

# ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

Научная статья  
УДК 633.15:631.526 (571.63)  
DOI: 10.30901/2227-8834-2023-3-32-40



## Оценка урожайности и качества зерна различных по происхождению гибридов кукурузы в условиях Приморского края

Е. С. Бутовец, И. Н. Даниленко, Н. А. Красковская

*Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск, Россия*

*Автор, ответственный за переписку:* Екатерина Сергеевна Бутовец, [otdelsoy@mail.ru](mailto:otdelsoy@mail.ru)

**Актуальность.** Работа посвящена оценке и отбору гибридов кукурузы различного происхождения по хозяйственно значимым показателям, накоплению белка и масла в зерне для выращивания на территории Приморского края и использования в селекционной практике.

**Материалы и методы.** В ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки в 2017–2020 гг. изучено 22 гибрида кукурузы зернового использования различного эколого-географического происхождения. Проведена оценка по хозяйственно ценным признакам и биохимическим показателям, определены корреляционные связи между параметрами, рассчитана интегральная оценка гибридов кукурузы. Ранжирование гибридов выполнено относительно заданного идеала.

**Результаты.** Наивысшую интегральную оценку по комплексу хозяйственных признаков в условиях Приморского края получили гибриды кукурузы Р 7709, Р 8688 и Р 8523 (компания Pioneer), Си Ротанго (компания Syngenta). Большой процент накопления белка в зерне кукурузы отмечен при оптимальном сочетании тепла и влаги (ГТК 1,1); масла – при повышенном уровне влагообеспеченности почвы (ГТК 3,1). Максимальное содержание белка зафиксировано у гибрида Си Ротанго, масла – НУР, Ладожский 181 МВ, Р 7054. Выявлены прямые сильные корреляции урожайности с массой 1000 зерен и одного початка, выхода зерна с высотой прикрепления нижнего початка. Обратную слабую корреляцию наблюдали между биохимическими показателями с урожайностью, ФАО и выходом зерна.

**Ключевые слова:** гибрид, интегральная оценка, белок, масло, корреляционные связи

**Благодарности:** работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану НИР по теме № 0812-2014-0016 «Создать гибрид кукурузы (ФАО 150-250) для возделывания в условиях Приморского края». Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

**Для цитирования:** Бутовец Е.С., Даниленко И.Н., Красковская Н.А. Оценка урожайности и качества зерна различных по происхождению гибридов кукурузы в условиях Приморского края. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2023;184(3):32-40. DOI: 10.30901/2227-8834-2023-3-32-40

## STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2023-3-32-40

## Evaluation of grain yield and quality in maize hybrids of various origin under the conditions of Primorsky Territory

Ekaterina S. Butovets, Irina N. Danilenko, Natalya A. Kraskovskaya

*Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk, Russia***Corresponding author:** Ekaterina S. Butovets, [otdelsoy@mail.ru](mailto:otdelsoy@mail.ru)

**Background.** This study was dedicated to the evaluation and selection of maize hybrids of different origin for important agronomic traits and for protein and oil accumulation in grain under the conditions of Primorsky Territory, as well as for their possible use as source material for breeding.

**Materials and methods.** Twenty-two grain maize hybrids of various geographic origin were studied at the Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaika in 2017–2020. Useful agronomic characters and biochemical indications were assessed, correlations between parameters were established, and an integrated evaluation of maize hybrids was made. The hybrids were ranked relative to a predetermined ideal model.

**Results.** Based on the results of the integrated assessment, maize hybrids P 7709, P 8688 and P 8523 (Pioneer Corporation) and Si Rotango (Syngenta) had the highest scores for a set of important agronomic traits under the conditions of Primorsky Territory. Higher protein content levels were detected in maize grain when the combination of temperature and moisture was optimal (Selyaninov's hydrothermal coefficient = 1.1). The highest oil content was observed at an enhanced level of soil moisture (HTC = 3.1). The Si Rotango hybrid had the maximum protein content. The NUR, Ladozhsky 181 MV and P 7054 hybrids showed the maximum in oil content. Strong direct correlations were discovered between the yield and the weight of 1000 kernels and one ear, and between grain yield and the height of the lower ear position. Weak reverse correlations were observed between biochemical parameters and yield, and between a FAO maturity group and grain yield.

