

Научная статья

УДК 633.15:631.559(571.620)

EDN YVUBJA

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_45

Влияние условий выращивания на морфобиологические особенности и урожайность зерна кукурузы в условиях Хабаровского края

Анастасия Алексеевна Лукашина

Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Хабаровский край, Восточное, Россия, belokop.2011@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты трехфакторного опыта на посевах кукурузы местной селекции Бирсу, Алитет 2, Гуран 2 и гибридах иностранной селекции Молдавский 215 СВ, Р 7515, Р 8521, Р 7460, на различных фонах минерального питания и двух сроках сева в условиях Хабаровского края. Исследования проведены в период 2021–2022 гг. на опытном поле Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства. Почва испытываемого опытного участка – лугово-бурая тяжело-суглинистая. Опыт был заложен в четырехкратной повторности. В среднем вегетационный период длился примерно 108 дней. Наибольшая урожайность зерна (до 125,3 ц/га) была отмечена на фонах минерального питания № 2 ($N_{110}P_{110}K_{90}$) и № 3 ($N_{130}P_{130}K_{90}$). Повышенная доза минеральных удобрений на фоне № 3 привела к замедлению наступления всех фаз развития кукурузы в среднем на 3–5 дней в отличие от растений на фоне № 2 и № 1 ($N_{90}P_{90}K_{90}$). В условиях Хабаровского края полная спелость зерна наступила в начале первой декады сентября у сортов селекции Дальневосточного НИИ сельского хозяйства Бирсу, Алитет 2, Гуран 2 и гибрида Молдавский 215 СВ, тогда как гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 в этот период достигли только восковой спелости. Было отмечено, что наибольшее влияние на показатели урожайности и на морфобиологические особенности оказывали сортовые особенности (69,98 %) и доза минеральных удобрений (5,2 %), чем сроки сева (1,38%). Для внедрения в производство в Хабаровском крае можно рекомендовать новые сорта местной селекции Алитет 2 и Гуран 2.

Ключевые слова: кукуруза, сорт, гибрид, урожайность, удобрения, срок сева

Для цитирования: Лукашина А. А. Влияние условий выращивания на морфобиологические особенности и урожайность зерна кукурузы в условиях Хабаровского края // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С.45–56. doi: 10.22450/19996837_2023_2_45.

Original article

Effect of growing conditions corn morphobiological features and yield in Khabarovsk region

Anastasia A. Lukashina

Far Eastern Agricultural Research Institute, Khabarovsk krai, Vostochnoe, Russia
belokop.2011@mail.ru

Abstract. The article presents the results of three-factor experiment on corn crops of local selection Birsu, Alitet 2, Guran 2 and hybrids of foreign selection Moldavskiy 215 SV, P 7515, P 8521 and P 7460, on different mineral nutrition backgrounds and two sowing dates in the conditions of Khabarovsk krai. The studies were carried out in 2021–2022 on the experimental field of the Far Eastern Agricultural Research Institute. The soil of the experimental section was meadow-brown, heavy loamy soil. The experiment was prepared in fourfold repetition. On average, the growing season lasted approximately 108 days. The highest grain yield, up to 125.3 c/ha was noted on the mineral nutrition background No.2 ($N_{110}P_{110}K_{90}$) and No.3 ($N_{130}P_{130}K_{90}$). Increased dose of mineral fertilizers on background No.3 led to a slowdown in the onset of all phases of corn

development by an average of 3–5 days in comparison to plants on backgrounds No.2 and No.1 ($N_{90} P_{90} K_{90}$). In the conditions of Khabarovsk krai, the full ripeness of grain occurred at the beginning of the first ten days of September in the varieties of selection of the Far Eastern Agricultural Research Institute – Birsu, Alitet 2, Guran 2 and hybrid Moldavsky 215SV, while hybrids P 7515, P 8521 and P 7460 reached only wax ripeness during this period. It was noted that the greatest influence on yield indicators and morphobiological characteristics had varietal characteristics (69.98 %) and the dose of mineral fertilizers (5.2 %), rather than sowing time (1.38 %). New varieties of local selection Alitet 2 and Guran 2 can be recommended for introduction into production in Khabarovsk krai.

Keywords: corn, variety, hybrid, yield, fertilizers, sowing period

For citation: Lukashina A. A. Vliyanie uslovij vyrashhivaniya na morfobiologicheskie osobennosti i urozhajnost' zerna kukuruzy v uslovijah Habarovskogo kraja [Effect of growing conditions corn morphobiological features and yield in Khabarovsk region]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2023; 17; 2: 45–56 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_45.

