

Gemiddelde Prestasie en Genetiese Veranderlikheid van Enkelkruisingmielies

AA Tefera

Departement Gewasnavorsing, Holetta-Landbounavorsingsentrum, Ethiopiese Instituut vir Landbounavorsing, Ethiopië
Korresponderende outeur: AA Tefera **E-pos:** abentef2012@gmail.com

Mielies is een van die hoëprioriteitgewasse om die steeds groeiende bevolking in Afrika te voed, maar die produksie daarvan word beperk deur 'n tekort aan hoëopbrengsvariëteite tesame met biotiese en abiotiese stremming. Hierdie studie is begin om gemiddelde prestasie te evalueer, genetiese veranderlikheid te beraam, en oorerflikheid en genetiese vooruitgang vir enkelkruisingmielies te beraam. Vyftig inskrywings bestaande uit 48 F₁-enkelkruisings gemaak van 24 ingeteelde lyne en 2 toetsers wat lyn x toetsers-ontwerp gebruik asook 2 kommersiële kontrolebasters is in die studie gebruik. Die eksperiment is met behulp van alfa-roosterontwerp met twee herhalings by Ambo en Holeta-Landbounavorsingsentrum uitgevoer. Variansieanalise het die bestaan van beduidende genetiese veranderlikheid tussen genotipes vir alle bestudeerde eienskappe aan die lig gebring, behalwe vir plantaspek (PA). Ligging x inskrywingsinteraksie vir die meeste van die eienskappe was nie beduidend nie, wat daarop dui dat basterprestasie konsekwent was oor getoetste liggings heen. Kruisings L23 x T1 en L11 x T1 was die bes presterende genotipes vir graanopbrengs en sommige opbrengsverwante eienskappe. Volgens die ontleding van genetiese veranderlikheid het kophoogte matige GCV-waardes (Engelse afkorting vir *genotypic coefficient of variation*, oftewel genotipiese variasiekoëffisiënt) (10,71%) en PCV-waardes (Engelse afkorting vir *phenotypic coefficient of variation* oftewel fenotipiese variasiekoëffisiënt) (11,24%) getoon, terwyl graanopbrengs, koppe per plant en kopaspek medium PCV aan die lig gebring het. Matige tot medium waardes van PCV en GCV het op die bestaan van veranderlikheid vir sulke eienskappe gedui. Vir effektiewe seleksie moet die omvang van oorerflikheid en genetiese vooruitgang egter bekend wees. Gevolglik het planthoogte en kophoogte hoë oorerflikheid en genetiese vooruitgang geopenbaar en dus kan seleksie effektief wees vir hierdie eienskappe. Ten slotte, die genetiese veranderlikheid tussen kruisings kan gebruik word in die ontwikkeling van ingeteelde lyne deur middel van seleksie en die kruisings met beter prestasie kan as enkelkruisingvariëteit of ouers vir sintetiese variëteit gebruik word.

Sleutelwoorde: genetiese vooruitgang, genetiese veranderlikheid, mielies, enkelkruising, veranderlikheid

Mean performance and genetic variability of maize single crosses: Maize is one of the high priority crops to feed the ever increasing population in Africa, however, its production is limited by shortage of high-yielding varieties coupled with biotic and abiotic stresses. This study was initiated to evaluate mean performance, estimate genetic variability, estimate heritability and genetic advance for maize single crosses. Fifty entries, consisting of 48 F₁ single crosses made from 24 inbred lines and two testers using line x tester design and two commercial check hybrids were used in the study. The experiment was conducted using an alpha lattice design with two replications at Ambo and Holeta Agricultural Research Center. Analysis of variance revealed the existence of significant genetic variation among genotypes for all studied traits except for plant aspect (PA). Location x entry interaction for most of the traits was not significant which suggests hybrid performance was consistent across the tested locations. Crosses L23 x T1 and L11 x T1 were the best performing genotypes for grain yield and some yield related traits. From analysis of genetic variability, ear height showed moderate GCV (10.71%) and PCV (11.24%) values whereas grain yield, ear per plant and ear aspect revealed medium PCV. Moderate to medium values of PCV and GCV indicated the existence of variability for such characters. However, for effective selection, the extent of heritability and genetic advance should be known. Accordingly, plant height and ear height revealed high heritability and genetic advance and so, selection may be effective for these characters. In conclusion, the genetic variability among crosses could be used in developing inbred lines via selection and the crosses with better performance could be used as single cross variety or as parents for synthetic variety.

Keywords: genetic advance, genetic variability, maize, single cross, variability

Inleiding

Mielies (*Zea mays* L, $2n=2x=20$), 'n lid van die grasfamilie Gramineae (Poaceae), is een van die oudste verboude gewasse. Mielies word oorwegend deur wind gekruisbestuif, maar selfbestuiwing is ook moontlik (Sleper & Poehlman, 2006). Die gewas word oor 'n wye verskeidenheid omgewingstoestande heen verbou.

Mielies is die belangrikste gewas wêreldwyd en basiese, herhalende handelsprodukbestanddeel vir miljoene mense in Afrika suid van die Sahara (Nzuve, et al., 2013). Dit het ook die belangrikste stapelvoedsel in landelike Ethiopië geword (Tsedeke, et al., 2015). Die gewas het groot wêreldwye belang as menslike voedsel, industriële grondstof en veevoer. Ongeveer 88% van die mielies wat in Ethiopië geproduseer word, word as voedsel verbruik, beide as groen en droë graan (Tsedeke, 2015). Mielies is een van die strategiese gewasse vir die bereiking van voedselsekerheid. Prasanna et al. (2001) het opgemerk dat die gewas 'n belangrike bron van kalorieë, proteïen en sommige belangrike vitamienes en minerale is vir miljard mense wêreldwyd, veral in Afrika, Suid-Amerika en Asië.

Genetiese verbetering in eienskappe van ekonomiese belang tesame met die handhawing van 'n voldoende mate van veranderlikheid is altyd die gewenste doel in mielieteelprogramme (Hallauer, 1973). Dudley en Moll (1969) en Welsh (1990) het opgemerk dat inligting oor die aard en omvang van genetiese veranderlikheid van groot hulp is in die formulering van 'n gesonde gewasteelprogram. As die eienskapuitdrukking van twee individue gemeet kon word in 'n omgewing wat presies identies is vir beide, sou verskille in uitdrukking die gevolg wees van genetiese beheer en daarom word sulke veranderlikheid genetiese veranderlikheid genoem (Welsh, 1990). Verskeie genetiese veranderlikheidsstudies is uitgevoer op verskillende gewassespesies gebaseer op kwantitatiewe en kwalitatiewe eienskappe om te besluit oor genetiese vererfingspatrone vir hibridisering (Hailegiorgis, et al., 2011). Grzesiak (2001) het aansienlike genotipiese veranderlikheid tussen verskeie mieliegenotipes vir verskillende eienskappe waargeneem. Bernardo (1995) en Ihsan et al. (2005) het ook betekenisvolle genetiese verskille vir morfologiese parameter vir mieliegenotipes gerapporteer. Hierdie veranderlikheid is 'n sleutel tot oesverbetering (Welsh, 1981). Verbetering van gewasse vereis die skepping en bekendstelling van genetiese veranderlikheid, inteling tesame met seleksie, en omvattende evaluering van teelmateriaal by veelvuldige liggings om aangepaste en stabiele genotipes met gewenste agronomiese eienskappe te identifiseer. Oorerflikheid is 'n maatstaf van die ooreenstemming tussen teelwaarde en fenotipiese waardes (Falconer & Mackay, 1996). Allard (1960) het die term oorerflikheid gebruik om die genetiese gedeelte van die totale veranderlikheid te spesifiseer.

In Ethiopië het mielieverbetering 'n halfeeu gelede begin (Mosisa, et al., 2002). Verskeie belowende genotipes van Oos-Afrikaanse oorsprong is by verskillende plekke bekendgestel en geëvalueer. Om die genetiese diversiteit van plaaslike kiemplasma te verbeter, is dit belangrik om die omvang van reeds bestaande genetiese veranderlikhede in die materiaal te ken.

