

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-1-162-178>  
УДК [633.15:631.52/53] (470.62)



## Продуктивность гибридов кукурузы, экономическая и энергетическая эффективность их выращивания в условиях Краснодарского Края

А.А. Макаренко, С.В. Коковихин✉, Т.В. Логойда

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»; г. Краснодар, Российская Федерация  
✉[agronomic@kubsau.ru](mailto:agronomic@kubsau.ru)*

**Аннотация. Введение.** Формирование современных технологий выращивания зерна кукурузы – сложная задача, требующая применения адаптивных подходов и использования высокопродуктивных, устойчивых к стрессам гибридов с индивидуально подобранными комплексами агротехнических приёмов. **Цель исследования.** Изучить влияние гибридного состава, средств химической защиты растений от сорняков, сроков посева и количества междурядных культиваций на высоту растений, площадь листовой поверхности, урожайности зерна, экономическую и энергетическую эффективность при выращивании культуры в условиях Краснодарского края. **Методы.** Закладка, математическая обработка экспериментальных данных, экономический и энергетический анализ были проведены по методике опытного дела в агрономии. **Результаты.** Гибрид кукурузы ДКС 4590 показал лучшие результаты по исследуемым параметрам продуктивности – высота растений, площадь листьев, урожайность. Так, максимальная зерновая продуктивность на уровне 77,2 ц/га была получена при выращивании этого гибрида с ранним сроком посева, использовании гербицида Титус Плюс и проведении двух культиваций. В среднем по факторам ранние сроки сева и междурядные обработки значительно повышали урожайность и высоту растений. Гербицид Титус Плюс также проявил положительное влияние на показатели продуктивности кукурузы. Экономическим анализом установлено, что наибольший чистый доход (38,8-45,3 тыс. руб./га) обеспечивает гибрид ДКС 4590 с его защитой от сорняков гербицидом Титус Плюс, ранним сроком сева и проведением двух междурядных культиваций. Энергетическая оценка доказала преимущество выращивания гибридов Ладожский 291 и ДКС 4590, у которых коэффициент энергетической эффективности увеличился до 1,58-1,63. **Заключение.** Таким образом, установлено, что при выращивании кукурузы на зерно в условиях Краснодарского края лучшие результаты с урожайностью более 77 ц/га и чистым доходом более 45 тыс. руб./га обеспечивает гибрид ДКС 4590 при раннем сроке сева, применении гербицида Титус Плюс и проведении двух междурядных культиваций.

**Ключевые слова:** кукуруза, гибрид, гербицид, срок сева, культивации, продуктивность, высота растений, площадь листовой поверхности, урожайность зерна, прибавка урожая, экономическая эффективность, энергетическая оценка

**Для цитирования:** Макаренко А.А., Коковихин С.В., Логойда Т.В. Продуктивность гибридов кукурузы, экономическая и энергетическая эффективность их выращивания в условиях Краснодарского Края. *Новые технологии / New technologies*. 2025; 21(1):162-178. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-1-162-178>

## Productivity of corn hybrids, economic and energy efficiency of their cultivation in the Krasnodar Territory

A.A. Makarenko, S.V. Kokovikhin✉, T.V. Logoyda

*Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin;  
Krasnodar, the Russian Federation  
✉agronomic@kubsau.ru*

**Abstract. Introduction.** The development of modern technologies for growing corn grain is a complex task that requires the use of adaptive approaches and highly productive, stress-resistant hybrids with individually selected sets of agrotechnical techniques. **The goal of the research** is to study the influence of hybrid composition, chemical plant protection products against weeds, sowing dates and the number of inter-row cultivations on plant height, leaf surface area, grain yield, economic and energy efficiency when growing crops in the Krasnodar Territory. **The Methods.** The bookmark, mathematical processing of experimental data, economic and energy analysis were carried out according to the methodology of experimental work in agronomy. **The Results.** The DKC 4590 corn hybrid has shown the best results in the studied productivity parameters - plant height, leaf area, yield. Thus, the maximum grain productivity at the level of 77.2 c/ha has been obtained when growing this hybrid with an early sowing date, using the Titus Plus herbicide and carrying out two cultivations. On average, early sowing dates and inter-row cultivations significantly have increased the yield and plant height. The Titus Plus herbicide also has shown a positive effect on the productivity indicators of corn. Economic analysis has established that the highest net income (38.8-45.3 thousand rubles/ha) is provided by the DKC 4590 hybrid with its weed protection by the Titus Plus herbicide, early sowing date and two inter-row cultivations. Energy assessment has proven the advantage of growing Ladozhskiy 291 and DKC 4590 hybrids; their energy efficiency coefficient has increased up to 1.58-1.63. **Conclusion.** Thus, it has been established that when growing corn for grain in the Krasnodar Territory, the best results with a yield of more than 77 c/ha and a net income of more than 45 thousand rubles/ha are provided by the DKC 4590 hybrid with an early sowing date, the use of the Titus Plus herbicide and two inter-row cultivations.

**Keywords:** corn, hybrid, herbicide, sowing date, cultivation, productivity, plant height, leaf surface area, grain yield, yield increase, economic efficiency, energy assessment

**For citation:** Makarenko A.A., Kokovikhin S.V., Logoyda T.V. Productivity of corn hybrids, economic and energy efficiency of their cultivation in the Krasnodar Territory. *Novye Tehnologii / New technologies*. 2025; 21(1):162-178. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-1-162-178>

**Введение.** Формирование современных технологий выращивания зерна кукурузы – сложная задача, требующая применения адаптивных подходов и использования высокопродуктивных, устойчивых к стрессам гибридов с индивидуально подобранными комплексами агротехнических приёмов [1-3]. Засорённость посевов кукурузы, как и других сельскохозяйственных культур, существенно снижает урожайность (до 30-50%), так как сорняки конкурируют с ней за влагу, питательные вещества, солнечный свет и выделяют ингибирующие рост веще-

ства, являясь также резерваторами вредителей и болезней. Засорённость посевов затрудняет обработку междурядий и другие операции по обработке почвы, повышает затраты и увеличивает себестоимость продукции [4, 5]. Поэтому научно обоснованный выбор гербицидов для уничтожения сорных растений является важнейшим элементом агротехники, требующим учёта эффективности, стоимости, фитотоксичности, продолжительности действия и многих других факторов. При этом в защите растений наиболее перспективен интегрированный

подход, сочетающий агротехнические и химические методы борьбы с сорняками, оптимизирующий ресурсоиспользование и предотвращающий развитие гербицидной резистентности [6-8].

