

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Саке-на Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 1(120). - Б.107-120.- ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.1(120).1625

УДК 633.15:631.526.325:631.524.84(574) (045)

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ СЕЛЕКЦИИ KAZSEEDS В УСЛОВИЯХ ФЕДОРОВСКОГО РАЙОНА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Байқунирова Аделия

Магистр сельскохозяйственных наук

ТОО «Олжа Агро»

г. Костанай, Казахстан

E-mail: adelya614@gmail.com

Сабит Дана

Магистрант

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: onforwards@gmail.com

Кипшакбаева Гульден Амангельдиновна

Кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: g.kipshakbayeva@kazatu.edu.kz

Бузовский Кирилл Петрович

Лаборант научно-исследовательского отдела ТОО «Олжа Агро»

г. Костанай, Казахстан

E-mail: kisameruto@mail.ru

Сидорик Александр Иванович

Магистр сельскохозяйственных наук

ТОО «Олжа Агро»

г. Костанай, Казахстан

E-mail: alexandrsidorik@mail.ru

Аннотация

Изучение влияния густоты посевов на урожайность зерна кукурузы и определение оптимального количества растений на единицу площади являются активными направлениями исследований в связи с пластичностью этой культуры при изменяющихся климатических условиях. В статье представлены результаты изучения влияния предуборочной густоты стояния гибридов кукурузы Лола и Алия на элементы продуктивности (масса зерна с 1 початка, урожайность зерна, масса початка, выход зерна) и влажность зерна. Анализ показал, что диапазон густоты посевов гибрида Лола от 54 до 70 тыс. растений/га не сильно влияет по всем изученным параметрам урожайности. У гибрида Алия прослеживается зависимость от густоты стояния по структурным элементам как масса и выход зерна, масса початка. С увеличением густоты посева масса зерна с 1 початка при стандартной влажности – 105,5 г, масса початка – 150,5 г, выход зерна – 82,4%.

Ключевые слова: густота стояния кукурузы; Костанайская область; выход зерна с початка; кукуруза на зерно.

Введение

Начиная с кукурузного пояса США с 1930 годов увеличивают как площади возделывания, так и урожайность кукурузы. Этому способствуют селекция новых сортов и усовершенствование методов выращивания [1]. Достижение качественного и количественного урожая кукурузы обусловлено взаимодействием нескольких параметров, включая количество растений на единицу площади и индивидуальную продуктивность растений в конкретных почвенно-климатических условиях.

Оптимизация густоты стояния растений обеспечивает проявление продуктивности благодаря рациональному использованию запасов влаги, питательных веществ, и активной фотосинтетической деятельности. При изреженности посевов наблюдается недобор урожая, даже несмотря на обеспечение продуктивности каждого отдельно взятого растения [2].

При чрезмерном загущении посевов, растения подвергаются затенению, что приводит к снижению развития листьев и интенсивности фотосинтеза, индекса площади листьев, угнетению роста и развития, а это в совокупности снижает общую биомассу растений [3]. Сопернические отношения растений в посевах также влекут снижение выхода зерна с початка, повышается предуборочная влажность [4]. Большое количество исследований показывают, что повышение урожая надземной массы и зерна возрастает до определённого предела по мере увеличения нормы высева, при конкурентоспособности растений конкретного гибрида к свету, элементам питания и наличию влаги. Данное компенсаторное свойство гибридов подразумевает: снижение или увеличение нормы высева может обеспечить закладку большого количества зерен в початке кукурузы, а также улучшить налив зёрен, тем самым увеличить их массу в зависимости от особенностей селекции [5]. Следует иметь в виду это ценное качество гибридов кукурузы при выращивании, особенно учитывая, что современные гибриды дают один початок на растение.

Оптимальная густота стояния растений кукурузы варьируется в зависимости от многих факторов – почвенно-климатические условия, особенности гибрида, влагообеспеченность, севооборот, уровень проведения агротехнических мероприятий и других [6]. Для эффективного использования потенциала кукурузы, как культуры с высокой территориальной пластичностью, а также генетической изменчивостью, особое значение имеет исследование отдельных параметров в комплексе агротехнических приемов при возделывании.

На основании государственного Реестра, рекомендуемых к возделыванию на территории РК, количество гибридов кукурузы для возделывания на зерно в условиях северного Казахстана ограничено, к тому же являются селекцией 90-х годов. Изучение особенностей роста и развития, экологические испытания различных гибридов кукурузы разной селекции подводят к повышению урожайности кукурузы в северных районах страны и формированию оптимальной технологии возделывания, а это в свою очередь позволит обеспечить кормовую базу для животноводческих хозяйств, расположенных на севере нашей страны.

В связи с этим, была изучена продуктивность гибридов селекции Kazseeds в условиях Костанайской области в зависимости от густоты стояния и нормы высева.

Материалы и методы

Объектами исследований были гибриды кукурузы селекции Kazseeds – Алия (ФАО 160) и Лола (ФАО 190). Раннеспелые гибриды являются кормового назначения, направленные на получение зерна. Согласно описанию оригинатора ЧК «Kazseeds», гибриды обладают толерантностью к биотическим и абиотическим стресс факторам и адаптивностью к различным агроклиматическим особенностям региона. Растения средней высоты, число листьев данных раннеспелых гибридов варьирует от 12-16 штук на растение. Початки слабоконической формы, с числом рядов 16-18, и зерен в ряду 34-40 штук.

Опыт был заложен в 2023 году на участке экологического сортоиспытания ТОО «Олжа Агро» на базе ПК «Банновка», ТОО «Олжа Алтын Инвест» (Федоровский район, широта: 53°38'54.42"С, долгота: 62°51'51.16"В). Почва опытного участка чернозем обыкновенный, карбонатный, маломощный. Гумусовый горизонт темно-серый – 25 см. Горизонт В1 – 25-40 см. Горизонт В2 – 30 см, темно-бурый с темными гумусовыми затеками. Почва по механическому составу глинистая и суглинистая. Содержание гумуса в почвах подразделения 4,9% (по Тюрину), почвы низко

обеспечены подвижным фосфором (24,6 мг/кг) (по Мачигину), в пределах нормы азотом – 9,56 мг/кг (по Кьельдалю), обменным калием высокая - 815 мг/кг. Агротехнический фон – глубокая зябь, предшественником была озимая рожь.