Laastens het die studie ten doel gehad om die gemiddelde prestasie te evalueer, genetiese veranderlikheid in mielies te beraam en die oorerflikheid en genetiese vooruitgang onder seleksie vir mielie-enkelkruisingbasters te beraam.

Materiale en metode

Die eksperiment is gedurende die hoofgewasseisoen van 2017 by Ambo- en Holeta-Landbounavorsingsentrum van die Ethiopiese Instituut vir Landbounavorsing (EIAR) uitgevoer. Die Holeta-Landbounavorsingsentrum (HARC) is geleë in die Wes-Showa-sonne van die Oromia-streek, 33 km wes van Addis Abeba op die 09°04'12"N-breedtegraad en 38°29'45"O-lengtegraad en op 'n hoogte van 2 400 m bo seevlak. Die sentrum het 'n gemiddelde reënval van 1 102 mm per jaar. Die maksimum en minimum temperatuur van hierdie terrein is onderskeidelik 6 °C en 22 °C. Die sentrum het nitosool- en vertisool-grondtipes met 'n pH van 6,0 (Tamene, et al., 2015). Die Ambo-Landbounavorsingsentrum (AARC) is geleë in die Wes-Showa-sonne van die Oromia-streek, 114 km wes van Addis Abeba op 8°57'N-breedtegraad en 37°51'O-lengtegraad met 'n hoogte van 2 225 m bo seevlak. Die terrein het 'n gemiddelde reënval van 1 115 mm per jaar. Die maksimum en minimum temperatuur van hierdie terrein is onderskeidelik 11,7 °C en 25,4 °C. Die grondtipe van Ambo is klei (swaar vertisole) met 'n pH van 7,8 (Demissew, 2014).

Eksperimentele materiaal

Die proef het bestaan uit 50 mielie-inskrywings wat 48 toetskruisings en twee basterkontroles (AMH853-Kolba en AMH851-Jibat) ingesluit het. Die toetskruisings (48) is gegenereer deur die kruising van 24 ingeteelde lyne (vroulike ouers) met twee toetsers (manlike ouers) in lyn x toetsers-paringsontwerp gedurende die 2015/2016 oesseisoen by Ambo Landbounavorsingsentrum. Die basterkontroles, AMH851 (Jibat) en AMH853 (Kolba), word vrygestel vir die subvotige hooglandlandbou-ekologiese toestande van Ethiopië. Hulle is drierigting-kruisbastervariëteite wat onderskeidelik in 2011 en 2015 deur die Ambo-Landbounavorsingsentrum se hooglandmielieteelprogram vrygestel is. Dit neem ongeveer 178 dae vir graan om wasdom by Ambo en in soortgelyke omgewings te bereik. Boonop lewer basterkontroles 'n hoër opbrengs, het hulle 'n toleransie/weerstand teen die belangrikste mieliesiektes in die land en is hulle goed aangepas by die hoogte bo seevlak van 1 800-2 600 m in die subvotige hooglandlandbou-ekologiese toestande van die land.

Eksperimentele ontwerp en prosedure

Die eksperimentele materiaal saam met twee basterkontroles is gedurende die 2016/2017 hoofgewasseisoen gekweek deur alfa-roosterontwerp (Patterson & Williams, 1976) met twee herhalings, 10 onvolledige blokke en 5 persele per onvolledige blok op beide liggings. Elke inskrywing is geplant in 'n enkelryperseel van 5,25 m lank met 'n spasiëring van 75 cm tussen rye en 25 cm tussen plante. Saad is geplant met twee sade per heuwel en later uitgedun tot een plant op vierblaarstadium. Alle landboupraktyke is volgens die aanbevelings van die liggings uitgevoer.

Tabel I: Lys en stamboom van ouers en basterkontroles wat vir die studie gebruik is

SN	Lyn kode	Stamboom	Oorsprong
1	L1	(CML442*/OFP4)-B-4-2-2-BBB-#	AMB16N42-29/AMB16N42-144
2	L2	(CML495*/OFP14)-7-1-5-1-1-BB-#	AMB16N42-107/AMB16N42-144
3	L3	(CML442*/OFP4)-B-17-1-1-BBB-#	AMB16N42-32/AMB16N42-144
4	L4	(CML495*/OFP6)-B-27-1-1-B-#	AMB16N42-142/AMB16N42-144
5	L5	(CML539*/OFP14)-2-1-1-2-2-BB-#	AMB16N42-16/AMB16N42-144
6	L6	(CML442*/OFP4)-B-17-5-1-BBB-#	AMB16N42-36/AMB16N42-144
7	L7	(CML395*/OFP105)-1-1-1-1-1-BB-#	AMB16N42-38/AMB16N42-144
8	L8	(CML395*/OFP105)-1-2-3-1-1-BB-#	AMB16N42-39/AMB16N42-144
9	L9	CML539*/OFP1)-B-11-2-2-BBB-#	AMB16N42-20/AMB16N42-144
10	L10	(CML444*/OFP23)-6-3-1-1-1-BB-#	AMB16N42-44/AMB16N42-144
11	L11	(LPSC7-F96-1-2-1-1-BBB*/OFP9)-3-2-1-1-1-BB-#	AMB16N42-2/AMB16N42-144
12	L12	(CML444*/OFP14)-3-2-4-1-2-BB-#	AMB16N42-47/AMB16N42-144
13	L13	(CML444*/OFP4)-B-4-1-1-BBB-#	AMB16N42-50/AMB16N42-144
14	L14	(CML444*/OFP4)-B-6-1-1-BBB-#	AMB16N42-51/AMB16N42-144
15	L15	(CML537*/OFP106)-6-1-3-1-2-BB-#	AMB16N42-53/AMB16N42-144
16	L16	(CML537*/OFP106)-7-1-2-1-2-BB-#	AMB16N42-56/AMB16N42-144
17	L17	(CML491*/OFP4)-B-10-1-2-BBB-#	AMB16N42-88/AMB16N42-144
18	L18	CML546-#	AMB16N42-61/AMB16N42-144
19	L19	(([SYN-USAB2/SYN-ELIB2]-12-1-1-1-B*4-BBB*/OFP105)-4-2-1-1-2-BB-#	AMB16N42-62/AMB16N42-144
20	L20	([CML312/[TUXPSEQ]C1F2/P49-SR]F2-45-3-2-1-BB//INTA-F2-192-2-1-1-1-BBBB]-1-5-1-1-1-1-BBB-BBB*/OFP106)-1-2-2-2-1-BB-#	AMB16N42-75/AMB16N42-144
21	L21	([CML444/CML395//DTPWC8F31-1-1-2-2-BB]-4-2-2-1-2-BB-BBB*/OFP105)-1-4-3-3-2-BB-#	AMB16N42-65/AMB16N42-144
22	L22	([CML444/CML395//DTPWC8F31-1-1-2-2-BB]-4-2-2-1-2-BB-BBB*/OFP105)-2-1-1-2-1-BB-#	AMB16N42-66/AMB16N42-144
23	L23	(LPSC7-F71-1-2-1-2-BBB*/OFP2)-B-1-3-2-BBB-#	AMB16N42-8/AMB16N42-144
24	L24	[CML444/CML395//DTPWC8F31-1-1-2-2-BB]-4-2-2-2-1-B*7-B-#	AMB16N42-69/AMB16N42-144
Toetsers			
25	T1	FS59	Heterotiese groep
26	T2	FS67	Heterotiese groep
Tjeks			
27		JIBAT	3-rigting basters
28		KOLBA	3-rigting basters

Bron: Ambo-Gewasbeskermingsnavorsingsentrum, hoogland-mielieteelprogram (2017)

Data ingesamel en ontleed

Die volgende data is versamel (die afkortings wat gebruik word, is die algemeen gebruikte Engelse afkortings): Dae tot 50%-antese (AD), dae tot 50% baardvorming (SD), antesebaardvorming-interval (ASI), kopaspek (EA), plantaspek (PA), graanopbrengs (GY), getal koppe per plant (EPP) en gewig per 1 000 pitte (TKW) op plotbasis. Op plantbasis is data ingesamel oor planthoogte (PH), kophoogte (EH), koplengte (EL), kopdeursnee (ED), getal pitrye per kop (KRPE) en getal pitte per ry (KPR). Plantaspek en kopaspek is gemeet op skale van 1 tot 5 gemeet.

