

УДК 631.527:633.15

UDC 631.527:633.15

06.01.05 – Селекция и семеноводство (сельскохозяйственные науки)

Breeding and seed production

АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СРЕДНЕ-СПЕЛЫХ ЛИНИЙ И ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

AGROBIOLOGICAL EVALUATION OF MID-SEASON LINES AND HYBRIDS OF MAIZE IN THE CENTRAL ZONE OF THE KRASNODAR REGION

Рудичев Вадим Игоревич
аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства
mr.rudiche@gmail.com

Rudichev Vadim Igorevich
postgraduate student of the Department of Genetics, Breeding and Seed Production
mr.rudiche@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Россия

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar, Russia

В данной статье представлены результаты исследования новых среднеспелых линий, полученных с использованием линии-донора Кл7427 на пониженную уборочную влажность зерна. По итогам данного исследования, выделены линии, рекомендованные в качестве исходного материала для селекции линий и гибридов кукурузы средней группы спелости с пониженной влажностью зерна на момент уборки без значительной потери урожайности

This article presents the results of a study of new medium-ripe lines obtained using the donor line K17427 for reduced grain harvesting moisture. According to the results of this study, the lines recommended as a starting material for the selection of lines and hybrids of maize of the middle group of ripeness with low grain moisture at the time of harvesting without significant loss of productivity were identified

Ключевые слова: КУКУРУЗА, ЗЕРНО, ГИБРИД, ЛИНИЯ, ВЛАЖНОСТЬ, ПОЧАТОК

Keywords: CORN, GRAIN, HYBRID, LINE, HUMIDITY, EAR

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-153-019>

Основным направлением селекции кукурузы принято считать повышение такого важного хозяйственно ценного признака как урожайность зерна. Многолетняя практика показывает, что при непрерывном удорожании энергоресурсов, вторым по значимости ценным признаком следует считать уборочную влажность зерна. Представленные данные Григорьевым Т. [2] свидетельствуют о том, что для снижения влажности зерна кукурузы с 30 до 13% необходимо затратить энергоресурсов превышающих их общее количество для выращивания самого зерна.

Гибриды кукурузы с высокими темпами отдачи влаги зерном имеют важное преимущество в экономии затрат на сушку, по данным учёных ВНИИ кукурузы для снижения влажности на 1%/ тонны зерна необходимо 2-3 кВт или 2-4 кг дизельного топлива на [3].

Материал и методика. Целью исследований является комплексная оценка коллекции новых самоопыленных линий по признаку «уборочная влажность зерна» в качестве исходного материала для получения линий и гибридов средней группы спелости с пониженной уборочной влажностью зерна без потери урожайности.

Исходным материалом послужили линии с различной степенью влагоотдачи зерном, их гибриды и беккроссные гибриды с линией, имеющей низкую уборочную влажность зерна, Кл7427.

Исследования проводились в 2016-2017 гг. на базе селекционного участка в х. Александровском Усть-Лабинского района. Посев был произведен в оптимальные для данной культуры сроки 22 апреля в 2016 и 29 апреля в 2017.

Отбор на содержание влаги проводился с 30-го по 55-ый день после опыления с интервалом 5 дней. Определение влажности зерна с 30 по 50-ый день выполнялось в сушильном шкафу фирмы WTB Binder (Германия) [6]. На 55-ый, при достаточно низкой влажности зерна, содержание влаги в зерне определялось стационарным влагомером DICKEY-john | GAC 2100 (США).

После отбора проб и проведения анализа была выявлена закономерность влияния линии Кл7427 по признаку «влажность зерна» на гибриды и беккроссные (возвратные) гибриды с этой линией по сравнению с остальными линиями.

При изучении исходного материала проводились фенологические наблюдения – даты посева, появление всходов, период всходы – цветение початков, уборочная влажность.

Кроме того, проводились биометрические измерения: высота растения, количество листьев и высота прикрепления початка, а также длина и масса початка, количество рядов зерен и количество зерен в ряду, масса 1000 зерен.

Высота растения имеет большое значение при современных технологиях возделывания кукурузы, а также при выборе родительских компонентов на участках гибридизации [5].

