให้การผสมเกสรติดไม่ดี จึงทำให้ฝักติดเมล็ดน้อยหรือไม่ติดเมล็ดเลย ทำให้ผลผลิตลดลงอย่างยิ่งในพันธุ์อ่อนแอหรือพันธุ์ไม่ทนแล้ง (Thaitad *et al.,* 2013)

Table 1 Important agronomic of inbred line under well watered condition (WW) compared with water stress condition (WS) at NSFCRC in the dry season 2021 – 2022.

Traits	Well watered (WW)			Water stress (WS)		
	Max	Min	Mean ± SD	Max	Min	Mean ± SD
Grain yield (kg/rai)	968	11	330±180.60	766	3	212±149
Silking date (day)	74	58	65±3.46	78	58	66±4.50
Anthesis date (day)	73.5	57	64±3.01	76	56.5	65±2.90
ASI (day)	7.5	-2	1±1.30	9.5	-3	2±2.65
Number of ears per plant	1.83	0.19	1±0.23	1	0	0.7±0.26
Number of kernel per row	46.5	11.5	22±4.41	7	34.5	20±4.61
Number of row per ear	16	8	12±1.58	18	8	12±1.47
100 kernel weight (g)	33.27	15.04	24.20±2.93	33.88	16.53	22.56±2.92
Shelling (%)	87.18	23.44	69.85±11.87	91.43	16.36	66.28±14.32
Grain moisture (%)	27.54	9.93	16.48±2.85	33.69	13.17	20.91±4.04

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation, r) ระหว่างผลผลิต (Grain Yield, GY) กับลักษณะรอง (secondary traits) ที่สำคัญ ได้แก่ คะแนนการแก่ของใบ (Leaf Senescence, LSE) คะแนนการม้วนใบ (Leaf Rolling, LRO) ดัชนีความทนแล้ง (Ddrought Index, DI) จำนวนวันออกไหมและวันสลัดละออง (Anthesis-Silking Interval, ASI) และจำนวนฝักต่อต้น (Ears Per Plant, EPP) (Table 2) พบว่าในสภาพแวดล้อมขาดน้ำในระยะออกไหม ผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางบวกกับ ดัชนีความทนแล้ง (r=0.34**) จำนวนฝักต่อต้น (r=0.77**) แสดงว่าสายพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงจะมีดัชนีความทนแล้ง และจำนวนฝักต่อต้นสูงด้วย ในทางตรงข้ามผลผลิตมีความสัมพันธุ์ทางลบกับคะแนนการแก่ของใบ (r=-0.18**) คะแนนการม้วนใบ (r=-0.44**) และจำนวนวันออกไหมและวันสลัดละออง (r=-0.52**) แสดงว่า พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม จะมีคะแนนการแก่ของใบน้อย คะแนนการม้วนใบน้อย และมีวันออกไหมและวันสลัดละอองเกสรใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Vongsupathai *et al*. (2011) ที่พบว่าการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะต้องคัดเลือกพันธุ์ที่มีความแตกต่างของอายุวันออกไหมและวันสลัดของละออง และคะแนนการม้วนของใบที่น้อย

Table 2 Phenotypic correlation among traits measured on inbred line at NSFCRC in the dry season 2021 – 2022.

Traits	GY	Sen	Roll	DI	ASI	EPP
GY	1.00	-0.18**	-0.44**	0.34**	-0.52**	0.77**
Sen		1.00	0.34**	-0.04**	0.12*	-0.17**
Roll			1.00	-0.18**	0.21**	-0.33**
DI				1.00	-0.15**	0.33**
ASI					1.00	-0.62**
EPP						1.00

