Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Тищенко А. В., Забара П. П.

УДК 631.52:633.15: 631.67 (477.7)

ПРОЯВ І МІНЛИВІСТЬ БІОМЕТРИЧНИХ ОЗНАК У ЛІНІЙ–БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ТА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ГЕНЕТИЧНИХ ПЛАЗМ ПРИ ЗРОШЕННІ

Т. Ю. МАРЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

Ю. О. ЛАВРИНЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, професор

А. В. ТИЩЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

П. П. ЗАБАРА, аспірант

Інститут зрошуваного землеробства НААН України

E-mail: tmarchenko74@ukr.net

https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.008

Анотація. *Встановлено прояв і мінливість ознак «висота рослини» та «висота кріплення качана» у ліній – батьківських компонентів та гібридів кукурудзи за використання різних генетичних плазм. Визначено рівень гетерозису у новостворених тесткросів в умовах зрошення. Встановлено залежності біометричних показників та їх співвідношення з урожайністю зерна у тест гібридів, що отримані за участі новостворених вихідних форм різних зародкових плазм.*

Показник генотипової мінливості (V_g) був вищим, ніж показник мінливості модифікаційної, що вказує на високий рівень генотипового різноманіття серед ліній-батьківських компонентів та на високий рівень стабільності показника «висота рослини». Стабільність прояву ознаки вказує на достатній рівень досягнення гомозиготності нового вихідного матеріалу.

Дослідження проводили протягом 2015–2019 рр. на дослідному полі ІЗЗ НААН, згідно загальновизнаних методик проведення польового досліду та методичних рекомендацій. Використовували слідуючи методи: загальнонаукові, спеціальні, порівняльно-аналітичний, регресійний, інформаційно-логічного аналізу та математичного моделювання.

Співвідношення висоти рослин гібридів за групами стиглості та рівнем урожайності показали, що для середньоранньої групи, у фазі припинення лінійного росту, оптимальною є висота рослин 235–265 см, урожайність зерна при цьому становить 12,98–13,81 т/га; для середньостиглої групи – 255–257 см з урожайністю зерна на рівні 15,17–15,82 т/га. Для середньопізніх гібридів оптимальна висота рослин для забезпечення найвищої врожайності зерна (понад 15 т/га) знаходиться в межах від 270 до 280 см. Встановлена невисока стабільна позитивна кореляційна залежність між висотою рослини та урожайністю зерна гібридів кукурудзи (r = 0,361), що пов'язано з підвищенням висоти рослин зі зростанням тривалості періоду вегетації. Не встановлена прямолінійна залежність між врожайністю та індексом співвідношення висоти кріплення

качана до висоти рослин. Максимальний врожай зерна новостворених гібридів кукурудзи спостерігався за індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин від 0,400 до 0,450. Співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини генетично зумовлена ознака, що добре ідентифікує зразки кукурудзи та може використовуватись для складання опису та характеристики нового матеріалу.
Ключові слова: *лінії–батьківські компоненти, генетичні плазми, гібриди, кукурудза, висота рослин, висота прикріплення качана, урожайність, зрошення*

Актуальність. У зв'язку з інтенсифікацією робіт по розширенню нового вихідного матеріалу для селекції гібридів кукурудзи виникає потреба в універсальних та інформативних ознаках, які б дозволяли швидко та достовірно оцінювати переваги та недоліки селекційного матеріалу [1].

Однією із таких ознак для кукурудзи є висота рослин. Вона пов'язана з такими основними морфобіологічними характеристиками цієї культури: тривалість вегетаційного періоду, продуктивність, висота кріплення качана. Остання є важливою характеристикою гібридів та ліній для придатності до механізованого збирання, що є невід'ємним компонентом енергоощадних технологій вирощування. Особливо важливою є ця ознака при селекції на скоростиглість, оскільки низькорослість ранньостиглих форм може бути перешкодою для механізованого збирання. Показник «висота рослини» для певного генотипу кукурудзи не є константною величиною і коливається залежно від технологічних заходів, погодних умов, освітлення, температури повітря та ґрунту, сумою ефективних температур. Найбільший вплив на неї мають умови зволоження [2].

Висота рослин має тісний кореляційний зв'язок з тривалістю вегетаційного періоду селекційного зразка, проте – досить відносний із урожайністю зерна. У зв'язку з цим при доборі кращих генотипів ознака «висота рослин» не є пріоритетною, але є невід'ємною при комплексній оцінці кращих форм за господарсько-цінними показниками [3].

Менш різкі коливання висоти рослин можуть розглядатися як стійкість до стресових умов зовнішнього середовища, оскільки вона пов'язана з адаптивністю і є одним із важелів регулювання гомеостазу рослинного організму. Особливої актуальності набирає це в умовах зони Степу. Низький показник мінливості за цією ознакою в роки недостатнього зволоження може розглядатися як більш висока стійкість до умов посухи [4].

Мета досліджень. Встановити прояв і мінливість ознаки «висота рослини» у ліній–батьківських компонентів та гібридів кукурудзи за використання різних генетичних плазм, визначити рівень гетерозису у новостворених тесткросів та визначити вплив морфометричних показників на рівень урожайності зерна в умовах зрошення.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводились на полях Інститут зрошуваного землеробства НААН протягом 2015–2019 рр. Об'єктом досліджень були самозапиленні лінії різних генетичних плазм, контрастних за групами стиглості та гібриди $F_{1,}$ що отримані від їх схрещування.

Основою для створення нового селекційного матеріалу були лінії різних генетичних плазм контрастні за групами стиглості (Lancaster, Iodent, Змішана, Reid (BSSS)). Гібриди вивчались у контрольному розсаднику. Повторність триразова, облікова площа – 9,8 м^2. Досліди проводились в умовах зрошення з рівнем РПВГ 80% НВ. Методика досліджень загальноприйнята для умов зрошення та селекційних досліджень з кукурудзою [5, 6].