Введение. Поскольку кукуруза (*Zea mays* L.) является широко распространенной возделываемой культурой из семейства злаков или мятликовых (*Gramineae* или *Poaceae*), в Российской Федерации и во всем мире она используется как основная кормовая культура в сельском хозяйстве. Ее зерно отлично подходит для изготовления различных продуктов производства как для сельского хозяйства, так и для питания человека. В кукурузном зерне содержится много питательных веществ (аминокислоты, жиры и углеводы), микро- и макроэлементов; химический состав ее зеленой массы идеален для создания законсервированных кормов – силоса, сенажа и плющенного зерна [1, 2, 3, 4, 5].

По данным Росстата, в течение последних 20 лет наблюдается тенденция к сокращению поголовья сельскохозяйственных животных из-за недостаточного обеспечения качественными и сбалансированными кормами сельскохозяйственных предприятий. В результате, ухудшается обеспеченность населения местными продуктами животноводства: мясной и молочной продукцией, яйцом и другими продуктами питания.

Процесс производства кормов в Хабаровском крае можно попробовать улучшить при помощи увеличения урожайности и площади пашни под кормовые культуры. Они должны занимать 30–35 % от всей посевной площади, в том числе кукуруза – 13–17 %.

В Хабаровском крае общая площадь сельскохозяйственных угодий составляет 665,5 тыс. гектаров (0,8 % от всего земель-

ного фонда). В 2018 г. Правительством края была разработана стратегия социально-экономического развития Хабаровского края на период до 2030 г., где основным приоритетом в развитии сельского хозяйства является повышение урожайности кормовых культур, в том числе кукурузы, как за счет внесения минеральных удобрений, так и улучшения технологий, которые ориентированы на использование биологических методов земледелия и растениеводства (сидеральные посевы, рациональные севообороты, посевы многолетних и однолетних бобовых трав и бобово-злаковых смесей и др.), что способствует сохранению почвенного плодородия.

Биологические меры улучшения почвы должны дополняться мелиорацией, в том числе проведением работ в области известкования кислых почв. Согласно постановлению Правительства Хабаровского края от 13.06.2018 № 215-пр «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Хабаровского края на период до 2030 года», уделяется большое внимание созданию высокоурожайных и устойчивых к экстремальным условиям среды дальневосточного региона сортам и гибридам кормовых культур.

Кукуруза, как и большинство сельскохозяйственных культур, реагирует на внесение удобрений, повышая урожайность. Поскольку Российская Федерация отличается от других государств огромным разнообразием агроклиматических зон, то для каждого региона имеется своя система ее возделывания, которую необходимо совершенствовать в зависимости от целей [6, 7, 8].

Для расширения и улучшения кормовой базы для сельскохозяйственных животных кукуруза подходит наилучшим образом, так как в производстве можно заготавливать все части растения на силос, сенаж, зеленый корм и на зерно, производство комбикормов. Кукурузный силос достаточно хорошо поедается животными; при соблюдении технологии заготовки может храниться на протяжении всего стойлового периода без потери качественных показателей; является наиболее популярным среди объемистых кормов. По данным многих ученых и производителей, в суммарном объеме при заготовке силосных кормов кукуруза должна занимать 50–60 % от всего их объема. Кукуруза незаменима в зимних рационах, поскольку качественный кукурузный силос по биологической ценности и питательности не уступает свежему корму из зеленой травы. Например, при производстве молока коровам необходимо около 20 кг силоса в сутки на голову, а при откорме – более 30 кг. Стоит учесть тот факт, что при заготовке кормов нужно ориентироваться не только на генетические особенности культур, но и на технологии их выращивания в определенных условиях среды [9, 10].

В современных экономических условиях необходима разработка методов, которые способствуют повышению урожайности кормовых культур, в первую очередь кукурузы, поскольку она является важным элементом сельскохозяйственного производства в регионе.

Целью работы явилось исследование влияния условий выращивания на морфобиологические особенности и урожайность кукурузы в условиях Хабаровского края. В связи с целью были поставлены и решены следующие задачи:

1) выявить наиболее подходящий фон минерального питания и сроков сева для выращивания кукурузы в экстремальных климатических условиях Хабаровского края;

2) оценить урожайность зерна и зеленой массы кукурузы различных сортов отечественной и гибридов зарубежной селекции;

3) оценить морфобиологические особенности растений в зависимости от сроков сева и сортовых особенностей;

4) определить степень влияния факторов на урожайность и фенотипические особенности растений отечественной и зарубежной селекции на трех фонах минерального питания и двух сроках сева;

5) изучить особенности вегетации растений в условиях Хабаровского края.

Материал и методы исследования. Исследования проведены в период 2021–2022 гг. на опытном поле Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства. Предшественником являлась соя.

Почва испытываемого опытного участка: лугово-бурая тяжело-суглинистая; кислотность солевой вытяжки пахотного слоя перед закладкой опыта 4,7; содержание гумуса (по Тюрину) – 4,7 %; содержание P_2O_5 (по Кирсанову) определялось на уровне 4,2 мг/100г почвы; содержание K_2O_5 (по Масловой) не превышало 25 мг/100г почвы.