Полученные данные в ходе исследований были подвергнуты математической обработке по Доспехову Б. [4] и при помощи компьютерных программ Statistica и Excel.

Результаты исследований. Структурный анализ исследуемых линий кукурузы включал в себя измерение следующих показателей: длина початка, количество рядов зерен и количество зерен в ряду.

Средние значения длины початка, количество рядов зерен и количество зерен в ряду за 2016-2017 гг. представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Биометрический анализ початков исследуемых линий и гибридов кукурузы (2016-2017 гг.)

Название линии, гибрида	Длина початка, см	Количество рядов зерен, шт.	Количество зерен в ряду, шт.
2016 год			
LK001	15,7	12,9	19,4
LK005	16,3	15,3	25,9
LK0024	15,4	14,5	22,6
LK0039	15,6	14,2	21,0
LK008	17,1	15,5	26,3
Кл7427	16,5	16,1	22,3
LK001×Кл7427	17,3	13,4	25,1
LK005×Кл7427	15,6	15,0	19,3
LK0024×Кл7427	14,2	13,9	21,5
LK0039×Кл7427	16,8	15,9	24,1
LK008×Кл7427	18,3	17,3	26,3
(LK001×Кл7427)×Кл7427	17,4	14,6	22,3
(LK005×Кл7427)×Кл7427	15,6	14,5	27,1
(LK0024×Кл7427)×Кл7427	17,0	15,7	22,9
(LK0039×Кл7427)×Кл7427	16,9	14,3	24,1
(LK008×Кл7427)×Кл7427	17,1	14,7	19,8
Среднее значение	16,4	14,9	23,1

StDev	±0,18	±1,1	±2,6
CV, %	4,2	7,3	11,0
2017 год			
LK001	16,6	13,2	22,1
LK005	17,3	15,5	25,3
LK0024	16,8	14,6	21,5
LK0039	16,4	13,9	23,1
LK008	17,7	15,7	27,1
Кл7427	18,2	14,6	21,5
LK001×Кл7427	16,8	13,1	23,6
Продолжение таблицы 1			
LK005×Кл7427	16,2	14,8	20,5
LK0024×Кл7427	16,2	14,3	22,0
LK0039×Кл7427	17,4	16,2	25,3
LK008×Кл7427	19,3	15,7	25,9
(LK001×Кл7427)×Кл7427	18,9	13,8	23,1
(LK005×Кл7427)×Кл7427	15,5	14,0	26,3
(LK0024×Кл7427)×Кл7427	16,9	15,6	21,8
(LK0039×Кл7427)×Кл7427	18,2	15,1	22,5
(LK008×Кл7427)×Кл7427	18,3	15,4	20,0
Среднее значение	17,3	14,7	23,2
StDev	±0,2	±0,9	±2,2
CV, %	4,7	6,4	9,3

В 2016 году в среднем длина початка среди исследуемых образцов варьировала от 14,2 до 18,3 см (CV-6,2%), среднее значение составляло 16,4 см, минимальная и максимальная длина наблюдались у LK0024×Кл7427 и LK008×Кл7427 и составили 14,2 и 18,3 см соответственно, при отклонении каждого значения от средней величины ±0,18 см.

Количество рядов зерен в початке варьировало от 12,9 до 17,3 шт., минимальное и максимальное значение отмечались у LK001 и LK008×Кл7427 и составили 12,9 и 17,3 шт. соответственно, коэффициент вариации составлял 7,3%, а отклонение каждого от средней величины находилось в пределах ±1,1 шт.

Количество зерен в ряду варьировало от 19,3 до 27,1 шт., минимальное и максимальное значение отмечались у LK005×Кл7427 и

(LK005×Кл7427)×Кл7427 и составили 19,3 и 27,1 шт. соответственно, коэффициент вариации составлял 11,0%, а отклонение каждого от средней величины находилось в пределах $\pm 2,6$ шт.