Изменение климата, проявляющееся в росте температур воздуха, нарушении равномерности выпадения атмосферных осадков, а также экстремальных погодных явлениях, обуславливают необходимость уточнения сроков сева кукурузы, как и многих других культур. Избыточные осадки на фоне сниженного температурного режима при ранних сроках сева, особенно в низинах, затрудняют прорастание семян, повышают риск распространения опасных заболеваний, таких как корневая гниль [9, 10]. Экстремальные явления, например, заморозки, могут повредить молодые растения. Задержка посева в условиях высоких температур приводит к пересыханию почвы и снижению всхожести [11-13]. Резкое повышение температуры почвы и воздуха могут ускорить прорастание, но при чрезмерном значении и при дефиците доступной влаги – вызывают стресс у растений, снижая урожайность и экономическую эффективность зернопроизводства. Таким образом, оптимальный выбор сроков сева кукурузы критически важен для минимизации рисков, связанных с изменением климата [14-16].

Междурядная обработка почвы относится к ключевым агротехническим приемам для кукурузы и других пропашных культур. Она эффективно подавляет сорняки, улучшает аэрацию почвы за счёт разрушения корки, создаёт мульчирующий слой, снижающий испарение влаги, способствует быстрому росту растений [17, 18]. Необходимое число обработок определяется многими факторами: фазой развития и высотой растений, влажностью и типом почвы, количеством осадков, температурой воздуха, а также эффективностью гербицидов и густотой стояния расте-

ний кукурузы. Тяжёлые почвы и повышенная содержание в ней влаги требуют большего количества культиваций [19, 20]. Обработки обычно начинают после того, как растения достаточно окрепнут, чтобы выдержать механическое воздействие. Проводят 1-3 культивации до достижения кукурузой критической высоты, однако оптимальное их количество зависит от конкретных условий и требует локальных исследований с экономическим и энергетическим обоснованием.

**Цель исследований.** Изучить влияние гибридного состава, средств химической защиты растений от сорняков, сроков посева и количества междурядных культиваций на высоту растений, площадь листовой поверхности, урожайности зерна, экономическую и энергетическую эффективность при выращивании культуры в условиях Краснодарского края.

Для достижения цели были поставлены такие задачи:

- изучить влияние гибридного состава, гербицидов, сроков сева и количества междурядных обработок на высоту и площадь листовой поверхности кукурузы;
- установить урожайность зерна и величину прибавки урожая по факторам и вариантам полевого опыта;
- рассчитать экономическую и энергетическую эффективность разработанных элементов технологии возделывания кукурузы на зерно.

**Методы исследований.** В четырёхфакторном полевом опыте с гибридами кукурузы, который проводился на протяжении 2017-2019 гг. на опытном поле учебного хозяйства «Кубань» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ изучали такие факторы и их варианты:

1. Гибрид кукурузы (фактор А):
  - 1.1. Ладожский 291.
  - 1.2. ДКС 4590.
  - 1.3. Феномен.

## 2. Гербицид (фактор В):

2.1. Люмакс, 4,0 л/га (внесение раннепослепосевное, фаза 1-3 листьев у культуры).

2.2. Элюмис, 2,0 л/га (внесение фаза 4-5 листьев у культуры).

2.3. Титус Плюс, 0,38 л/га + Тренд 90 (внесение фаза 4-5 листьев у культуры).

## 3. Сроки сева (фактор С):

3.1. Ранний (при первой возможности проведения предпосевной культивации).

3.2. Средний (при  $t$  почвы на глубине посева  $10^{\circ}\text{C}$ , не менее, чем через 14 дней после раннего).

3.3. Поздний (не ранее чем через 14 дней после среднего).

4. Междурядная культивации в период вегетации (фактор D):

4.1. Без культивации.

4.2. Одна культивация плоскорезными рабочими органами на 3-5 см (фаза 4-5 листьев).

4.3. Две культивации плоскорезными рабочими органами на 3-5 см (4-5 листьев, 6-7 листьев).

Закладка, математическая обработка экспериментальных данных, экономический и энергетический анализ были проведены по методике опытного дела в агрономии [21].

Предшественником кукурузы на зерно была озимая пшеница. Почвенная разновидность опытных делянок – чернозем выщелоченный малогумусный. Удобрения вносились под основную обработку почвы в дозе  $\text{N}_{80}\text{P}_{60}\text{K}_{40}$ . Основная обработка почвы – вспашка на глубину 25-27 см, которую проводили оборотным плугом KUNN Multi-Master 110.

Посев проводили в сроки, предусмотренные схемой опыта, самоходной селекционной сеялкой ValpalPOS 4 на глубину 5-6 см с нормой высева 70 тыс. шт./га.

Междурядные культивации, которые проводили согласно схеме опыта, выпол-

няли на глубину 5-6 см, первая культивация в фазу 3-4 листа кукурузы, вторая – в фазу 6-7 листьев культуры.

Для внесения исследуемых гербицидов (по схеме опыта) использовали опрыскиватель Standardfox в агрегате с трактором KUBOTA m7060, норма рабочего раствора составляла 200 л/га. Изучаемые гербициды показали разную эффективность по отношению различным видам сорняков на опытном участке, которые были представлены однолетними злаковыми: просо куриное (*Echinochloa crus-galli* L.) и видами щетинника (*Setaria* spp), однолетними двудольными – Канатник Теофраста (*Abutilon theophrasti* Medic), марь белая (*Chenopodium album* L.), портулак огородный (*Portulaca oleracea* L.), амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.) и многолетним корнеотпрысковым – вьюнком полевым (*Convolvulus arvensis* L.)

Уборку проводили селекционным комбайном Wintersteiger Split в фазе полной спелости зерна. Учёт урожая проводили со всей учётной площади делянок.

**Результаты.** Исследования показали, что наибольшая высота кукурузы (239 см) достигнута при использовании гибрида ДКС 4590, раннем посеве, обработке гербицидом Люмакс и двух культивациях (табл. 1). Наименьшая высота (183 см) отмечена при выращивании гибрида Феномен с гербицидом Элюмис, поздним посевом и одной культивацией, что было на 30,6% ниже лучшего сочетания исследуемых вариантов.

Анализ по гибридам показал, что ДКС 4590 имел среднюю высоту 216 см, гибрид Ладожский 291 показал незначительное снижение (212 см, снижение на 1,9%), а гибрид Феномен продемонстрировал существенное снижение данного показателя на 7,5% по сравнению с ДКС 4590 и на 5,5% – по сравнению с Ладожский 291, или на 11 см.