Результати дослідження та їх обговорення. Перед аналізом прояву і мінливості ознаки «висота рослин» у F_1 гібридів доцільно проаналізувати характер прояву цієї ознаки у базових лінії (батьківських компонентів).

Найбільшими абсолютними показниками висоти рослин виділились лінії пізньої групи стиглості (ФАО 550), а саме: В73, Х84, Х908, Х902 (табл. 1).

У пізньостиглій групі батьківських форм була найбільша висота рослин (184,2 – 247,1 см). У ліній плазми Reid (BSSS), у середньому, зафіксовано перевищення ознаки у порівнянні з іншими групами зародкових плазм (237,0 – 245,1). Мінімальною вона була у ліній Х902 та Х908 і складала 230,4 см та 232,5 см відповідно.

У групи плазми Lancaster максимум був зафіксований у лінії Кр9698 (ФАО 420) – 219,7 см, мінімум – 158,7 см у середньостиглої лінії ДК296 (ФАО 250). Паратипова мінливість (V_m) ознаки була на низькому рівні, що свідчить про достатній рівень гомозиготності та стабільність прояву ознаки в умовах зрошення.

Висота рослин плазми Iodent коливалась від 169,2 см у лінії Х22 (ФАО 250) до 208,9 см у лінії Х221 (ФАО 270).

Показник генотипової мінливості (V_g) у межах плазми Lancaster був на значно більшим, ніж показник мінливості модифікаційної – 11,9% проти 0,8%. У групі плазми Iodent теж спостерігалася така ж тенденція – показник генотипової мінливості був на 6,4% більшим, ніж модифікаційної. Значення генотипової мінливості серед батьківських форм в цілому було 12,9%, що свідчить про пріоритетність впливу генотипу на характер прояву досліджуваної ознаки та достатню різноманітність базових вихідних ліній.

1. Характеристика базових ліній (батьківських компонентів) за ознакою «висота рослин» (2018-2019 рр.)

Батьківський компонент	$\overline{X}$, см	$S\bar{x}$, см	V_m, %	Lim, см	
				min	max
1	2	3	4	5	6
Lancaster					
ДК296 (ФАО 250)	158,7	0,8	0,93	155,4	160,1
Х417 (ФАО 320)	169,1	0,9	0,91	165,4	170,1
ДК2/17-3 (ФАО 380)	176,9	1,0	1,01	174,1	179,1
Х33 (ФАО 380)	174,6	0,5	1,00	172,1	178,1
ДК633/266 (ФАО 390)	176,5	1,2	0,80	174,6	178,9
Х450 (ФАО 400)	216,8	0,9	0,62	214,3	218,9
Кр9698 (ФАО 420)	219,7	0,7	0,61	217,3	221,4
Х475 (ФАО 420)	191,2	0,6	0,80	188,7	193,4
Середнє	184,8	0,8	0,84		
Lim (min-max), см				155,4	221,4
V_g ,%	11,9				
Iodent					
ДК205710 (ФАО 380)	179,9	1,0	0,78	177,4	182,3
ДК2221 (ФАО 250)	173,7	0,4	0,83	171,2	176,1
Х22 (ФАО 250)	169,2	1,3	0,85	167,8	172,2
Х221 (ФАО 270)	208,9	0,8	0,53	206,7	210,4
Кр2772 (ФАО 330)	173,8	0,8	1,07	171,3	176,2
ДК257131 (ФАО 350)	181,3	0,6	0,71	180,1	184,3
ДК411 (ФАО 420)	183,7	0,7	0,57	181,6	184,9
Середнє	181,8	0,8	0,76		
Lim (min-max), см				167,8	210,4
V_g ,%	7,2				
Змішана					
Х466 (ФАО 290)	184,7	0,9	0,91	182,4	186,7
ДК247 (ФАО 290)	216,7	1,3	0,81	214,6	219,4
Х5030 (ФАО 380)	187,9	0,8	0,60	185,8	189,4
ДК445 (ФАО 420)	186,9	0,6	0,84	184,3	189,1
ДК3070 (ФАО 430)	184,2	0,9	0,86	182,3	187,3
Х5040 (ФАО 500)	191,2	0,7	0,94	189,5	193,4

Продовження табл.1.

1	2	3	4	5	6
X44 (ФАО 550)	197,5	0,7	0,92	195,4	199,9
X18 (ФАО 550)	247,1	0,9	0,96	245,2	251,3
X18/2 (ФАО 550)	196,5	0,8	0,99	194,2	199,1
Середнє	199,2	0,8	0,87		
Lim (min-max), см				181,3	251,3
V_g ,%	4,08				
Reid (BSSS)					
B73 (ФАО 500)	240,1	0,9	0,75	238,5	242,9
X902 (ФАО 550)	230,4	0,8	0,44	229,5	232,2
X84 (ФАО 550)	245,1	0,6	0,64	243,5	247,8
X908 (ФАО 550)	232,5	0,9	0,93	230,6	235,8
Середнє	237,0	0,8	0,69		
Lim (min-max), см				229,5	247,8
V_g ,%	2,87				
по досліду					
Середнє, см	196,3				
Lim (min-max), см	155,4-251,3				
V_g , %	12,9				

Новостворені ліній (батьківські компоненти) у за висотою рослин мали дещо менші показники від 169,1 до 216,7 см (табл. 2). Максимальна висота рослин спостерігалась у лінії ХН-52-16 (ФАО 400) плазми Iodent – 216,7 см. Мінімальна – у лінії ХН-16-16 (ФАО 250) плазми Змішана – 169,1 см.

2. Характеристика кращих новостворених ліній (батьківських компонентів) за ознакою «висота рослин» (2018-2019 рр.)

Батьківський компонент	$\overline{X}$, см	$S\bar{x}$, см	V_m, %	Lim, см	
				min	max
1	2	3	4	5	6
Lancaster					
ХН-15-16 (ФАО 300)	184,1	0,8	0,95	183,3	187,3
ХН-35-16 (ФАО 300)	191,2	0,9	1,01	189,8	194,4
ХН-23-16 (ФАО 400)	196,5	1,0	1,11	194,3	199,6
ХН-19-16 (ФАО 400)	197,1	1,0	0,96	195,3	199,9
Середнє	192,2	0,9	1,01		
Lim (min-max), см				183,3	199,9
Lim (min-max), см				183,3	199,9
V_g ,%	2,71				
Iodent					
ХН-20-16 (ФАО 280)	174,2	0,4	0,96	172,3	176,4

Продовження табл.2.