Посев проводили 9 мая сеялкой Gaspardo на глубину 5-6 см с одновременным прикатыванием при температуре почвы 10-13 °С при междурядье 70 см, с нормами высева 60 и 70 тыс. шт/га. Площадь делянок 24x5,6 м в трёхкратной повторности. Учеты и наблюдения проводились согласно методике полевых опытов с кормовыми культурами Всероссийского научно-исследовательского института кормов имени Р. Вильямса и методических рекомендаций по проведению полевых опытов с кукурузой (1980) [7].

Анализы проведены в лаборатории научно-исследовательского отдела ТОО «Олга Агро». С каждой делянки были отобраны початки с 20 растений, которые затем были взвешены и обрублены на кукурузной молотилке Агро 4. Расчёт биологической урожайности осуществлялся через фактическую предуборочную густоту растений с поправкой на стандартную влажность 22%.

Накопление исходной информации осуществлялось в полевых и лабораторных журналах, корректировка и систематизация в электронных таблицах Microsoft Office Excel. Статистический анализ и визуализация полученных результатов проводился с использованием свободной программной среды вычислений R [8]. Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка. Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95% доверительного интервала (95% ДИ).

В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1 – Q3). Сравнение двух групп по количественному показателю, имеющему нормальное распределение, при условии равенства дисперсий выполнялось с помощью t-критерия Стьюдента. Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Манна-Уитни.

Направление и теснота корреляционной связи между двумя количественными показателями оценивались с помощью коэффициента корреляции Пирсона (при нормальном распределении сопоставляемых показателей), и коэффициента ранговой корреляции Спирмена (при распределении показателей, отличном от нормального).

Прогностическая модель, характеризующая зависимость элементов структуры урожая от густоты стояния, разрабатывалась с помощью метода линейной регрессии.

Результаты

Регион характеризуется резко континентальным климатом с сухим летом и малоснежной зимой. Количество выпавших осадков и температуру в течение вегетационного периода определили по данным Казгидромет и стационарному метеодатчику OneSoil ТОО «Олга Агро». В год посева, количество выпавших осадков превышало на 88,9 мм в сравнении со среднеголетними значениями (таблица 1).

Таблица 1 – Метеоданные в Федоровском районе, Костанайской области

Месяц	Осадки, мм			Температура, °С		
	фактические	среднеголетние	отклонение	фактическая	средняя многолетняя	отклонение
май	6,3	26	-19,7	13,6	11,8	1,8
июнь	40,4	13	27,4	18,6	17,5	1,1
июль	31,3	35	-3,7	22,7	18,7	4,0
август	147,8	101	46,8	17,9	16,6	1,3
сентябрь	49,1	11	38,1	18,8	16,5	2,3

Температурный фон на территории подразделения в летний период был выше среднемноголетнего значения на 1,1 - 4,0 °С. В мае наблюдался недостаток осадков, июнь был более влажным, июль соответствовал среднемноголетним значениям. В августе наблюдался максимум осадков – 147,8 мм.

Полевая всхожесть и сохранность растений до уборки составляющие параметры рекомендуемой густоты растений на 1 м². По всем повторностям прослеживается хорошая полевая всхожесть, на уровне 80-90%, урожай зерна раннеспелого гибрида Алия был максимальным при густоте стояния 58 тыс./га, выход зерна составил 82,2% (таблица 2).

Таблица 2 – Элементы структуры урожая и урожайность гибридов кукурузы Лола и Алия, 2023 г.

Гибрид кукурузы	Повторность / статистический показатель	Норма высева, тыс. шт/га	Густота стояния, тыс. шт/га	Масса зерна с 1 початка при стандарт влажности, г	Урожайность зерна ц/га	Влажность зерна во время обмола, %	Масса очищенного початка, г	Выход зерна с початка, %
Лола	1	61	54	128,5	69,28	33,5	192,0	78,4
		71	70	119,5	83,77	33,8	179,0	78,8
	2	61	57	137,5	78,48	33,5	205,0	78,8
		71	70	154,0	107,85	32,3	221,5	80,1
	3	61	54	167,0	90,21	37,2	211,0	80,8
				70	143,0	101,5	34,6	223,5
	M ± SD / Me	–	57,50	141,6 ± 17,2	88,52 ± 14,4	34,1 ± 1,7	205,5 ± 17,3	78,9 ± 1,4
	95% ДИ / Q1–Q3	–	57–59	123,5 – 159,6	73,39 – 103,64	32,4 – 35,9	187,2 – 223,5	77,4 – 80,4
	Min	–	54	119,5	69,28	32,3	179,0	76,7
	Max	–	70	167,0	107,85	37,2	223,5	80,8
Алия	1	61	57	129,5	73,91	33,5	161	83,5
		71	68	105,5	71,89	24,8	150,5	82,4
	2	61	58	132	76,44	28,3	159,5	85,6
		71	68	117	79,7	24,7	152,5	83,6
	3	61	55	177,5	97,72	26,2	223	83,2
		71	66	168,5	111,17	25,3	210	84,8
	M ± SD / Me	–	62 ± 6	138,3 ± 28,6	85,1 ± 15,8	25,8	160,2	83,8 ± 1,2
	95% ДИ / Q1–Q3	–	56 – 68	108,3 – 168,4	68,6 – 101,7	24,9 – 27,8	154,2 – 197,8	82,6 – 85,1
	Min	–	55	105,5	71,9	24,7	150,5	82,4
	Max	–	68	177,5	111,2	33,5	223	85,6

Нами был проведен анализ урожайности зерна по нормам высева в зависимости от гибрида кукурузы (таблица 3).

Таблица 3 – Анализ урожайности зерна по нормам высева в зависимости от гибрида кукурузы, 2023 г.