Посев семян кукурузы был осуществлен ручными кукурузными сажалками примерно на глубину 4–5 см. Фоновая доза минеральных удобрений составила $N_{90}P_{90}K_{90}$ т/га действующего вещества. Агротехнические мероприятия были проведены по рекомендациям общепризнанной технологии в Приамурье [4].

В борьбе с сорной растительностью в 2021 г. вносили почвенный гербицид Ацетал ПРО в дозе 1,8 л/га, в 2022 г. – почвенный гербицид Дублон Голд 45 г/га + прилипатель Адьо 0,2 л/га в фазу развития кукурузы 3–6 листьев. Кукуруза возделывалась по гребне-грядовой технологии.

Агроклиматические условия вегетационного периода 2021 и 2022 гг. представлены в целом удовлетворительными (табл. 1). Весна 2021 г. характеризовалась преимущественно теплой и сухой погодой, благодаря чему почва была хорошо прогрета ко времени посева. Средняя температура мая составила 12,1 °С, а сумма осадков – 80,6 мм, что превышает многолетнюю среднегодовую норму на 0,23 °С и 8,6 мм соответственно. Летний период характеризовался повышенным температурным фоном и неравномерным распределением осадков. Дефицит осадков в июле (33 % от нормы) и повышенная температура воздуха, которая была выше на 4,3 °С от среднегодовой нормы, привели к

Таблица 1 – Погодные условия в период вегетации кукурузы (2021–2022 гг.)
Table 1 – Weather conditions during the growing season of corn (2021–2022)

Месяц	Температура воздуха, °С			Осадки, мм		
	2021 г.	2022 г.	средняя многолетняя	2021 г.	2022 г.	средние многолетние
Апрель	5,9	5,0	4,4	38,5	56,0	45
Май	12,23	12,6	12,0	71,6	66,8	63
Июнь	18,6	18,0	17,9	104,3	74,8	85
Июль	25,7	23,2	21,4	45,4	50,0	132
Август	20,8	19,6	19,6	144,4	366,0	151
Сентябрь	15,9	14,4	13,4	67,4	109,4	86

сокращению времени цветения и ухудшению условий опыления и оплодотворения. Следствием таких негативных условий стало неполное завязывание семян. Сентябрь был теплым со средней температурой 14,9 °С; отмечался дефицит выпавших осадков 67,4 мм (73 % от нормы). Устойчивый период в сторону понижения температуры через 15 °С произошел, начиная с 12 сентября, что является пределом нормы в Хабаровском крае.

В 2022 г. май был достаточно теплым со средней температурой воздуха 12,6 °С, выпало оптимальное количество осадков (66,8 мм). Лето характеризовалось достаточной обеспеченностью теплом (температура на 0,1–1,8 °С выше нормы) и неравномерным увлажнением почвы. При недостаточном количестве осадков в июне 74,8 мм (88 % от нормы) и июле 50 мм (37,9 % от нормы) в августе наблюдался переизбыток влаги (366 мм) с превышением нормы в 2,42 раза, что привело к неудовлетворительным и нестабильным условиям для роста и развития растений кукурузы. Однако, при неравномерном распределении осадков и при комфортной температуре, условия для роста и развития растений были в целом удовлетворительными. Сентябрь выдался преимущественно теплым (15,9 °С) при достаточной обеспеченности влагой с переизбытком на 27,2 % от среднемноголетней нормы.

Метод исследования – полевой опыт (табл. 2). Был поставлен трехфакторный полевой опыт на трех сортах кукурузы местной селекции (оригинатор Дальневосточный НИИ сельского хозяйства) – Бирсу, Алитет 2, Гуран 2 и четырех гибридах зарубежной селекции Р 7515, Р 8521, Р 7460, Молдавский 215 СВ в четырехкратной по-

вторности. Изучено влияние дополнительного внесения минеральных удобрений (азота и фосфора) и сроков сева на урожайность зерна, на рост и развитие растений в период вегетации, на морфобиологические признаки растений.

Контролем служил сорт Бирсу, высеянный первым сроком сева, на фоновое удобрение $N_{90}P_{90}K_{90}$ (фон № 1). Дополнительно локально были внесены на каждую делянку азот и фосфор в дозе: $N_{110}P_{110}K_{90}$ (фон № 2) и $N_{130}P_{130}K_{90}$ (фон № 3).

В 2021 г. первый срок сева был произведен 22 мая, второй – 28 мая. В следующем году первый срок выполнен 16 мая, второй – 21 мая. Удобрение было внесено в виде аммофоски NPK(S) 15:15:15(10), аммофоса NP 12:52 и селитры N 34.

