

T. 10. – No. 4. – S. 719-734. – DOI: 10.18334/ppib.10.4.117196.

2. Maslov, V.N. Sostoianie zernovogo khoziaistva Rossii, rol zernovykh v kormlenii selskokhoziaistvennykh zhivotnykh i pitanii cheloveka / V.N. Maslov, N.A. Berezina, I.V. Chervonova // Vestnik agrarnoi nauki. – 2021. – No. 2. – S. 3-15.

3. Dontsova A.A., Filippov E.G., Dontsov D.P., Ternovaia E.A. Proizvodstvo iachmenia v mire i Rossii // Zernovoe khoziaistvo Rossii. – 2016. – No. 48 (6). – S. 7-13.

4. Iusova O.A., Nikolaev P.N. Izmenenie urozhainosti i kachestva zerna iachmenia iarovogo s povysheniem adaptivnosti sortov // Zernovoe khoziaistvo Rossii. – 2021. – No. 1 (2). – S. 75-80.

5. Bragin R.N., Filippov E.G. Otsenka pokazatelei adaptivnosti sortov iarovogo iachmenia po urozhainosti v usloviakh izmenchivosti prirodnoi sredy // Zernovoe khoziaistvo Rossii. – 2022. – No. 3. – S. 18-24.

6. Riabtseva, N.A. Biopreparaty po vegetatsii iachmenia / N.A. Riabtseva // Vestnik Ulianovskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii. – 2021. – No. 2 (54). – URL: <http://lib.ugsha.ru:8080/bitstream/123456789/26050>

/1/vestnik-40-45.pdf (data obrashcheniia: 30.08.2023).

7. Platonov, A.V. Reaktsiia iarovogo iachmenia na vnesenie eksperimentalnogo biopreparata / A.V. Platonov, S.V. Eregina, I.I. Rassokhina // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – No. 10 (228). – S. 5-10. – DOI: 10.53083/1996-4277-2023-228-10-5-10.

8. Korzhov S.I. Effektivnost mikrobiologicheskikh preparatov pri vozdeystvovanii iachmenia / S.I. Korzhov, T.A. Trofimova, D. Kargbo, T. Framudu // Zemledelie. – 2022. – No. 7. – S. 40-44. – DOI: 10.24412/0044-3913-2022-7-40-43.

9. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii Rossiiskoi Federatsii [Elektronnyi resurs] – 2023. – Rezhim dostupa: <https://reestr.gossort.com> (data obrashcheniia 04.10.2023).

10. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniia selskokhoziaistvennykh kultur / pod. red. M.A. Fedina. – Moskva: Kolos, 1989. – Vyp. 2. – 267 s.

11. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov / B.A. Dospekhov. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 351 s.



УДК 631.816.353

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-233-3-33-40

А.Н. Куприянов, А.А. Прохоров, А.И. Белолубцев

A.N. Kupriyanov, A.A. Prokhorov, A.I. Belolyubtsev

## ПРИМЕНЕНИЕ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ КАК ФАКТОР ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

### APPLICATION OF LIQUID COMPLEX MINERAL FERTILIZERS AS A FACTOR OF OPTIMIZATION OF CROP PRODUCTION UNDER THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE

**Ключевые слова:** жидкие комплексные удобрения, система применения удобрений, агроэкологическая группа земель, производственный опыт.

Рассмотрена стратегия внедрения нового вида жидких комплексных удобрений (ЖКУ) марки NPK 7:23:7 в качестве стартового удобрения, а также разработана система минерального питания, которая включает в себя другие виды жидких удобрений, таких как КАС-32 и NS 8:9. Для оценки разработанной системы удобрения был заложен производственный опыт в Краснодарском крае при возделывании кукурузы на зерно на разных агроэкологических группах земель, который сравнивался с контролем и традиционными способами