**Keywords:** hybrid, integrated assessment, protein, oil, correlations

**Acknowledgements:** the research was carried out within the framework of the state task according to the thematic research plan on Topic No. 0812-2014-0016 "To develop a hybrid of maize (FAO 150-250) for cultivation in Primorsky Territory". The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

**For citation:** Butovets E.S., Danilenko I.N., Kraskovskaya N.A. Evaluation of grain yield and quality in maize hybrids of various origin under the conditions of Primorsky Territory. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2023;184(3):32-40. DOI: 10.30901/2227-8834-2023-3-32-40

## Введение

Кукуруза – одна из наиболее распространенных культур в мире (Buldykova, Sheudzhen, 2014; Torikov et al., 2019; Akhiyarov et al., 2020). Она обладает универсальностью применения и широко используется в пищевой (производство крупы, муки, кукурузных хлопьев, хлеба, блинов, попкорна, крахмала, патоки, пищевого масла, детского питания), сельскохозяйственной (заготовка силоса и зеленая подкормка животным), спиртовой (производство биоэтанола), медицинской и косметической промышленности (Volchanskaya et al., 2016; Shazzo et al., 2011; Kuzmenkova, Krikunova, 2012; Shtanchaev et al., 2007).

В современном сельскохозяйственном производстве Приморского края в группе зерновых культур первое место по урожайности занимает кукуруза, которую выращивают как на зерно, так и на силос. Сельхозпроизводители Приморского края собрали в 2020 г. 297 тыс. тонн зерна кукурузы, что на 2,4% больше, чем годом ранее. В дальнейшем прогнозируется увеличить валовой сбор зерна кукурузы до 1 млн тонн. В связи с этим нужно отметить экономическую целесообразность возделывания кукурузы на зерно в Приморье. Для достижения поставленных задач актуален подбор гибридов кукурузы с высокой урожайностью зерна и низкой уборочной влажностью, устойчивых к стрессовым факторам среды, которые лимитируют формирование потенциальной продуктивности (Ward et al., 2016; Panfilov, 2018).

*Цель исследований* – оценить и выделить гибриды кукурузы различного эколого-географического происхождения по комплексу хозяйственно значимых признаков, содержанию белка и масла в зерне для возделывания на территории Приморского края и использования в селекционной практике в качестве источников ценных показателей.

## Материалы и методы

Научная работа выполнялась в 2017–2020 гг. в лаборатории селекции и первичного семеноводства кукурузы Федерального научного центра агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки.

Метеорологические условия 2017 г. (по данным агрометеостанции «Тимирязевский») способствовали реализации генетического потенциала гибридов кукурузы, формированию полноценного зерна восковой спелости. В 2018 г. преобладали периоды избыточного увлажнения: сумма осадков в мае составила 110,9 мм (средне-многолетняя – 51,0), июле – 138,8 мм (средне-многолетняя – 90,0), августе – 347,7 мм (средне-многолетняя – 134,0). Из-за избыточного переувлажнения наблюдалось значительное колебание высоты прикрепления початка, что вызывало потери части урожая при уборке. Благоприятный температурный режим сентября и октября способствовал равномерному наливу и созреванию зерна кукурузы. В 2019 г. сумма осадков в мае составила 77,0 мм (средне-многолетнее – 51,0), августе – 226,5 мм (средне-многолетнее – 134,0). Низкий температурный фон июня и июля, спровоцировал медленное развитие линейного роста главного побега, в результате которого сформировались низкорослые растения и невысокая продуктивность. Погодные условия 2020 г. характеризовались повышенным температурным режимом и периодами избыточного увлажнения в сравнении со средне-многолетней нормой. Так, в июне сумма осадков составила 193,5 мм (средне-многолетнее – 81,0), третьей декаде

августа – 75,6 мм (средне-многолетнее – 45,0), сентябре – 129,2 мм (средне-многолетнее – 104,0). В остальные летние периоды (июль, первая и вторая декада августа) значения количества осадков текущего года незначительно были выше/ниже (варьирование от 15,6 до 48,4 мм) многолетних учетов (варьирование от 29,0 до 46,0 мм). Благоприятное сочетание влаги и тепла способствовало активному росту и развитию кукурузы, что позитивно отозвалось на урожайности культуры.

Почва опытного участка лугово-бурая отбеленная, по механическому составу – тяжелый суглинок, что является оптимальным условием для выращивания кукурузы (Kostenkov et al., 2006).