Применение различных гербицидов практически не повлияло на высоту растений – средняя высота 210 см на всех вариантах.

Высота растений зависела от сроков сева, при этом показав отрицательную за- ко-

номерность: ранний сев (223 см) обеспечил наибольшую высоту, средний – 208 см, был на 7,2% меньше, а поздний был равен 198 см, что на 12,6% меньше, чем при раннем, и на 5,1% меньше, чем при среднем сроке.

**Таблица 1.** Высота растений кукурузы в зависимости от гибридного состава, гербицидов, сроков сева и количества культиваций, см, 2017-2019 гг.

**Table 1.** Height of corn plants depending on hybrid composition, herbicides, sowing dates and number of cultivations, cm, 2017-2019

Гибрид (фактор А)	Гербицид (фактор В)	Срок сева (фактор С)	Культивации (фактор D)			Среднее по факторам		
			без культивации	одна культивация	две культивации	С	В	А
Ладожский 291	Люмакс	Ранний	215	221	232	223	210	212
		Средний	205	213	214	208		
		Поздний	190	200	206	198		
	Элюмис	Ранний	219	230	235	210		
		Средний	200	208	209			
		Поздний	199	196	204			
	Титус Плюс	Ранний	220	229	230	210		
		Средний	214	211	219			
		Поздний	200	205	209			
ДКС 4590	Люмакс	Ранний	231	233	239	216		
		Средний	213	211	209			
		Поздний	196	199	211			
	Элюмис	Ранний	231	232	223			
		Средний	224	222	209			
		Поздний	204	212	214			
	Титус Плюс	Ранний	234	230	232			
		Средний	203	207	211			
		Поздний	191	193	209			
Феномен	Люмакс	Ранний	211	208	208	201		
		Средний	204	206	206			
		Поздний	186	191	197			
	Элюмис	Ранний	217	205	209			
		Средний	201	196	197			
		Поздний	185	183	199			
	Титус Плюс	Ранний	217	224	218			
		Средний	198	202	200			
		Поздний	185	184	192			
Среднее по фактору D			207	209	213			
НСР <sub>05</sub> по факторам ABCD – 2,8 см								

Междурядные обработки почвы положительно влияли на высоту растений. Контрольный вариант имел высоту на уровне 207 см. Одна культивация незначительно увеличила этот показатель до 209 см (на 1%), что было статистически недостоверно. Две культивации продемонстрировали наилучший результат – 213 см, что на 3% было выше, чем в контроле, и на 1,9% выше, чем при одной культивации

Анализ площади листовой поверхности кукурузы подтвердил ранее выявленные тенденции, установленные по высоте растений, но также показал некоторые различия (табл. 2). Максимальная площадь листьев (41,1 тыс. м<sup>2</sup>/га) была достигнута при использовании гибрида ДКС 4590, гербицида Титус Плюс, ранних сроках сева и двух междурядных культиваций. Наихудший результат (26,6 тыс. м<sup>2</sup>/га) был в 1,6 раза ниже на варианте с гибридом Феномен, гербицидом Люмакс, поздним сроком сева и без проведения культиваций междурядий кукурузы.

Анализ экспериментальных данных показал, что площадь ассимиляционной поверхности у гибридов Ладожский 291 и ДКС 4590, в среднем по фактору А, практически не различалась и составляла 35,1 и 35,9 тыс. м<sup>2</sup>/га, соответственно, при разнице 2,3% или 0,9 тыс. м<sup>2</sup>/га, что по показателю НСР<sub>05</sub> находилось в пределах достоверности полевого опыта. Наоборот, на варианте, где высевали гибрид Феномен, зафиксировано существенное уменьшение площади листьев до 32,8 м<sup>2</sup>/га.

Применение исследуемых гербицидов (Люмакс, Элюмис, Титус Плюс) не оказало статистически значимого влияния на площадь ассимиляционной поверхности посевов исследуемой культуры, который, в среднем по фактору В, находился в диапа-

зоне 34,4-34,9 тыс. м<sup>2</sup>/га. Незначительное преимущество (0,9-1,45%) показал гербицид Титус Плюс.

Величина ассимиляционной поверхности листьев кукурузы в наибольшей степени зависела от сроков сева. Так, ранний посев обеспечил формирование максимальной площади листьев – 38,0 тыс. м<sup>2</sup>/га. Применение второго срока снизило этот показатель на 8,3% (до 35,1 тыс. м<sup>2</sup>/га), а при третьем сроке – на 22,9%, что на 7,1 тыс. м<sup>2</sup>/га меньше, чем при раннем севе. Разница между ранним и поздним сроками составила 13,6% в пользу раннего.

Количество междурядных культиваций также существенно влияло на площадь листьев, разница между вариантами составляла 0,9-1,7 тыс. м<sup>2</sup>/га, превышая пороговое значение статистической значимости (НСР<sub>05</sub>) в 0,9 тыс. м<sup>2</sup>/га. Двукратное культивирование обеспечило максимальный результат с повышением исследуемого показателя до 35,5 тыс. м<sup>2</sup>/га, а отсутствие обработок характеризовалось его минимальным значением – 33,8 тыс. м<sup>2</sup>/га.

Результаты полевых экспериментов демонстрируют существенное влияние комплекса агротехнических приемов на урожайность зерна трех изучаемых гибридов кукурузы: ДКС 4590, Ладожский 291 и Феномен (табл. 3). Урожайность в разной степени изменялась под действием изучаемых гербицидов (Люмакс, Элюмис, Титус Плюс), срокам посева (ранний, средний и поздний) и количества междурядных культиваций (без культивации, одна и две обработки междурядий); при этом наблюдалась как количественная, так и качественная вариабельность зерновой продуктивности культуры в зависимости от действия и взаимодействия этих факторов.