применения минеральных удобрений, принятыми в хозяйстве. Для получения достоверных результатов проведена агроэкологическая оценка территории, включающая в себя агрометеорологические параметры, рельеф территории, почвенный покров, агрохимическую характеристику почв. На основании агроэкологической оценки были выбраны однородные участки. Внутри одного поля были выделены равные делянки, где для каждого варианта сохранялись одинаковые предшественники, почвенная обработка, а также обработка СЗР. Таким образом, технология возделывания кукурузы между вариантами отличалась только минеральным питанием. В опыте участвовал среднеспелый простой гибрид кукурузы – ДКС 4964. Статистическая

обработка результатов показала наибольший эффект при применении ЖКУ на плакорной группе земель по сравнению с другими вариантами. В среднем за 3 года прибавка на плакорной группе земель, по сравнению с эрозийной, составила: на контрольном варианте – 7,4 ц/га, схема питания хозяйственная – 9,2 ц/га, с применением ЖКУ – 14,1 ц/га, или 11,8; 13,3 и 18,6% соответственно. На плакорных землях прибавка от ЖКУ составляет в среднем 19,0 ц/га по сравнению с вариантом без удобрений и 10,8 ц/га по сравнению с хозяйственной схемой питания, или 27,1 и 13,8% соответственно.

**Keywords:** *liquid complex fertilizers, fertilizer application system, agroecological group of lands, production experience.*

This paper discusses the strategy of introducing a new type of liquid complex fertilizers of NPK 7:23:7 brand as a starter fertilizer and the developed mineral nutrition system that includes other types of liquid fertilizers as KAS-32 and NS 8:9. To evaluate the developed fertilizer system, a production experiment was established in the Krasnodar Region in grain maize growing on different agroecological groups of lands; the experimental results were

compared with those of the control and conventional methods of mineral fertilizer application adopted on the farm. To obtain reliable results, agroecological evaluation of the territory was made including agrometeorological parameters, relief, soil cover, and soil agrochemical characteristics. Based on the agroecological evaluation, homogeneous plots were selected. Within one field, equal plots were established where for each variant the same forecrops, tillage, and plant protection agents were maintained; thus, grain maize growing technology between the variants differed by mineral nutrition only. A medium ripening simple maize hybrid DKS 4964 was used in the experiment. Statistical processing of the results showed the greatest effect of liquid complex fertilizer application on the upland group of lands as compared to other variants. As three-year average, the yield gains on the upland group of lands were as following: in the control variant - 0.74 t ha; conventional farm scheme - 0.92 t ha; with liquid complex fertilizer application - 1.41 t ha, or 11.8%, 13.3% and 18.6%, respectively. On the upland lands, the yield gain from liquid complex fertilizer application made on average 1.90 t ha as compared to the variant without fertilizers, and 1.08 t ha as compared to the farm scheme, or 27.1% and 13.8%, respectively.

**Куприянов Алексей Николаевич**, аспирант, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: kupriyanov.aleksey98@mail.ru.

**Прохоров Артем Анатольевич**, аспирант, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: a.prokhorov@gsm-chem.com.

**Белолубцев Александр Иванович**, д.с.-х.н., профессор, зав. кафедрой метеорологии и климатологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: abelolyubcev@rgau-msha.ru.

**Kupriyanov Aleksey Nikolaevich**, post-graduate student, Russian State Agricultural University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation, e-mail: kupriyanov.aleksey98@mail.ru.

**Prokhorov Artem Anatolevich**, post-graduate student, Russian State Agricultural University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation, e-mail: a.prokhorov@gsm-chem.com.

**Belolyubtsev Aleksandr Ivanovich**, Dr. Agr. Sci., Prof., Russian State Agricultural University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation, abelolyubcev@rgau-msha.ru.

## Введение

В современном мире стабильное и прогнозируемое растениеводство может быть обеспечено только при выборе сельхозтоваропроизводителями пути повышения уровня интенсификации в растениеводстве. За последнее время в России сложилась неблагоприятная ситуация с использованием агрохимических средств, когда не контролируемо применяются средства защиты растений, а применение минеральных удобрений заметно отстает от всего мира.

Принимая во внимание преобладающее в нашей стране экстенсивное земледелие, интенсификация сельскохозяйственного производства, в особенности использования агрохимических средств, требует серьезного аналитического подхода и разработки действенных мер. Это

особенно важно учитывать для сложившихся в последнее время новых агроклиматических условий, формируемых в результате изменения климата и существенного нарастания на этом фоне гидрометеорологических рисков для агро сферы в целом и растениеводства в частности [1].