Die data wat ingesamel is, is met die PROC GLM-prosedure ontleed, deur gebruik te maak van die SAS- statistiese pakket (SAS-Instituut, 2014). Ligging, replikasie en blokke is as ewekansig beskou en inskrywing/genotipe as vaste faktore, met verklarings van die RONDOM- en TOETS-opsie. Die betekenis van gemiddelde vierkante vir inskrywings en ligging is in gekombineerde analise teen die gemiddelde vierkante getoets vir hul ooreenstemmende interaksie met ligging as foutterm, terwyl hul interaksie met

ligging getoets is teen hul ooreenstemmende saamgevoegde fout.

Variansiekomponente is bereken om genetiese veranderlikheid tussen enkelkruisings van mielies te identifiseer. Variansies ten opsigte van fout (σ^2_e), genotipe (σ^2_g) en fenotipe (σ^2_p) is bereken uit verwagte gemiddelde kwadrate van variansieanalise deur die formules aan te neem wat deur Hallauer en Miranda (1988) voorgestel is. Toe is fenotipiese (PCV %) en genotipiese variasiekoëffisiënt (GCV %) beraam. GCV- en PCV-waardes is gekategoriseer as lae (0-10%), matige (10-20%) en hoë (20% en hoër) waardes, soos voorgestel deur (Deshmukh, Basu & Reddy, 1986).

Oorerflikheid in die breë sin oor liggings heen is vir alle eienskappe bereken op grond van die formules van Falconer en Mackay (1996). Verwagte genetiese vooruitgang onder seleksie vir elke eienskap by seleksie-intensiteit van 5% is bereken deur gebruik te maak van die prosedure wat deur Allard (1960) gevolg is. $GA = K \cdot h^2 \cdot \sigma_p$, waar: GA= Verwagte genetiese vooruitgang, k =

die gestandaardiseerde seleksiedifferensiaal by 5%-seleksie-intensiteit ($K = 2,063$), σ_p = Fenotipiese standaardafwyking en h^2b = Oorerflikheid in die breë sin.

Resultate en bespreking

Die ontleding van variansies vir opbrengs en opbrengsverwante eienskappe vir gekombineerde ligging word in Tabel II weergegee. Beduidende verskille is tussen die twee liggings vir al die bestudeerde eienskappe opgespoor behalwe vir koplengte, wat aandui dat die twee liggings verskil het in die omgewings-toestande wat veranderlikheid veroorsaak het. Die inskrywingsverskille was betekenisvol ($p < 0,01$ of $p < 0,05$) vir alle eienskappe behalwe plantaspek (Tabel II). Inskrywings het in prestasie van een plek na 'n ander verskil wat betref veranderlikes soos graanopbrengs, plant- en kophoogte, kopdeursnee en gewig per 1000 pitte, aangesien inskrywing x ligging-interaksie betekenisvol was. Gudeta et al. (2015) het ook beduidende inskrywing x ligging-interaksie vir graanopbrengs, gewig per 1000 pitte en kophoogte vir verskillende mieliegenotipes gevind. Beyene et al. (2011) en Murtadha et al. (2016) het ook beduidende inskrywing x ligginginteraksie-effek vir sommige opbrengs en die komponente daarvan by mielies gerapporteer en het op die teenwoordigheid van wye veranderlikheid met betrekking tot getoetste inskrywing en liggings gewys. Die resultaat het getoon dat die ligging 'n beduidende rol in die veranderlikheid van hierdie eienskappe gespeel het. Indien betekenisvolle genotipe x ligging-interaksie op gemiddelde vierkante bestaan het, toon verskillende gene wat by die beheer van die eienskappe betrokke is die teenstrydigheid van die gene oor liggings heen (Dagne, 2008). Die inskrywing x ligging- interaksie dui daarop dat verdere evaluering van die genotipes by meer liggings gedoen moet word om die omgewingseffek van berekening-genetiese variasie te minimaliseer.

Gemiddelde prestasie

Die gemiddelde prestasie van 50 inskrywings, wat 48 kruisings en 2 standaardkontroles ingesluit het, is oor liggings heen geëvalueer vir graanopbrengs en opbrengsverwante eienskappe, wat in Tabel III aangebied word. Oor die liggings heen was algehele gemiddelde graanopbrengs $7,54 \text{ t ha}^{-1}$, wat wissel van $4,64 \text{ (L13 x T1)}$ tot $10,17 \text{ t ha}^{-1} \text{ (L23 x T1)}$. Uit 48 kruisings het twee kruisings, naamlik $L23 \times T1$ ($10,17 \text{ t ha}^{-1}$) en $L11 \times T1$ ($9,50 \text{ t ha}^{-1}$), beduidend beter as die basterkontroles AMH853 (Kolba, $7,78 \text{ t ha}^{-1}$) en AMH851 (Jibat), $7,68 \text{ t ha}^{-1}$) presteer. By die meeste van die kruisings met die hoogste graanopbrengs was FS59 een van die ouers, wat dus daarop dui dat FS59 en ingeteelde lyne vir hierdie eienskap van verskillende heterotiese groepe afkomstig kan wees.

Oor liggings heen het gemiddelde waardes van dae tot 50%-antese, dae tot 50% baardvorming- en antese-tot-baardvorming-interval gewissel van 100 (Jibat) tot $108,75$ dae ($L13 \times T1$); $101,75$ (Jibat) tot $110,75$ dae ($L17 \times T1$); en $-1,50$ dae ($L12 \times T2$) tot $2,25$ dae ($L18 \times T1$) met 'n algehele gemiddelde van onderskeidelik $104,53$, $105,29$ en $0,63$ dae (Tabel III). Alle kruisings was egter nie beduidend vroeër vergeleke met die basterkontroles nie, wat in ooreenstemming is met die bevindinge van Elmyhum (2013) en Demissew (2014). Kruisings $L9 \times T2$, $L11 \times T2$, $L12 \times T2$, $L18 \times T2$ en $L21 \times T2$ het 'n korter ASI as basterkontroles gehad. Weens ryprobleme en klimaatsverandering moet die teler klem lê op die ontwikkeling van vroeë blom-mielievariëteite met hoë opbrengs.

Algehele gemiddeldes vir plant- en kophoogte was onderskeidelik $251,25$ en $136,66 \text{ cm}$, wat gewissel het van $207,5$ ($L18 \times T2$) tot $292,5 \text{ cm}$ ($L5 \times T1$) en $109,75$ ($L24 \times T2$) tot $183,75 \text{ cm}$ ($L12 \times T1$).