**Таблица 2.** Площадь листовой поверхности гибридов кукурузы в зависимости от гербицидов, сроков сева и количества междурядных культиваций, тыс. м<sup>2</sup>/га, 2017-2019 гг.  
**Table 2.** Leaf surface area of corn hybrids depending on herbicides, sowing dates and the number of inter-row cultivations, thousand m<sup>2</sup>/ha, 2017-2019

Гибрид (фактор А)	Гербицид (фактор В)	Срок сева (фактор С)	Культивации (фактор D)			Среднее по факторам		
			без культи- вации	одна культи- вация	две культи- вации	С	В	А
Ладож- ский 291	Люмакс	Ранний	36,1	37,3	40,3	38,0	34,4	35,1
		Средний	34,2	35,8	37,1	35,1		
		Поздний	27,2	32,1	33,4	30,9		
	Элюмис	Ранний	36,9	39,0	41,0	34,6		
		Средний	33,3	34,8	36,2			
		Поздний	29,8	31,1	31,1			
	Титус Плюс	Ранний	37,2	38,8	40,0	34,9		
		Средний	34,5	35,4	37,9			
		Поздний	31,8	32,9	33,8			
DKC 4590	Люмакс	Ранний	39,5	40,3	38,9	35,9		
		Средний	37,3	35,7	35,4			
		Поздний	34,1	31,1	31,6			
	Элюмис	Ранний	38,8	40,4	38,2			
		Средний	36,9	39,7	34,8			
		Поздний	31,0	34,7	32,2			
	Титус Плюс	Ранний	38,1	38,8	41,1			
		Средний	34,2	34,4	36,8			
		Поздний	30,7	29,4	34,3			
Феномен	Люмакс	Ранний	35,4	34,6	35,1	32,8		
		Средний	32,4	33,4	34,3			
		Поздний	26,6	28,5	30,4			
	Элюмис	Ранний	36,5	34,7	36,5			
		Средний	33,3	32,5	33,6			
		Поздний	28,2	28,3	31,2			
	Титус Плюс	Ранний	36,7	37,9	38,0			
		Средний	32,4	33,9	34,8			
		Поздний	28,8	28,9	30,2			
Среднее по фактору D			33,8	34,6	35,5			
НСР <sub>05</sub> по факторам ABCD – 0,90 тыс. м <sup>2</sup> /га								

**Таблица 3.** Урожайность зерна гибридов кукурузы в зависимости от гербицидов, сроков сева и количества культиваций, ц/га, 2017-2019 гг.

**Table 3.** Grain yield of corn hybrids depending on herbicides, sowing dates and number of cultivations, c/ha, 2017-2019

Гибрид (фактор А)	Гербицид (фактор В)	Срок сева (фактор С)	Культивации (фактор D)			Среднее по факторам		
			без культивации	одна культивация	две культивации	С	В	А
Ладожский 291	Люмакс	Ранний	64,2	65,2	70,7	67,5	59,8	61,3
		Средний	61,2	63,6	66,0	61,3		
		Поздний	46,7	54,9	57,2	52,4		
	Элюмис	Ранний	64,3	67,4	71,0	60,0		
		Средний	57,9	59,8	62,3			
		Поздний	51,3	52,9	52,9			
	Титус Плюс	Ранний	66,5	68,9	72,0	61,4		
		Средний	60,0	62,8	66,9			
		Поздний	55,0	56,3	57,9			
ДКС 4590	Люмакс	Ранний	74,5	74,3	70,7	63,3		
		Средний	68,3	61,5	61,0			
		Поздний	55,3	49,4	51,1			
	Элюмис	Ранний	69,4	71,9	67,6			
		Средний	66,0	70,8	59,8			
		Поздний	53,6	59,5	55,0			
	Титус Плюс	Ранний	68,6	72,2	77,2			
		Средний	61,5	61,4	66,5			
		Поздний	53,0	49,9	58,8			
Феномен	Люмакс	Ранний	61,5	59,4	61,0	56,5		
		Средний	56,2	57,3	58,9			
		Поздний	42,3	49,6	51,7			
	Элюмис	Ранний	63,5	59,6	64,7			
		Средний	57,7	55,6	57,6			
		Поздний	48,4	47,9	53,0			
	Титус Плюс	Ранний	63,9	65,4	67,5			
		Средний	56,1	58,2	59,9			
		Поздний	49,6	49,1	51,4			
Среднее по фактору D			59,1	60,2	61,9			
НСР <sub>05</sub> по факторам ABCD – 1,26 ц/га								

Наивысшая урожайность зерна (77,2 ц/га) была достигнута при выращивании гибрида ДКС 4590. Этот результат обусловлен комплексом благоприятных факторов: применении гербицида Титус Плюс, ранних сроков посева и проведении двух

междурядных обработок почвы. В противоположность этому, наихудшие результаты показал гибрид Феномен, выращенный с использованием гербицида Люмакс при позднему севе и без проведения междурядных культиваций. Урожайность на этом



варианте составил 42,3 ц/га, что почти в 1,8 раза было ниже максимального показателя.

Анализ данных по фактору А выявил следующие закономерности: гибриды Ладожский 291 и ДКС 4590 сформировали высокую урожайность, достигнув, в среднем, 61,3 и 63,3 ц/га соответственно. Наименьшая средняя урожайность (56,5 ц/га) наблюдалась у гибрида Феномен, что было на 8,5% ниже, чем у гибрида Ладожский 291, и на 12,0% ниже, чем у гибрида ДКС 4590.

Исследование показало, что эффективность химической защиты кукурузы от сорняков существенно зависела от выбора гербицида. При этом применение гербицида Титус Плюс обеспечило наилучшие результаты, повысив урожайность зерна до 61,4 ц/га. Это на 2,3-2,7% больше, чем при использовании гербицидов Люмакс и Элюмис. Данное увеличение урожайности (1,4-1,6 ц/га) статистически значимо ( $НСР_{05} = 1,26$  ц/га). Разница в урожайности между Люмаксом и Элюмисом оказалась незначительной и находилась в пределах погрешности эксперимента (0,2 ц/га или 0,3%).

Сроки сева также оказали существенное влияние на урожайность. Ранний срок сева обеспечил максимальную урожайность – 67,5 ц/га. Средний срок сева привел к снижению урожайности на 10,1% (до 61,3 ц/га), а поздний – на 28,8% (до 52,4 ц/га) по сравнению с ранним сроком, и на 17% по сравнению со средним. Такое значительное снижение урожайности при более поздних сроках сева, вероятно, обусловлено влиянием глобального и регионального потепления климата и требует пересмотра традиционных агротехнических приемов в сторону более ранних сроков посева.

Количество междурядных обработок также коррелировало с урожайностью. Отсутствие культиваций привело к формированию минимальной урожайности зерна –

59,1 ц/га. Одна междурядная обработка незначительно увеличила урожайность на 1,1 ц/га (1,9%), что не является статистически значимым результатом ( $НСР_{05} = 1,26$  ц/га). Две междурядные обработки повысили урожайность до 61,9 ц/га, что статистически достоверно превышает показатели варианта без культиваций на 2,8 ц/га (4,7%). Таким образом, для повышения урожайности кукурузы оптимальными являются две междурядные обработки.