1	2	3	4	5	6
ХН-58-16 (ФАО 300)	176,4	1,3	0,94	175,4	179,3
ХН-46-16 (ФАО 400)	213,1	0,8	0,81	211,4	215,6
ХН-52-16 (ФАО 400)	216,7	0,8	1,01	213,3	218,5
Середнє	195,1	0,8	0,93		
Lim (min-max), см				172,3	218,5
V_g ,%	10,2				
Змішана					
ХН-16-16 (ФАО 250)	169,1	0,9	1,21	168,4	173,3
ХН-44-16 (ФАО 250)	173,8	1,3	0,91	171,3	175,1
ХН-7-16 (ФАО 300)	181,3	0,8	0,94	179,4	183,6
ХН-5-16 (ФАО 380)	187,9	0,6	1,01	185,3	190,1
ХН-3-16 (ФАО 400)	208,6	0,7	0,95	205,6	210,4
ХН-54-16 (ФАО 400)	205,7	0,9	1,19	201,4	207,1
Середнє	187,7	0,9	1,03		
Lim (min-max), см					
V_g ,%	8,73			168,4	210,4
по досліду					
Середнє, см	191,1				
Lim (min-max), см	168,4–218,5				
V_g , % -	8,16				

Новостворені лінії характеризувались низьким рівнем паратипової мінливості досліджуваної ознаки – 0,95–1,21 %, що вказує на високий рівень гомозитності та достатній рівень селекційної стабільності ознаки. Значення генотипової мінливості серед новостворених ліній (батьківських компонентів) у середньому становив 8,16 %. Показник генотипової мінливості (V_g) у межах ліній плазми Lancaster був майже у двічі вищим, ніж показник мінливості модифікаційної (2,71 % проти 1,01 % відповідно). Аналогічний тренд був зафіксований і у батьківських компонентів плазми Iodent та Змішана, де коефіцієнт генотипової мінливості був значно більшим, ніж модифікаційної (10,2 % проти 0,93 % та 8,73 % проти 1,03 % відповідно). Це вказує на високий рівень генотипового різноманіття серед новостворених вихідних ліній та на високий рівень стабільності показника «висота рослини», що пов’язано з достатнім рівнем досягнення гомозиготності нового вихідного матеріалу.

Рівень ознаки «висота рослин» у гібридів F_1 досить зручно характеризувати через абстраговані показники істинного ($Г_{іст}$) та гіпотетичного ($Г_{гіп}$) гетерозису, що виражений у відсотках. Показник $Г_{іст}$ показує відношення значення ознаки у гібрида F_1 до батьківської форми з більшим значенням. Показник $Г_{гіп}$, в свою чергу, розраховується відношенням значення ознаки, що вивчалася у гібрида F_1 до середнього її значення у батьківських форм.

У наших дослідах найвищими показниками істинного та гіпотетичного гетерозису за ознакою «висота рослин» характеризувалися такі гібридні комбінації: ДК 445 х ХН-19-16 ($Г_{іст}$=140,8 %, $Г_{гіп}$=144,5%), ДК 205710 х ХН-15-16 ($Г_{іст}$=141,9 %, $Г_{гіп}$=143,6 %), ХН-7-16 х ХН-5-16 ($Г_{іст}$=127,9 %, $Г_{гіп}$=148,7 %), що належать до груп стиглості ФАО 300–400. У цих гібридів найбільш повно проявилися ефекти наддомінування високорослості (табл. 3).

3. Прояв істинного ($Г_{іст}$) і гіпотетичного ($Г_{гіп}$) гетерозису за ознакою «висота рослин» у гібридів F_1 (2018-2019 рр.)

Комбінація	Висота рослин, см	$S\bar{x}$, *см*	V_m, %	$Г_{іст}$, %	$Г_{гіп}$, %	Висота кріплення качана, см	Індекс співвідношення	Урожайність, т/га
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Материнська форма ДК 445 плазми Змішана								
ДК 445 х ХН-52-16 (ФАО 380)	273,1	0,5	1,35	126,0	135,3	116,2	0,425	15,23
ДК 445 х ХН-54-16 (ФАО 380)	275,2	1,7	1,43	133,8	140,2	117,3	0,426	15,17
ДК 445 х ХН-3-16 (ФАО 400)	284,3	0,6	1,67	136,3	143,8	116,4	0,409	16,56
ДК 445 х ХН-19-16 (ФАО 400)	277,5	0,4	1,56	140,8	144,5	115,5	0,416	15,94
Середнє	**277,5**	**0,8**	**1,50**	**134,2**	**141,0**	**116,4**	**0,419**	**15,73**
Материнська форма ДК 205710 плазми Iodent								
ДК 205710 х ХН-7-16 (ФАО 280)	236,4	0,8	1,89	130,4	130,9	109,6	0,464	13,64
ДК 205710 х ХН-15-16 (ФАО 300)	261,3	0,8	1,19	141,9	143,6	111,2	0,426	13,25
ДК 205710 х ХН-35-16 (ФАО 300)	262,8	0,9	1,53	137,4	141,6	115,6	0,440	13,11
ДК 205710 х ХН-19-16 (ФАО 300)	239,7	0,8	2,02	121,6	127,2	111,4	0,465	14,19
ДК 205710 х ХН-5-16 (ФАО 350)	248,7	0,8	1,83	132,4	135,2	108,7	0,437	13,93
ДК 205710 х ХН-23-16 (ФАО 380)	257,3	0,6	1,64	130,9	136,7	110,2	0,428	14,52
ДК 205710 х ХН-54-16 (ФАО 400)	283,9	0,7	1,11	138,0	147,3	112,1	0,395	14,42
ДК 205/10 х ХН-3-16 (ФАО 400)	285,4	0,6	1,52	136,8	146,9	110,6	0,388	13,88
Середнє	**259,4**	**0,7**	**1,59**	**133,7**	**138,7**	**111,2**	**0,429**	**13,87**
Материнська форма ДК 247 плазми Змішана								
ДК 247 х ХН-20-16 (ФАО 280)	241,2	0,8	1,87	111,3	123,4	105,4	0,437	13,99
ДК 247 х ХН-58-16 (ФАО 280)	234,6	0,5	1,94	108,3	119,4	113,3	0,483	13,52
ДК 247 х ХН-7-16 (ФАО 280)	233,7	0,5	1,65	107,8	117,4	108,9	0,466	13,13
Середнє	**236,5**	**0,6**	**1,82**	**109,1**	**120,1**	**109,2**	**0,462**	**13,55**