Важно понимать, что производство сельскохозяйственной продукции, в особенности зерна, осуществляется за счет некомпенсируемого использования плодородия почв, то есть их истощения со всеми последующими деградиционными последствиями. Наиболее общие причины противоречий связаны с разобщенностью удобрений и других элементов земледелия, слабой интеграцией их в агротехнологиях. Удобрения представляют собой важнейшее средство регу-

лирования биологического круговорота, предотвращающее деградацию почв. Их применение является одним из определяющих условий оптимизации сельскохозяйственного природопользования, экологического и экономического благополучия социума. Для оценки пригодности земель под различные агротехнологии и выбора технологий внесения удобрений необходимо совершенствовать систему агроэкологической оценки земель с использованием дистанционных методов, развивать цифровую картографию почв [1, 2].

Компанией ООО «ЛИКВИФОРС» были разработаны жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) марки NPK 7:23:7 и NS 8:9 и проведены их производственные испытания в различных почвенно-климатических зонах России. Методики и регламенты применения жидких минеральных удобрений были разработаны экспериментально и на основе имеющегося опыта и материалов.

Исследования проводились в 2021-2023 гг. в Новокубанском районе Краснодарского края с целью выявления влияния на урожайность и экономическую эффективность схемы питания с применением ЖКУ по сравнению с сухими удоб-

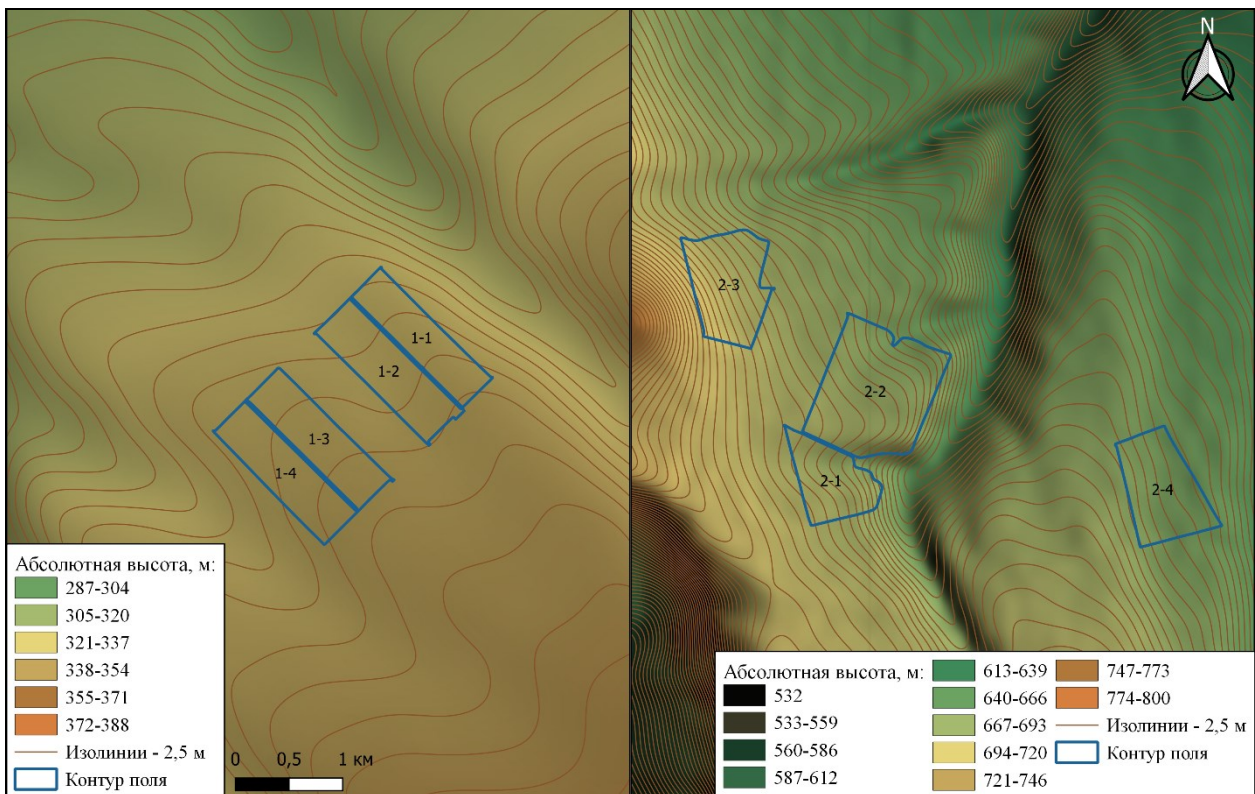
рениями и контролем на разных агроэкологических группах земель.