В качестве объектов изучения взяты гибриды кукурузы зернового использования, различные по происхождению и группе спелости. Стандартом являлась средне-спелая гибридная популяция ‘Славянка’, допущенная к использованию по Дальневосточной зоне.

Возделывание кукурузы проводилось по общепринятой агротехнике в Приморском крае: ширина междурядий – 70 см, норма высева семян – 70 тыс. растений/га (Chaika, 2001). Повторность опыта экологического испытания трехкратная, рендомизированное расположение делянок, площадь делянки – 28 м<sup>2</sup>. Согласно методике, осуществляли закладку полевого опыта (Dospikhov, 2012). Посев и уборка кукурузы производились вручную.

В течение вегетации кукурузы в опыте осуществляли учет общей оценки состояния образца, выравниваемости по высоте, полеганию, густоте стояния. Фенологические наблюдения, полевую оценку растений, учеты по ценным хозяйственным признакам проводили согласно методическим рекомендациям (Shmaraev, Matveeva, 1985; Guidelines for maize..., 1982). Число ФАО гибридов определяли по методике А. Э. Панфилова (Panfilov, 2004).

Уборочную влажность зерна образцов кукурузы определяли на анализаторе влажности «Фармпойнт» (Дания). Содержание в зерне кукурузы белка и масла определялось лабораторией агрохимических анализов научного центра на приборе Inframatic 9200 (Perten Instruments AB, Швеция).

Методами дисперсионного и парного корреляционного анализов с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel проводили статистическую обработку результатов (Dospikhov, 2012).

По методике рассчитана интегральная (многокритериальная) оценка гибридов кукурузы испытания (Martyupov, 1987). При задании идеала руководствовались следующими параметрами: по урожайности и количественным признакам желательными являлись наивысшие значения; по влажности зерна соблюдали ограничение снизу (не больше 25%); рассчитаны весовые коэффициенты и стандартное отклонение. Как правило, идеал и весовые коэффициенты задаются исследователем в зависимости от желаемых параметров отбора образца. Ранжирование гибридов происходит относительно идеала (интегральная оценка – это отклонение от идеала). Тестируемый образец с минимальной оценкой является лучшим.

## Результаты

Испытание 22 гибридов кукурузы различного происхождения проводилось в экологическом питомнике по семи признакам (табл. 1).

По урожайности пять гибридов кукурузы превысили стандарт ‘Славянка’ (4,4 т/га) более чем на 100% –

**Таблица 1.** Характеристика и интегральная оценка гибридов кукурузы различного происхождения, 2017–2020 гг.**Table 1.** Description and integrated assessment of maize hybrids differing in their origin, 2017–2020

Гибрид	Урожайность, т/га	Влажность зерна, %	Масса 1000 зерен, г	Масса одного початка, г	Высота растений, см	Высота прикрепления нижнего початка, см	Выход зерна, %	Интегральная оценка
<b>ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки (Россия, Приморский край)</b>								
Славянка, стандарт	4,4	28,3	240,0	143,5	243,6	77,9	85,2	1,8
<b>ВНИИ кукурузы (Россия, Ставропольский край)</b>								
Байкал	5,8	25,6	237,2	135,6	214,2	62,6	83,9	-1,8
НУР	3,1	22,4	218,6	90,7	204,2	62,0	84,6	2,9
<b>ДВНИИСХ (Россия, Хабаровский край)</b>								
Бирсу	3,8	25,9	246,4	114,5	200,8	63,0	82,2	3,5
<b>НПО «Семеноводство Кубани» (Россия, Краснодарский край)</b>								
Ладожский 175 МВ	6,5	29,7	270,6	154,3	211,5	62,6	85,9	-0,9
Ладожский 250	7,4	30,4	241,0	155,2	205,3	63,8	85,7	0,4
Ладожский 181 МВ	5,2	34,6	252,1	151,5	211,5	65,6	85,6	2,9
<b>ООО НПО «Кос-Маис» (Россия, Краснодарский край)</b>								
КС 178 СВ	6,0	28,3	251,7	162,2	257,7	100,2	87,5	-3,9
<b>Компания Pioneer (США)</b>								
P 7709	7,0	24,5	271,6	147,7	214,2	71,2	86,3	-4,7
P 8688	8,3	27,7	284,9	167,5	248,1	84,6	87,0	-4,6
P 8523	8,1	27,3	265,1	166,9	237,7	90,2	87,7	-4,5
P 8816	8,2	28,6	265,6	161,1	249,3	89,1	88,9	-3,9
P 7054	7,0	26,0	259,4	141,3	175,1	66,7	86,8	-2,6
P 9074	9,4	31,2	276,3	191,1	254,6	81,7	85,3	-2,3
P 9175	8,6	34,3	319,6	201,1	258,5	80,4	87,3	-2,2
P 8400	8,5	30,9	274,5	166,2	225,4	77,2	88,1	-1,8
P 8451	8,0	32,7	207,9	163,6	255,2	86,4	87,4	0,8
P 9241	8,9	35,1	269,2	190,1	260,2	64,3	86,0	0,9