Продовження табл.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Материнська форма Кр 9698 Lancaster								
Кр 9698 х ХН-16-16 (ФАО 280)	289,3	0,7	0,98	131,7	148,8	107,4	0,371	13,42
Кр 9698 х ХН-44-16 (ФАО 280)	281,4	0,6	1,32	128,1	143,0	105,5	0,375	13,81
Кр 9698 х ХН-58-16 (ФАО 300)	264,6	1,0	1,69	120,4	133,6	113,3	0,428	14,82
Кр 9698 х ХН-20-16 (ФАО 300)	272,4	0,5	1,83	124,0	138,3	110,8	0,407	13,31
Середнє	**276,9**	**0,7**	**1,46**	**126,1**	**140,9**	**109,3**	**0,395**	**13,84**
Материнські лінії – новостворені лінії плазми Змішана								
ХН-44-16 х ХН-7-16 (ФАО 250)	244,9	1,1	1,78	135,1	137,9	98,4	0,402	12,98
ХН-7-16 х ХН-5-16 (ФАО 300)	268,7	0,9	1,88	143,0	145,6	109,9	0,409	14,64
ХН-5-16 х ХН-54-16 (ФАО 390)	251,4	0,7	1,74	122,2	127,7	111,5	0,444	15,82
ХН-3-16 х ХН-5040 (ФАО 500)	275,9	0,9	1,73	132,3	138,0	119,8	0,434	14,28
Середнє	**260,2**	**0,9**	**1,8**	**133,2**	**137,3**	**109,3**	**0,422**	**14,48**
Стандарти								
Скадовський (ФАО 290)	230,6	1,1	1,95			110,5	0,479	12,5
Каховський (ФАО 380)	245,9	1,0	1,88			111,8	0,454	13,0
Арабат (ФАО 430)	271,5	1,3	1,99			120,3	0,443	14,0

Найменші показники істинного та гіпотетичного гетерозису в нашому досліді мали такі гібридні комбінації: ДК 247 х ХН-7-16 ($Г_{іст}$=111,3%, $Г_{гіп}$=123,4%), ДК 247 х ХН-58-16 ($Г_{іст}$=108,3%, $Г_{гіп}$=119,4%), ДК 247 х ХН-7-16 ($Г_{іст}$=107,8%, $Г_{гіп}$=117,4%), що належать до середньоранньої групи стиглості.

Стабільність прояву висоти рослин у гібридів має важливе значення при проведенні кваліфікаційної експертизи у Державній службі з охорони прав на сорти рослин. У гібридів показники модифікаційної мінливості були дещо нижчими, ніж у їх батьківських форм або займали проміжне положення між ними. Варіювання ознаки «висота рослин» як у гібридів, так і у їхніх батьківських парах, було на низькому рівні та не перевищувало 3%.

Таким чином, у переважній більшості гібридних комбінацій, отриманих від схрещування ліній, контрастних за групами стиглості, показник модифікаційної мінливості (V_m) у гібридів F_1 був меншим, ніж у вихідних батьківських компонентів, що вказує не лише на їх високу генотипову однорідність, а також і на вищу адаптивну здатність у порівнянні із батьківськими формами внаслідок прояву адаптивного гетерозису.

Перехід на енергоощадні технології вирощування кукурудзи, що спостерігається в останні роки, висуває свої специфічні умови до нових гібридів цієї культури. Одна із них – придатність до механізованого збирання з прямим обмолотом у полі.

Найбільш придатними для цього є рослини гібридів з певним співвідношенням висоти рослин та висоти кріплення качана, стійкістю до вилягання та поникання качанів [7, 8].

Висота кріплення качана має позитивну достовірну кореляцію зі стійкістю рослин до вилягання та синхронністю цвітіння у різних за групами стиглості формах кукурудзи. Крім того, ця ознака є однією із головних, що впливає на вихід зерна і, як наслідок, обумовлює потенційну та фактичну врожайність певного генотипу та напрям його використання у гетерозисній селекції [9, 10].

У гібридів висота кріплення качана залежить від значення цієї ознаки у батьківських форм та від ступеня прояву гетерозису і є менш стабільною, ніж висота рослин [11].

Найменша висота кріплення качана спостерігалась у гібридної комбінації – ХН-44-16 х ХН-7-16 (ФАО 250) – 98,4 см., максимальна висота прикріплення качана – ХН-3-16 х ХН-5040 (ФАО 500) – 119,8 см. Висота кріплення качана збільшувалась зі зростанням групи ФАО гібридів.

Розробка моделі гібриду кукурудзи певної групи стиглості та напряму використання потребує визначення впливу окремих морфометричних ознак на прояв продуктивності.

Невисока, проте стабільна позитивна кореляційна залежність була зафіксована між висотою рослини та урожайністю зерна гібридів кукурудзи – r = 0,361 (рис. 1).