**Условия и методика исследований**

Хозяйство расположено в Новокубанском районе Краснодарского края.

По почвенно-географическому районированию территория предприятия находится в Предкавказской провинции зоне распространения обыкновенных и южных черноземов. Входит в почвенный округ черноземов обыкновенных, типичных и выщелоченных.

В орографическом отношении территория проведения опытов представляет собой плосковолнистую равнину, расчлененную элементами гидрографической сети (лощины и ложбины) различной глубины и степени врезанности. Коэффициент расчленённости территории средний. Часто на полях встречаются элементы микрорельефа: микропонижения, западины и ложбинообразные понижения, которые играют роль в локальном перераспределении влаги и дифференциации почвенного покрова на уровне микроСПП [3].



**Рис. 1. Картограмма цифровой модели рельефа (Alos Palsar – 12,5 м/пикс)**

Построение картограммы цифровой модели рельефа позволяет визуализировать и оценить

строение рельефа конкретной территории. Для проведения исследования были выбраны участ-



ки, относящиеся к различным элементам рельефа – приуроченные к равнинной части (плакорная группа земель) и расположенные на склонах (эрозионная группа земель) (рис. 1). Равнинный участок располагается в средней части длинного водораздельного склона и представляет собой плоскую практически субгоризонтальную поверхность с крутизной менее 1°. Участки второй группы относятся к средней и нижней части склона водораздела, уходящего в долину, крутизной до 3° холодной экспозиции (северо-восточной и восточной).

Почвенный покров плакорной группы земель представлен черноземом типичным мощным тяжелосуглинистым на лессовидной легкой глине. Почвенный покров эрозионной группы земель представлен комбинациями черноземов типичных среднemocных тяжелосуглинистых разной степени эродированности от слабосмытых до среднесмытых. Эрозионная группа земель отличается укороченным гумусовым горизонтом, по сравнению с плакорными землями, а также меньшей влагообеспеченностью в связи с усилением эрозионных процессов.

По климатическому районированию предприятие находится в умеренном поясе, Атлантико-континентальной европейской области, недалеко от границы с горной областью Большого Кавказа. Климат умеренно-континентальный с чертами средиземноморского [4, 5].

Оценка агроэкологических условий проводилась по методике В.И. Кирюшина «Методическое руководство по агроэкологической оценке земель, проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий» [3]. Производственные опыты закладывали по стандартным методикам агрохимических исследований. Учет урожайности проводился сплошным методом с помощью комбайна, урожай зерна пересчитывали на 14%-ную влажность.

Перед проведением опытов была дана агроэкологическая оценка территории, которая учитывала климат, рельеф, почвенный покров и другие факторы, прямо или косвенно влияющие на урожайность. Было проведено почвенное обследование для выявления разностей и неоднородностей в почвенном покрове с тем, чтобы контрольные и опытные участки, по возможности, размещались на одной почвенной разности или на комплексе почвенных разностей. Данные работы проводятся с целью уменьшения влияния дополнительных факторов, связанных с возможной пестротой почвенного покрова, рельефа или агрохимии, которые могут повлиять на интерпретацию итоговых результатов.

После оценки агроэкологических условий была составлена схема двухфакторного производственного опыта. Схема опыта включала в себя 6 вариантов в 4-кратной повторности (табл. 1).