Таблица 1. Окончание

Table 1. The end

Гибрид	Урожайность, т/га	Влажность зерна, %	Масса 1000 зерен, г	Масса одного початка, г	Высота растений, см	Высота прикрепления нижнего початка, см	Выход зерна, %	Интегральная оценка
<b>Компания Syngenta (Китай)</b>								
Си Ротанго	7,8	26,4	267,7	154,6	242,3	78,8	87,2	-4,4
НК Гитаго	7,9	29,3	279,7	163,3	246,7	83,3	86,9	-3,2
Си Новатоп	9,0	28,7	278,9	147,2	208,3	71,7	86,2	-2,0
НК Фалькон	8,8	29,2	217,0	163,4	244,0	77,0	87,0	-1,3
Делитоп	8,9	33,5	280,5	161,8	251,0	83,9	87,9	-0,6
НСР <sub>0,05</sub>	2,5	5,1	41,0	44,3	33,1	15,2	2,6	
Стандарт. откл.	1,8	3,4	25,3	23,3	23,9	10,8	1,5	
Весовые коэф.	2,275	-2,275	0,7	0,7	0,35	0,35	0,35	
(Модель) Идеал сорта	7,0	25	200	130	180	60	82	

НК Фалькон, Делитоп, Си Новатоп, Р 9074 и Р 9241. Относительно низкой уборочной влажностью зерна характеризовались два образца – НУР и Р 7709 (до 25%). Показатель массы 1000 зерен варьировал от 217 до 319,6 г. Наибольшие значения по массе 1000 зерен и одного початка, высоте растений отмечено у гибрида Р 9175.

Выявление перспективного образца обособленно по отдельному признаку исключает возможность учета одновременной совокупности всех показателей. Поэтому для всесторонней полной оценки гибридов кукурузы по комплексу хозяйственных признаков использовали многокритериальный метод (Martynov, 1987).

Лучшую интегральную оценку по комплексу признаков в испытании имеют 16 образцов кукурузы (от -4,7 до -0,6, то есть показатели выше идеала). Самые лучшие интегральные оценки были у гибридов – Р 7709, Р 8688 и Р 8523 (компания Pioneer), Си Ротанго (компания Syngenta).

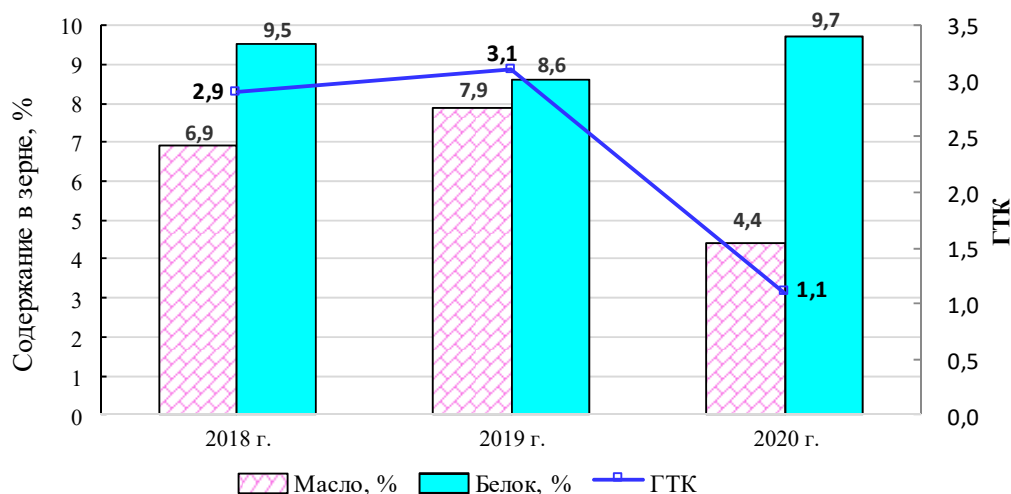
Гибрид Р 9241, превосходящий стандарт 'Славянка' по урожайности на 4,5 т/га и «модель» – на 1,9 т/га, занял в ранге 19-е место, так как один из ценных показателей для кукурузы «влажность зерна при уборке» превысил параметр идеала в 1,4 раза.