Экономический анализ доказал, что стоимость валовой продукции существенно изменялась в зависимости от влияния исследуемых факторов и их вариантов (табл. 4). Наибольшую зерновую продуктивность на уровне 66,5 тыс. руб./га сформировал гибрид ДКС 4590, а на гибридах Ладожский 291 и Феномен она уменьшилась до 64,4 и 59,4 ц/га, или на 3,3 и 11,9%.

Второй исследуемый фактор (В – гербициды) несущественно влиял на величину стоимости валовой продукции. На первом варианте с применением гербицида Люмакс она была равна, в среднем по фактору, 62,8 тыс. руб./га. На втором варианте (гербицид Элюмис) она увеличилась до 63,1 тыс. руб./га, или на 0,5%. Наибольшее значение стоимости валовой продукции получили на третьем варианте с применением гербицида Титус Плюс, на котором она возросла до 64,4 тыс. руб./га, что превышало другие варианты фактора В на 2,1-2,6%.

Сроки проведения посева в значительной мере обусловили изменение показателей стоимости валовой продукции. Ранний сев позволил получить наибольший уровень данного экономического показателя – 70,9 тыс. руб./га. При среднем сроке зафиксировано снижение его до 64,4 тыс. руб./га, или на 10,1%, а при позднем – до 55,0 тыс. руб./га, что на 28,9% было меньше раннего срока сева.

**Таблица 4.** Среднефакториальные показатели экономической эффективности выращивания зерна гибридов кукурузы в зависимости от гербицидов, сроков сева и количества культиваций, 2017-2019 гг.

**Table 4.** Average factorial indicators of economic efficiency of growing hybrid corn grain depending on herbicides, sowing dates and number of cultivations, 2017-2019

Фактор	Вариант	Показатели экономической эффективности				
		стоимость валовой продукции, тыс. руб./га	производственные затраты, тыс. руб.	себестоимость, тыс. руб./ц	чистый доход, тыс. руб./га	уровень рентабельности, %
Гибрид (А)	Ладожский 291	64,4	25,5	0,42	39,0	152,9
	ДКС 4590	66,5	25,5	0,41	41,0	160,7
	Феномен	59,4	25,4	0,45	34,0	134,2
Гербицид (В)	Люмакс	62,8	25,4	0,43	37,4	146,8
	Элюмис	63,1	25,4	0,43	37,6	148,0
	Титус Плюс	64,4	25,5	0,42	39,0	153,0
Срок сева (С)	Ранний	70,9	25,6	0,38	45,3	177,3
	Средний	64,4	25,5	0,42	38,9	153,0
	Поздний	55,0	25,3	0,48	29,7	117,5
Культивации (D)	Без обработки	62,1	24,7	0,42	37,4	151,4
	Одна	63,2	25,4	0,43	37,8	148,3
	Две	65,0	26,2	0,43	38,8	148,0

По четвертому фактору (D) отмечена тенденция повышения стоимости валовой продукции (зерна кукурузы) при увеличении количества культиваций. Минимальный показатель (62,1 тыс. руб./га) сформировался на необработанном контроле. При проведении одной междурядной культивации она увеличилась до 63,2 тыс. руб./га (на 1,8%), а наибольшей (65,0 тыс. руб./га) она была при проведении двух культиваций, что превышало контроль на 4,7%, а вариант с применением одной междурядной обработки – на 2,8%.

Производственные затраты слабо изменялись по исследуемым факторам А, В и С, кроме четвертого фактора – количество культиваций (фактор D). По первым трём факторам этот показатель был практически одинаковым – на уровне 25,3-25,6 тыс. руб./га. При проведении междурядных культиваций пропорционально увеличива-

лись и производственные затраты. Так, на контроле (без культиваций) этот показатель был равен, в среднем по фактору, 24,7 тыс. руб./га. На варианте с одной обработкой он увеличился на 2,8% – до 25,4 тыс. руб./га, а при двух культивациях – до 26,2 тыс. руб./га, что превышало контроль на 6,1%.

Себестоимость 1 ц зерна кукурузы наименьших значений (0,38-0,42 тыс. руб.) достигла при выращивании гибрида ДКС 4590, применении гербицида Титус Плюс, сева в ранний срок и отказе от проведения междурядных культиваций.

Однако, по чистому доходу выгодней было проведение двух культиваций, где получили 38,8 тыс. руб./га, а при их отсутствии и проведении одной культивации – доход уменьшился на 1,0-1,4 тыс. руб./га. По другим факторам также сохранилось преимущества высевания гибрида ДКС

4590 в ранний срок и защите от сорняков с помощью гербицида Титус Плюс.

Уровень производственной рентабельности отображал закономерности экономического анализа по предыдущим показателям. Так, на варианте с гибридом ДКС 4590 она была равна 160,7%, а у других гибридов – снизилась 7,8 и 26,5 процентных пунктов. Гербицид Титус Плюс обеспечил повышение рентабельности на 5,0 и 6,2 процентных пунктов. Наибольшие отличия рентабельности зафиксированы по срокам посева. При раннем севе этот показатель был равен, в среднем по фактору С, 177,3%, при среднем уменьшился до 153,0% (или на 24,3 процентных пунктов), при позднем – до 117,5% (на 59,8 процентных пунктов). На варианте без проведения культиваций уровень рентабельности уве-

личился до 151,4%, а при междурядных обработках отмечено его незначительное снижение до 148,3 и 148,0% соответственно.

Энергетическая оценка свидетельствует о максимальном уровне энергии, накопленной в урожае зерна кукурузы, на гибриде ДКС 4590, где он увеличился, в среднем по фактору А и в среднем за годы проведения полевых экспериментов, до 49,5 ГДж/га (табл. 5).

При выращивании гибрида Ладожский 291 наблюдалось снижение на 3,1% этого показателя – до 48,0 ГДж/га. Наименьшее значение энергии, накопленной в урожае зерна кукурузы на уровне 44,3 ГДж/га было на варианте с гибридом Феномен, что меньше первого исследуемого гибрида на 8,4%, а второго – на 11,7%.

**Таблица 5.** Среднефакториальные показатели энергетической оценки элементов технологии выращивания гибридов кукурузы в зависимости от гербицидов, сроков сева и количества культиваций, 2017-2019 гг.