Tabel II: Variansieanalise vir opbrengs en opbrengsverwante eienskappe van 48 toetskruisings en twee basterkontroles wat in 2017 by Holeta en Ambo geëvalueer is

Eienskap	L, df=1	Re(L)df=2	B(L*R) df=36	Ent df=49	Ent*L df=49	Fout df=62	Gemiddeld ± SE(m)	CV%	R ²
GY	8,38*	0,03	1,29	4,41*	2,63**	1,1	7,53±0,52	13,9	0,86
AD	14162,4**	24,23**	2,96	13,33**	2,77	3,18	104,52±0,89	1,71	0,99
SD	18489,6**	19,34**	2,60	15,66**	2,51	3,31	105,15±0,91	1,73	0,99
ASI	0,63**	0,001	0,005	0,007*	0,005	0,004	1,2±0,03	5,52	0,86
PH	574,6**	779,0**	161,6	1631,89**	237,4*	139,1	251,07±5,9	4,70	0,93
EH	5724,5**	398,33**	45,04	943,11**	85,85*	54,64	136,66±3,7	5,41	0,95
EPO	0,07**	0,0002	0,001	0,004**	0,0007	0,002	0,54±0,02	7,33	0,79
EPP	1,49**	0,007	0,03	0,13**	0,05	0,03	1,70±0,09	10,18	0,86
EA	0,78*	0,91**	0,13	0,43**	0,19	0,13	3,12±0,18	11,56	0,84
PA	2,88**	0,75*	0,15	0,20	0,14	0,20	3,30±0,22	13,69	0,70
EL	1,69	8,82**	0,98	3,61**	1,21	0,81	15,47±0,45	5,82	0,88
ED	1,62**	0,004	0,03	0,10**	0,03**	0,03	4,32±0,09	3,84	0,86
KRPE	10,76**	0,58	0,63*	1,21**	0,47	0,37	12,86±0,3	4,74	0,86
KPR	19,22*	25,22**	7,43*	8,51**	6,50	4,22	32,3±1,03	6,37	0,83
TKW	193827,8**	27,26	743,1	3102,2**	1603,9*	947,3	305,0±15,39	10,09	0,90

Graanopbrengs (GY), Dae tot 50%-antese (AD), dae tot 50%-baardvorming (SD), antese-tot-baardvorming-interval (ASI), planthoogte (PH), kophoogte (EH), getal koppe per plant (EPP), kopaspek (EA), plantaspek (PA), koplengte (EL), kopdeursnee (ED), getal pitrye per kop (KRPE) en getal pitte per ry (KPR), en gewig per 1000 pitte (TKW)

Tabel III: Gemiddelde prestasies van 48 toetskruisings en twee basterkontroles van mielies vir opbrengs en opbrengsverwante eienskappe vir gekombineerde data, 2017

SN	INSKRYWING	GY t/ha	AD dae	SD dae	ASI dae	PH cm	EH cm	EPO verhouding	EPP geen	EA 1-5 skaal
1	L1xT1	8,16	102,75	103,75	1,00	278,25	159,75	0,57	1,96	2,88
2	L1xT2	7,77	102,50	102,25	-0,25	243,50	128,75	0,53	1,95	2,88
3	L2xT1	8,59	105,00	105,25	0,25	254,75	133,50	0,53	1,83	3,63
4	L2xT2	5,85	102,25	103,25	1,00	214,75	116,00	0,54	1,82	3,75
5	L3xT1	5,48	107,25	109,25	2,00	260,25	143,75	0,55	1,69	3,13
6	L3xT2	6,90	107,00	108,00	1,25	231,00	122,00	0,53	1,64	3,25
7	L4xT1	7,64	102,50	104,25	1,75	274,75	151,25	0,55	1,70	2,75
8	L4xT2	7,20	102,00	103,00	1,00	248,25	126,00	0,51	1,42	2,75
9	L5xT1	8,96	103,00	103,50	0,50	292,50	162,00	0,55	1,77	2,38
10	L5xT2	7,49	101,75	102,25	0,50	262,50	134,75	0,51	1,84	3,25
11	L6xT1	7,79	104,25	103,75	-0,50	264,25	147,00	0,56	1,79	2,63
12	L6xT2	6,02	103,75	103,75	0,00	232,75	129,50	0,56	1,73	2,50
13	L7xT1	6,38	106,75	108,75	2,00	265,25	152,50	0,58	1,59	3,75
14	L7xT2	6,94	108,00	108,00	-0,25	223,50	130,00	0,58	1,79	3,63
15	L8xT1	9,00	104,75	106,75	2,00	266,00	144,00	0,54	1,84	2,88
16	L8xT2	6,08	104,25	105,00	0,75	214,00	111,50	0,52	1,25	3,38
17	L9xT1	8,47	101,75	103,00	1,25	260,00	131,50	0,51	1,96	3,63
18	L9xT2	7,45	103,00	101,75	-1,25	243,25	123,50	0,51	1,82	3,25
19	L10xT1	7,79	107,25	108,50	1,25	289,25	166,25	0,57	1,66	2,75
20	L10xT2	8,55	105,25	105,25	0,00	241,25	124,25	0,52	1,66	2,63
21	L11xT1	9,50	106,50	107,75	1,25	277,00	161,25	0,58	1,81	4,00
22	L11xT2	8,56	106,00	105,25	-0,75	232,50	129,75	0,56	1,72	3,50
23	L12xT1	8,53	107,50	107,50	0,00	280,75	183,75	0,66	1,81	3,75
24	L12xT2	7,21	105,75	104,25	-1,50	239,00	131,50	0,55	1,69	2,88
25	L13xT1	4,64	108,75	110,00	1,25	243,50	130,75	0,54	1,51	3,13
26	L13xT2	7,24	104,50	104,75	0,25	229,25	115,50	0,50	1,54	3,25
27	L14xT1	8,78	107,00	108,25	1,25	286,25	159,25	0,56	1,84	2,88
28	L14xT2	6,96	107,00	107,75	0,75	241,25	125,75	0,52	1,63	3,13
29	L15xT1	9,05	106,00	107,00	1,00	275,00	157,25	0,57	1,70	2,75
30	L15xT2	8,48	104,00	105,25	1,25	236,25	125,50	0,53	1,77	2,88
31	L16xT1	8,86	102,25	103,00	0,75	290,00	170,75	0,59	1,75	3,25
32	L16xT2	6,22	105,75	105,75	0,00	222,50	125,00	0,56	1,78	3,50
33	L17xT1	7,06	103,50	104,50	1,00	281,25	156,00	0,55	1,66	3,13
34	L17xT2	7,83	103,50	110,75	-0,25	234,75	129,25	0,55	1,87	3,25
35	L18xT1	7,59	102,50	104,75	2,25	262,00	143,50	0,55	1,40	2,75
36	L18xT2	5,86	103,75	102,50	-1,25	207,50	112,25	0,54	1,31	2,75
37	L19xT1	6,72	103,75	104,75	0,75	266,75	142,00	0,53	1,65	3,13
38	L19xT2	6,09	105,00	105,50	0,50	217,25	125,25	0,58	1,52	3,13
39	L20xT1	8,39	103,50	104,75	1,25	272,50	150,50	0,55	1,66	2,88
40	L20xT2	7,15	104,75	105,00	0,75	220,50	120,00	0,55	1,39	3,50
41	L21xT1	6,12	106,75	107,75	1,00	261,75	147,00	0,56	1,44	3,25
42	L21xT2	6,59	103,00	102,00	-1,00	251,25	136,50	0,54	1,59	3,13
43	L22xT1	7,51	107,50	108,50	1,00	262,00	132,00	0,50	1,92	3,13
44	L22xT2	7,23	105,00	105,50	0,50	218,75	116,00	0,53	1,66	3,38
45	L23xT1	10,17	103,50	104,00	0,50	260,00	138,25	0,53	2,20	3,13
46	L23xT2	8,20	103,75	104,25	0,50	231,50	109,75	0,48	2,11	3,13
47	L24xT1	7,56	103,50	105,00	1,50	260,25	131,50	0,51	1,81	3,13
48	L24xT2	8,56	104,75	104,25	-0,25	238,75	109,75	0,46	1,92	2,88
49	Kolba	7,78	101,75	103,00	1,25	259,25	144,75	0,56	1,54	2,88
50	Jibat	7,68	100,00	101,75	1,75	258,50	135,00	0,52	1,48	2,88
	Beteken	7,54	104,53	105,29	0,63	251,56	136,66	0,54	1,71	3,12
	Kruis beteken	7,53	104,68	105,41	1,50	251,25	136,53	0,54	1,72	3,13
	Maksimum	10,18	108,75	110,75	2,25	292,50	183,75	0,66	2,20	4,00
	Minimum	4,64	100,00	101,75	-1,50	207,50	109,75	0,46	1,25	2,38
	LSD (5%)	1,48	2,52	2,57	1,82	16,67	10,45	0,06	0,25	0,51