В среднем по всем изучаемым линиям и гибридам в 2017 году длина початка варьировала от 15,5 до 19,3 см (CV-6,2%), максимальное и минимальное значения отмечались у (LK005×Кл7427)×Кл7427 и LK008×Кл7427 и составили 19,3 и 15,5 см соответственно, при отклонении каждого значения от средней величины $\pm 0,2$ см.

Количество рядов зерен в початке варьировало от 13,1 до 16,2 шт., минимальное и максимальное значение отмечались у LK001×Кл7427 и LK0039×Кл7427 и составили 13,1 и 16,2 шт. соответственно, коэффициент вариации составлял 6,4%, а отклонение каждого от средней величины находилось в пределах $\pm 0,9$ шт.

Количество зерен в ряду варьировало от 20,0 до 27,1 шт., минимальное и максимальное значение отмечались у (LK008×Кл7427)×Кл7427 и LK008 и составили 20,0 и 27,1 шт. соответственно, коэффициент вариации составлял 9,3%, а отклонение каждого от средней величины находилось в пределах $\pm 2,2$ шт.

При сравнении данных показателей между исследуемыми образцами можно отметить, что за 2016-2017 гг. наибольшие значения, в основном, были в образцах с линией LK008, а наименьшие значения отмечались у образцов с линией LK005.

Высота растения – один из важнейших показателей при оценке родительских форм. Она показывает пригодность гибридов кукурузы к механизированной уборке, степень полегания, а также высоту прикрепления початка [1].

В 2016 году высота растений варьировала от 175,6 до 213,6 см, минимальную и максимальную высоту имели LK005 и

(LK001×Кл7427)×Кл7427 соответственно, коэффициент вариации составил 5,3% (таблица 2).

Таблица 2 – Высота растений исследуемых линий и гибридов кукурузы (2016-2017 гг.)

Название линии, гибрида	Высота растений, см		
	2016 год	2017 год	Средняя за 2016-2017 гг.
LK001	194,2	183,9	189,1
LK005	175,6	183,8	179,7
LK0024	192,3	190,6	191,5
LK0039	195,8	191,5	193,7
LK008	185,3	172,0	178,7
Кл7427	196,7	185,8	191,3
LK001×Кл7427	199,1	200,3	199,7
LK005×Кл7427	186,4	190,2	188,3
LK0024×Кл7427	193,2	209,4	201,3
LK0039×Кл7427	195,6	204,0	199,8
LK008×Кл7427	211,9	201,6	206,8
(LK001×Кл7427)×Кл7427	213,6	222,1	217,9
(LK005×Кл7427)×Кл7427	187,5	189,8	188,7
(LK0024×Кл7427)×Кл7427	200,6	199,7	200,2
(LK0039×Кл7427)×Кл7427	207,5	208,4	208,0
(LK008×Кл7427)×Кл7427	208,6	201,6	205,1
Среднее значение	196,5	195,9	196,2
StDev	±10,3	±12,3	±11,3
CV, %	5,3	6,3	5,8

В 2017 году высота растений варьировала от 172,0 до 222,1 см, минимальная и максимальная высота наблюдались у LK008 и (LK001×Кл7427)×Кл7427 соответственно, коэффициент вариации составил 6,3%. Средняя высота за 2016-2017 гг. года исследований не сильно изменялась по годам, однако максимальную за 2 года имела беккроссный гибрид (LK001×Кл7427)×Кл7427

Важное значение в возможности механизированной уборки кукурузы имеет высота прикрепления початка. Оптимальная высота данного показателя

теля составляет не ниже 50-60 см от поверхности почвы в сочетании с укороченной ножкой [3].

В 2016 году высота прикрепления початка колебалась от 50,3 до 81,4 см, минимальное и максимальное значения имели LK0024×Кл7427 и (LK001×Кл7427)×Кл7427 соответственно, коэффициент вариации составил 13,1% (таблица 3).

Таблица 3 – Высота прикрепления початка (2016-2017 гг.)