Таблица 1

Схема опыта

Вариант	Агроэкологическая группа земель (фактор А)	Схема питания (фактор Б)		
		удобрение	физ. вес, на га	способ внесения
1-й (контроль)	Плакорные земли	-	-	-
2-й (технология хозяйства)	Плакорные земли	N <sub>ac</sub> (34)	150 кг	Перед посевом
3-й (ЖКУ)	Плакорные земли	NPK (7:23:7)	150 л (75 л NPK + 75 л воды)	В рядок при посеве
		KAC-32 + NS (8:9)	200 + 100 л	По вегетации в фазу 3-4 листьев
4-й (контроль)	Эрозионные земли	-	-	-
5-й (технология хозяйства)	Эрозионные земли	N <sub>ac</sub> (34)	150 кг	Перед посевом
6-й (ЖКУ)	Эрозионные земли	NPK (7:23:7)	150 л (75 л NPK + 75 л воды)	В рядок при посеве
		KAC-32 + NS (8:9)	200 + 100 л	По вегетации в фазу 3-4 листьев

Система питания представляет собой припосевное внесение жидкого минерального удобрения

NPK (7-23-7) в посевное ложе. Для начального старта питания и снижения осмотических

процессов в семенах кукурузы при посеве в рядок вносился разбавленный (в соотношении 1:1) раствор NPK 7:23:7. По действующему веществу при посеве суммарно получилось внести N7P23K7 – это оптимальное количество для стартового развития культуры, так как в предложенной нами технологии присутствует фосфор, который наиболее важен для прорастания и набора вегетативной массы, особенно на черноземах, где существенная часть фосфора может находиться в недоступной для растений форме. Затем по вегетации в фазу 3-4 листьев перед началом интенсивного потребления азота и наращивания вегетативной массы вносилась смесь KAC-32 и NS (8:9). Сера – важный элемент питания растений, необходим для увеличения азотного обмена и интенсивности использования азота. Также в почвах черноземного типа в особенности в условиях интенсивного ежегодного выноса в южных регионах остро стоит вопрос, связанный с дефицитом серы. Внесение серосодержащих удобрений компенсирует её недостаток. Общее количество удобрений, внесенных на один опытный участок: N<sub>97</sub>P<sub>23</sub>K<sub>7</sub>S<sub>11</sub>.

Система минерального питания, применяемая в хозяйстве, исключает фосфорное и калийное питание, включая только азотную часть в виде аммиачной селитры. Общее количество удобрений (в д.в.), внесенных на один контрольный участок за период вегетации, – N51. Контрольные участки без внесения удобрений.

Разработанная формула удобрения является объективно одним из лучших комплексных препаратов для припосевного внесения из всех существующих альтернатив на рынке жидких удобрений. Фосфор является одним из самых важных и незаменимых элементов питания на ранних стадиях развития культуры. Сухие удобрения не могут в полной мере обеспечить фосфорное питание сразу после посева культуры, так как требуется время для их растворения и переход в доступную для растений форму. Предлагаемая альтернатива в виде жидкого удобрения (N<sub>7</sub>P<sub>23</sub>K<sub>7</sub>) в своем составе содержит фосфор, который изначально находится в форме ортофосфатов, что даёт максимальный эффект сразу же после посева, так как не требует времени для его растворения и дальнейшего перехода в другую форму [7]. Также большим плюсом применения жидких удобрений является меньшая зависимость их действия от влажности

почвы. При недостаточном накоплении влаги за зимний период, возникновении весенних засух и более поздних сроках посева сильно уменьшается эффективность внесения сухих удобрений, тогда как внесение жидких удобрений является наиболее эффективным, особенно в засушливых условиях.

В первый год предшественником на всех полях являются колосовые зерновые культуры. В опыте использовался среднеспелый простой гибрид кукурузы – ДКС 4964. Норма высева 65 тыс. шт/га, междурядье 70 см. Остальные обработки проводились на всех участках по технологии предприятия, включающие первую обработку – Ультрамаг Хелат Zn – 0,5 кг/га (совместно с гербицидами), вторую – Ультрамаг Хелат Zn – 0,5 кг/га + Карбамид – 10 кг/га.