Tabel III: Gemiddelde prestasies van 48 toetskruisings en twee basterkontroles van mielies vir opbrengs en opbrengsverwante eienskappe vir gekombineerde data, 2017 (vervolg)

S/N	INSKRYWING	EPP geen	EA 1-5 skaal	EL cm	ED cm	KRPE geen	KPR geen	TKW g
1	L1xT1	1,96	2,88	13.50	4,25	12.50	28.40	283,48
2	L1xT2	1,95	2,88	14.25	4.12	12.67	29,75	298,90
3	L2xT1	1,83	3,63	15.25	4.31	12.67	33.00	244,20
4	L2xT2	1,82	3,75	14.46	4.17	12.83	31,85	315,28
5	L3xT1	1,69	3.13	15.29	4.12	13.17	31.33	287,83
6	L3xT2	1,64	3,25	14.58	4.31	13.34	29.08	311,68
7	L4xT1	1,70	2,75	16.21	4,64	13.83	34.35	305,70
8	L4xT2	1,42	2,75	16.38	4.31	12.67	34.08	311,63
9	L5xT1	1,77	2,38	15,79	4,34	12.34	32,93	312,13
10	L5xT2	1,84	3,25	15.75	4,35	12.17	31,93	299,40
11	L6xT1	1,79	2,63	15.17	4,43	13.17	32.00	283,05
12	L6xT2	1,73	2,50	14,92	4,39	13.33	31,83	306,70
13	L7xT1	1,59	3,75	16.75	4.20	13.33	32.25	248,35
14	L7xT2	1,79	3,63	16.25	3,96	12.50	33,75	267,60
15	L8xT1	1,84	2,88	16.50	4,33	13.83	33,70	294,20
16	L8xT2	1,25	3,38	16.38	4,34	12.83	32,65	349,50
17	L9xT1	1,96	3,63	15.13	4.30	13.17	31,83	251,70
18	L9xT2	1,82	3,25	12.50	4,39	13.00	27.58	302,00
19	L10xT1	1,66	2,75	15.42	4,67	13.50	33.08	313,70
20	L10xT2	1,66	2,63	17.29	4,50	13.17	33,58	308,05
21	L11xT1	1,81	4.00	13.33	4,58	14.00	29.48	317,73
22	L11xT2	1,72	3,50	14,88	4,45	12.67	33,68	352,73
23	L12xT1	1,81	3,75	16.00	4,56	13.50	33.18	328,80
24	L12xT2	1,69	2,88	16.38	4.30	12.17	34,25	336,90
25	L13xT1	1,51	3.13	13.38	4,50	13.17	32.08	254,83
26	L13xT2	1,54	3,25	14.09	4,34	12.33	31.08	310,40
27	L14xT1	1,84	2,88	17.50	4,46	13.50	34,65	266,50
28	L14xT2	1,63	3.13	15.29	4,41	13.17	30,75	315,90
29	L15xT1	1,70	2,75	16,79	4,36	13.67	34,75	263,38
30	L15xT2	1,77	2,88	18.25	4,38	12,84	33,90	301,33
31	L16xT1	1,75	3,25	15.37	4.31	12.67	32.25	297,30
32	L16xT2	1,78	3,50	14.71	4.13	11,84	30,85	279,38
33	L17xT1	1,66	3.13	16.13	4.15	12.50	32.23	293,98
34	L17xT2	1,87	3,25	14.54	4.16	12.00	30.08	338,38
35	L18xT1	1,40	2,75	15,84	4,52	13.00	34.10	290,05
36	L18xT2	1.31	2,75	15.42	4,32	12.67	31.23	310,70
37	L19xT1	1,65	3.13	14.71	4.22	13.17	33,75	241,13
38	L19xT2	1,52	3.13	14.46	4.01	12.67	29,90	296,50
39	L20xT1	1,66	2,88	15.71	4,49	13,84	34,23	302,88
40	L20xT2	1,39	3,50	16.04	4,53	13.50	32,43	333,73
41	L21xT1	1,44	3,25	14,96	4,57	13.00	29,65	375,28
42	L21xT2	1,59	3.13	16.04	4.31	11.50	32,65	387,08
43	L22xT1	1,92	3.13	15.63	4.13	13.00	30,93	321,43
44	L22xT2	1,66	3,38	15.63	4.08	11.67	32.15	331,65
45	L23xT1	2.20	3.13	15.42	4.19	12.50	32.10	301,90
46	L23xT2	2.11	3.13	15.08	4.16	13.00	34.10	311,85
47	L24xT1	1,81	3.13	16.67	4.04	12.17	33.18	292,08
48	L24xT2	1,92	2,88	15,88	4,25	13.00	34.08	334,15
49	Kolba	1,54	2,88	16.33	4,58	12.34	33.25	364,03
50	Jibat	1,48	2,88	15.08	4.27	12.50	32,93	303,25
	Beteken	1,71	3.12	15.47	4,32	12.87	32.26	305,01
	Kruis beteken	1,72	3.13	15.46	4,43	12.89	33.09	303,81
	Maksimum	2.20	4.00	18.25	4,67	14.00	34,75	387,08
	Minimum	1,25	2,38	12.50	3,96	11.50	27.58	241,13
	LSD (5%) (5%)	0,25	0,51	1.27	0,23	0,86	2,90	43,50

GY = graanopbrengs, AD = antesedae, AD = baardvormingsdae ASI = antese-tot-baardvorming-interval, planthoogte, kophoogte, EPO = kopposisie, EPP = koppe per plant, EA = kopaspek, PA = plantaspek, EL = koplengte, ED = kop[deursnee, KRPE = pitrye per kop, KPR = pit per ry, TKW = gewig per 1 000 pitte.

Twintig en agt kruisings het onderskeidelik aansienlik korter of langer planthoogtes getoon vergeleke met Kolba (259,25 cm) en Jibat (258,50 cm). Ses-en-twintig en elf kruisings onderskeidelik het aansienlik laer kopplasing gehad vergeleke met Kolba (144,75cm) en Jibat (135cm). Die meeste van die lyne wat met FS67 gekruis is, het korter plant- en kophoogte gehad, wat daarop dui dat FS67 die neiging gehad het om plantstatuur te verminder. Verder was hoëopbrengskruisings hoër wat betref plant- en kophoogte. Al-Tabbal et al. (2012) het voorgestel dat lang genotipes uitgeblyk het in kapasiteit om pitgroeie te ondersteun deur stamreserwemobilisering. In teenstelling daarmee het Abadassi (2015) gerapporteer dat verminderde plant- en kophoogte belangrik kan wees om die probleem van stambreek te verminder, fisiologiese doeltreffendheid te verhoog en oes-aktiwiteit te vergemaklik. Gevolglik kan die variëteit met medium planthoogte en kopplasing bekostigbaar wees.

Die algehele gemiddelde waardes van getal koppe per plant, koplengte en kopdeursnee was onderskeidelik 1,7, 15,47 cm en 4,32 cm, wat onderskeidelik gewissel het van 1,25 cm (L8 x T2) tot 2,20 cm (L23 x T1), 12,50 (L9 x T2) tot 18,25 cm (L15 x T2) en 4,67 (L10 x T1) tot 3,96 (L7 x T2). Sewentien kruisings en een kruising (L15 x T1) het onderskeidelik beduidend hoër koppe per plant en langer koplengte vergeleke met Kolba (AMH854) getoon. Die kruisings wat hoër graanopbrengs gelewer het, was ook produktief, wat daarop dui dat 'n toename in die getal koppe per plant graanopbrengs kan verbeter. Agt kruisings het aansienlik groter kopdeursnee vergeleke met Jibat (4,24) getoon, maar nie een van die kruisings het beter kopdeursnee as Kolba (4,58) gehad nie. Die gemiddelde getal pitrye per kop het gewissel van 11,5 (L21 x T2) tot 14 (L11 x T1), met 'n algehele gemiddelde waarde van 12,87. Nege kruisings, naamlik L11 x T1, L20 x T1, L18 x T1, L4 x T1, L15 x T1, L10 x T1, L14 x T1, L20 x T2 en L12 x T1, het 'n aansienlik groter getal pitrye per kop as die basterkontroles gehad (Tabel III). Getal pitte per ry en gewig per 1 000 pitte het gewissel van 27,58 (L9 x T2) tot 34,75 (L15 x T1) en 241,13 (L19 x T1) tot 387,08 g (Kolba), met algehele gemiddelde waardes van onderskeidelik 32,26 en 305,01 g.