Согласно ранжированию, в результате применения многокритериального анализа гибриды Ладожский 181 МВ, НУР, 'Бирсу' будут исключены из тестирования в экологическом питомнике, потому как их интегральная оценка (более 2,9) ниже стандарта 'Славянка' (1,8). Данные гибриды в дальнейшем будут включены в селекционный процесс как источники хозяйственно значимых признаков – раннеспелости (ФАО составляет от 150 до 180) и низкой уборочной влажности зерна (НУР).

Накопление и формирование биохимического состава зерна кукурузы происходит в результате сложных процессов метаболизма в растениях, сформированных под действием факторов внешней среды и реализации потенциала генотипа культуры (Kravchenko et al., 2016). Для выявления воздействия климатического фактора на массовую долю белка и масла в зерне использовали гидротермический коэффициент (ГТК), характеризующий среднее состояние термовлагообеспеченности территории в период формирования семени (III декада июля, I и II – августа) (рисунок).

В фазе формирования питательных веществ в зерне кукурузы присутствовали периоды избыточного увлажнения (ГТК 2,9 и 3,1), оказавшие различное влияние на биохимический состав гибридов. Наибольший процент белка был накоплен в 2020 г. при ГТК 1,1; масла – в 2019 г. при самом высоком ГТК за период исследований (3,1). По результатам корреляционного анализа выявлены сильные связи: прямая корреляция ГТК с содержанием масла в зерне ( $r = 0,98$ ) и обратная – с содержанием белка ( $r = -0,71$ ). Можно предположить, что для образования более высокого процента белковости, кукурузе необходимо оптимальное сочетание тепла и влаги в данную фазу развития (ГТК от 1 до 2 – наиболее благоприятное для развития культуры) с отсутствием периодов переувлажнения.

Гибриды кукурузы с наибольшим накоплением белка в зерне (более 10,0%) отмечены в каждой группе происхождения (оригинаторов семян), в том числе и стандарте (табл. 2). Максимальное значение признака присутствовало у гибрида компании Syngenta – Си Ротанго. Более высокой масличностью характеризовались гибриды



**Рисунок.** Влияние ГТК на формирование белка и масла в зерне гибридов кукурузы, 2018–2020 гг., Приморский край

**Figure.** The effect of HTC on the formation of grain protein and oil in maize hybrids, 2018–2020, Primorsky Territory

**Таблица 2.** Биохимический состав гибридов кукурузы, 2018–2020 гг., Приморский край

**Table 2.** Biochemical composition of maize hybrids, 2018–2020, Primorsky Territory

Гибрид	Содержание в зерне, %	
	масла	белка
Славянка, стандарт	6,6 ± 1,90	10,0 ± 0,66
Байкал	6,9 ± 1,96	10,1 ± 0,81
НУР	7,0 ± 2,22	9,2 ± 2,40
Бирсу	5,0 ± 1,51	10,1 ± 1,10
Ладожский 175 МВ	6,2 ± 1,71	9,0 ± 0,97
Ладожский 250 МВ	5,9 ± 1,46	8,5 ± 0,54
Ладожский 181 МВ	7,3 ± 2,01	10,3 ± 1,10
КС 178 СВ	6,7 ± 2,02	9,4 ± 0,96
Р 7709	6,2 ± 1,40	9,7 ± 0,58
Р 8688	5,4 ± 1,33	8,3 ± 0,57
Р 8523	5,8 ± 1,71	8,9 ± 0,61
Р 8816	5,8 ± 1,67	8,4 ± 0,45
Р 7054	7,0 ± 1,74	9,0 ± 0,76
Р 9074	5,7 ± 1,00	10,3 ± 2,00
Р 9175	6,9 ± 2,38	10,0 ± 0,63
Р 8400	6,0 ± 1,49	8,8 ± 0,54
Р 8451	5,7 ± 1,93	8,6 ± 0,78
Р 9241	6,1 ± 2,31	9,2 ± 0,89
Си Ротанго	6,4 ± 1,58	10,4 ± 1,07
НК Гитаго	6,9 ± 2,14	8,6 ± 1,13
Си Новатоп	6,8 ± 2,28	8,0 ± 0,62
НК Фалькон	6,7 ± 1,89	10,0 ± 1,05
Делитоп	6,6 ± 2,10	8,6 ± 0,28
НСР <sub>0,05</sub>	0,93	0,97