Учет урожая проводили путем прямого комбайнирования отдельно каждого варианта опыта, с последующим взвешиванием машин на весовой хозяйстве.

### Результаты и их обсуждение

Температурный режим в 2021-2023 гг. соответствовал климатической зоне, в которой располагается хозяйство, отклонения от средне-многолетних показателей были незначительны. Продолжительность вегетационного периода за годы исследований: 189, 195 и 190 дней соответственно, что близко к климатической норме для данной территории. Суммы активных температур выше 10°C за 2021-2023 гг. составляют: 3722,9; 3809,3 и 3884,9°C соответственно. При среднемноголетнем значении – 3718,4°C.

Среднее количество осадков за период с температурой выше 10°C составляет в среднем 457 мм, часто в летний период осадки могут выпадать в виде сильных дождей, что может спровоцировать усиление эрозионных процессов на эрозионной группе земель.

2021 и 2023 гг. отличались повышенным количеством осадков по сравнению с 2022 г. и среднемноголетними значениями (рис. 2). За период апрель-май в 2021 г. выпало 177 мм, в 2023 г. – 185 мм, тогда как в 2022 г. – 106 мм. Почвы были перенасыщены влагой, в отрицательных элементах микрорельефа застаивались осадки, начать посев в оптимальные сроки не удалось. Если сравнить 2021 и 2023 г., видно, что суммарное количество осадков в 2021 г. выше, чем в 2023 г. Они наблюдались в течение всего периода вегетации, в связи с чем смеще-

ние сроков посева не оказало сильного влияния. В 2023 г. отмечался сильный дефицит осадков на фоне высоких температур в течение вегета-

ции кукурузы, начиная с 3-й декады июля до 1-й декады октября, что, безусловно, повлияло на урожайность.

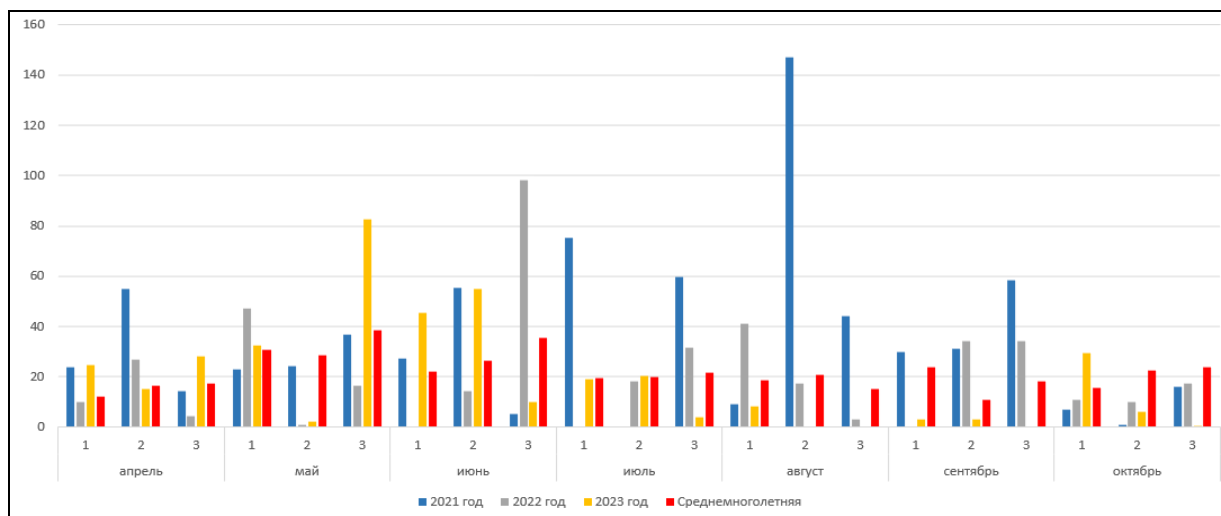


Рис. 2. Распределение осадков по декадам за период май-октябрь, мм

В течение трех лет проведения исследований самым урожайным вариантом оказался вариант с внесением ЖКУ как на плакорных землях, так и на эрозионных. Самым лучшим вариантом оказалось внесение ЖКУ на плакорной группе земель, в среднем за три года урожайность составила 89,1 ц/га, что на 14,1 ц/га больше по сравнению с эрозионной группой земель при той же схеме питания.