Норма высева	Гибрид	Урожайность зерна (ц/га)			p
		M ± SD	95% ДИ	n	
61 тыс. шт/га	Алия	82,7 ± 13,1	50,2 – 115,2	3	0,746
	Лола	79,3 ± 10,5	53,3 – 105,4	3	
71 тыс. шт/га	Алия	87,6 ± 20,8	35,9 – 139,2	3	0,510
	Лола	97,7 ± 12,5	66,7 – 128,7	3	

При оценке урожайности зерна при норме высева 61 тыс. шт/га, урожайности зерна при норме высева 71 тыс. шт/га в зависимости от гибрида кукурузы, не удалось установить статистически значимых различий ($p = 0,746$, $p = 0,510$ соответственно) (используемый метод: *t*-критерий Стьюдента). При увеличении нормы высева с 61 до 71 тыс. шт/га урожайность гибрида Алия повышалась на 4,9 ц/га, а у гибрида Лола на 18,4 ц/га (рисунок 1).

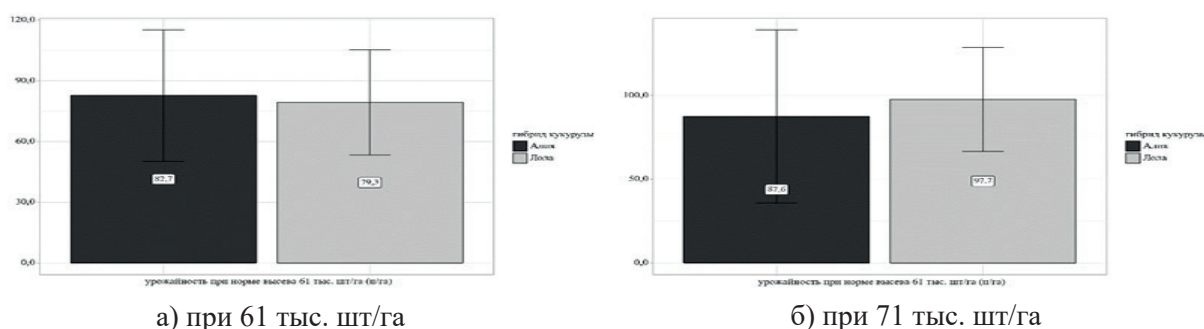


Рисунок 1 – Урожайность гибридов кукурузы Лола и Алия в зависимости от нормы высева

Был проведен корреляционный анализ взаимосвязи густоты стояния перед уборкой и урожайности зерна (таблица 4).

Таблица 4 – Результаты корреляционного анализа взаимосвязи густоты стояния перед уборкой и урожайности зерна, 2023 г.

Показатели	Характеристика корреляционной связи		
	ρ	теснота связи по шкале Чеддока	p
густота стояния – урожайность зерна гибрида Лола	0,617	заметная	0,192
густота стояния – урожайность зерна гибрида Алия	-0,011	нет связи	0,984

При оценке связи урожайности зерна гибрида Лола и густоты стояния перед уборкой была установлена заметной тесноты прямая связь.

Наблюдаемая зависимость урожайности зерна гибрида Лола от густоты стояния перед уборкой описывается уравнением парной линейной регрессии:

$$Y_{\text{урожайность зерна гибрида Лола}} = 1,197 \times X_{\text{густота стояния}} + 13,716$$

При увеличении густоты стояния перед уборкой на 1 тыс. шт/га следует ожидать увеличение урожайности зерна гибрида Лола на 1,197 ц/га. Полученная модель объясняет 47,4% наблюдаемой дисперсии урожайности зерна гибрида Лола (рисунок 2).

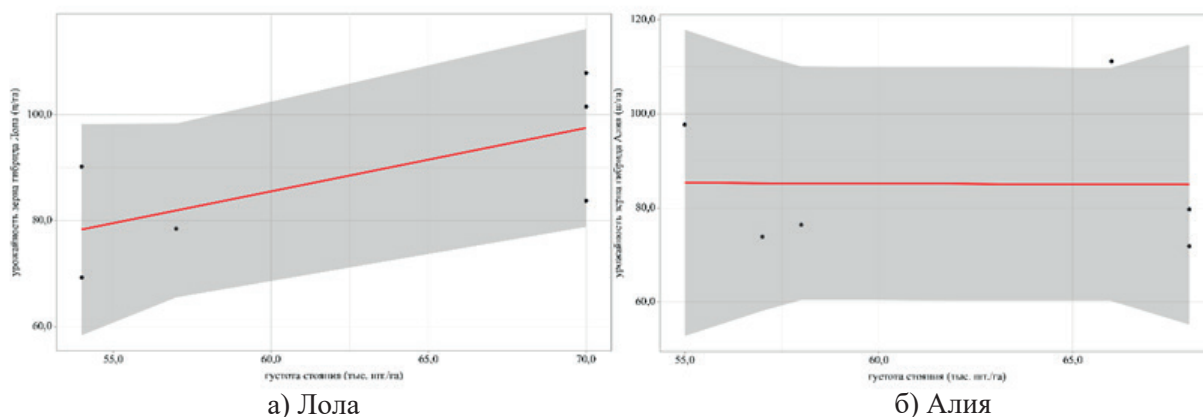


Рисунок 2 – Графики регрессионной функции, характеризующие зависимость урожайности зерна гибридов, Лола и Алия от густоты стояния, 2023 г.

Был проведён анализ взаимосвязи густоты стояния и влажности зерна в зависимости от гибрида (таблица 5).

гибрид кукурузы	влажность зерна (%)			p
	Me	Q ₁ – Q ₃	n	
Алия	25,8	24,9 – 27,8	6	0,010*
Лола	33,6	33,5 – 34,4	6	

* – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)

Согласно представленной таблице 5, при сопоставлении влажности зерна в зависимости от гибрида кукурузы, нами были установлены статистически значимые различия ($p = 0,010$) (используемый метод: *U*-критерий Манна–Уитни). Зерна гибрида кукурузы Алия содержали на 7,8% меньше влаги, чем гибрид Лола (рисунок 3).