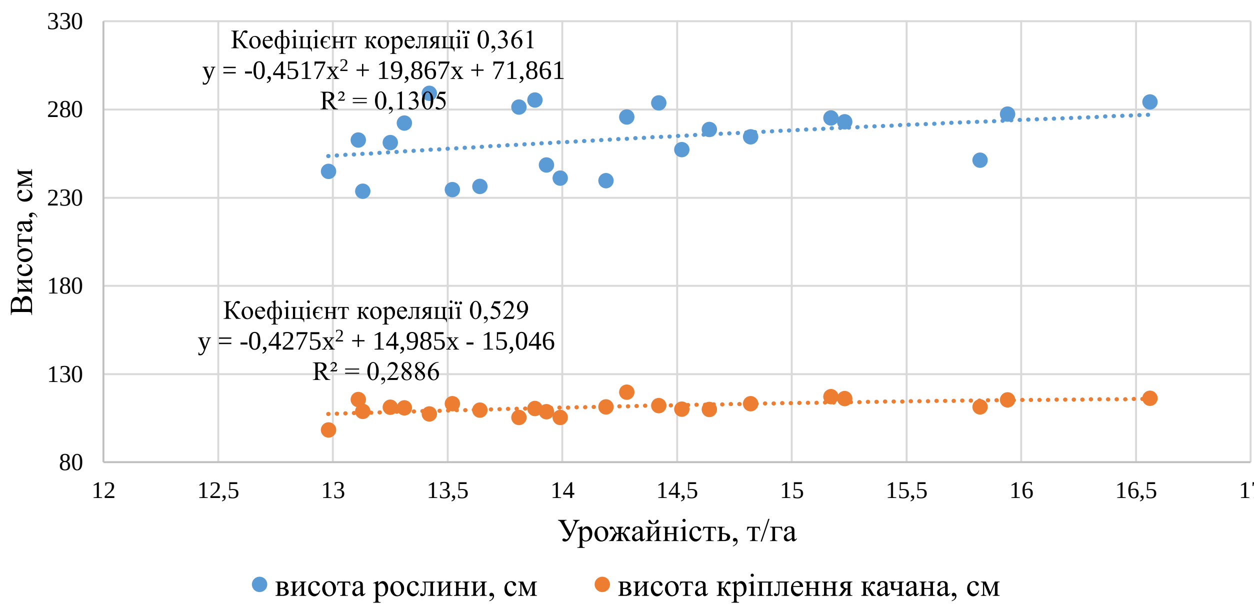

Рис. 1. Поліноміальна лінія тренда залежності висоти рослин та висоти кріплення качана і врожайності зерна (2018-2019 рр.)

У наших дослідженнях був зафіксований невисокий істотний позитивний рівень кореляційної залежності висоти прикріплення качана гібридів кукурудзи з ознакою урожайність зерна *r* = 0,529.

Результати отриманих даних свідчать про те, що висота рослини та висота прикріплення качана повинна мати певні обмеження для груп стиглості, а параметри розташування качана необхідно корегувати залежно від тривалості вегетаційного періоду гібридів кукурудзи.

Складовою частиною сертифікації насіння є проведення ділянкового та лабораторного сортового контролю (POSTcontrol) [12, 13], що здійснюється методом порівняльної оцінки стандартної і контрольної проби для встановлення автентичності з подальшому офіційним описом, за яким проведено державну реєстрацію. В зв’язку з тим, що ідентифікаційна ознака «рослина: співвідношення прикріплення качана до висоти рослини», за проведення морфологічного опису гібридів кукурудзи, входить до переліку необхідних спостережень, вирішено визначити характер її прояву.

Вивчалися процеси формування вегетативних і генеративних органів рослин кукурудзи під час проведення ідентифікації гібридів за відповідною морфологічною ознакою: «рослина: співвідношення прикріплення качана до висоти рослини».

Ідентифікацію гібридів кукурудзи проводили методом морфологічного опису, який застосовують при проведенні кваліфікаційної експертизи на відмінність, однорідність і стабільність, польовому інспектуванні та проведенні ділянкового і лабораторного сортового контролю [14].

Показник досліджуваних гібридів за «індексом співвідношення висоти кріплення качана до висоти рослин» коливався в середньому від 0,371 до 0,483.

З метою пошуку зв’язку між біометричними параметрами рослини визначили коефіцієнти кореляції між урожайністю та індексом співвідношення кріплення качана до висоти рослини (рис. 2).

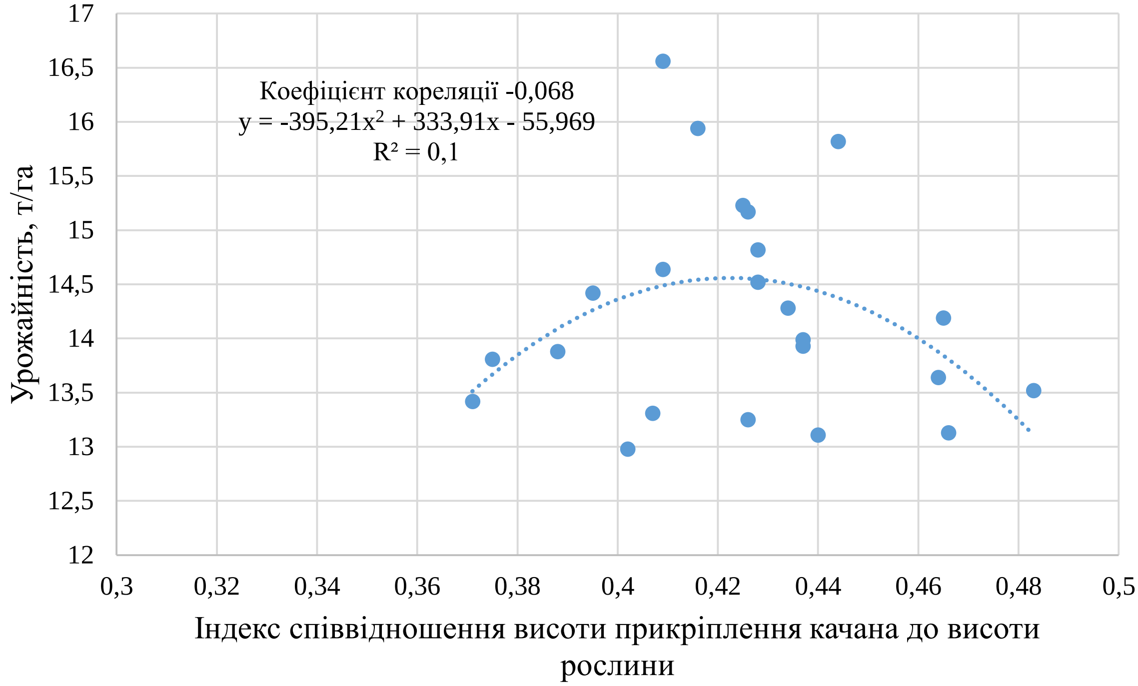

Рис. 2. Поліноміальна лінія тренда залежності урожайності та індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин

Максимальний врожай зерна новостворених гібридів кукурудзи спостерігався за індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин від 0,400 до 0,450. Проте, не існує прямолінійної залежності між цими показниками.

Співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини генетично зумовлена ознака, що добре ідентифікує зразки кукурудзи та може використовуватись для складання опису та характеристики нового матеріалу.

Висновки і перспективи.

Співвідношення висоти рослин гібридів за групами стиглості та рівнем урожайності показало, що для середньоранньої групи у фазі припинення лінійного росту оптимальною є висота рослин 235–265 см, урожайність зерна при цьому становить 12,98–13,81 т/га; для середньостиглої групи – 255–257 см з урожайністю зерна на рівні 15,17–15,82 т/га. Для середньопізніх гібридів оптимум висоти рослин для забезпечення найвищої врожайності зерна (понад 15 т/га) знаходиться в межах від 270 до 280 см. Оптимум висоти рослин і максимум урожайності може досягатися в умовах зрошення за використання гібридів кукурудзи відповідних груп стиглості.

Встановлена невисока стабільна позитивна кореляційна залежність між висотою рослини та урожайністю зерна гібридів кукурудзи (r = 0,361), що пов'язано з підвищенням висоти рослин зі зростанням тривалості періоду вегетації.

Не встановлена прямолінійна залежність між врожайністю та індексом співвідношення висоти кріплення качана до висоти рослин. Максимальний врожай зерна новостворених гібридів кукурудзи спостерігався за індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин від 0,400 до 0,450.

Встановлено перспективність використання змішаної зародкової плазми в процесі створення нового вихідного матеріалу кукурудзи.

Список використаних джерел

1. Михаленко І. В., Хоменко Т. М. Біометричні показники гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від обробки мікродобривами за умов зрошення. *Plant Varieties Studying and protection*. 2019. Vol. 15, № 1. С. 71–79. https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486

2. Vozhehova R. A., Lykhovyd P. V., Lavrenko S. O., Kokovikhin S. V., Lavrenko N. M., Artificial neural network Use for sweet corn water consumption prediction depending on Cultivation technology. *Peculiarities Research journal of Prarmaceutical, biological and chemical sciences*. India. 2019. 10(1). P. 354–358

3. Сіроха О. Л. Вплив удобрення на біометричні показники та показники вирівняності рослин кукурудзи різної групи стиглості. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Серія: Сільськогосподарські науки. Вінниця, 2014. Вип. 5(82). С. 37–47.

4. Абельмасов О.В., Бебех А.В. Особливості прояву основних елементів структури врожайності самозапилених ліній кукурудзи в різних умовах вирощування. *Plant Varieties Studying and Protection.* 2018. Vol. 14. № 2. С. 209–214. doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134771.

5. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Гож О.А. Науково-практичні рекомендації з технології вирощування кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України. Херсон: Грінь Д. С. 2015. 104 с.

6. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство): навчальний посібник. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448 с.

7. Черчель В. Ю., Гайдаш О. Л., Таганцова М. М. Морфобіологічна характеристика ліній кукурудзи змішаної плазми в умовах Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. Дніпропетровськ, 2015. №8. С. 99–104.

8. Дзюбецький Б. В., Абельмасов О. В. Характеристика тесткросів ранньостиглих ліній кукурудзи плазми Айодент в умовах північної зони степу України. *Зернові культури,* Том 2, № 1, 2018. С. 5–13. https://doi.org/10.31867/2523-4544/0001.

9. Паламарчук В. Д. Вплив висоти рослин та висоти прикріплення качанів на придатність гібридів кукурудзи до механізованого вирощування. *Хранение и переработка зерна*. 2010. № 3. С. 23–24.

10. Каленська С.М., Таран В.Г. Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т.14, № 4. С. 415–421. https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909.

11. Черчель В. Ю., Марочко В. А., Таганцова М. М. Обгрунтування індексу співвідношення висоти прикріплення верхнього качана до висоти рослини гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.). *Plant Varieties*

Studying and Protection. 2014. № 2(23). С.37–39. https://doi.org/10.21498/2518-1017.2(23).2014.56127.

12. Методика проведення ділянкового (POST-control) і лабораторного сортового контролю. Держветфітослужба УІЕСР – Київ, 2012. 33 с.

13. Порядок проведення ґрунтового і лабораторного сортового контролю, наказ Міністерства аграрної політики України від 23.12.08 № 866, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 22.01.09 за № 53/16069.

14. Методика проведення експертизи сортів кукурудзи звичайної (*Zea mays* L.) на відмінність, однорідність і стабільність / http://sops.gov.ua. – 38 с.

References

1. Mykhaylenko, I.V., & Khomenko, T.M. (2019). Biometrychni pokaznyky hibrydiv kukurudzy riznykh hrup FAO zalezhno vid obrobky mikrodobryvamy za umov zroshennya. [Biometric indicators of maize hybrids of different FAO groups depending on micronutrient treatment under irrigation conditions]. Plant Varieties Studying and protection. 15(1), 71–79. [in Ukrainian] doi:10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486.