*,** = Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

การคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรด เมื่อใช้ดัชนีการคัดเลือกตามวิธีของสมิธ (Smith's selection index; Smith, 1936) ของ 6 ลักษณะ ที่ความเข้มข้นในการคัดเลือก 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดได้ 20 สายพันธุ์ (Table 3) ซึ่งมีผลผลิตอยู่ระหว่าง 415-737 กิโลกรัม/ไร่ และมีผลผลิตเฉลี่ย 487 กิโลกรัม/ไร่ โดยมี selection differential เท่ากับ 274.16 กิโลกรัม/ไร่ และผลผลิตมี genetic gain เท่ากับ 219.46 กิโลกรัม/ไร่ ในส่วนของจำนวนฝักต่อต้นอยู่ระหว่าง 0.82-1.47 ฝักต่อต้น มีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ย 1 ฝักต่อต้น โดยมี selection differential เท่ากับ 0.31 ฝักต่อต้น และจำนวนฝักต่อต้นมี genetic grain เท่ากับ 0.33 ฝักต่อต้น และสหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฝักต่อต้นกับผลผลิตพบว่ามีความสัมพันธ์ในทางบวกแสดงว่าเมื่อมีดัชนีการคัดเลือกสูงจะมีจำนวนฝักต่อต้นสูง ในส่วนของดัชนีการทนแล้งอยู่ระหว่าง 0.77-1.80 และมีดัชนีการทนแล้งเฉลี่ย 1.04 โดยมี selection differential เท่ากับ 0.11 และดัชนีการทนแล้งมี genetic gain เท่ากับ 0.01 และสหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีทนแล้งกับผลผลิตพบว่ามีความสัมพันธ์ในทางบวกแสดงว่าเมื่อมีดัชนีการคัดเลือกสูงจะมีดัชนีทนแล้งสูง .ในส่วนของคะแนนการแก่ของใบ มีคะแนนอยู่ระหว่าง 1-5 คะแนน มีคะแนนการแก่ของใบเฉลี่ย 3 คะแนน โดยมี selection differential เท่ากับ -0.67 คะแนน และคะแนนใบแก่มี genetic grain เท่ากับ -0.54 คะแนน และสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความแก่ใบกับผลผลิตพบว่ามีความสัมพันธ์ในทางลบแสดงว่าเมื่อมีดัชนีการคัดเลือกสูงจะคะแนนความแก่ของใบต่ำ ในส่วนของคะแนนการม้วนใบ คะแนนอยู่ระหว่าง 1-4 คะแนน มีคะแนนการม้วนของใบเฉลี่ย 2 คะแนน โดยมี selection differential เท่ากับ -0.95 คะแนน และคะแนนม้วนใบมี genetic grain เท่ากับ -0.59 คะแนน และสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการม้วนใบกับผลผลิตพบว่ามีความสัมพันธ์ในทางลบแสดงว่าเมื่อมีดัชนีการคัดเลือกสูงจะคะแนนการม้วนของใบต่ำ ในส่วนของจำนวนวันออกไหมและวันสลัดละออง อยู่ระหว่าง -3-3 วัน มีจำนวนวันออกไหมและวันสลัดละอองเฉลี่ย 0 วัน โดยมี selection differential เท่ากับ -1.62 คะแนน และจำนวนวันออกไหมและวันสลัดละออง genetic grain เท่ากับ -2.65 คะแนน และสหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันออกไหมและวันสลัดละอองกับผลผลิตพบว่ามีความสัมพันธ์ในทางลบแสดงว่าเมื่อมีดัชนีการคัดเลือกสูงจำนวนวันออกไหมและวันสลัดละอองต่ำ (Table 3)

Table 3 Twenty inbred lines selected from Smith's selection index of 6 traits including grain yield, leaf senescence, leaf rolling, anthesis-silking interval, ears per plant and drought index from 200 inbred line.

Entry	Pedigree	Grain Yield (kg/rai)	LSE[1] (1-10)	LRO[2] (1-5)	ASI (day)	EPP (ratio)	DI	Smith index
31	(SW5(S)C6-357-B-B-B-B-B x Tak Fa1)-B-B-B-B-B-B-B	766	2	1	-1	0.91	0.98	631
186	Nei 542012	580	2	1	0	0.98	1.80	488
196	TF4	511	2	2	2	1.38	1.44	446
27	(KS23(S)C5-33-B-B-B-B-B x Tak Fa1)-B-B-B-1-B-B-B	518	4	2	2	0.90	0.91	441
11	(Nei 452008 x Nei 452029)-B-B-B-B-B-2-B-B	505	3	1	-1	0.82	0.91	433
127	KS24(S2)C1-277-B-B-1-B-B-B-B	502	4	1	1	0.95	0.98	423
94	SW5(S)C6-368-B-B-B-B-B-B-B	468	5	3	1	1.47	1.80	418
177	KS27(S)C3-78-B-B-B-B-B-B-B	486	1	2	2	0.94	1.44	416
15	(Nei 452008 x Nei 452031)-B-B-B-B-B-1-B-B	483	3	1	2	0.96	0.91	411
183	KS28(S)C1-F2-104-B-B-1-B-B-B-B-B	488	4	2	3	0.89	0.91	407
18	(Nei 452010 x Nei 452029)-B-B-B-B-B-1-B-B	477	3	2	1	0.87	1.46	404
8	(Nei 452008 x Nei 452017)-B-B-B-B-B-1-B-B	455	1	1	-3	1.05	0.89	392
12	(Nei 452008 x Nei 452029)-B-B-B-B-B-3-B-B	452	2	1	-3	0.97	1.17	391
10	(Nei 452008 x Nei 452029)-B-B-B-B-B-2-B-B	449	4	1	-3	0.96	1.27	391
55	Suwan1(S)C14-78-B-B-B-B-B-B	449	5	2	-2	0.92	1.38	382
191	Nei 532005	449	4	2	3	0.93	1.27	381
3	[(DTPWC9-F115-1-4-1-1-B-B x LPSC7-F64-2-6-2-1-B-B) // (POB.33c3-115-4-2-6-BBBBBBBBxP591c4 F98-1-2-1-B-B-B) x Pac 220 F2]-B-B-B-B-B-B-B-B	445	2	4	0	0.89	1.80	381
187	Nei 542018	444	4	1	1	1.09	1.42	378
17	(Nei 452010 x Nei 452017)-B-B-B-B-B-2-B-B	415	4	3	-1	1.26	1.12	371
22	(Nei 452017 x Nei 452030)-B-B-B-B-B-1-B-B	427	3	3	0	0.88	1.33	370
	Mean of Selected Individuals	487	3	2	0	1.00	1.04	
	Mean of all Individuals	213	4	3	2	0.69	1.24	
	Selection Differential	274.16	-0.67	-0.95	-1.62	0.31	0.11	
	Expected Genetic Gain for 10%	219.46	-0.54	-0.59	-2.65	0.33	0.01	