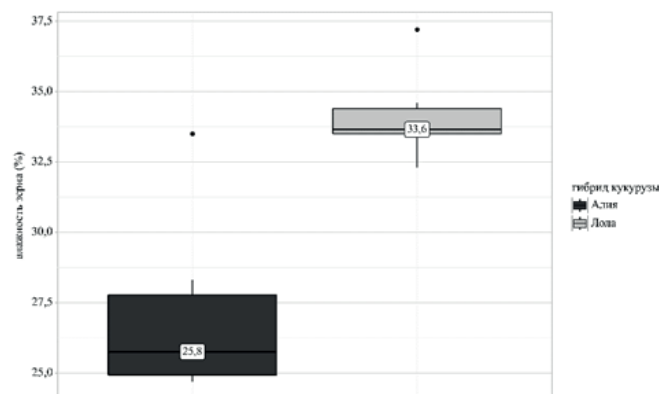


Рисунок 3 – Анализ влажности зерна в зависимости от гибрида кукурузы, 2023 г.

Нами был выполнен корреляционный анализ взаимосвязи густоты стояния перед уборкой и влажности зерна гибридов (таблица 6).

Таблица 6 – Результаты корреляционного анализа взаимосвязи густоты стояния перед уборкой и влажности зерна, 2023 г.

Показатели	Характеристика корреляционной связи		
	ρ	теснота связи по шкале Чеддока	p
густота стояния – влажность зерна гибрида Лола	-0,204	слабая	0,699
густота стояния – влажность зерна гибрида Алия	-0,232	слабая	0,658

При оценке связи влажности зерна гибридов Лола и Алия и густоты стояния перед уборкой была установлена слабой тесноты обратная связь (рисунок 4).

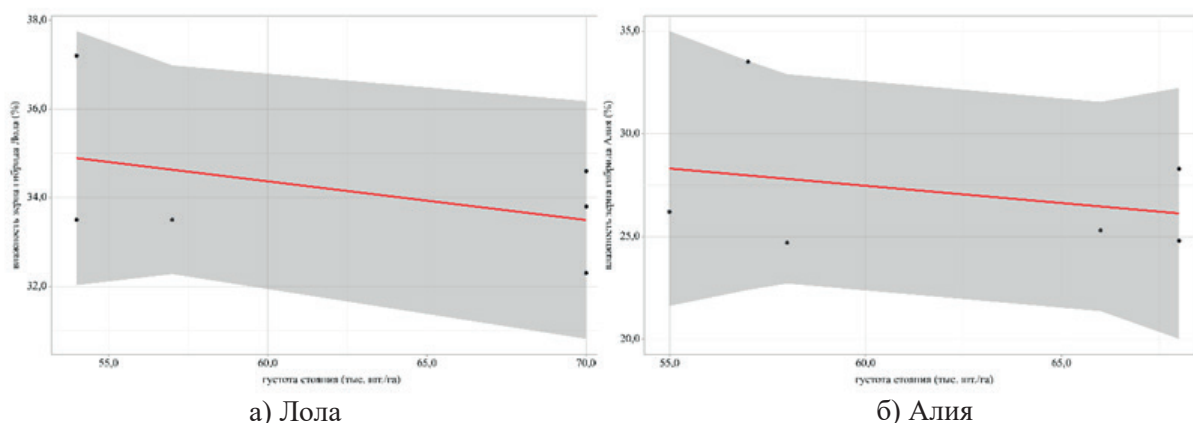


Рисунок 4 – Графики регрессионной функции, характеризующие зависимость влажности зерна гибридов, Лола и Алия от густоты стояния, 2023 г.

Был выполнен анализ массы зерна по нормам высева в зависимости от гибрида кукурузы (таблица 7).

Таблица 7 – Анализ массы зерна по нормам высева в зависимости от гибрида кукурузы, 2023 г.

Норма высева	гибрид кукурузы	Масса зерна с растения, гр			p
		$M \pm SD$	95% ДИ	n	
61 тыс. шт/га	Алия	146,3 ± 27,0	79,2 – 213,5	3	0,923
	Лола	144,3 ± 20,1	94,3 – 194,4	3	
71 тыс. шт/га	Алия	138,3 ± 28,6	108,3 – 168,4	6	0,816
	Лола	141,6 ± 17,2	123,5 – 159,6	6	

При оценке массы зерна с 1 растения при норме высева 61 тыс. шт/га, массы зерна с 1 растения при норме высева 71 тыс. шт/га в зависимости от гибрида кукурузы, не удалось выявить статистически значимых различий ($p = 0,923$, $p = 0,816$ соответственно) (используемые методы: t -критерий Стьюдента, t -критерий Стьюдента).

Нами был выполнен корреляционный анализ взаимосвязи густоты стояния перед уборкой и массы зерна с 1 растения при стандартной влажности (таблица 8).

Таблица 8 – Результаты корреляционного анализа взаимосвязи густоты стояния перед уборкой и массы зерна с 1 растения при стандартной влажности, 2023 г.

Показатели	Характеристика корреляционной связи		
	гху / ρ	теснота связи по шкале Чеддока	р
густота стояния – масса зерна с 1 растения гибрида Лола ρ	-0,154	слабая	0,770
густота стояния – масса зерна с 1 растения гибрида Алия (гху)	-0,479	умеренная	0,336

При оценке связи массы зерна с 1 растения гибрида Лола и густоты стояния перед уборкой была установлена слабой тесноты обратная связь, у Алии умеренная (рисунок 5).

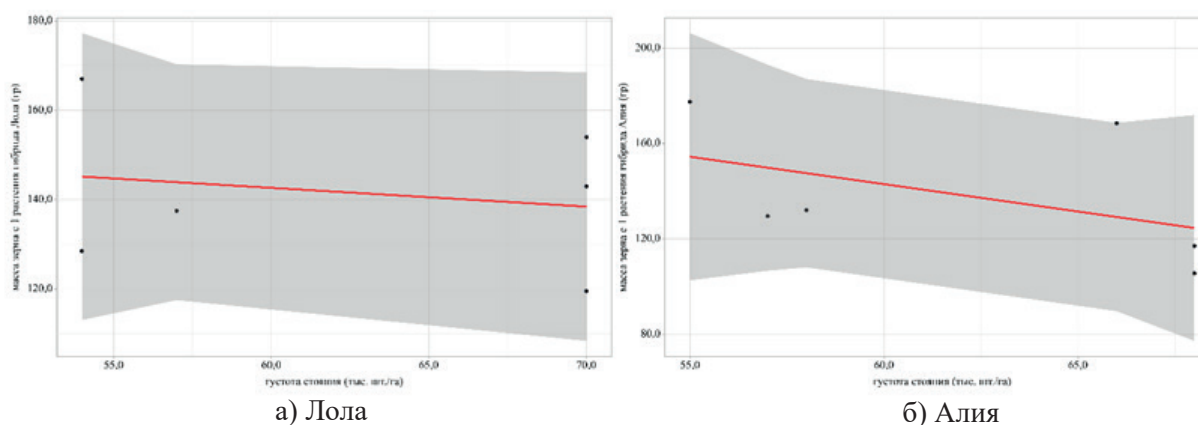


Рисунок 5 – Графики регрессионной функции, характеризующие зависимость массы зерна с 1 растения гибридов, Лола и Алия от густоты стояния, 2023 г.