Kruisings soos L11 x T1 en L23 x T1 het beter prestasie getoon vergeleke met basterkontroles ten opsigte van meer as een eienskap. Hoër prestasie van sekere kruisings as 'n basterkontrole met betrekking tot 'n aantal eienskappe is waarskynlik veroorsaak deur die gebruik van ingeteelde lyne van geneties diverse materiaal. Kruisings wat hoër graanopbrengs aan die lig gebring het, kan gebruik word vir 'n teelprogram oor liggings heen om graanopbrengs en ander eienskappe van belang te verbeter. Gevolglik, sou basters met 'n kort antese-tot-baardvorming-interval, medium plant- en kophoogte, wat meer produktief is en hoër getal pitrye per kop en koplengte het, gebruik kon word as bronne van gunstige gene vir verbetering van hierdie eienskappe. Verskeie skrywers (Dagne, et al., 2010; Zerihun, 2011; Girma, et al., 2015; Amare, et al., 2016) het ook gerapporteer dat kruisings beter prestasie getoon het as die beste basterkontrole in hul bestudeerde materiaal.

Beramings van genetiese komponente

Die beraming van fenotipiese en genotipiese variasie, genotipiese (GCV) en fenotipiese variasiekoëffisiënt (PCV), oorerf-

likheid, genetiese wins en genetiese vooruitgang (GA) in gemiddelde persentasie vir verskillende eienskappe word in Tabel IV weergegee. Genetiese variasie het van 0 vir kopposisie tot 374,58 vir gewig per 1000 pitte gewissel, en vir dieselfde eienskappe het fenotipiese variasie van 0 tot 775,55 gewissel. Die GCV-waardes het van 1,55% vir antesedae tot 10,71% vir kophoogte gewissel, terwyl PCV-waardes van 1,75% vir antesedae tot 13,94% vir graanopbrengs gewissel het. Volgens Deshmukh et al. (1986) word PCV- en GCV-waardes groter as 20% as hoog beskou, en waardes tussen 10% en 20% as medium, terwyl waardes minder as 10% as laag beskou word. Gevolglik het kophoogte matige GCV- (10,71%) en PCV-waardes (11,24%) getoon, terwyl graanopbrengs, koppe per plant en aspek 'n medium PCV getoon het. Die medium waardes van PCV en GCV het op die bestaan van veranderlikheid vir sulke eienskappe gedui, en seleksie op grond van hierdie eienskappe kan effektief wees. Antesedae, baardvormingsdae, antese-tot-baardvorming-interval, planthoogte, kopposisie, plantaspek, koplengte, kopdeursnee, getal pitrye per kop, getal pitte per kop en gewig per duisend pitte het egter 'n lae genotipiese en fenotipiese variasiekoëffisiënt getoon. Net so het Nigus (2018) ook lae waardes vir beide variasiekoëffisiënte gerapporteer vir dae tot 50%-antese, dae tot 50%-baardvorming, planthoogte, kopdeursnee, koplengte, getal pitrye per kop en getal pitte per ry.

In hierdie studie was PCV-waardes relatief groter as GCV-waardes vir alle eienskappe. Net so het Yusuf (2010) ook hoër fenotipe-variasiekoëffisiënte as die genotipe-variasiekoëffisiënte vir alle bestudeerde eienskappe gerapporteer. Maar GCV- en PCV-waardes het effens verskil vir die kenmerke soos antesedae, baardvormingsdae, planthoogte, kophoogte, kopposisie, koplengte, kopdeursnee en getal pitrye/kop, wat 'n op hoë bydrae van genotipe-effek vir fenotipiese uitdrukking van hierdie eienskappe dui. Hierdie bevinding het Tadesse et al. (2018) se bevindinge vir dae tot 50%-baardvorming, dae tot 50%-antese, planthoogte en pitrye per kop bevestig. In ander eienskappe is daar groter gapings tussen beramings van PCV en GCV, wat die duidelike bydrae van omgewingsfaktore tot genetiese uitdrukking getoon het. Net so het Mallikarjuna et al. (2011) hoër beramings van PCV as beramings van GCV vir alle bestudeerde kenmerke en die rol van die omgewing in uitdrukking van eienskappe gerapporteer. Genotipiese variasiekoëffisiënt verskaf inligting oor die genetiese veranderlikheid wat in kwantitatiewe eienskappe in die basispopulasie teenwoordig is, maar dit is nie moontlik om die hoeveelheid van die veranderlikheid wat slegs oorerflik was uit die genotipiese variasiekoëffisiënt te bepaal nie. Burton en Devane (1953) het opgemerk dat GCV tesame met oorerflikheidsberamings die beste beeld sal gee van die hoeveelheid vooruitgang wat as gevolg van seleksie vermag kan word.

Oorerflikheidsberamings is nuttig in die voorspelling van die verwagte vordering wat deur seleksieproses behaal sal word. Beraming van oorerflikheid in die breë sin het gewissel van 23,62% vir getal pitte per ry tot 90,90% vir kophoogte (Tabel IV). Oorerflikheidswaardes groter as 80% is baie hoog, waardes van 60–79% is matig hoog, waardes van 40–59% is medium en waardes minder as 40% is laag (Singh, 2001). Gevolglik was die beramings van oorerflikheid vir antese-tot-baardvorming-

interval, plantaspek en getal pitte per ry laag, en was dit baie hoog vir baardvormingsdae, kophoogte, planthoogte en kopposisie. Die oorerflikheidswaardes vir winsopbrengs, aspek en gewig per 1000 pitte was medium, terwyl antesedae, koppe per plant, koplengte, kopdeursnee en getal pitrye/kop matig hoë oorerflikheid getoon het. Die eienskappe wat hoë oorerflikheid getoon het, dui op 'n klein bydrae van die omgewingsfaktore tot die fenotipe, en seleksie vir sulke kenmerke kan redelik maklik wees as gevolg van hoë additiewe effek. Hoë beramings van oorerflikheid in die breë sin is ook gerapporteer deur Bello et al. (2012) vir dae tot baardvorming, planthoogte en kophoogte, en Mahmood et al. (2010) vir dae tot baardvorming en planthoogte, en hulle het die moontlikheid van effektiewe seleksie vir genetiese verbetering van hierdie eienskappe voorgestel.