Название линии, гибрида	Высота прикрепления поятка, см		
	2016 год	2017 год	Средняя за 2016-2017 гг.
LK001	62,6	56,7	59,7
LK005	57,8	55,1	56,5
LK0024	66,3	58,6	62,5
LK0039	58,4	54,7	56,6
LK008	50,3	42,2	46,3
Кл7427	64,5	55,0	59,8
LK001×Кл7427	73,8	75,4	74,6
LK005×Кл7427	55,1	57,7	56,4
LK0024×Кл7427	50,9	61,8	56,4
LK0039×Кл7427	68,4	79,9	74,2
LK008×Кл7427	66,2	68,8	67,5
(LK001×Кл7427)×Кл7427	81,4	82,5	82,0
(LK005×Кл7427)×Кл7427	69,3	62,2	65,8
(LK0024×Кл7427)×Кл7427	57,4	57,7	57,6
(LK0039×Кл7427)×Кл7427	62,1	63,5	62,8
(LK008×Кл7427)×Кл7427	68,2	66,1	67,2
Среднее значение	63,3	62,4	62,8
StDev	±13,1	±16,6	±14,9
CV, %	8,3	10,3	9,3

В 2017 году высота прикрепления початка варьировала в пределах от 42,2 см у LK008 до 82,5 см у (LK001×Кл7427)×Кл7427. Максимальное значение данного показателя за 2 года исследований было отмечено у бек-кроссного гибрида (LK001×Кл7427)×Кл7427 и составило 82,0 см.

Масса 1000 зерен и их масса в початке является важнейшим структурным элементом урожайности, кроме того, немаловажен выход зерна с початка. В наших исследованиях в 2016 году процент выхода зерна с початка в среднем по опыту составил 78,6%, максимальное и минимальное значения имели LK0024×Кл7427 и LK0024×Кл7427 и составили 73,0 и 96,8% соответственно, коэффициент вариации при этом составил 7,1%. Данные по урожайности, массе 1000 зерен и массе зерна с початка были переведены на 14%-ную влажность (таблица 4).

Таблица 4 – Основные элементы продуктивности кукурузы (2016-2017 гг.)

Название линии, гибрида	Масса 1000 зерен, г		Выход зерна с початка, %		Масса зерен в початке, шт.	
	2016 год	2017 год	2016 год	2017 год	2016 год	2017 год
LK001	235,3	216,8	73,0	73,4	57,4	57,9
LK005	245,6	244,2	75,6	79,8	62,3	60,5
LK0024	243,7	237,7	75,6	73,8	71,2	66,7
LK0039	229,9	235,7	77,6	78,0	56,4	63,0
LK008	261,1	264,9	83,1	81,3	91,8	84,2
Кл7427	238,9	239,4	81,4	79,6	74,0	72,4
LK001×Кл7427	239,7	237,0	77,8	78,1	62,3	62,2
LK005×Кл7427	248,2	256,4	74,3	71,1	57,7	58,2
LK0024×Кл7427	263,6	272,2	96,8	97,0	54,0	45,0
LK0039×Кл7427	195,6	180,4	75,8	79,0	81,5	92,9
LK008×Кл7427	216,5	228,4	78,5	79,1	94,6	100,2
(LK001×Кл7427)×Кл7427	239,7	237,0	77,1	80,6	82,1	86,7
(LK005×Кл7427)×Кл7427	285,6	296,1	74,1	73,2	61,9	60,9
(LK0024×Кл7427)×Кл7427	215,7	216,9	77,0	77,4	70,2	71,7
(LK0039×Кл7427)×Кл7427	245,7	252,5	80,6	84,5	97,9	105,4
(LK008×Кл7427)×Кл7427	229,4	233,8	80,0	79,4	92,5	92,3
Среднее значение	239,6	204,6	78,6	79,1	73,0	73,8
Среднее значение за 2 года	222,1		78,8		73,4	
StDev	±20,9	±25,9	±5,6	±5,9	±15,2	±17,6
CV, %	8,7	10,8	7,1	7,5	20,8	23,9

В 2017 году процент выхода зерен с початка варьировал в пределах от 71,7 до 97,0%, минимальное и максимальное значения отмечались у гибридов LK005×Кл7427 и LK0024×Кл7427 и составили 71,7 и 97,0% соответственно. Минимальный выход зерна с початка за 2 года исследований наблюдался у линии LK001.