Нами был проведен корреляционный анализ взаимосвязи густоты стояния перед уборкой и выхода зерна из початков без обертки (таблица 9).

Таблица 9 – Результаты корреляционного анализа взаимосвязи густоты стояния перед уборкой и выхода зерна из початков без обертки, 2023 г.

Показатели	Характеристика корреляционной связи		
	гху / ρ	Теснота связи по шкале Чеддока	р
густота стояния – выход зерна с початка гибрида Лола	-0,219	слабая	0,676
густота стояния – выход зерна с початка гибрида Алия (гху)	-0,206	слабая	0,695

* – различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

При оценке связи выхода зерна с початка гибридов Лола и Алия и густоты стояния перед уборкой была установлена слабой тесноты обратная связь (рисунок 6).

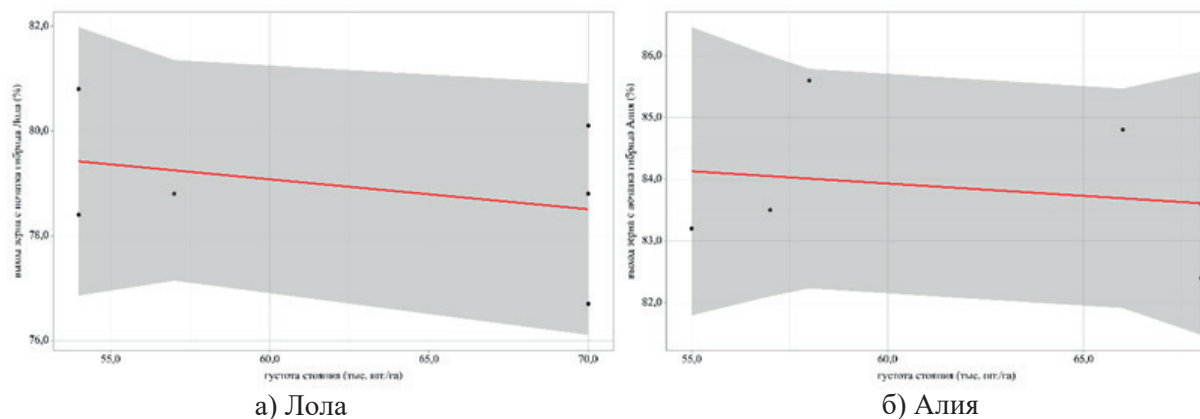


Рисунок 6 – Графики регрессионной функции, характеризующие зависимость выхода зерна с початка гибридов, Лола и Алия и густоты стояния 2023 г.

Был выполнен корреляционный анализ взаимосвязи густоты стояния перед уборкой и массы початков без обертки (таблица 10).

Таблица 10 – Результаты корреляционного анализа взаимосвязи густоты стояния перед уборкой и массы початков без обертки, 2023 г.

Показатели	Характеристика корреляционной связи		
	ρ	Теснота связи по шкале Чеддока	p
густота стояния – масса початков без обертки гибрида Лола	0,278	слабая	0,594
густота стояния – масса початков без обертки гибрида Алия	-0,812	высокая	0,050*

* различия показателей статистически значимы ($p = 0,05$)

При оценке связи массы початков без обертки гибрида Лола и густоты стояния перед уборкой была установлена слабой тесноты обратная связь (рисунок 7).

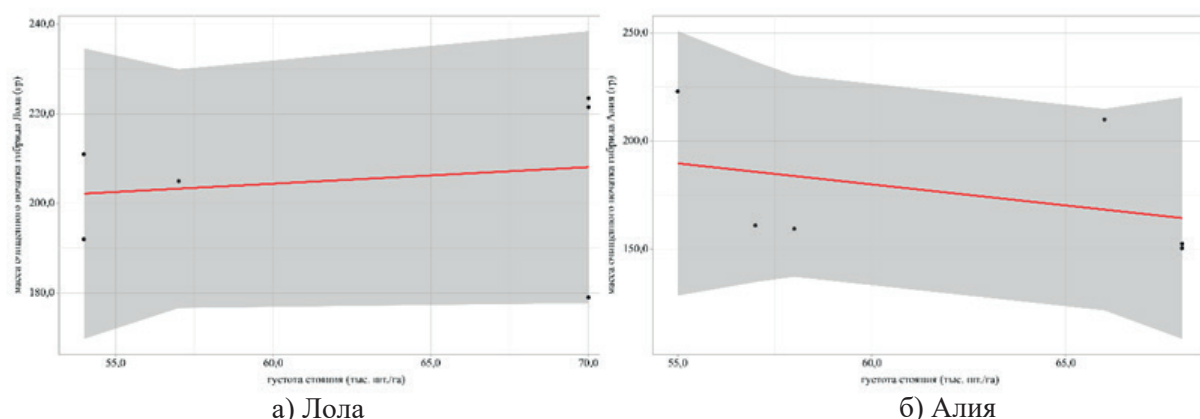


Рисунок 7 – Графики регрессионной функции, характеризующие зависимость массы початков без обертки гибридов от густоты стояния, 2023 г.

При оценке связи массы початков без обертки гибрида Алия и густоты стояния перед уборкой была установлена умеренной тесноты обратная связь.