Die hoeveelheid genetiese verbetering wat sou voortspruit uit seleksie van individuele genotipes word moontlik nie deur oorerflikheid alleen aangedui nie. Kennis oor oorerflikheid tesame met genetiese vooruitgang sal dus nuttiger wees. Genetiese vooruitgang (GA) onder seleksie het verwys na die verbetering van eienskappe in genotipiese waarde vir die nuwe populasie vergeleke met die basispopulasie in een siklus van seleksie by gegewe seleksie-intensiteit (Singh, 2001). Genetiese vooruitgang (GA) is belangrik om die verwagte genetiese wins uit een siklus van seleksie te voorspel. Beraming van GA-waardes vir alle eienskappe wat bestudeer is, word in Tabel II aangegee. Die beraming van genetiese vooruitgang vir planthoogte (35,61 cm), kophoogte (28,79 cm) en gewig per 1000 pitte (27,75 g) dui op 'n breër genetiese basis vir hierdie eienskappe. Wanneer ons byvoorbeeld die beste 5% swaarpitgewig-genotipes as ouers selekteer, sal die nageslag met 27,75 TKW verbeter kan word. Die eienskappe met 'n hoë genetiese toename dui op 'n beter moontlikheid vir hul seleksie vir genetiese verbetering, terwyl eienskappe met 'n lae genetiese aanwinst daarop dui dat daar geen beduidende genetiese veranderlikheid in hierdie eienskappe is nie en dat hulle dalk nie bruikbaar sal wees in toekomstige teelprogramme nie. Hoë oorerflikheidsberamings

tesame met hoë beramings van genetiese vooruitgang wat in die volgende generasie ten opsigte van planthoogte en kophoogtes verwag word, dui op die oorheersing van additiewe geenaksie vir die uitdrukking van hierdie eienskappe wat in daaropvolgende generasies reggestel kan word. Oorerflikheid as gevolg van nie-additiewe geenaksie kan lae genetiese vooruitgang tot gevolg hê, terwyl oorerflikheid as gevolg van additiewe geenaksie met genetiese vooruitgang verband sou hou (Mallikarjuna, et al., 2011). Dit impliseer ook dat 'n groter gedeelte van fenotipiese variasie aan genotipiese variasie toegeskryf is, en dat betroubare seleksie op grond van fenotipiese uitdrukking vir hierdie eienskappe gemaak kan word. Andersyds het dae tot 50%-baardvorming en antese, kopposisie, getal koppe per plant, koplengte en kopdeursnee hoë oorerflikheid maar lae genetiese vooruitgang getoon, wat impliseer dat nie-additiewe geenaksie gedomineer het en dat seleksie vir eienskappe dalk nie effektief mag wees nie. 'n Soortgelyke bevinding is deur Begum et al. (2016) vir dae tot 50%-antese, dae tot 50%-baardvorming en kopdeursnee gerapporteer is.

Genetiese vordering as persentasie van die gemiddelde (GAM) het gewissel van 2,05% tot 21,07% vir antese-baardvorming-interval en kophoogte onderskeidelik (Tabel IV). Volgens Johnson, Robinson & Comstock, (1955), word die waarde van genetiese vooruitgang as persentasie van die gemiddelde gekategoriseer as laag (< 10%), matig (10–20%) en hoog (> 20%). Die GAM van kophoogte is as hoog en graanopbrengs (11,61%), planthoogte (14,18%), getal koppe per plant (13,46%) en kopaspek (12,10%) as matig geklassifiseer, terwyl die res as laag geklassifiseer is. Nigus (2018) het ook lae GMA gerapporteer vir dae tot 50%-baardvorming, kopdeursnee, getal pitrye per kop en pitte per ry. Hoë oorerflikheidsberamings tesame met die hoë genetiese vooruitgang volgens gemiddelde is gewoonlik nuttiger vir die voorspelling van wins onder seleksie as wat slegs oorerflikheid is (Johnson, et al., 1955).

Tabel IV: Beraming van variasie en variasiekoëffisiënt, oorerflikheid, genetiese vooruitgang en genetiese vooruitgang van gemiddelde (%) vir opbrengs en opbrengsverwante eienskappe in mieliegenotipes

Eienskap	\bar{x}	σ_g^2	σ_e^2	σ_{g1}^2	σ_p^2	h ² b	GCV (%)	PCV (%)	GA	GAM (%)
GY	7,5	0,45	0,28	1,18	1,10	40,36	8,86	13,94	0,87	11,61
AD	104,5	2,64	0,80	0,99	3,33	79,22	1,55	1,75	2,98	2,85
SD	105,2	3,29	0,83	0,84	3,92	83,97	1,72	1,88	3,43	3,26
ASI	1,2	0,00	0,00	0,00	0,00	28,57	1,86	3,49	0,02	2,05
PH	251,1	348,62	34,78	101,31	407,97	85,45	7,44	8,04	35,61	14,18
EH	136,7	214,32	13,66	36,10	235,78	90,90	10,71	11,24	28,79	21,07
EPO	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	82,50	5,32	5,86	0,05	9,97
EPP	1,7	0,02	0,01	0,02	0,03	61,54	8,32	10,60	0,23	13,46
EA	3,1	0,06	0,03	0,08	0,11	55,81	7,85	10,51	0,38	12,10
PA	3,3	0,02	0,05	0,05	0,05	30,00	3,71	6,78	0,14	4,19
EL	15,5	0,60	0,20	0,50	0,90	66,48	5,01	6,14	1,30	8,42
ED	4,3	0,02	0,01	0,01	0,03	70,00	3,06	3,66	0,23	5,29
KRPE	12,9	0,19	0,09	0,19	0,30	61,16	3,34	4,28	0,69	5,40
KPR	32,3	0,50	1,06	2,72	2,13	23,62	2,19	4,52	0,71	2,20
TKW	305,0	374,58	236,83	683,54	775,55	48,30	6,35	9,13	27,75	9,10

Ten slotte

Variansieanalise het die teenwoordigheid van betekenisvolle veranderlikheid tussen die genotipes vir alle bestudeerde eienskappe getoon, behalwe vir plantaspek. Die gemiddelde vierkant van inskrywing x ligging-interaksie vir die meeste bestudeerde eienskappe het nie-bedeutend getoon, wat aandui dat basterprestasie konsekwent oor liggings heen was. Nietemin was genotipe x ligging-interaksie betekenisvol vir sommige eienskappe, wat verdere evaluering van geselekteerde genotipes oor 'n aantal liggings heen suggereer. Verskeie beter presterende mieliekruisings is vir die meeste bestudeerde eienskappe geïdentifiseer. L11 x T1- en L23 x T1-kruisings het beter gemiddelde prestasie vergeleke met basterkontroles getoon wat betref opbrengs en sommige opbrengsverwante eienskappe. Kruisings wat hoër graanopbrengs getoon het, kan gebruik word vir teelprogramme oor liggings heen om graanopbrengs en ander eienskappe van belang te verbeter. Die variansieanalise dui daarop dat fenotipiese seleksie vir die meeste van die bestudeerde eienskappe effektief sal wees. Aangesien plant- en kophoogte geopenbaar het, kan hoë oorerflikheid tesame met hoë genetiese voorafseleksie effektief wees vir hierdie drie eienskappe.

Erkennings

Die skrywers spreek hartlike dank uit teenoor die mielie-teelpersoneel van die Holetta-Landbounavorsingsentrum vir die huisvesting van die proewe en die insameling van die data. Waardering word ook uitgespreek teenoor die Ethiopiese Instituut vir Landbounavorsing vir finansiële ondersteuning.

Datums

Ontvang: 20/10/2021
Aanvaar: 06/12/2021
Gepubliseer: 30/03/2022

Bronnelys

Abadassi, J., 2015, Maize agronomic traits needed in tropical zone. *International Journal of Science, Environment and Technology* 4(2), 371–392.

Allard, R.W., 1960, Principles of plant breeding. John Wiley and Sons. Inc. New York, 485.

Al-Tabbal, J.A. & Al-Fraihat, A.H., 2012, Genetic variation, heritability, phenotypic and genotypic correlation studies for yield and yield components in promising barley genotypes. *Journal of Agricultural Science* 4(3), 193. <https://doi.org/10.5539/jas.v4n3p193>.

Aly, R.S. & Hassan, M.M., 2011, Combining ability of grain yield and yield components in maize. *Egypt. J. Plant Breed* 15(5), 149–161.

Amare, S., Dagne, W., Sentayehu, A., 2016, Test cross performance and combining ability of elite highland maize (Zea Mays L.) Inbred Lines at Jimma, South West Ethiopia. *International Journal of Trend in Research and Development* 3(2), 13–26.

Begum, S., Ahmed, A., Omy, S.H., et al., 2016, Genetic variability, character association and path analysis in maize (Zea mays L.). *Bangladesh Journal of Agricultural Research* 41(1), 173–182. <https://doi.org/10.3329/bjar.v41i1.27682>.