Уборка на зерно производилась в конце сентября при достижении конца вегетативного периода растений кукурузы. Учет зеленой массы выполнялся в период молочно-восковой спелости зерна кукурузы.

Результаты исследования и их обсуждение. Всходы кукурузы были отмечены через 13–14 дней после посева; третий лист – через 21 день, пятый лист появился на 30 день на всех фонах минерального питания независимо от дополнительного внесения удобрений у всех сортов и гибридов.

Появление седьмого листа отмечалось на 31 день после посева на контрольном фоне и испытуемом фоне № 2; на фоне № 3 – через 36 дней независимо от сорта или гибрида и сроков сева. На фоне минерального питания № 2 девятый лист отмечен на 36 день у местных сортов, в то время как появилась тенденция

Таблица 2 – Схема трехфакторного полевого опыта на кукурузе (2021–2022 гг.)
Table 2 – Scheme of three-factor field experience on corn (2021–2022)

Фактор А (удобрения)	Фактор В (сроки сева)	Фактор С (гибриды)	I	II	III	IV
Фон № 1 (контроль N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀)	1	Бирсу				
		Алитет 2				
		Гуран 2				
		P 7515				
		P 8521				
		P 7460				
	2	Бирсу				
		Алитет 2				
		Гуран 2				
		P 7515				
		P 8521				
		P 7460				
Фон № 2 (N ₁₁₀ P ₁₁₀ K ₉₀)	1	Бирсу				
		Алитет 2				
		Гуран 2				
		P 7515				
		P 8521				
		P 7460				
	2	Бирсу				
		Алитет 2				
		Гуран 2				
		P 7515				
		P 8521				
		P 7460				
Фон № 3 (N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₉₀)	1	Бирсу				
		Алитет 2				
		Гуран 2				
		P 7515				
		P 8521				
		P 7460				
	2	Бирсу				
		Алитет 2				
		Гуран 2				
		P 7515				
		P 8521				
		P 7460				

к отставанию в сроках вегетации у гибридов иностранной селекции и всех растений на фоне № 3 на 1–2 дня, независимо от сроков сева. Полное выметывание метелки было зафиксировано у местных сортов и гибрида Молдавский 215 СВ на

фоне минерального питания № 1 и № 2 на 57–59 день, тогда как у остальных гибридов иностранной селекции эта фаза наблюдалась на 10 дней позже. На фоне минерального питания № 3 фаза полного

выметывания наступила на 2–3 дня позже, независимо от сроков сева.

Полное цветение метелки и початка было отмечено на 65–66 день у местных сортов; на 67–68 день у гибрида Молдавский 215 СВ; на 71 день у гибридов Р 7515, Р 8521 и Р 7460 на фоне № 1 и № 2. На фоне минерального питания № 3 данная фаза наступала на 2–3 дня позже, независимо от сроков сева.

Молочно-восковая спелость зерна была достигнута на 89–90 день у местных сортов и гибрида Молдавский 215 СВ; у других гибридов на 101 день на фоне № 1 и № 2; на фоне № 3 эта фаза запаздывала в среднем на три дня. Полная спелость была достигнута примерно на 108 день после сева у местных сортов и гибрида Молдавский 215 СВ на фоне минерального питания № 1 и № 2; гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 не достигли полной спелости. На фоне № 3 такая фаза также наступила на 3–5 дней позже.

При оценке морфобиологических особенностей растений было выяснено, что гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 лидировали по биометрическим показателям на всех фонах минерального питания и сроках сева. На фоне минерального питания с дополнительным внесением азота и фосфора (№ 2 и № 3) все сорта и гибриды были выше контроля. Максимальные показатели были отмечены среди гибридов зарубежной селекции у Р 7515 – 277,7 см; среди сортов отечественной селекции наилучший результат показал новый сорт Алитет 2 – 235,5 см.

По количеству початков на одном растении Бирсу, Алитет 2, Гуран 2 и Молдавский 215 СВ уступали гибридам Р 7515, Р 8521 и Р 7450 (табл. 3).

Высота прикрепления початка была более оптимальной для механизированной уборки урожая на фоне № 1 и № 2. Количество початков, число листов и узлов на растении варьировало в большей степени от сорта или гибрида, чем от срока сева или фона минерального питания.

Было выяснено, что на высоту растений влияние фона минерального питания (фактор А) достигало 12,61 %, сроков сева (фактор В) – 2 %, сортовых особенностей (фактора С) – 69,44 %. Взаимодействие минерального питания и сроков сева (фак-

торов А×В) влияло на 2 %, а удобрений и сортовых особенностей (факторов А×С) на 5,94 %, тогда как взаимодействие сроков сева и сортовых особенностей (фактор В×С) было минимально и составило 1,44 %. Общее влияние всех 3 факторов (А×В×С) было на уровне 2,89 %.