ставропольской (НУР), краснодарской (Ладожский 181 МВ) и американской (Р 7054) селекции. Следует отметить, что сочетание в одном генотипе повышенного содержания белка и масла в зерне имеет Ладожский 181 МВ, который может представлять ценность как сырье для универсального использования при переработке.

Одним из важных показателей культуры является урожайность, которая зависит от генетических особенностей и условий выращивания. По результатам корреляционного анализа выявлены прямые сильные достоверные связи урожайности с массой одного початка и 1000 зерен ( $r = 0,69-0,81$ ), высоты прикрепления нижнего початка с выходом зерна ( $r = 0,69$ ) (табл. 3). Также установлены прямые средние связи между морфологическими признаками и элементами структуры урожая ( $r > 0,33$ ).

**Таблица 3. Коэффициенты корреляции (r) между хозяйственно ценными признаками гибридов кукурузы экологического испытания, 2018–2020 гг., Приморский край**

**Table 3. Correlation coefficients (r) among important agronomic traits in maize hybrids under multi-environment trials, 2018–2020, Primorsky Territory**

Признак	Урожайность, т/га	ФАО	Выход зерна, %
Урожайность, т/га	–	0,59*	0,69*
Влажность зерна, %	0,60*	0,62*	0,38
Масса 1000 зерен, г	0,78**	0,46	0,52
Масса одного початка, г	0,81**	0,63*	0,60*
Высота растений, см	0,56	0,56	0,46
Высота прикрепления нижнего початка, см	0,59*	0,40	0,69*
Содержание в семенах белка, %	–0,32	–0,13	–0,20
Содержание в семенах масла, %	–0,02	–0,21	0,00

Примечание: \* – коэффициент корреляции достоверен на одном уровне значимости  $p \leq 0,05$ ;

\*\* – коэффициент корреляции достоверен на двух уровнях значимости ( $p \leq 0,05$  и  $p \leq 0,001$ )

Note: \* – the correlation coefficient is statistically significant at the same significance level of  $p \leq 0.05$ ;

\*\* – the correlation coefficient is statistically significant at two significance levels ( $p \leq 0.05$  and  $p \leq 0.001$ )

Обратную слабую связь наблюдали у биохимических показателей с урожайностью, ФАО и выходом зерна ( $r < 0,32$ ), что указывает на сложность сочетания высоких показателей ценных признаков в одном генотипе кукурузы.

### Заключение

В результате испытания гибридов кукурузы различного происхождения в условиях Приморского края высшую интегральную оценку по комплексу признаков имеют образцы Р 7709, Р 8688 и Р 8523 (компания Pioneer), Си Ротанго (компания Syngenta). Наибольший процент накопления белка в зерне происходит при оптимальном сочетании тепла и влаги (ГТК 1,1); масла – при повышенном уровне влагообеспеченности почвы (ГТК 3,1). Максимальное содержание белка отмечено у гибрида Си Ротанго, масла – НУР, Ладожский 181 МВ, Р 7054. По результатам корреляционного анализа выявлены прямые сильные достоверные связи урожайности с массой

одного початка и 1000 зерен ( $r = 0,69-0,81$ ), высоты прикрепления нижнего початка с выходом зерна ( $r = 0,69$ ). Обратную слабую связь наблюдали у биохимических показателей с урожайностью, ФАО и выходом зерна.