**Table 5.** Average factorial indicators of energy assessment of elements of corn hybrid growing technology depending on herbicides, sowing dates and number of cultivations, 2017-2019

Фактор	Вариант	Показатели энергетической эффективности				
		энергия, накопленная в урожае, ГДж/га	затраты энергии, ГДж/га	чистый энергетический доход, ГДж/га	коэффициент энергетической эффективности	энергозатраты на 1 ц зерна, ГДж
Гибрид (А)	Ладожский 291	48,0	30,3	17,7	1,58	0,50
	ДКС 4590	49,5	30,4	19,2	1,63	0,49
	Феномен	44,3	30,2	14,0	1,46	0,54
Гербицид (В)	Люмакс	46,8	30,3	16,5	1,54	0,52
	Элюмис	47,0	30,3	16,7	1,55	0,51
	Титус Плюс	48,0	30,3	17,7	1,58	0,50
Срок сева (С)	Ранний	52,8	30,4	22,4	1,74	0,45
	Средний	48,0	30,3	17,6	1,58	0,50
	Поздний	41,0	30,2	10,8	1,36	0,58
Культивации (D)	Без обработки	46,3	29,7	16,6	1,56	0,51
	Одна	47,1	30,3	16,8	1,55	0,51
	Две	48,4	30,9	17,5	1,57	0,51

Расход энергии на технологию выращивания зерна кукурузы по гибриднему составу, гербицидам и срокам сева находился на одном уровне – 30,2-30,4 ГДж/га. Проведение культиваций способствовало повышению затрат энергии от 29,7 до 30,3-30,9 ГДж/га, или на 2,0-4,0%.

Чистый энергетический доход изменялся в широком диапазоне, особенно по срокам проведения посевных работ. На раннем сроке он был равен 22,4 ГДж/га, а на втором и третьем сроках уменьшился на 27,3 и 107,4%, до 17,6 и 10,8 ГДж/га соответственно. Также проявилось энергетическое преимущество выращивания гибридов Ладожский 291 (17,7 ГДж/га) и ДКС 4590 (19,2 ГДж/га) по сравнению с гибридом Феномен (14,0 ГДж/га).

Затраты энергии на формирование 1 ц зерна по гибриднему составу составили 0,49 ГДж на варианте с гибридом ДКС 4590, что является лучшим использованием энергии. На гибридах Ладожский 291 и Феномен они увеличились на 2,0 и 10,2% соответственно. Энергетические затраты на выращивание 1 ц га по второму и четвертому факторам были практически одинаковыми и составляли 0,50-0,52 ГДж. Перемещение сроков сева на более поздний период обусловили существенное увеличение энергозатрат от 0,45 до 0,50-0,58 ГДж/ц или на 11,1 и 28,9%.

**Заключение.** В проведённых полевых опытах установлена разная степень влияния на продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от исследуемых факторов. Гибрид кукурузы ДКС 4590 имел наибольшую высоту 216 см, что незначительно (на 1,9%) было выше варианта с гибридом Ладожский 291. Применение гербицидов практически не влияло на этот показатель. При раннем севе высота составила 223 см, на втором и третьем существенно снизилась. Проведение междурядных обработок почвы повышало данный показатель. Площадь листьев у гибридов Ладожский 291 и

ДКС 4590 была практически одинакова – на уровне 35,5 тыс. м<sup>2</sup>/га, а у гибрида Феномен выявлен значительно меньший показатель – 32,8 тыс. м<sup>2</sup>/га, то есть снижение на 7,0-9,5%. Применение культиваций также позитивно сказалось на значениях данного показателя.

Полевые опыты показали, что наивысшая урожайность зерна кукурузы (77,2 ц/га) достигнута при использовании гибрида ДКС 4590, применении гербицида Титус Плюс, раннем сроке сева и проведении двух культиваций междурядий. Этот результат на 80% был выше, чем при высеве гибрида Феномен в позднем сроке, внесении гербицида Люмакс и без культиваций. В среднем, по фактору, гибриды ДКС 4590 и Ладожский 291 продемонстрировали высокую урожайность (63,3 и 61,3 ц/га, соответственно), в то время как гибрид Феномен показал наихудший результат – 56,5 ц/га. Применение гербицида Титус Плюс повысило урожайность на 2,3-2,7%, ранний посев – на 28,8%, а две культивации – на 4,7%.

Экономический анализ показал, что наибольшая стоимость валовой продукции сформировалась при использовании гибридов ДКС 4590 и Ладожский 291. Производственные затраты увеличивались при проведении культивации в междурядьях кукурузы. Лучшие экономические результаты с чистым доходом 38,8-45,3 тыс. руб./га получены при использовании гибрида ДКС 4590, применении гербицида Титус Плюс, раннем сроке сева и двух междурядных культивациях. Исследование энергетической эффективности выращивания кукурузы на зерно показало, что наибольшая величина энергии, накопленная в урожае (49,5 ГДж/га), сформировалась на гибриде ДКС 4590. Затраты энергии на выращивание (30,2-30,4 ГДж/га) были сопоставимы для первых трёх факторов (гибриды, гербициды, сроки посева), а культивации междурядий увеличили их на 2,0-4,0% (до 30,3-

30,9 ГДж/га). Чистый энергетический доход значительно варьировал, особенно в зависимости от сроков посева. Ранний посев обеспечил наибольший доход (22,4 ГДж/га), тогда как средний и поздний посевы показали

снижение на 27,3% и 107,4%. Кроме того, доказано, что перемещение сроков сева на более поздний период обуславливает существенное увеличение энергозатрат от 0,45 до 0,50-0,58 ГДж/ц или на 11,1 и 28,9%.