На количество початков распределение факторов было обусловлено следующим образом: фон минерального питания (фактор А) – 1,52 %, сроки сева (фактор В) – 0,21 %, сортовые особенности (фактор С) – 48,11 %. Двойное влияние факторов было наибольшим при сочетании фона минерального питания и сортовых особенностей (фактор А×С) – 25,73 %; среднее значение в 8,35 % наблюдалось при взаимодействии удобрений и сроков сева (фактор А×В), тогда как взаимодействие сроков сева и сортовых особенностей было минимально (фактор В×С), составив 5,01 %. Взаимодействие всех факторов (А×В×С) было на уровне 11,07 %.

На высоту прикрепления початков наибольшее значение оказали фон минерального питания (фактор А) – 23,09 % и в большей степени сортовые особенности (фактор С) – 37,71 %, чем сроки сева (фактор В) – 4,23 %. При оценке взаимодействия факторов наименьшее значение имели сочетание сроков сева и минерального питания (фактор А×В) – всего 3,94 %, тогда как сочетание минерального питания и сортовых особенностей (фактор А×С) составило 12,89 %, а сортовые особенности и сроки сева (фактор В×С) влияли на 8,64 %. Сочетание всех 3 факторов (А×В×С) было 9,6 %.

Число листов и число узлов зависело, в первую очередь, от сорта или гибрида (фактор С) на 74,99 %, тогда как фон минерального питания (фактор А) и сроки сева (фактор В) влияли минимально – 5,4 % и 1,89 % соответственно. Двойное влияние удобрений и сроков сева (фактор А×В) составило 7,55 %; минерального питания и сортовых особенностей (фактор А×С) – 5,71 %; сроков сева и сортовых особенностей (фактор В×С) – 1,31 %. Общее влияние всех 3 факторов (А×В×С) было на уровне 0,3 %. При анализе взаимодействия факторов было отмечено, что действие факторов А и В, А и С, В и С носит аддитивный характер.

Таблица 3 – Морфологические показатели растений кукурузы (2021–2022 гг.)
Table 3 – Morphological indicators of corn plants (2021–2022)

Фон минерального питания (фактор А)	Срок сева (фактор В)	Название сорта, гибрида (фактор С)	Высота растения, см	Кол-во початков, шт.	Высота прикрепления початка	Число листов, шт.	Число узлов, шт.
Фон № 1 (контроль N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀)	1	Бирсу	206,4	1,1	72,5	11,3	10,3
		Алитет 2	200,7	1,1	71,8	11,3	10,3
		Гуран 2	201,2	1,0	78,4	11,6	10,6
		P 7515	231,5	1,5	95,0	13,8	12,8
		P 8521	228,0	1,1	84,8	12,8	11,8
		P 7460	233,5	1,5	99,0	12,1	11,1
		Молдавский 215 СВ	209,5	1,1	77,5	12,4	11,4
	2	Бирсу	234,5	1,2	95,5	12,2	11,2
		Алитет 2	226,5	1,3	83,0	12,1	11,1
		Гуран 2	219,0	1,0	95,0	12,5	11,5
		P 7515	253,0	1,8	100,7	14,3	13,3
		P 8521	245,5	1,7	74,0	13,7	12,7
		P 7460	248,0	1,6	103,0	13,8	12,8
		Молдавский 215 СВ	211,0	1,1	87,3	12,6	11,6
Фон № 2 (N ₁₁₀ P ₁₁₀ K ₉₀)	1	Бирсу	223,5	1,2	94,9	12,3	11,3
		Алитет 2	235,5	1,6	90,0	12,8	11,8
		Гуран 2	216,0	1,3	91,0	12,3	11,3
		P 7515	259,5	1,6	112,0	14,3	13,3
		P 8521	250,5	1,5	100,3	13,5	12,5
		P 7460	244,4	1,4	94,8	13,5	12,5
		Молдавский 215 СВ	210,5	1,1	99,0	12,0	11,0
	2	Бирсу	216,0	1,1	92,4	12,1	11,1
		Алитет 2	233,5	1,3	94,6	12,1	11,1
		Гуран 2	230,0	1,2	99,3	11,9	10,9
		P 7515	246,8	1,5	92,6	13,4	12,4
		P 8521	250,5	1,5	99,4	13,6	12,6
		P 7460	243,0	1,5	106,0	13,4	12,4
		Молдавский 215 СВ	214,5	1,0	89,0	12,0	11,0
Фон № 3 (N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₉₀)	1	Бирсу	231,5	1,4	85,0	12,4	11,4
		Алитет 2	222,0	1,1	87,0	11,7	10,7
		Гуран 2	222,5	1,4	84,5	12,3	11,3
		P 7515	277,7	1,6	109,9	14,1	13,1
		P 8521	260,4	1,4	100,3	13,8	12,8
		P 7460	263,0	1,5	104,0	14,1	13,1
		Молдавский 215 СВ	216,5	1,2	95,8	12,6	11,6