### References / Литература

Akhiyarov B.G., Sotchenko B.N., Abdulvaleev R.R., Valitov A.V., Akhiyarova L.M. Formation of crop hybrid crops in the conditions of the Republic of Bashkortostan. *Perm Agrarian Journal*. 2020;1(29):28-37. [in Russian] (Ахияров Б.Г., Сотченко Б.Н., Абдулвалеев Р.Р., Валитов А.В., Ахиярова Л.М. Формирование урожая гибридов кукурузы в условиях Республики Башкортостан. *Пермский аграрный вестник*. 2020;1(29):28-37). DOI: 10.24411/2307-2873-2020-10011

Buldykova I.A., Sheudzhen A.H. Influence of microfertilizers on productivity and quality of corn. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2014;(98):632-644. [in Russian] (Булдыкова И.А., Шеуджен А.Х. Влияние микроудобрений на урожайность и качество зерна кукурузы. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2014;(98):632-644).

Chaika A.K. (ed.). The agro-industrial production management system in Primorsky Territory (Sistema vedeniya agropromyshlennogo proizvodstva Primorskogo kraia). Novosibirsk; 2001. [in Russian] (Система ведения агропромышленного производства Приморского края / под ред. А.К. Чайки. Новосибирск; 2001).

Dospikhov V.A. Methodology of field trial with fundamentals of statistical processing of research results (Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). Moscow: Kniga po trebovaniyu; 2012. [in Russian] (Доспехов В.А. Методика полевого

- опыта с основами статистической обработки результатов исследований. Москва: Книга по требованию; 2012).
- Guidelines for maize breeding (Metodicheskiye ukazaniya po selektsii kukuruzy). Moscow; 1982. [in Russian] (Методические указания по селекции кукурузы. Москва; 1982).
- Kostenkov N.M., Oznobikhin V.I. Soils and soil resources in the southern Far East and their assessment. *Eurasian Soil Science*. 2006;39(5):461-469. DOI: 10.1134/S1064229306050012
- Kravchenko N.S., Ignatieva N.G., Ionova E.V. The effect of hydrothermal conditions on the quality of winter soft wheat grain. *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2016;3(7):71-79. [in Russian] (Кравченко Н.С., Игнатъева Н.Г., Ионова Е.В. Влияние гидротермических условий на качество зерна озимой мягкой пшеницы. *Таврический вестник аграрной науки*. 2016;3(7):71-79).
- Kuzmenkova N.M., Krikunova L.N. Influence of hydrothermal processing mode on rheological characteristics of maize grain. *Izvestiya VUZov. Food Technology*. 2012;5-6(329-330):78-81. [in Russian] (Кузьменкова Н.М., Крикунова Л.Н. Влияние режима гидротермической обработки на реологические характеристики зерна кукурузы. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2012;5-6(329-330):78-81).
- Martynov S.P. Method of multi-criteria breeding of plants. *Agricultural Biology*. 1987;22(6):122-124. [in Russian] (Мартынов С.П. Метод многокритериального выбора на заключительном этапе селекции растений. *Сельскохозяйственная биология*. 1987;22(6):122-124).
- Panfilov A.E. Moisture of maize grain as a function of the genotype, time and hydrothermal conditions (Vlazhnost zerna kukuruzy kak funktsiya genotipa, vremeni i gidrotermicheskikh usloviy). In: *Problems of the Agricultural Sector of the Southern Ural Region and Their Solutions. Proceedings of the Scientific Conference; January 28-29, 2004; Chelyabinsk, Russia (Materialy nauchnoy konferentsii "Problemy agrarnogo sektora Yuzhnogo Urala i puti ikh resheniya"; 28-29 yanvarya 2004 g.; Chelyabinsk, Rossiya)*. Chelyabinsk: Chelyabinsk State Agrarian Engineering University; 2004. p.35-49. [in Russian] (Панфилов А.Э. Влажность зерна кукурузы как функция генотипа, времени и гидротермических условий. В кн.: *Материалы научной конференции «Проблемы аграрного сектора Южного Урала и пути их решения»; 28-29 января 2004 г.; Челябинск, Россия*. Челябинск: Челябинский государственный аграрно-технический университет; 2004. С.35-49).
- Panfilov A.E., Sotchenko V.S., Gorbacheva A.G., Vetoshkina I.A., Kazakova N.I. Dynamics of moisture loss of corn grain of ultra-early corn hybrids in contrast conditions of growth. *Kukuruza i sorgo = Maize and Sorghum*. 2018;(3):3-9. [in Russian] (Панфилов А.Э., Сотченко В.С., Горбачева А.Г., Ветошкина И.А., Казакова Н.И. Динамика потери влаги кукурузы ультраранних гибридов кукурузы в контрастных условиях произрастания. *Кукуруза и sorgo*. 2018;(3):3-9).
- Shazzo A.A., Butina E.A., Gerasimenko E.O. Existing and prospective trends of complex corn seed processing. *New Technologies*. 2011;(2):54-58. [in Russian] (Шаззо А.А., Бутина Е.А., Герасименко Е.О. Существующие и перспективные направления комплексной переработки зерна кукурузы. *Новые технологии*. 2011;(2):54-58).
- Shmaraev G.E., Matveeva G.V. Study and maintenance of the maize collection accessions. Guidelines (Izucheniye i podderzhanie obraztsov kollektzii kukuruzy. Metodicheskiye ukazaniya). Leningrad: VIR; 1985. [in Russian] (Шмараев Г.Е., Матвеева Г.В. Изучение и поддержание образцов коллекции кукурузы. Методические указания. Ленинград: ВИР; 1985).
- Shtanchaev A.Sh., Nasriddinov A.S., Teshaeв Kh.I., Muhidinov Z.K., Khalikov D.Kh. Turbidimetric titration of corn zein. *Reports of the National Academy of Sciences of Tajikistan*. 2007;50(9-10):748-752. [in Russian] (Штанчаев А.Ш., Насриддинов А.С., Тешаев Х.И., Мухидинов З.К., Халиков Д.Х. Турбидиметрическое титрование зерна кукурузной муки. *Доклады Национальной академии наук Таджикистана*. 2007;50(9-10):748-752).
- Torikov V.E., Dronov A.V., Torikov V.V., Osipov A.A., Lantsev V.V. Value of corn, sorghum crops and their productivity depending on cultivation methods. *VESTNIK of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2019;5(75):15-22. [in Russian] (Ториков В.Е., Дронов А.В., Ториков В.В., Осипов А.А., Ланцев В.В. Ценность кукурузы, сорговых культур и их урожайность в зависимости от приемов выращивания. *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019;5(75):15-22).
- Volchanskaya A.A., Konareva V.R., Alenikova Yu.B. Chemical composition of different maize hybrids (Khimicheskii sostav razlichnykh gibridov kukuruzy). *Molodoy ucheny = Young Scientist*. 2016;13(117):914-916. [in Russian] (Волчанская А.А., Конарева В.Р., Аленикова Ю.Б. Химический состав различных гибридов кукурузы. *Молодой ученый*. 2016;13(117):914-916).
- Ward J.K., Henry W.B., Nock M.W. Variability in harvest moisture and dry-down in multi-hybrid planting systems. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers*. 2016;59(5):1111-1115. DOI: 10.13031/trans.59.11572