За 2016-2017 гг. исследований минимальное значение по массе 1000 зерен наблюдалось у гибрида LK0039×Кл7427 и составило 195,6 г в 2016 и 180,4 г в 2017 годах. В то время как максимальное значение за эти же годы имел беккроссный гибрид (LK005×Кл7427)×Кл7427 и составило 285,6 г в 2016 и 296,1 г в 2017 годах.

Масса зерна с початка в изучаемых в 2016 образцах изменялась от 54,0 г у LK0024×Кл7427 до 97,9 г у (LK0039×Кл7427)×Кл7427, среднее значение составило 73,0 г (CV-20,8%). В 2017 году этот показатель варьировал от 45,0 г до 105,4 г, минимальное и максимальное значения отмечались у гибрида LK0024×Кл7427 и у беккроссного гибрида (LK0039×Кл7427)×Кл7427 и составили 45,0 и 105,4 г соответственно.

Анализ урожайности и влажности показал наличие достоверных различий, как среди образцов, так и по годам исследований (таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность и влажность на 55-й день после опыления линий и гибридов кукурузы (2016-2017 гг.)

Название линии, гибрида	2016 год		2017 год	
	Урожайность, т/га	Влажность, %	Урожайность, т/га	Влажность, %
LK001	3,26	18,6	3,29	19,9
LK005	5,63	12,8	4,84	15,8
LK0024	4,76	16,3	4,48	16,8
LK0039	3,49	22,0	4,58	23,5
LK008	6,13	23,0	5,91	25,4
Кл7427	4,73	11,2	4,01	14,5
LK001×Кл7427	4,45	18,6	4,39	19,3
LK005×Кл7427	4,21	18,8	4,62	19,5

LK0024×Кл7427	4,02	15,5	4,42	16,5
LK0039×Кл7427	3,81	17,9	4,28	18,3
LK008×Кл7427	5,43	21,0	5,53	24,0
(LK001×Кл7427)×Кл7427	4,61	17,7	4,57	17,6
(LK005×Кл7427)×Кл7427	6,08	13,6	5,59	18,8
(LK0024×Кл7427)×Кл7427	4,60	12,4	3,72	15,4
(LK0039×Кл7427)×Кл7427	4,26	13,3	5,06	16,7
(LK008×Кл7427)×Кл7427	4,03	18,7	3,96	16,0
Среднее значение	4,59	17,0	4,58	18,6
StDev	±0,85	±3,6	±0,69	±3,2
CV, %	18,6	21,0	15,2	17,3