Продолжение таблицы 3

Фон минерального питания (фактор А)	Срок сева (фактор В)	Название сорта, гибрида (фактор С)	Высота растения, см	Кол-во початков, шт.	Высота прикрепления початка	Число листов, шт.	Число узлов, шт.
Фон №3 (N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₉₀)	2	Бирсу	230,9	1,5	91,2	12,8	11,8
		Алитет 2	230,9	1,2	102,1	12,3	11,3
		Гуран 2	218,7	1,3	92,0	12,8	11,8
		P 7515	264,0	1,3	113,2	14,1	13,1
		P 8521	259,7	1,5	104,8	14,0	13,0
		P 7460	255,7	1,2	110,8	13,8	12,8
		Молдавский 215 СВ	215,0	1,3	90,0	12,5	11,5
HCP _A			18,9	0,09	7,4	0,39	0,39
HCP _B			15,2	0,08	6,0	0,32	0,32
HCP _C			40,7	0,14	11,3	0,59	0,59
HCP _{A×C}			49,9	0,24	20,0	1,0	1,0
HCP _{C×B}			13,0	0,20	16,0	0,83	0,83
HCP _{A×B}			10,0	0,13	10,5	0,55	0,55
HCP _{A×B×C}			70,5	0,34	27,7	1,4	1,4

При оценке урожайности зерна при 14 % влажности и веса 1 000 зерен было отмечено, что на фоне № 2 и № 3 результат был лучше, чем на контрольном фоне (табл. 4), а при формировании урожая сроки сева при этом имели минимальное значение.

Наибольший урожай зерна 14 % стандартной влажности был получен от гибрида P 7460 на фоне минерального питания № 2 первого срока сева (100,2 ц/га) среди гибридов иностранной селекции. Однако, было также отмечено, что новые сорта Алитет 2 и Гуран 2 превысили контрольный сорт Бирсу и показали урожайность зерна 14 % стандартной влажности на уровне 75,1 ц/га и 80,9 ц/га соответственно, что является хорошим результатом в экстремальных условиях Хабаровского края.

При оценке учета массы 1 000 зерен в среднем отмечено, что все сорта отечественной селекции показали результат лучше, чем гибриды зарубежной селекции.

Влияние факторов было распределено следующим образом: на урожайность зерна стандартной 14 % влажности наи-

большее влияние оказали сортовые особенности (фактор С) – 69,98 %; влияние минерального питания (фактор А) было на уровне 5,2 %; минимальное влияние было оказано сроками сева (фактор В) – 1,38 %. Взаимодействие минерального питания и сроков сева (фактор А×В) было оказано на 2,15 %; минерального питания и сортовых особенностей (фактор А×С) на 9,8 %; а сроков сева и сортовых особенностей (фактор В×С) на 3,75 %; взаимодействие всех трех факторов (А×В×С) было на уровне 7,75 %.

Влияние факторов на массу 1 000 зерен было наибольшим у фона минерального питания (фактор А) до 40,67 % и сортовых особенностей растений (фактор С) до 32,71 %, при ничтожном влиянии срока сева (фактор В) всего лишь 0,01 %. При анализе двойного взаимодействия факторов наименьшее влияние оказали фон минерального питания и сроки сева (фактор А×В) – 0,38 %; сортовые особенности в сочетании с фоном минерального питания (фактор А×С) – 12,3 %; сроки сева и сортовые особенности (фактор В×С) повлияли на 4,99 %; сочетание всех факторов (А×В×С) оказало влияние на 8 %.

Таблица 4 – Урожайность кукурузы (2021–2022 гг.)

Table 4 – Corn yield (2021-2022)