Наблюдаемая зависимость массы очищенного початка гибрида Алия от густоты стояния описывается уравнением парной линейной регрессии:

$$Y_{\text{масса очищенного початка гибрида Алия}} = -1,944 \times X_{\text{густота стояния}} + 296,6$$

При увеличении густоты стояния на 1 тыс. шт./га следует ожидать уменьшение массы очищенного початка гибрида Алия на 1,944 гр. Полученная модель объясняет 13,3% наблюдаемой дисперсии массы очищенного початка гибрида Алия.

Обсуждение

Превышение оптимального количества растений на единицу площади ведет к ряду негативных последствий, влияющих на онтогенез растения. При увеличении количества растений на 1 м², наблюдается снижение значений по вышеуказанным структурным элементам продуктивности. При изучении влияния густоты посевов на выход зерна сообщается, что у различных гибридов увеличение густоты посева кукурузы приводит к уменьшению количества зерна на початок [9]. Однако, следует провести дальнейшее расширенное изучение связи густоты стояния растений гибридов кукурузы с урожайностью. Так, при изучении влияния густоты посева в аридной зоне, результаты показали, что при 40 тыс. раст/га дает максимальное количество зерен в ряду и зерен в початке. Однако при 60 тыс. раст/га выявлено максимальное количество початков на растение, число рядов зерна на 1 початке [10].

По данным проведенного анализа, урожайность сорта Алия повышалась на 4,9 ц/га от повышения нормы высева, а у сорта Лола на 18,4 ц/га. Разница в прибавках урожая зерна между гибридами кукурузы от увеличения нормы высева в почти 3,8 раза, вероятнее всего обусловлена разницей в сохранности растений на делянке. Так как сохранность растений гибрида Лола к уборке при норме высева 61 тыс. шт/га была на 10 % меньше, чем при норме высева 71 тыс. шт/га, а у гибрида Алия разница в сохранности между вариантами составляла всего 2%. В этой связи, вероятно и была выявлена заметная корреляция между густотой стояния и урожайностью у гибрида Лола.

Зерна гибрида кукурузы Алия содержали на 7,8% меньше влаги, чем зерна гибрида Лола, следовательно, гибрид кукурузы Алия оказался более скороспелым, чем гибрид кукурузы Лола. Полученные данные будут полезны при планировании уборки урожая кукурузы для достижения оптимального содержания влаги и минимизации потребности в сушке, что важно для сокращения затрат и предотвращения потерь урожая.

В исследовании влияния густоты посева на количество листьев у четырех гибридов кукурузы, увеличение густоты посева сопровождалось уменьшением количества листьев, увеличением периода от посева до появления метелки и середины цветения, а также увеличением влажности зерна при уборке (Вонапарте, 1976). Эти результаты указывают на то, что густота посева может влиять на развитие растений и, как следствие, на влажность зерна при уборке, хотя конкретная связь может варьироваться в зависимости от гибрида и условий выращивания [11].

Корреляционный анализ взаимосвязи густоты стояния перед уборкой и влажности зерна гибридов выявил наличие слабой связи у гибрида Алия в диапазоне учета от 55 до 68 тыс. растений/га, у гибрида кукурузы Лола была отмечена слабая связь в диапазоне учета от 54 до 70 тысяч растений на гектар.

Масса зерна с 1 растения по каждому гибриду была выше при увеличении площади питания на вариантах с меньшей густотой стояния. У сорта Алия среднее увеличение массы составило 8 грамм, у сорта Лола 2,7 грамма. Тем не менее, увеличение индивидуальной продуктивности отдельных растений нивелировалась количеством растений на учетной площади, в следствие чего, урожайность была выше, при большей густоте стояния на гектар у обоих гибридов.

Также разные гибриды кукурузы имеют различную толерантность густоте стояния, что влияет на их способность выдерживать стресс от высокой плотности и сохранять высокую урожайность. В одном исследовании изучались генетические аспекты толерантности к густоте стояния и было обнаружено, что некоторые гибриды показывали значительную толерантность к высоким нормам высева, основываясь на урожайности зерна [12].

Другое исследование изучало влияние нормы высева и схемы посева на урожай и компоненты урожая кукурузы [13]. В нем было показано, что при более низкой густоте стояния наблюдалось увеличение количества зерен на растение, что согласуется с нашими наблюдениями о более высокой индивидуальной продуктивности при меньшей густоте стояния. Однако общая урожайность на гектар увеличивалась при более высокой плотности посева, что также находит подтверждение в нашем исследовании (Begna et al., 1997).

Селекция раннеспелых гибридов с небольшой высотой, прямостоячими листьями, более компактными соцветиями и синхронизированным цветением позволяет эффективно использовать практически всю доступную солнечную радиацию и влагу за сезон, что приводит к увеличению количества зерен на единицу площади при подборе оптимальной густоты посевов [14].

Эти исследования подтверждают, что оптимальная густота стояния растений варьируется в зависимости от гибрида и условий выращивания, и что управление густотой стояния является ключевым аспектом для максимизации урожайности кукурузы на гектар. Наше исследование дополняет существующие знания, подчеркивая важность выбора оптимальной густоты посева для различных гибридов кукурузы в конкретных агроэкологических условиях.

Также при оценке связи выхода зерна с початка гибридов Лола и Алия и густоты стояния перед уборкой была установлена слабой тесноты обратная связь.

Корреляционный анализ взаимосвязи густоты стояния перед уборкой и выхода початков показал высокую статистически достоверную связь для гибрида Алия. При увеличении густоты стояния на 1 тыс. шт/га в исследуемом диапазоне, следует ожидать уменьшение массы очищенного початка гибрида Алия на 1,944 гр. Выявленные тенденции и закономерности в формировании урожая зерна гибридов позволяют сделать предварительные выводы для возделывания кукурузы на зерно в Костанайской области. В дальнейших исследованиях по этому вопросу необходимо увеличить количество повторностей и диапазон норм высева.

Заключение

В условиях 2023 года в Федоровском районе Костанайской области гибрид кукурузы Алия оказался более скороспелым, чем гибрид кукурузы Лола (влажность зерна к уборке 25,8 и 33,6% соответственно).