### Информация об авторах

**Екатерина Сергеевна Бутовец**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, и. о. зав. лабораторией, Федеральный научный центр агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, 692539 Россия, Уссурийск, пос. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30, otdelsoy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2879-3570>

**Ирина Николаевна Даниленко**, младший научный сотрудник, Федеральный научный центр агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, 692539 Россия, Уссурийск, пос. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30, ira.danilenko.8787@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9462-3473>

**Наталья Александровна Красковская**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный научный центр агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, 692539 Россия, Уссурийск, пос. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30, fe.smc\_rf@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1639-3916>



**Information about the authors**

**Ekaterina S. Butovets**, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Acting Head of a Laboratory, Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaika, 30 Volozhenina St., Timiryazevsky Settle., Ussuriysk 692539, Russia, otelsoy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2879-3570>

**Irina N. Danilenko**, Associate Researcher, Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaika, 30 Volozhenina St., Timiryazevsky Settle., Ussuriysk 692539, Russia, ira.danilenko.8787@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9462-3473>

**Natalya A. Kraskovskaya**, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaika, 30 Volozhenina St., Timiryazevsky Settle., Ussuriysk 692539, Russia, fe.smc\_rf@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1639-3916>

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interests:** the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 27.04.2023; одобрена после рецензирования 16.08.2023; принята к публикации 04.09.2023.  
The article was submitted on 27.04.2023; approved after reviewing on 16.08.2023; accepted for publication on 04.09.2023.