Фон минерального питания (фактор А)	Срок сева (фактор В)	Название сорта, гибрида (фактор С)	Урожайность зерна 14 % влажности, ц/га	Масса 1 000 зерен, г
Фон № 1 (контроль N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀)	1	Бирсу	53,7	220,0
		Алитет 2	60,2	231,0
		Гуран 2	54,8	242,5
		Р 7515	91,6	232,5
		Р 8521	76,3	212,5
		Р 7460	94,5	232,5
		Молдавский 215 СВ	43,3	192,5
	2	Бирсу	54,8	220,0
		Алитет 2	53,0	230,0
		Гуран 2	54,0	240,0
		Р 7515	84,9	195,0
		Р 8521	93,2	237,5
		Р 7460	89,0	217,5
		Молдавский 215 СВ	48,2	197,5
Фон № 2 (N ₁₁₀ P ₁₁₀ K ₉₀)	1	Бирсу	53,9	243,0
		Алитет 2	68,6	242,5
		Гуран 2	65,8	237,5
		Р 7515	87,5	235,0
		Р 8521	78,2	255,0
		Р 7460	99,4	235,0
		Молдавский 215 СВ	46,8	242,5
	2	Бирсу	67,7	255,0
		Алитет 2	75,1	255,0
		Гуран 2	80,9	240,0
		Р 7515	96,6	237,5
		Р 8521	84,0	252,5
		Р 7460	100,2	245,0
		Молдавский 215 СВ	46,5	215,0
Фон № 3 (N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₉₀)	1	Бирсу	50,3	260,0
		Алитет 2	66,4	250,0
		Гуран 2	74,4	245,0
		Р 7515	98,3	267,5
		Р 8521	93,3	260,0
		Р 7460	97,6	245,0
		Молдавский 215 СВ	49,8	217,5

Продолжение таблицы 4

Фон минерального питания (фактор А)	Срок сева (фактор В)	Название сорта, гибрида (фактор С)	Урожайность зерна 14 % влажности, ц/га	Масса 1 000 зерен, г
Фон №3 (N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₉₀)	2	Бирсу	55,0	262,5
		Алитет 2	64,0	252,5
		Гуран 2	64,0	260,0
		P 7515	89,2	252,5
		P 8521	82,7	255,0
		P 7460	87,0	260,0
		Молдавский 215 СВ	55,1	210,0
НСР _А			6,4	18,1
НСР _В			5,2	14,7
НСР _С			9,7	27,6
НСР _{А×С}			47,8	47,8
НСР _{С×В}			13,9	39,0
НСР _{А×В}			9,0	25,5
НСР _{А×В×С}			23,9	67,5

Выводы. Таким образом, установлено, что фазы развития растений наступали на 3–5 дней позже на фоне минерального питания № 3 (N₉₀P₉₀K₉₀) по сравнению с фонами № 1 (N₉₀P₉₀K₉₀) и № 2 (N₁₁₀P₁₁₀K₉₀). Сроки сева никак не повлияли на время наступления критических фаз развития растений кукурузы. В экстремальных условиях Хабаровского края сорта Бирсу, Алитет 2, Гуран 2 и гибрид Молдавский 215 СВ вызревали до полной спелости, тогда как гибриды P 7515, P 8521 и P 7460 достигли лишь восковой спелости.

При оценке урожайности зерна стандартной 14 % влажности было выяснено, что дополнительное внесение азота и фосфора (N₁₁₀P₁₁₀K₉₀ и N₁₃₀P₁₃₀K₉₀) повышает показатель до 100 ц/га среди гибридов

иностранной селекции (P 7460) и среди местных сортов до 80,9 ц/га (Гуран 2).

Наибольшее влияние на морфобиологические показатели оказали сортовые особенности растений кукурузы – от 37,71 до 74,99 %.

Для Хабаровского края наиболее оптимальными для выращивания в кормовых целях являются новые сорта местной селекции Алитет 2 и Гуран 2, которые вызревают до полной спелости, дают хороший урожай зеленой массы и зерна стандартной 14 % влажности. Их можно рекомендовать для внедрения при дальнейшем использовании в крае для выращивания как на зеленый корм, так и для заготовки силоса сельскохозяйственным животным.

Список источников

1. Семькин В. А., Пигорев И. Я., Оксененко И. А. Возделывание кукурузы на зерно без гербицидов // Современные наукоемкие технологии. 2008. № 4. С. 44.
2. Производство грубых кормов / под ред. Д. Шпаара. Торжок : Вариант, 2002. 360 с.
3. Сабирова Т. П., Сабиров Р. А. Формирование продуктивности кукурузы в зависимости от удобрений и биопрепаратов // Ресурсосберегающие технологии в земледелии : материалы III междунар. науч.-практ. конф. Ярославль : Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. С.89–97.

4. Зубрев А. И. Интенсивная технология возделывания кукурузы в Хабаровском крае : методологические рекомендации. Новосибирск : Сибирское отделение Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени Ленина, 1990. 72 с.
5. Коломейченко В. В. Кормопроизводство : учебник. СПб. : Лань, 2015. 656 с.
6. Целуйко О. А., Медведева В. И. Зависимость массы 1 000 зерен сельскохозяйственных культур от удобрений // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 58–60.
7. Эффективное применение минеральных удобрений компании «Фосагро-регион» в агроценозах кукурузы на серых лесных почвах Брянской области / В. В. Мамеев, О. А. Нестеренко, А. В. Дронов [и др.] // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2 (90). С. 14–21.
8. Невзоров А. И., Невзоров М. А. Действие различных доз и способов внесения минеральных удобрений на урожайность кукурузы на силос // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2. С. 416.
9. Evaluation of maize accessions for nutrients composition, forage and silage yields / J. T. Amodu, T. T. Akpensuen, D. D. Dung [et al.] // Journal of Agricultural Science. 2014. Vol. 6. No. 4. P. 178–187.
10. Optimization of agrotechnical terms of harvesting of crops, design and operating parameters of crop-harvesting machines under conditions of the Amur region Russian / I. Bumbar, O. Shchegorets, V. Sinigovskaya [et al.] // Federation Plant Archives Journal. 2018 Vol. 18 (2). P. 2567–2572.