2. Vozhehova R. A., Lykhovyd P. V., Lavrenko S. O., Kokovikhin S. V., Lavrenko N. M. (2019). Artificial neural network Use for sweet corn water consumption prediction depending on Cultivation technology. Peculiarities Research journal of Prarmaceutical, biological and chemical sciences. India. 10(1). 354–358.

3. Sirokha O. L. (2014). Vplyv udobrennya na biometrychni pokaznyky ta pokaznyky vyrivnyanosti roslyn kukurudzy riznoyi hrupy styhlosti. Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Silskohospodarski nauky. [Influence of fertilizer on biometric indicators and indicators of leveling of corn plants of different maturity group]. Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University. Series: Agricultural Sciences. Vinnytsia, 5(82). 37–47. [in Ukrainian]

4. Abelmasov, O.V., & Bebeh, A.V. (2018). Specifics of the key yield components manifestation in self-pollinated corn lines under different growing conditions. Plant Var. Stud. and Prot. 14(2). 209–214. [in Ukrainian] doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134771.

5. Vozhegova, R.A., Lavrinenko, Y.O., & Gozh, O.A. (2015). Scientific and practical recommendations on the technology of growing corn under irrigation of the Southern Steppe of Ukraine. Kherson: Green D.S.

6. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodʹko, S.P., & Kokovikhin, S.V. Metodyka polʹovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo): navchalʹnyy posibnyk.

7. Cherchelʹ, V. YU., Haydash, O. L., & Tahantsova, M. M. (2015). Morfobiolohichna kharakterystyka liniy kukurudzy zmishanoyi plazmy v umovakh Stepu Ukrayiny. [Morphobiological characteristics of corn lines of mixed plasma in the steppe of Ukraine]. Byuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoyi zony NAAN Ukrayiny. Dnipropetrovsk, 8. 99–104.

8. Dzyubetsʹkyy B. V., & Abelmasov O. V. (2018). Kharakterystyka testkrosiv rannʹostyhlykh liniy kukurudzy plazmy Ayodent v umovakh pivnichnoyi zony stepu Ukrayiny. [Characteristics of test crosses of early-maturing lines of Ayodent plasma in the conditions of the northern zone of the steppe of Ukraine]. Zernovi kulʹtury, 2(1), 5–13. https://doi.org/10.31867/2523-4544/0001.

9. Palamarchuk, V. D. (2010). Vplyv vysoty roslyn ta vysoty prykriplennya kachaniv na prydatnist hibrydiv kukurudzy do mekhanizovanoho vyroshchuvannya [Influence of plant height and height of cob attachment on suitability of maize hybrids for mechanized cultivation]. Khranenye y pererabotka zerna. 3. 23–24. [in Ukrainian]

10. Kalenskaya, S.M., & Taran, V.G. (2018). Yield index of maize hybrids depending on plant density, fertilizer rates and weather conditions. Plant Varieties studying and Protection. 14(4). 415–421. [in Ukrainian] doi.:10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909.

11. Cherchelʹ, V. YU., Marochko, V. A., Tahantsova, M. M. (2014). Obhruntuvannya

indeksu spivvidnoshennya vysoty prykriplennya verkhnoho kachana do vysoty roslyny hibrydiv kukurudzy (*Zea mays* L.). [Ubstantiation of the index of the ratio of the height of attachment of the upper cob to the height of the plant hybrids of corn (*Zea mays* L.)]. Plant Varieties Studying and Protection. [in Ukrainian] 2(23). 37.

12. Methods of site (POST-control) and laboratory varietal control (2012). UESR State Veterinary and Phytosanitary Service – Kyiv. [in Ukrainian]

13. Procedure for soil and laboratory varietal control, order of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine dated 23.12.08 № 866, registered in the Ministry of Justice of Ukraine on 22.01.09 for № 53/16069. [in Ukrainian]

14. Methods of examination of varieties of corn (*Zea mays* L.) for difference, homogeneity and stability / http://sops.gov.ua. [in Ukrainian]

ПРОЯВЛЕНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ У ЛИНИЙ-РОДИТЕЛЬСКИХ КОМПОНЕНТОВ И ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПЛАЗМ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

Т. Ю. Марченко, Ю.А. Лавриненко, А.В. Тищенко, П. П. Забара,

Аннотация. *Установлено проявление и изменчивость признаков «высота растения» и «высота крепления початка» у линий - родительских компонентов и гибридов кукурузы при использовании различных генетических плазм. Определен уровень гетерозиса во вновь созданных тесткроссах в условиях орошения. Установлены зависимости биометрических показателей и их соотношение с урожайностью зерна у тестгибридов, полученных с участием вновь созданных форм различных зародышевых плазм.*

Показатель генотипов изменчивости (Vg) был выше, чем показатель изменчивости модификационной, что указывает на высокий уровень генотипического разнообразия среди линий-родительских компонентов и высокий уровень стабильности показателя «высота растения». Стабильность проявления признака указывает на достаточный уровень достижения гомозиготности нового исходного материала.

Исследования проводились в течение 2015-2019 гг. На опытном поле ИОЗ НААН, согласно общепризнанным методикам проведения полевого опыта и методических рекомендаций. Использовали следующие методы: общенаучные, специальные, сравнительно-аналитический, регрессионный, информационно-логического анализа и математического моделирования.