[1]Ratings 1-10; 1=10% dead leaf area, 10=100% dead leaf area, [2]Ratings 1-5; 1=unrolled, 5=leaf is rolled like an onion

สรุป

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์อินเบรดที่มีผลผลิตสูงในสภาวะขาดน้ำในระยะออกไหมจะมีดัชนีความทนแล้ง และจำนวนฝักต่อต้นสูง ในทางตรงกันข้ามมีคะแนนการแก่ของใบน้อย คะแนนการม้วนใบน้อย และมีวันออกไหมและวันสลัดละอองเกสรใกล้เคียงกัน เมื่อใช้ดัชนีการคัดเลือกของสมิธที่ความเข้นข้น 10 เปอร์เซ็นต์สามารถคัดเลือกได้ 20 สายพันธุ์ มีผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมเฉลี่ยเท่ากับ 487 กิโลกรัม/ไร่ ดัชนีการทนแล้งเฉลี่ย 1.04 จำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ย 1 ฝักต่อต้น คะแนนการแก่ของใบเฉลี่ย 3 คะแนน คะแนนการม้วนใบเฉลี่ย 2 คะแนน และจำนวนวันออกไหมและวันสลัดละอองเฉลี่ย 0 วัน สอดคล้องกับเป้าหมายที่ต้องการคัดเลือก ดังนั้นการใช้ดัชนีการคัดเลือกของสมิธสมารถคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้งได้และสามารถคัดเลือกครั้งละหลาย ๆ ลักษณะได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร และโครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมและระบบการผลิต โครงการย่อยการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ผลผลิตสูงและทนแล้ง ตลอดจนเจ้าหน้าที่และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่สนับสนุนการทำงานวิจัยให้สำเร็จด้วยดีเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

Alvarado, G., A. Pacheco, S. Pérez-Elizalde, J. Burgueño and F. M. Rodríguez. 2018. RIndSel: selection indices with R. In Linear selection indices in modern plant breeding. Springer. Cham. pp. 243-256.

Department of Internal Trade. Maize coordinates 1005.90.90.002. Available from: URL:https://api.dtn.go.th, April 26, 2022.

Hazel, L.N. and J.L. Lush. 1942. The efficiency of three methods of selection. Heredity 33:393–399.

Hazel, L.N. 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. Genetics 28: 476–490.

Kempthorne, O. and A.W. Nordskog. 1959. Restricted selection indices. Biometrics 15: 10–19.

Office of Agricultural Economics. 2022. Agricultural economic data. Available from: URL:http://www.oae.go.th, February 2, 2022.

Smith, H.F. 1936. A discriminant function for plant selection. In Papers on quantitative genetics and related topics. Department of Genetics, North Carolina State College, Raleigh, NC, p 466–476.

Thaitad, S. P. Grudloyma, T. Budthong, S. Vongsupathai, and J. Chanthaworn. 2013. Performance of hybrids maize under drought and low nitrogen conditions. *In* Proc.36th National Corn and Sorghum Research Conference, Nong Khai, Thailand, 4 – 7 June 2013. 269 – 275.

Vongsupathai, S., S. Thaitad, T. Budthong and P. Grudloyma. 2011. Precision phenotyping for improving drought stress tolerance in maize, pp. 17-18. *In* 11th Asian Maize Conference, Nanning, Guangxi, China, 7 - 11 Nov 2011.

Vongsupathai, S., P. Grudloyma, S. Thaitad, T. Budthong, K. Tadso and A. Phuto. 2013. The study on physiological traits for screening drought tolerance in maize. *In* Proc.36th National Corn and Sorghum Research Conference, Nong Khai, Thailand, 4 – 7 June 2013. 269 - 275.