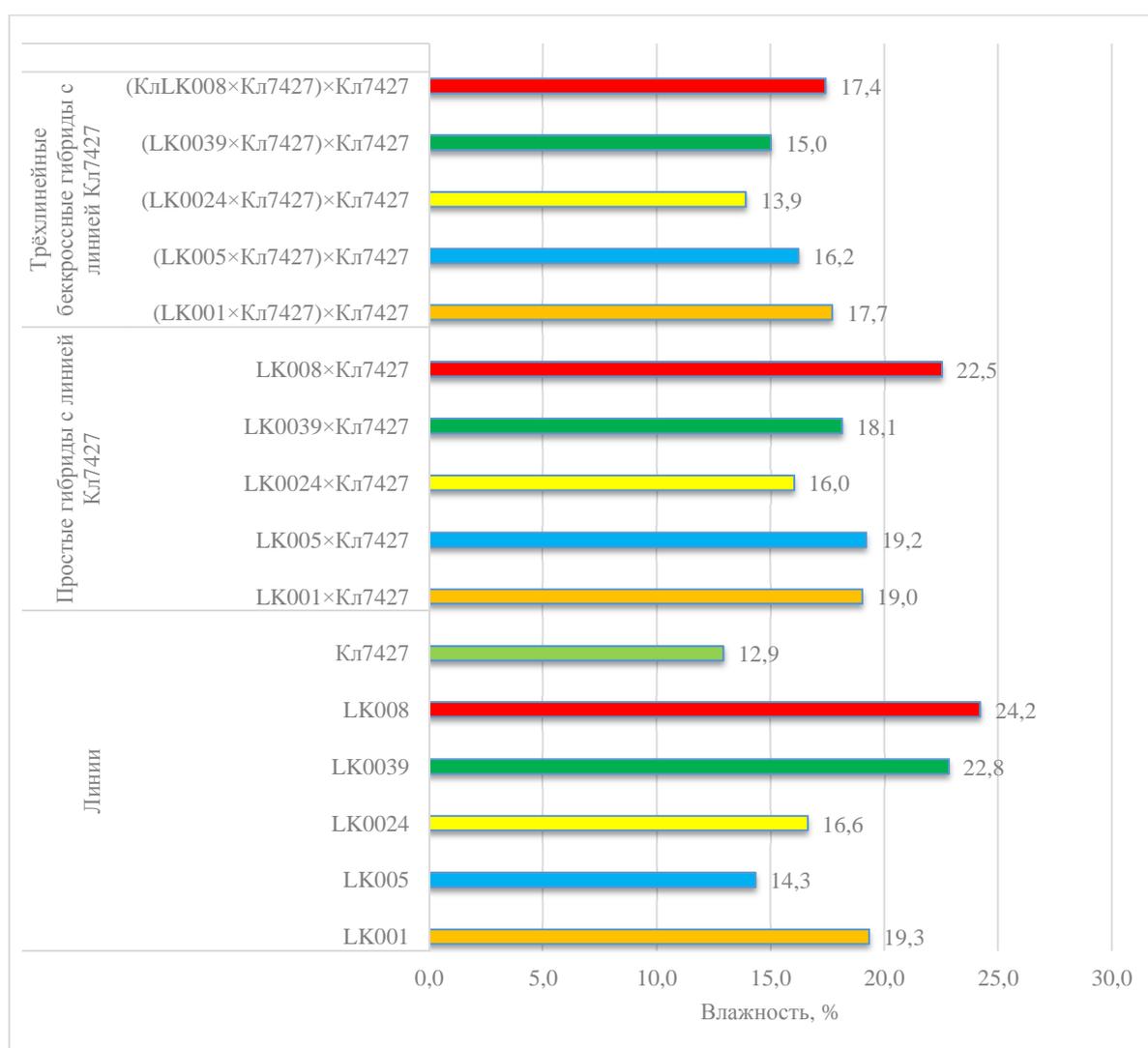


Рисунок 1. Средняя влажность зерна линий и гибридов кукурузы на 55 день после опыления за 2 года, % (2016-2017 гг.)

В 2016 году максимальная урожайность на опыте была отмечена у линии LK008 и составила 6,13 т/га, при влажности 23,0 %, что являлось максимальной влажностью, минимальная урожайность отмечалась у линии LK001 и составила 3,26 т/га, при влажности 18,6%. Минимальную влажность показала линия Кл7427, которая составила 11,2%, при этом ее урожайность была 4,73 т/га.

Аналогичная ситуация наблюдалась в 2017 году максимальную урожайность на опыте показала линия LK008 (5,91 т/га), при влажности 25,4 %, что, как и в 2016 году, являлось максимальной влажностью, минимальная урожайность отмечалась у линии LK001 и составила 3,29 т/га, при влажности 19,9%. Минимальную влажность показала линия Кл7427, которая составила 14,5%, при этом ее урожайность была 3,53 т/га.

Анализ данных за 2 года исследований показал, что наибольшую урожайность имела линия LK008, но при этом она имела максимальную влажность, линия Кл7427 показала самую низкую влажность. Из рисунка 1 видно, что линия Кл7427 оказывала положительное влияние на влажность зерна на 55-ый день в гибридах и беккроссных гибридах, так у самой влажной линии LK008 влажность снизилась с 24,2% у линии до 22,5 у гибрида LK008×Кл7427 и до 17,4% у беккроссного гибрида (LK008×Кл7427)×Кл7427 в среднем за 2016-2017 гг. Подобная тенденция прослеживается в остальных гибридных комбинациях с линией Кл7427.

В таблице 6 приведены выделившиеся гибридные комбинации по урожайности и влажности.