При увеличении густоты стояния гибрида Лола с 54 до 70 тысяч растений на гектар, а гибрида Алия с 55 до 68 тысяч растений на гектар методом корреляционного анализа, соответственно, было отмечено слабое и умеренное уменьшение массы зерна с 1 растения, слабое уменьшение выхода зерна с початка, а также слабое и высокое снижение массы початков. Было отмечено слабое снижение влажности зерна при увеличении густоты стояния. Полученные результаты не были статистически значимы для всех исследуемых показателей, тем не менее, они согласуются с результатами исследований других авторов.

По полученным данным в условиях 2023 года в Федоровском районе Костанайской области норма высева семян кукурузы в 70 тыс. шт/га для гибридов Лола и Алия является более предпочтительной, чем норма в 60 тыс. шт/га, так как снижение индивидуальной продуктивности отдельных растений нивелируется суммарным выходом зерна с 1 гектара при увеличении предуборочной густоты стояния.

Список литературы

- 1 Duvick, D. N. The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.) [Text] / *Advances in Agronomy*, - 2005. - №86. - P. 83-145.
- 2 Багринцева, В. Н. Урожайность гибридов кукурузы при разной густоте стояния растений [Текст] / В. Н. Багринцева, Т. И. Борщ // *Кукуруза и сорго*. -2001. - № 5. - С. 2-4.
- 3 Timlin, D.J., Planting density and leaf area index effects on the distribution of light transmittance to the soil surface in maize [Text] / D.J. Timlin, D.H.Fleisher, A.R. Kemanian, V.R. Reddy, // *Agron. J.*, - 2014. - №106. - P. 1828-1837.
- 4 Слюдеев, Ю. А. Продуктивность гибридов кукурузы при различной густоте растений и дозах удобрений на выщелоченных черноземах Рязанской области [Текст] / *Кукуруза и сорго*. - 2003. - № 4. - С. 6-8.

5 Koffi D., Planting date and plant density effects on maize growth, yield and water use efficiency [Text] / D. Koffi, S. Allen, D.S. Djaman, K. Koudahe, S. Irmak, N. Puppala, M.K. Darapuneni, S.V. Angadi, // *Environmental Challenges*, - 2022. - №6.

6 Assefa, Y., Yield Responses to Planting Density for US Modern Corn Hybrids: A Synthesis-Analysis [Text] / Y. Assefa, P.V. Vara Prasad, P. Carter, M. Hinds, G. Bhalla, R. Schon, M. Jeschke, S. Paszkiewicz, I.A. Ciampitti, // *Crop Science*, -2016. - № 56. - P. 2802-2817.

7 Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой [Текст]: сост. Д.С. Филев, В.С. Золотов, Н.И. Логачев. - Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1980. - 54 с.

8 Уикем, Х., Гроулмунд, Г. Язык R в задачах науки о данных: импорт, подготовка, обработка, визуализация и моделирование данных [Текст]: пер. с англ. – СПб.: ООО «Диалектика», 2018. - 592 с.

9 Li, R., Increased Maize Plant Population Induced Leaf Senescence, Suppressed Root Growth, Nitrogen Uptake, and Grain Yield [Text] / R. Li, P. Liu, S. Dong, J. Zhang, B. Zhao, // *Agron. J.*, - 2019. - № 111. - P. 1581-1591.

10 Abuzar, M., Effect of plant population densities on yield of maize [Text] / M. Abuzar, G. Sadozai, A. Baloch, B. Mohammad, S. Imdad, T. Javid, N. Labar // *Journal of Animal and Plant Sciences*. - 2011. - №21. - P. 692-695.

11 Bonaparte, E., Brawn, R. I. Effects of plant density and planting date on leaf number and some developmental events in corn [Text] / *Canadian journal of plant science*. - 1976. - № 56. - P. 691-698.

12 Mansfield, B.D., Mumm, R.H. Survey of Plant Density Tolerance in U.S. maize Germplasm [Text] / *Crop Science*. - 2014. - № 54. - P. 157-173.

13 Begna, S., Effects of Population Density on the Yield and Yield Components of Leafy Reduced-stature Maize in Short-season Areas [Text] / S. Begna, R. I. Hamilton, L. M. Dwyer, D. W., Stewart, D. L. Smith // *Journal of agronomy and crop science*. - 1997. - №179. - P. 9-17.

14 Sarlangue, T., Why Do Maize Hybrids Respond Differently to Variations in Plant Density? [Text] / T. Sarlangue, F.H. Andrade, P.A. Calviño, L.C. Purcell, // *Agron. J.*, - 2007. - № 99. - P. 984-991.

References

1 Duvick, D. N. The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.) [Текст] / *Advances in Agronomy*, - 2005. - №86. - P. 83-145.

2 Bagrineva, V. N. Urozhajnost' gibrinov kukuruzy pri raznoj gustote stoyaniya rastenij [Text] / V. N. Bagrineva, T. I. Borshch // *Kukuruza i sorgo*. - 2001. - № 5. - S. 2-4.

3 Timlin, D.J., Fleisher, D.H., Kemanian, A.R., Reddy, V.R. Planting density and leaf area index effects on the distribution of light transmittance to the soil surface in maize [Text] / *Agron. J.*, - 2014. - №106. - P. 1828-1837.

4 Slyudeev, YU. A. Produktivnost' gibrinov kukuruzy pri razlichnoj gustote rastenij i dozah udobrenij na vyshchelochennyh chernozemah Ryazanskoj oblasti [Text] / *Kukuruza i sorgo*. - 2003. - № 4. - S. 6-8.

5 Koffi, D., Planting date and plant density effects on maize growth, yield and water use efficiency [Text] / D. Koffi, S. Allen, D.S. Djaman, K. Koudahe, S. Irmak, N. Puppala, M.K. Darapuneni, S.V. Angadi, // *Environmental Challenges*, - 2022. - №6.

6 Assefa, Y., Yield Responses to Planting Density for US Modern Corn Hybrids: A Synthesis-Analysis [Text] / Y. Assefa, P.V. Vara Prasad, P. Carter, M. Hinds, G. Bhalla, R. Schon, M. Jeschke, S. Paszkiewicz, I.A. Ciampitti // *Crop Science*, -2016. - № 56. - P. 2802-2817.

7 Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu polevyh opytov s kukuruzoj [Text]: sost. D. S. Filev, V. S. Zolotov, N. I. Logachev. - Dnepropetrovsk: VNII kukuruzy, 1980. - 54 s.