Сравнивая данные урожайности по фактору А, заметна тенденция в увеличении урожайности каждого варианта на плакорных землях по сравнению с эрозионными. В среднем за три года прибавка на плакорной группе земель, по сравнению с эрозионной, составила: на контрольном варианте – 7,4 ц/га, схема питания

хозяйственная – 9,2 ц/га, с применением ЖКУ – 14,1 ц/га, или 11,8; 13,3 и 18,6% соответственно.

Наибольшая прибавка по фактору Б наблюдается на вариантах с внесением ЖКУ. На плакорных землях прибавка от ЖКУ составляет в среднем 19,0 ц/га по сравнению с вариантом без удобрений и 10,8 ц/га по сравнению с хозяйственной схемой питания, или 27,1 и 13,8% соответственно. На эрозионной группе земель средняя прибавка за три года исследований составила 12,4 (19,8%) ц/га и 6,0 (8,7%) ц/га по сравнению с контролем и хозяйственной схемой питания соответственно. Внесение только аммиачной селитры (хозяйственная схема питания) даёт прибавку на плакорных землях в среднем 8,2 ц/га, на эрозионных – 6,4 ц/га по сравнению с контролем.

Таблица 2

Действие агроэкологической группы земель и схемы питания на урожайность кукурузы за 2021-2023 гг., ц/га

Группа земель (фактор А)	Схема питания (фактор Б)			В среднем по фактору А (НСР <sub>05</sub> = 5,1)
	контроль	хозяйственная	с ЖКУ	
Плакорные	70,1	78,3	89,1	79,2
Эрозионные	62,7	69,1	75,1	69,0
В среднем по фактору Б (НСР <sub>05</sub> = 4,2)	66,4	73,7	82,1	74,1

Двухфакторный дисперсионный анализ позволяет оценить вклад каждого фактора в формирование урожайности. В среднем за три года вклад фактора А – 0,30, или 30%, фактора Б – 0,47, или 47%. Видно, что основная доля при-

бавки урожайности приходится на систему питания, но в то же время группа земель также вносит достаточно весомый вклад в формирование урожая.

**Выводы**

Проведенный опыт в производственных условиях показал существенную прибавку в урожайности кукурузы при внедрении жидких комплексных удобрений в схему питания. Даже с учетом благоприятных агрометеорологических условий и достаточного количества влаги в момент внесения аммиачной селитры удалось получить высокую прибавку урожая кукурузы (13,8-27,1%) за счет сбалансированного минерального питания с применением жидких удобрений. Агроэкологическая группа земель также вносит большой вклад в формирование урожайности. Плакорные земли в силу большего потенциала, по сравнению с эрозийными, дают более высокие урожаи, а также прибавку по сравнению с другими вариантами. Применение ЖКУ в целях повышения интенсификации земледелия дают максимальную отдачу при использовании их на плакорных группах земель.

Проведенные исследования доказали эффективность применения жидких комплексных удобрений, разработанных компанией ООО «ЛИКВИФОРС». В связи с чем можно дать рекомендации сельскохозяйственным товаропроизводителем Краснодарского края использовать в качестве системы питания кукурузы внесение ЖКУ марки NPK 7:23:7 в виде рабочего раствора 150 л/га (75 л NPK 7:23:7 и 75 л воды) и подкормки совместно с междурядной обработкой в фазу 3-4 листьев перед началом интенсивного потребления азота и наращиванием вегетативной массы смесь KAC-32 (200 л/га) и NS 8:9 (100 л/га).

Производственный опыт показал высокую эффективность и заинтересованность со стороны сельскохозяйственных предприятий. В дальнейшем планируем применять разные комбинации жидких удобрений в зависимости от различных агроэкологических условий. С учетом меняющихся мировых тенденций и глобальных изменений климата предложенное решение является перспективным и требует серьезного подхода к его реализации и дальнейшему развитию.