References

1. Semykin V. A., Pigorev I. Ya., Oksenenko I. A. Vozdelyvanie kukuruzy na zerno bez gerbicidov [Cultivation of corn for grain without herbicides]. *Sovremennye Naukoemkie Tekhnologii. – Modern High Technologies*, 2008; 4: 44 (in Russ.).
2. Shpaar D. (Eds.). *Proizvodstvo grubyyh kormov [Production of roughage]*, Torzhok, Variant, 2002, 360 p. (in Russ.).
3. Sabirova T. P., Sabirov R. A. Formirovanie produktivnosti kukuruzy v zavisimosti ot udobreniy i biopreparatov [Formation of corn productivity depending on fertilizers and biological products]. Proceedings from Resource-saving technologies in agriculture: *III Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya – III International Scientific and Practical Conference*. (PP. 89–97), Yaroslavl, Yaroslavskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2018 (in Russ.).
4. Zubrev A. I. *Intensivnaya tehnologiya vozdeleyvaniya kukuruzy v Habarovskom krae: metodologicheskie rekomendacii [Intensive technology of corn cultivation in the Khabarovsk krai: methodological recommendations]*, Novosibirsk, Sibirskoe otdelenie Vsesoyuznoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauki imeni Lenina, 1990, 72 p. (in Russ.).
5. Kolomeychenko V. V. *Kormoproizvodstvo: uchebnik [Feed production: textbook]*, Sankt-Peterburg, Lan, 2015, 656 p. (in Russ.).
6. Celujko O. A., Medvedeva V. I. Zavisimost' massy 1 000 zyoren sel'skohozyajstvennyh kul'tur ot udobrenij [Dependence of the mass of 1 000 grains of agricultural crops on fertilizers]. *Izvestiya Orenburgskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta. – Izvestiya Orenburg State Agrarian University*, 2015; 3 (53): 58–60 (in Russ.).
7. Mameev V. V., Nesterenko O. A., Dronov A. V., Torikov V. E., Petrova S. N. Effektivnoe primeneniye mineral'nyh udobreniy kompanii "Fosagro-region" v agrocenozah kukuruzy na seryh lesnyh pochvah Bryanskoj oblasti [Efficient use of mineral fertilizers by "Phosagro-region" in corn agrocenoses on gray forest soils of the Bryansk region]. *Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*, 2022; 2 (90): 14–21. (in Russ.).
8. Nevzorov A. I., Nevzorov M. A. Dejstvie razlichnyh doz i sposobov vneseniya mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' kukuruzy na silos [The effect of various doses and methods of applying

mineral fertilizers on the yield of corn for silage]. *Nauka i Obrazovanie. – Science and Education*, 2021; 4; 2: 416 (in Russ.).

9. Amodu J. T., Akpensuen T. T., Dung D. D., Tanko1 R. J., Musa A., Abubakar S. A. [et al.]. Evaluation of maize accessions for nutrients composition, forage and silage yields. *Journal of Agricultural Science*, 2014; 6; 4: 178–187.

10. Bumbar I. V., Shchegorets O. V., Sinigovskaya V. T., Epifantsev V. V., Kuznetsov E. E., Kuvshinov A. A. [et al.]. Optimization of agrotechnical terms of harvesting of crops, design and operating parameters of crop-harvesting machines under conditions of the Amur region Russian Federation *Plant Archives Journal*, 2018; 18 (2): 2567–2572.

© Лукашина А. А., 2023

Статья поступила в редакцию 26.04.2023; одобрена после рецензирования 19.05.2023; принята к публикации 26.05.2023.

The article was submitted 26.04.2023; approved after reviewing 19.05.2023; accepted for publication 26.05.2023.

Информация об авторе

Лукашина Анастасия Алексеевна, научный сотрудник лаборатории селекции и биотехнологии зернобобовых культур и сои, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ORCID 0000-0002-4104-9498, belokop.2011@mail.ru

Information about author

Anastasia A. Lukashina, Researcher of the Laboratory of Breeding and Biotechnology of Leguminous Crops and Soybeans, Far Eastern Agricultural Research Institute, ORCID 0000-0002-4104-9498, belokop.2011@mail.ru