8 Uikem, H., Groulmund, G. Yazyk, R V zadachah nauki o dannyh: import, podgotovka, obrabotka, vizualizaciya i modelirovanie danyh [Text]: per. s angl. – СПб.: ООО «Диалектика», 2018. - 592 с.

9 Li, R., Increased Maize Plant Population Induced Leaf Senescence, Suppressed Root Growth, Nitrogen Uptake, and Grain Yield [Text] / R. Li, P. Liu, S. Dong, J. Zhang, B. Zhao, // *Agron. J.*, - 2019. - № 111. - P. 1581-1591.

10 Abuzar, M., Effect of plant population densities on yield of maize [Text] / M. Abuzar, G. Sadozai, A. Baloch, B. Mohammad, S. Imdad, T. Javid, N. Labar // *Journal of Animal and Plant Sciences*. - 2011. - №21. - P. 692-695.

11 Bonaparte, E., Brawn, R. I. Effects of plant density and planting date on leaf number and some developmental events in corn [Text] / Canadian journal of plant science. - 1976. - № 56. - P. 691-698.

12 Mansfield, B.D., Mumm, R.H. Survey, of Plant Density Tolerance in U.S. Maize Germplasm [Text] / Crop Science. - 2014. - № 54. - P. 157-173.

13 Begna, S., Effects of Population Density on the Yield and Yield Components of Leafy Reduced-stature Maize in Short-season Areas [Text] / S. Begna, R. I. Hamilton, L. M. Dwyer, D. W., Stewart, D. L. Smith // Journal of agronomy and crop science. - 1997. - №179. - P. 9-17.

14 Sarlangue, T., Why Do Maize Hybrids Respond Differently to Variations in Plant Density? [Text] T. Sarlangue, F.H. Andrade, P.A. Calviño, L.C. Purcell // Agron. J., - 2007. - № 99. - P. 984-991.

ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ KAZSEEDS ЖҮГЕРІ БУДАНДАРЫНЫҢ ӨНІМДІЛІГІНЕ ТЫҒЫЗДЫҚТЫҢ ӘСЕРІ

Байқунирова Аделия

Ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі

«Олжа Агро» ЖШС

Қостанай қ., Қазақстан

E-mail: adelya614@gmail.com

Сабит Дана

Магистрант

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті

Астана қ., Қазақстан

E-mail: onlyforworkdns@gmail.com

Кипшакбаева Гульден Амангельдиновна

Ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, доцент

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті

Астана қ., Қазақстан

E-mail: guldenkipshakbaeva@bk.ru

Бузовский Кирилл Петрович

Ғылыми-зерттеу бөлімінің лаборанты

«Олжа Агро» ЖШС

Қостанай қ., Қазақстан

E-mail: kisameruto@mail.ru

Сидорик Александр Иванович

Ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі

«Олжа Агро» ЖШС

Қостанай қ., Қазақстан

E-mail: alexandrsidorik@mail.ru

Түйін

Жүгері дәнінің өнімділігіне дақылдардың тығыздығының әсерін зерттеу және бір аудандағы өсімдіктердің оңтайлы санын анықтау осы дақылдың өзгермелі климаттық жағдайда пластикалық қасиетіне байланысты зерттеудің белсенді бағыттары болып табылады. Мақалада Лола және Алия жүгері будандарының өнімділік элементтеріне (бір масақ дәннің салмағы, астық өнімділігі, масақ салмағы) және дәннің ылғалдылығына егін жинауға дейінгі тығыздығының әсерін зерттеу нәтижелері берілген. Талдау көрсеткендей, Лола буданының 54-тен 70 мың өсімдік/га дейінгі егістік тығыздығының диапазоны барлық зерттелетін өнімділік параметрлеріне айтарлықтай әсер етпейді. Алия буданының дәннің массасы мен өнімі, масақ массасы сияқты құрылымдық

элементтерге негізделген тығыздыққа тұрақты тәуелділігін көрсетеді. Егістік тығыздығының жоғарылауымен стандартты ылғалдылықта бір масақтың салмағы – 105,5 г, масақтың салмағы – 150,5 г, астық өнімі – 82,4% құрайды.

Кілт сөздер: жүгерінің тығыздығы; Қостанай облысы; масақтан алынған астық өнімі, астық үшін жүгері.

INFLUENCE OF PLANT DENSITY ON THE PRODUCTIVITY OF CORN HYBRIDS OF THE KAZSEEDS BREEDING IN CONDITIONS OF THE KOSTANAY REGION

Baikunirova Adelia

Master of Agricultural Sciences

«Olzha Agro» LLP

Kostanay, Kazakhstan

E-mail: adelya614@gmail.com

Sabit Dana

Master's student

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University

Astana, Kazakhstan

E-mail: onlyforworkdns@gmail.com

Kipshakbaeva Gulden Amangeldinovna

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University

Astana, Kazakhstan

E-mail: guldenkipshakbaeva@bk.ru

Buzovsky Kirill Petrovich

Laboratory assistant at the research department

«Olzha Agro» LLP

Kostanay, Kazakhstan

E-mail: kisameruto@mail.ru

Sidorik Alexander Ivanovich

Master of Agricultural Sciences

«Olzha Agro» LLP

Kostanay, Kazakhstan

E-mail: alexandrsidorik@mail.ru

Abstract

Studying the effect of crop density on corn grain yield and determining the optimal number of plants per unit area are active areas of research due to the plasticity of this crop under changing climatic conditions. The article presents the results of a study of the influence of pre-harvest standing density of Lola and Aliya corn hybrids on productivity elements (grain weight per ear, grain yield at standard humidity, ear weight, grain yield). The analysis showed that the range of crop density of the Lola hybrid from 54 to 70 thousand plants/ha does not greatly affect all the studied yield parameters. The Aliya hybrid exhibits a dependence on standing density based on structural elements such as the mass and yield of grain, the mass of the cob. With an increase in sowing density, the weight of grain per ear at standard humidity is 105.5 g, the weight of the ear is 150.5 g, and the grain yield is 82.4 %.

Key words: corn plant density; Kostanay region; grain yield from the cob; corn for grain.