**Библиографический список**

1. Кирюшин, В. И. Развитие парадигмы сельскохозяйственного природопользования (к 175-летию В.В. Докучаева) / В. И. Кирюшин – Текст: непосредственный // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. – 2021. – № 51. – С. 5-26.
2. Кирюшин, В. И. Методология комплексной оценки сельскохозяйственных земель / В. И. Кирюшин. – Текст: непосредственный // Почвоведение. – 2020. – № 7. – С. 871-879.
3. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: методическое руководство / под редакцией В. И. Кирюшина, А. Л. Иванова. – Москва: ФГНУ «Росинформгротех», 2005. – 784 с. – Текст: непосредственный.
4. Национальный атлас России. – URL: <https://nationalatlas.ru/> (дата обращения: 10.09.2022). – Текст: электронный.
5. Куприянов, А. Н. Агрометеорологическая оценка возделывания сельскохозяйственных культур и меры по адаптации продукционного процесса в условиях изменения климата на примере зерноградского района Ростовской области / А. Н. Куприянов, А. И. Белолюбцев. – Текст: непосредственный // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 5 (53).
6. Дронова, Е. А. Агроклиматическая оценка условий формирования урожая кукурузы в степной зоне Украины на период до 2050 г. / Е.А. Дронова, И. Ф. Асауляк, А. И. Белолюбцев. – Текст: непосредственный // Гидрометеорология и экология: ежеквартальный научно-технический журнал. – Алматы, 2017. – № 2. – С. 16-26.
7. Warrinnier, Ruben & Bossuyt, Sara & Resseguier, Camille & Cambier, Philippe & HOUOT, Sabine & Gustafsson, Jon & Diels, Jan & Smolders, Erik. (2020). Anaerobic Respiration in the Unsaturated Zone of Agricultural Soil Mobilizes Phosphorus and Manganese. *Environmental Science & Technology*. XXXX. DOI: 10.1021/acs.est.9b06978.

## References

1. Kiriushin V.I. Razvitie paradigmy selskokhoziaistvennogo prirodopolzovaniia (k 175-letiiu V.V. Dokuchaeva) // Biulleten Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva. – 2021. – No. 51. – S. 5-26.
2. Kiriushin V.I. Metodologiya kompleksnoi otsenki selskokhoziaistvennykh zemel // Pochvovedenie. – 2020. – No. 7. – S. 871–879.
3. Agroekologicheskaya otsenka zemel, proektirovanie adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliia i agrotekhnologii. Metodicheskoe rukovodstvo. Pod red. V.I. Kiriushina, A.L. Ivanova, FGNU «Rosinformagrotekh». – Moskva, 2005.
4. Natsionalnyi atlas Rossii [elektronnyi resurs]. – URL: <https://nationalatlas.ru/> (data obrashcheniia: 10.09.2022).
5. Kupriianov, A.N. Agrometeorologicheskaya otsenka vozdeleyvaniia selskokhoziaistvennykh kultur i mery po adaptatsii produktsionnogo protsessa v usloviakh izmeneniia klimata na primere Zernogradskogo raiona Rostovskoi oblasti / A. N. Kupriianov, A. I. Beloliubtsev // AgroEkolInfo. – 2022. – No. 5 (53).
6. Dronova E.A., Asauliak I.F., Beloliubtsev A.I. Agroklimaticheskaya otsenka uslovii formirovaniia urozhaiia kukuruzy v stepnoi zone Ukrainy na period do 2050 gg. // Gidrometeorologiya i ekologiya. Ezhekvartalniy nauchno-tekhnicheskii zhurnal. – 2017. – No. 2. – S.16-26.
7. Warrinnier, Ruben & Bossuyt, Sara & Resseguiet, Camille & Cambier, Philippe & HOUOT, Sabine & Gustafsson, Jon & Diels, Jan & Smolders, Erik. (2020). Anaerobic Respiration in the Unsaturated Zone of Agricultural Soil Mobilizes Phosphorus and Manganese. *Environmental Science & Technology*. XXXX. DOI: 10.1021/acs.est.9b06978.