### **КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

### **CONFLICT OF INTERESTS**

The authors declare no conflict of interests

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Загоруйко А.В., Макаренко А.А. Формирование продуктивности кукурузы на зерно под влиянием подкормок азотными удобрениями и микроэлементами // Экология и природопользование: устойчивое развитие сельских территорий: сборник статей по материалам III Всероссийской научно-практической конференции (Краснодар, 05-09 июня 2023 г.). Краснодар: КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2023. С. 134-136.
2. Василько В.П., Макаренко А.А., Магомедтагиров А.А. Динамика основных параметров агрохимических свойств чернозема выщелоченного в равнинном агроландшафте центральной зоны Краснодарского края в зависимости от системы основной обработки почвы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 102. С. 110-113.
3. Эффективность применения азотных удобрений под озимую пшеницу в ранневесеннюю подкормку на черноземе выщелоченном / А.М. Кравцов [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 89. С. 54-59.
4. Коковихин С.В., Василько В.П., Сташкина А.Ф. Оптимизация систем земледелия на территории Северного Причерноморья в условиях изменения климата и эколого-мелиоративного состояния почв // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2023. № 36(199). С. 71-89.
5. Energy efficiency of sweet corn cultivation at drip irrigation in dependence on depth of plowing, fertilization and plants density / R. Vozhehova [et al.] // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2020. Vol. 26, No. 4. P. 885.
6. Эффективность применения гербицидов в посевах кукурузы на зерно в зависимости от срока посева на черноземе выщелоченном центральной зоны Краснодарского края / Т.В. Логойда [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 82. С. 90-96.
7. Влияние системы основной обработки почвы на структуру чернозема выщелоченного Западного Предкавказья / Т.В. Логойда [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 112. С. 155-166.
8. Влияние факторов агротехники на физиолого-биохимические параметры растений озимой пшеницы, возделываемой по различным предшественникам / Ю.П. Федулов [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 74. С. 158-168.
9. Баландин В.С., Василько В.П. Влияние системы удобрения на урожайность и качество зерна кукурузы в условиях низинно-западного агроландшафта // Современные векторы развития науки: сборник статей по материалам ежегодной научно-практической

конференции преподавателей по итогам НИР за 2023 год (Краснодар, 06 февр. 2024 г.). Краснодар: КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2024. С. 3-4.

10. Эффективность применения интенсивной и биологизированной технологии выращивания гибридов кукурузы при капельном орошении / О. В. Макуха [и др.] // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2024. № 38(201). С. 101-116.

11. Макаренко А.А., Коковихин С.В., Бойко Е.С. Моделирование орошаемых севооборотов с использованием эколого-мелиоративных и хозяйственно-экономических параметров агропредприятий // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2023. № 36(199). С. 6-20.

12. Коковихин С.В., Макаренко А.А., Логойда Т.В. Оптимизация орошаемых севооборотов и агроэкологическое обоснование климатически ориентированных систем земледелия // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2024. № 39(202). С. 80-99.

13. Эффективность применения биопрепаратов при выращивании озимой пшеницы после разных предшественников / С.В. Коковихин [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 112. С. 113-124.

14. Вожегова Р.А., Беляева И.Н., Коковихин С.В. Агротелиоративное обоснование севооборотов на неполивных и орошаемых землях Южной степи Украины // Стратегические направления развития АПК стран СНГ: материалы XVI Международной научно-практической конференции: в 3-х т. Т. 2. (Барнаул, 27-28 февр. 2017 г.). Барнаул: Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий РАН, 2017. С. 235-237.

15. Коковихин С.В., Чернышова Е.О., Макуха О.В. Эффективность использования орошения при выращивании сельскохозяйственных культур в Северном Причерноморье в условиях изменения климата // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2022. № 31(194). С. 7-16.

16. Modeling safflower seed productivity in dependence on cultivation technology by the means of multiple linear regression model / R. Vozhehova [et al.] // Journal of Ecological Engineering. 2019. Vol. 20, No. 4. P. 8-13.

17. Коковихин С.В., Бойко Е.С., Магомедтагиров А.А. Влияние изменений климата и погодных условий на урожайность озимой пшеницы в условиях Центральной зоны Краснодарского края // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 106. С. 104-115.

18. Адамень Ф.Ф., Коковихин С.В., Сташкина А.Ф. Эффективность применения искусственного увлажнения с учётом метеорологических факторов при выращивании основных сельскохозяйственных культур в условиях Северного Причерноморья // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2023. № 33(196). С. 34-43.

19. Калинин О.С., Баландин В.С., Ивлев А.С. Влияние способа основной обработки почвы на урожайность сахарной свеклы в условиях центральной зоны Краснодарского края // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: сборник статей V Международной научно-практической конференции (Пенза, 21-22 февр. 2020 г.). Пенза: Пензенский ГАУ, 2020. С. 67-69.

20. Баландин В.С., Василько В.П. Динамика плотности почвы под кукурузой в зависимости от системы основной обработки почвы // Virtuozы науки: сборник тезисов Международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных за 2023 г. (Краснодар, 06-15 нояб. 2023 г.). Краснодар: КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2024. С. 28-29.

21. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве: монография / Ушкаренко В.А. [и др.]. М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. 336 с.

## REFERENCES

1. Zagorulko A.V., Makarenko A.A. Formation of grain corn productivity under the influence of nitrogen fertilizers and microelements // Ecology and nature management: sustainable development of rural areas: collection of articles based on the materials of the III All-Russian scientific and practical conference (Krasnodar, June 5-9, 2023). Krasnodar: KubSAU named after I.T. Trubilin, 2023. P. 134-136. [In Russ.]
2. Vasilko V.P., Makarenko A.A., Magomedtagirov A.A. Dynamics of the main parameters of agrochemical properties of leached chernozem in the flat agrolandscape of the central zone of the Krasnodar Territory depending on the primary tillage system // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2022. No. 102. P. 110-113. [In Russ.]
3. Efficiency of application of nitrogen fertilizers for winter wheat in early spring top dressing on leached chernozem / A.M. Kravtsov [et al.] // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2021. No. 89. P. 54-59. [In Russ.]
4. Kokovikhin S.V., Vasilko V.P., Stashkina A.F. Optimization of farming systems in the Northern Black Sea region in the context of climate change and ecological and meliorative state of soils // News of agricultural science of Tavrida. 2023. No. 36 (199). P. 71-89. [In Russ.]
5. Energy efficiency of sweet corn cultivation at drip irrigation in dependence on depth of plowing, fertilization and plants density / R. Vozhehova [et al.] // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2020. Vol. 26, No. 4. P. 885. [In Russ.]
6. Efficiency of herbicide application in grain corn crops depending on sowing time on leached chernozem of the central zone of the Krasnodar Territory / T.V. Logoyda [et al.] // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2020. No. 82. P. 90-96. [In Russ.]
7. Influence of the primary tillage system on the structure of leached chernozem in the Western Ciscaucasia / T.V. Logoyda [et al.] // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2024. No. 112. P. 155-166. [In Russ.]
8. The influence of agricultural technology factors on the physiological and biochemical parameters of winter wheat plants cultivated after various predecessors / Yu.P. Fedolov [et al.] // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2018. No. 74. P. 158-168. [In Russ.]
9. Balandin V.S., Vasilko V.P. The influence of the fertilization system on the yield and quality of corn grain in the conditions of a lowland-western agricultural landscape // Modern vectors of science development: a collection of articles based on the materials of the annual scientific and practical conference of teachers on the results of research for 2023 (Krasnodar, February 06, 2024). Krasnodar: KubSAU named after I.T. Trubilin, 2024. P. 3-4. [In Russ.]
10. Efficiency of using intensive and biologized technology for growing corn hybrids with drip irrigation / O. V. Makukha [et al.] // News of agricultural science of Tavrida. 2024. No. 38 (201). P. 101-116. [In Russ.]
11. Makarenko A. A., Kokovikhin S. V., Boyko E. S. Modeling of irrigated crop rotations using ecological-ameliorative and economic parameters of agricultural enterprises // News of agricultural science of Tavrida. 2023. No. 36 (199). P. 6-20. [In Russ.]
12. Kokovikhin S. V., Makarenko A. A., Logoida T. V. Optimization of irrigated crop rotations and agroecological justification of climate-oriented farming systems // News of agricultural science of Tavrida. 2024. No. 39 (202). P. 80-99. [In Russ.]
13. Efficiency of using biopreparations in growing winter wheat after different predecessors / S.V. Kokovikhin [et al.] // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2024. No. 112. P. 113-124. [In Russ.]