Bello, O.B., Ige, S.A., Azeze, M.A., et al., 2012, Heritability and genetic advance for grain yield and its component characters in maize (Zea mays L.). *International Journal of Plant Research* 2(5), 138–145. <https://doi.org/10.5923/j.plant.20120205.01>.

Beyene, Y., Mugo, S., Gakunga, J., et al., 2011, Combining ability of maize (Zea mays L.) inbred lines resistant to stem borers. *African Journal of Biotechnology* 10(23), 4759–4766.

Burton, G.W., Devane, D.E., 1953, Estimating heritability in tall fescue (*Festuca arundinacea*) from replicated clonal material 1. *Agronomy Journal* 45(10), 478–481. <https://doi.org/10.2134/agronj1953.00021962004500100005x>.

Dagne, W., Vivek, S., Birhanu, T., et al., 2011, Combining ability and heterotic relationships between CIMMYT and Ethiopian maize inbred lines. *Ethiopian Journal of Agricultural Sciences* 21(1-2), 82–93.

Dagne, W., 2008, Genotypic variability and combining ability of quality protein maize inbred lines under stress and optimal conditions. PhD Dissertation Presented at University of the Free State, South Africa. 300p.

Demissew, A., 2014, Genetic diversity and combining ability of selected quality protein maize (QPM) inbred lines adapted to the highland agro-ecology of Ethiopia. PhD dissertation presented at University of KwaZulu-Natal, Republic of South Africa. 178p.

Deshmukh, S.N., Basu, M.S., Reddy, P.S., 1986, Genetic variability, character association and path coefficients of quantitative traits in Virginia bunch varieties of groundnut. *Indian Journal of Agricultural Sciences*.

Dudley, J.W. & Moll, R.H., 1969, Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding 1. *Crop Science* 9(3), 257–262. <https://doi.org/10.2135/cropsci1969.0011183X000900030001x>.

Elmyhum, M., 2013, Estimation of combining ability and heterosis of quality protein maize inbred lines. *African Journal of Agricultural Research* 8(48), 6309–6317.

Falconer, D.S. & Mackay, T.F.C., 1996, Introduction to quantitative genetics. 4th Edition, Addison Wesley Longman, Harlow. Harlow, Longman Frankel. 280p.

Girma, H., Sentayehu, A., Berhanu, T., et al., 2015, Test cross performance and combining ability of maize (*Zea Mays L.*) inbred lines at Bako, Western Ethiopia. *Glob J Sci Front Res* 15(4), 1–24.

Grzesiak, S., 2001., Genotypic variation between maize (*Zea mays L.*) single-cross hybrids in response to drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum* 23(4), 443–456. <https://doi.org/10.1007/s11738-001-0055-4>.

Gudeta, N., Dagne, W., Habtamu, Z., 2015, Heterosis and combining ability of highland quality protein maize inbred lines. *Maydica* 60-2015.

Hailegiorgis, D., Mebrahtom M., Tsige G., 2011, Genetic divergence analysis on some bread wheat genotypes grown in Ethiopia. *Journal Central Euphytica Agriculture* 12(2), 344–352. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/12.2.922>.

Hallauer, A.R. & Miranda, J.B., 1988, Quantitative genetics in maize breeding. 2nd ed. Iowa state University Press. Pp. 1–680.

Hallauer, A.R. & Sears, J.H., 1973, Change in quantitative traits associated with inbreeding in a synthetic variety of maize. *Crop Sci* 13(3), 327–330. <https://doi.org/10.2135/cropsci1973.0011183X001300030012x>.

Ihsan, H., Khalil, I.H., Hidayat-ur-Rahman, N.W., 2005, Genotypic variability for morphological traits among exotic maize hybrids. *Sarhad J Agric* 21(4), 599–602.

Johnson, H.W., Robinson, H.F., Comstock, R.E., 1955, Estimates of genetic and environment variability in Soybean. *Agronomy Journal* 47, 314–318. <https://doi.org/10.2134/agronj1955.00021962004700070009x>.

Mahmood, Z., Malik S.R., Akhtar, R., et al., 2004, Heritability and genetic advance estimates from maize genotypes in Shishi Lushu, a valley of Krakurm. *Int J Agric Biol* 6(5), 790–791.

Mallikarjuna, N.M., Chandrashekhar, H., Shashibhaskar, M.S., et al., 2011, Genetic variability and correlation studies for yield and related characters in single cross hybrids of maize (*Zea mays L.*). *Current Biotica* 5(2), 157–163.

MoANR. 2016. Plant Variety Release, Protection and Seed Quality Control Directorate, Crop Variety Register, 19: 318p.

Mosisa, W., Tuna, H., Abera, W., et al., 2002, Developing low-N tolerant maize varieties for mid-altitude sub-humid agro-ecology of Ethiopia. Integrated Approaches to Higher Maize Productivity in the New Millennium (No. CIS-4176. CIMMYT)

Murtadha, M.A., Ariyo, O.J., Alghamdi, S.S., 2016, Analysis of combining ability over environments in diallel crosses of maize (*Zea mays*). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 17(1), 68–78. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.01.004>.

Nigus, B. 2018. Genetic variability, heritability, correlation and path coefficient analysis for grain yield and yield component in maize (*Zea mays L.*) hybrids. *Adv Crop Sci Tech* 6(5), 3–9.

Nzuve, F., Githiri, S., Mukunya, D.M., et al., 2013, Analysis of genotype x environment interaction for grain yield in maize hybrids. *Journal of Agricultural Science* 5(11), 75. <https://doi.org/10.5539/jas.v5n11p75>.

Patterson, H.D. & Williams, E.R., 1976, A new class of resolvable incomplete block designs. *Biometrika* 63, 83–92. <https://doi.org/10.1093/biomet/63.1.83>.

Prasanna, B.M., Vasal, S.K., Kassahun, B., et al., 2001, Quality protein maize. *Current Science* 81(10), 1308–1319.

SAS Institute., 2014, Statistical Analysis System Version 9.3, SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA

Singh, A.K., Mishra, S.P., Parihar, R., 2018, Studies on genetic variability parameters on grain yield and its yield attributing traits in maize (*Zea mays L.*), *Int J Curr*

- Microbiol App Sci* 7(9), 1261–1266. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.709.150>.
- Singh, B., 2001, Plant breeding principles and methods, 6th ed. Kalyani Publishers, New Delhi, India. 600p.
- Sleper, D.A. & Poehlman, J.M., 2006, Breeding field crops (No. Ed. 5). Blackwell publishing.
- Tadesse, J., Leta, T., Techale, B., et al., 2018, Genetic variability, heritability and genetic advance of maize (*Zea mays* L.) inbred lines for yield and yield related traits in southwestern Ethiopia. *Journal of Plant Breeding and Crop Science* 10(10), 281–289. <https://doi.org/10.5897/JPBCS2018.0742>.
- Tamene, T., Gemechu, K., Hussein, M., 2015, Genetic progresses from over three decades of faba bean (*Vicia faba* L.) breeding in Ethiopia. *Australian Journal of Crop Science* 9(1), 41–48.
- Tsedeke, A., Bekele, S., Abebe, M., et al., 2015, Factors that transformed maize productivity in Ethiopia. *Food Security* 7(5), 965–981. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0488-z>.
- Welsh, J., 1981, Fundamentals of plant breeding and genetics. Jhon Wiley & Sons, New York.
- Yusuf, M., 2010, Genetic variability and correlation in single cross hybrids of quality protein maize (*Zea mays* L.). *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 10(2). <https://doi.org/10.4314/ajfand.v10i2.53358>.
- Zerihun, T., 2011, Genotype x environment interaction and yield stability analysis of maize (*Zea Mays* L.) in Ethiopia. MSc Thesis Presented at School of Graduate Studies, Jimma University, Ethiopia.