Таблица 6 – Урожайность и влажность выделившихся гибридных комбинаций (2016-2017 гг.)

Название линии, гибрида	Урожайность, т/га			Влажность на 55 день, %		
	2016	2017	Среднее	2016	2017	Среднее
По влажности						
LK0024×Кл7427	4,09	4,56	4,33	15,5	16,5	16,0
(LK0024×Кл7427)×Кл7427	4,52	3,78	4,15	12,4	15,4	13,9
(LK0039×Кл7427)×Кл7427	4,23	5,22	4,73	13,3	16,7	15,0
По урожайности						
LK008×Кл7427	5,91	6,26	6,09	21,0	24,0	22,5
(LK005×Кл7427)×Кл7427	6,05	5,92	5,99	13,6	18,8	16,2
Среднее значение	4,76	4,86	4,81	17,0	18,6	17,8
НСР ₀₅	0,66	0,65	0,66	1,61	1,28	1,45
X _{min}	3,45	3,53	3,49	11,2	14,5	12,9
X _{max}	6,84	6,81	6,83	23,0	25,4	24,2
CV, %	19,0	18,1	18,6	21,0	17,3	19,2

Выводы:

1. При создании нового исходного материала для селекции средне-спелых гибридов кукурузы с низкой уборочной влажностью необходимо включать в этот процесс линии-доноры с низкой уборочной влажностью зерна при созревании, к ним относятся – LK0024×Кл7427, (LK0024×Кл7427)×Кл7427, (LK0039×Кл7427)×Кл7427, LK008×Кл7427, (LK005×Кл7427)×Кл7427.

2. В результате наших исследований были проанализирован ряд новых гибридных комбинаций кукурузы с линией Кл7427, имеющие низкую уборочную влажностью зерна: LK0024×Кл7427, (LK0024×Кл7427)×Кл7427, (LK0039×Кл7427)×Кл7427.

3. В гибридных комбинациях, выделившихся по элементам продуктивности, прослеживалось влияние на снижение уборочной влажности зерна линии-донора Кл7427.

Список литературы:

1. Володарский Н. И. Биологические основы возделывания кукурузы / Н. И. Володарский. – М. Колос, 1975. – 256 с.
2. Георгиев, Т. Влияние энергетических проблем на селекцию кукурузы / Т. Георгиев // Материалы X заседания ЕУКАРПИИ (селекция кукурузы и сорго). – Варна, 1979. – С. 18.
3. Домашнев, П. П. Селекция кукурузы / П. П. Домашнев, Б. В. Дзюбецкий, В. И. Костюченко. – М. Агропромиздат, 1992. – С. 205-209.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.
5. Кривошеев, Г. Я. Оценка общей и специфической комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы в системе топкроссных скрещиваний / Г. Я. Кривошеев, А. С. Игнатьев // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 6(18). – С. 41-45.
6. Национальные стандарты. Зерно. Методы анализа. ИПК Издательство стандартов: Москва, 2004.

References

1. Volodarskij N. I. Biologicheskie osnovy vzdelyvaniya kukuruzy / N. I. Volodarskij. – M. Kolos, 1975. – 256 s.
2. Georgiev, T. Vlijanie jenergeticheskix problem na selekciju kukuruzy / T. Georgiev // Materialy X zasedanija EUKARPII (selekcija kukuruzy i sorgo). – Varna, 1979. – S. 18.
3. Domashnev, P. P. Selekcija kukuruzy / P. P. Domashnev, B. V. Dzjubeckij, V. I. Kostjuchenko. – M. Agropromizdat, 1992. – S. 205-209.
4. Dospheov, B. A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospheov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351s.
5. Krivosheev, G. Ja. Ocenka obshhej i specificheskoj kombinacionnoj sposobnosti novyx samoopylennyh linij kukuruzy v sisteme topkrossnyh skreshhivaniy / G. Ja. Krivosheev, A. S. Ignat'ev // Zernovoe hozjajstvo Rossii. – 2011. – № 6(18). – S. 41-45.
6. Nacional'nye standarty. Zerno. Metody analiza. IPK Izdatel'stvo standartov: Moskva, 2004.