14. Vozhegova R.A., Belyaeva I.N., Kokovikhin S.V. Agromeliorative justification of crop rotations on non-irrigated and irrigated lands of the Southern steppe of Ukraine // Strategic directions for the development of the agro-industrial complex of the CIS countries: materials of the XVI International scientific and practical conference: in 3 volumes. Vol. 2. (Barnaul, February 27-28, 2017). Barnaul: Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology, the Russian Academy of Sciences, 2017. P. 235-237. [In Russ.]
15. Kokovikhin S.V., Chernyshova E.O., Makukha O.V. Efficiency of using irrigation in growing agricultural crops in the Northern Black Sea region under climate change // News of agricultural science of Tavrida. 2022. No. 31 (194). P. 7-16. [In Russ.]
16. Modeling safflower seed productivity in dependence on cultivation technology by the means of multiple linear regression model / R. Vozhegova [et al.] // Journal of Ecological Engineering. 2019. Vol. 20, No. 4. P. 8-13. [In Russ.]
17. Kokovikhin S.V., Boyko E.S., Magomedtagirov A.A. The influence of climate change and weather conditions on the yield of winter wheat in the Central zone of the Krasnodar Territory // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2023. No. 106. P. 104-115. [In Russ.]
18. Adamen F.F., Kokovikhin S.V., Stashkina A.F. Efficiency of using artificial moisture taking into account meteorological factors in growing the main agricultural crops in the Northern Black Sea region // News of the agricultural science of Tavrida. 2023. No. 33(196). P. 34-43. [In Russ.]
19. Kalinin O.S., Balandin V.S., Ivlev A.S. Influence of the primary soil cultivation method on sugar beet yield in the central zone of the Krasnodar Territory // Resource-saving technologies and technical means for the production of crop and livestock products: collection of articles of the V International Scientific and Practical Conference (Penza, February 21-22, 2020). Penza: Penza State Agrarian University, 2020. P. 67-69. [In Russ.]
20. Balandin V.S., Vasilko V.P. Dynamics of soil density under corn depending on the primary tillage system // Virtuosos of Science: collection of abstracts of the International Scientific and Practical Conference of Students and Young Scientists for 2023 (Krasnodar, November 6-15, 2023). Krasnodar: KubSAU named after I.T. Trubilin, 2024. P. 28-29. [In Russ.]
21. Dispersion and correlation analysis in crop production and meadow cultivation: a monograph / Ushkarenko V.A. [et al.]. Moscow: Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2011. 336 p. [In Russ.]

#### *Информация об авторах / Information about the authors*

**Макаренко Александр Алексеевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, декан факультета агрономии и экологии, доцент кафедры общего и орошаемого земледелия Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6728-3058>, e-mail: [agronomic@kubsau.ru](mailto:agronomic@kubsau.ru)

**Коковихин Сергей Васильевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой общего и орошаемого земледелия, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»; 350044, Российская Федерация, г.



Краснодар, ул. им. Калинина, д. 13, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1687-6889>, e-mail: [agronomic@kubsau.ru](mailto:agronomic@kubsau.ru)

**Логойда Тимофей Владимирович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор учебно-опытного хозяйства «Кубань» КубГАУ, доцент кафедры растениеводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. им. Калинина, д. 13, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8447-2573>, e-mail: [agronomic@kubsau.ru](mailto:agronomic@kubsau.ru)

**Aleksandr A. Makarenko**, PhD (Agriculture), Associate Professor, Dean of the Faculty of Agronomy and Ecology, Associate Professor, the Department of General and Irrigated Agriculture, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin; 350044, the Russian Federation, Krasnodar, 13 Kalinin St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6728-3058>, e-mail: [agronomic@kubsau.ru](mailto:agronomic@kubsau.ru)

**Sergey V. Kokovikhin**, Dr Sci. (Agriculture), Professor, Head of the Department of General and Irrigated Agriculture, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin; 350044, the Russian Federation, Krasnodar, 13 Kalinin St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1687-6889>, e-mail: [agronomic@kubsau.ru](mailto:agronomic@kubsau.ru)

**Timofey V. Logoyda**, PhD (Agriculture), Associate Professor, Director of the educational and experimental farm “Kuban” of KubSAU, Associate Professor, the Department of Plant Growing, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin; 350044, the Russian Federation, Krasnodar, 13 Kalinin St., ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8447-2573>, e-mail: [agronomic@kubsau.ru](mailto:agronomic@kubsau.ru)

#### **Заявленный вклад авторов**

Макаренко Александр Алексеевич – проведение эксперимента, обобщение данных и их анализ, валидация экспериментальных данных

Коковихин Сергей Васильевич – расчёт экономических и энергетических показателей, формулирование выводов, оформление статьи по требованиям журнала

Логойда Тимофей Владимирович – проведение эксперимента, обобщение данных и их анализ, подбор литературных источников

#### **Claimed contribution of authors**

Makarenko Alexander Alekseevich - conducting the experiment, summarizing and analyzing data, validating experimental data

Kokovikhin Sergey Vasilievich - calculating economic and energy indicators, formulating conclusions, preparing the article according to the Journal requirements

Logoyda Timofey Vladimirovich - conducting the experiment, summarizing and analyzing data, selecting literary sources

Поступила в редакцию 09.01.2025

Поступила после рецензирования 17.02.2025

Принята к публикации 19.02.2025

Received 09.01.2025

Revised 17.02.2025

Accepted 19.02.2025