Соотношение высоты растений гибридов по группам спелости и уровнем урожайности показали, что для среднеранней группы, в фазе прекращения линейного роста, оптимальной является высота растений 235–265 см, урожайность зерна при этом составляет 12,98–13,81 т/га; для среднеспелой группы – 255–257 см с урожайностью зерна на уровне 15,17–15,82 т/га. Для среднепоздних гибридов оптимальная высота растений для обеспечения высокой урожайности зерна (более 15 т/га) находится в пределах от 270 до 280 см. Установленная невысокая стабильная положительная корреляционная *зависимость между высотой растения и урожайностью зерна гибридов кукурузы (r = 0,361), что связано с повышением высоты растений с ростом продолжительности периода вегетации. Не установлена прямолинейной зависимости между урожайностью и индексом соотношения высоты крепления початка к высоте растения. Максимальный урожай зерна созданных гибридов кукурузы наблюдался при индексе соотношения высоты прикрепления початка к высоте растения от 0,400 до 0,450. Соотношение высоты прикрепления початка к высоте растения генетически обусловленный признак, хорошо идентифицирует образцы кукурузы и может использоваться для составления описания и характеристики нового материала.*

Ключевые слова: *линии-родительские компоненты, генетические плазмы, гибриды, кукуруза, высота растений, высота прикрепления початка, урожайность, орошение*

MANIFESTATION AND VARIABILITY OF BIOMETRIC SIGNS IN LINE-PARENTAL COMPONENTS AND MAIZE HYBRIDS USING DIFFERENT GENETIC PLASMA UNDER IRRIGATION

T. Yu. Marchenko, Yu. O. Lavrynenko, A. B. Tishchenko, P. P. Zabara,

Abstract. *The largest absolute indicators of plant height were the lines of late maturity group (FAO 550), namely: B73, X84, X908, X902.*

In the late-ripening group of parental forms was the greatest height of plants (184.2 - 247.1 cm). In the Reid plasma lines (BSSS), on average, an excess of the trait was recorded in comparison with other groups of embryonic plasmas (237.0 - 245.1). It was minimal in lines X902 and X908 and was 230.4 cm and 232.5 cm, respectively.

In the Lancaster plasma group, the maximum was recorded in the line Kr9698 (FAO 420) - 219.7 cm, the minimum - 158.7 cm in the medium-ripe line DK296 (FAO 250). The paratypic variability (Vm) of the trait was low, which indicates a sufficient level of homozygosity and stability of the trait under irrigation.

The height of Iodent plasma plants ranged from 169.2 cm in line X22 (FAO 250) to 208.9 cm in line X221 (FAO 270).

The rate of genotypic variability (Vg) within the Lancaster plasma was significantly higher than the rate of modification variability - 11.9% vs. 0.8%. The same trend was observed in the Iodent plasma group - the index of genotypic variability was 6.4% higher than the modification one. The value of genotypic variability among the parental forms as a whole was 12.9%, which indicates the priority of the influence of genotype on the nature of the manifestation of the studied trait and a sufficient variety of baseline.

Newly created lines (parental components) in plant height had slightly lower values from 169.1 to 216.7 cm. The maximum height of plants was observed in the line HN-52-16 (FAO 400) plasma Iodent - 216.7 cm. The minimum - in the line HN-16-16 (FAO 250) plasma Mixed - 169.1 cm.

The newly created lines were characterized by a low level of paratypic variability of the studied trait - 0.95–1.21%, which indicates a high level of homogeneity and a sufficient level of selection stability of the trait. The value of genotypic variability among the newly created lines (parent components) averaged 8.16%. The rate of genotypic variability (Vg) within the Lancaster plasma lines was almost twice as high as the rate of modification variability (2.71% vs. 1.01%, respectively). A similar trend was observed in the parental plasma components Iodent and Mixed, where the coefficient of genotypic variability was significantly higher than the modification (10.2% vs. 0.93% and 8.73% vs. 1.03%, respectively). This indicates a high level of genotypic diversity among the newly created baselines and a high level of stability of the "plant height", which is due to a sufficient level of homozygosity of the new source material.

The level of the trait "plant height" in F1 hybrids is quite convenient to characterize through the abstract indicators of true (Gist) and hypothetical (Ggip) heterosis, which is expressed as a percentage. The Gist indicator shows the ratio of the value of the trait in the F1 hybrid to the parent form with a larger value. The Ggip index, in turn, is calculated by the ratio of the value of the trait studied in the F1 hybrid to its average value in the parental forms.

In our experiments, the highest indicators of true and hypothetical heterosis on the basis of "plant height" were characterized by the following hybrid combinations: DC 445 x HN-19-16 (Gist = 140.8%, Ggip = 144.5%), DC 205710 x HN-15 -16 (Gist = 141.9%, Ggip = 143.6%), HN-7-16 x HN-5-16 (Gist = 127.9%, Ggip = 148.7%), belonging to maturity groups FAO 300–400. These hybrids most fully manifested the effects of overgrowth of tallness.

The manifestation and variability of traits "plant height" and "height of cob attachment" in the lines - parent components and hybrids of corn with the use of different genetic plasmas. The level of heterosis in newly created test crosses under irrigation conditions was determined. The dependences of biometric parameters and their correlation with grain yield in the test of hybrids obtained with the participation of newly created initial forms of different embryonic plasmas were established.

The index of genotypic variability (Vg) was higher than the index of modification variability, which indicates a high level of genotypic diversity among the parental components and a high level of stability of the indicator "plant height". The stability of the manifestation of the feature indicates a sufficient level of achievement of homozygosity of the new source material.

The research was conducted during 2015–2019 in the research field of the NAAS, according to generally accepted methods of field research and guidelines. The following methods were used: general scientific, special, comparative-analytical, regression, information-logical analysis and mathematical modeling.

The ratio of hybrid plant height by maturity groups and yield level showed that for the middle-early group, in the phase of cessation of linear growth, the plant height is 235–265 cm, the grain yield is 12.98–13.81 t/ha; for the middle-ripe group - 255–257 cm with a grain yield of 15.17–15.82 t/ha. For medium-late hybrids, the optimal plant height to

ensure high grain yield (more than 15 t/ha) is in the range from 270 to 280 cm. A low stable positive correlation between plant height and grain yield of maize hybrids (r = 0.361), increasing the height of plants with increasing duration of the growing season. There is no straight relationship between yield and the index of the ratio of the height of the attachment of the ear to the height of the plant. The maximum grain yield of the created maize hybrids was observed at the index of the ratio of the height of attachment of the cob to the height of the plant from 0.400 to 0.450. The ratio of the height of attachment of the cob to the height of the plant is a genetically determined trait, well identifies samples of corn and can be used to compile a description and characteristics of the new material.
Key words: *parental lines, genetic plasmas, hybrids, maize, plant height, cob attachment height, yield, irrigation*