

13. Ratnikov A.N., Petrov K.V., Ivankin N.G., Suslov A.A., Sviridenko D.G., Iatsenko V.V. Vliianie novogo organomineralnogo preparata «Gumiton» na produktivnost i kachestvo zerna ozimoi pshenitsy // Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki – 2019. – No. 4 (20). – S. 86-95.

14. Vliianie organomineralnogo kompleksa Gumiton na produktivnost, nakoplenie mikroelementov i kadmiia v iachmene na dernovo-podzolistykh supeschanykh

pochvakh / A. N. Ratnikov, D. G. Sviridenko, A. A. Suslov [i dr.] // Agrokhimicheskii vestnik. – 2022. – No. 6. – S. 57-62. – DOI 10.24412/1029-2551-2022-6-011. – EDN WVMJBS.

15. Vremennye maksimalno-dopustimye urovni (MDU) sodержaniia tiashelykh metallov v kormakh, mg/kg estestvennoi vlazhnosti [Instruktivnoe pismo MSKh RF, Departament veterinarii No. 1234-4/281 ot 07.08.87 g.].



УДК 631.8.022.3

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-228-10-23-29

**О.И. Антонова, Е.М. Комякова, В.С. Курсакова,
С.А. Путинцев, Л.А. Ступина, И.А. Косачев**
O.I. Antonova, E.M. Komyakova, V.S. Kursakova,
S.A. Putintsev, L.A. Stupina, I.A. Kosachev

ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫМ УДОБРЕНИЕМ «NATURAGRO ECOGROW» НА СВОЙСТВА ПОЧВЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА

FEATURES OF FOLIAR DRESSING EFFECT OF WINTER WHEAT WITH ORGANO-MINERAL FERTILIZER “NATURAGRO ECOGROW” ON SOIL PROPERTIES, YIELD AND GRAIN QUALITY

Ключевые слова: озимая пшеница, органоминеральное удобрение «NaturAgro EcoGrow», структура урожая, зимогенная микрофлора, качество зерна.

При возделывании сельскохозяйственных культур, особенно зерновых, все большее внимание уделяется препаратам, содержащим легко усваиваемый органический кремний. Появление новых органоминеральных удобрений заставляет научное сообщество проверять их активность и выявлять механизмы действия в различных почвенно-климатических условиях. Целью работы являлось определение эффективности некорневой подкормки озимой пшеницы жидким органоминеральным удобрением «NaturAgro EcoGrow» на потребление основных элементов питания, биологическую активность, формирование структуры урожая, урожайность и качество зерна. Исследования проведены в условиях лесостепной зоны Алтайского края на землепользовании КФХ «Иванов А.Н.» при возделывании озимой пшеницы сорта Скипетр с применением подкормок кремнийсодержащим органическим удобрением «NaturAgro EcoGrow» в дозе 2 л/га в фазу весеннего кущения и флагового листа. Его использование в условиях остросасушливого периода вегетации 2023 г. способствовало к периоду уборки изменению в почве содержания минеральных форм азота, подвижного фосфора, калия и серы. Уровень азота, фосфора и серы в почве повышался, а калия – снижался. В семенах увеличивалось накопление азота и фосфора, а накопление калия оставалось на уровне контроля. Подкормка озимой пшеницы по флаговому листу оказалась самой эффективной, урожайность зерна составила 8,43 т/га, что на 24,5% выше контроля. Двукратная подкормка обеспечила прирост урожайности на 10,78%. Содержание белка повысилось,

соответственно, до 15,4 и 15,2% против 13,2% на контроле, а клейковины – с 24% увеличилась до 36,0 и 30,4%. Отмечено положительное действие подкормок «NaturAgro EcoGrow» на микробиологическую активность чернозема. Подкормка по флаговому листу и 2-кратная обработка способствовали увеличению численности зимогенной микрофлоры в 1,3-1,5 раза при значительном снижении численности грибов в 1,8-2,2 раза.

Keywords: winter wheat, organo-mineral fertilizer “NaturAgro EcoGrow”, yield formula, zymogenic microflora, grain quality.

When cultivating agricultural crops, especially grains, more and more attention is paid to preparations containing easily digestible organic silicon. The appearance of new organo-mineral fertilizers makes the scientific community to test their effects and identify mechanisms of action under various soil-climatic conditions. The research goal was to determine the effectiveness of foliar dressing of winter wheat with NaturAgro EcoGrow liquid organo-mineral fertilizer on the consumption of major nutrients, biological activity, yield formula, yielding capacity and grain quality. The studies were carried out in the forest-steppe zone of the Altai Region on the farm KFKh “Ivanov A.N.” when growing winter wheat of the Skipetr variety with foliar dressing with silicon-containing organic fertilizer NaturAgro EcoGrow in a rate of 2 L ha at the stages of spring tillering and flag leaf. The application of silicon-containing organic fertilizer under the conditions of extremely droughty growing season of 2023 contributed to the change of soil content of mineral forms of nitrogen, mobile phosphorus, potassium and sulfur to the harvesting period. The content levels of nitrogen, phosphorus and sulfur in the soil increased, and

potassium content decreased. In the seeds, the accumulation of nitrogen and phosphorus increased, and the accumulation of potassium remained at the level of the control. The foliar dressing of winter wheat at the stage of flag leaf turned out to be the most effective; the grain yield was 8.43 t ha which was by 24.5% higher than that of the control. Twofold foliar dressing increased the yield by 10.78%. Protein content increased to 15.4% and 15.2%, respectively, as compared to 13.2% in

the control, while gluten content increased from 24% to 36.0% and 30.4%. The positive effect of the NaturAgro EcoGrow dressings on the microbiological activity of chernozem was also revealed. The foliar dressing at flag leaf stage and twofold foliar dressing contributed to increase of zymogenic microflora 1.3-1.5 times with significant decrease of fungi amount - 1.8-2.2 times.

Антонова Ольга Ивановна, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: niihim1@mail.ru.

Комякова Евгения Михайловна, к.с.-х.н., зав. лабораторией, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: komyakova75@mail.ru.

Курсакова Валентина Сергеевна, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: kursakova46@mail.ru.

Путинцев Сергей Анатольевич, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: 9069419972@mail.ru.

Ступина Лилия Александровна, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: stupina-liliya@mail.ru.

Косачев Иван Алексеевич, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: ivankosachov@mail.ru.

Antonova Olga Ivanovna, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: niihim1@mail.ru.

Komyakova Evgeniya Mikhaylovna, Cand. Agr. Sci., Head of Laboratory, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: komyakova75@mail.ru.

Kursakova Valentina Sergeevna, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: kursakova46@mail.ru.

Putintsev Sergey Anatolevich, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: 9069419972@mail.ru.

Stupina Liliya Aleksandrovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: stupina-liliya@mail.ru.

Kosachev Ivan Alekseevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: ivankosachov@mail.ru.

Введение

Возделывание современных высокопродуктивных сортов озимой пшеницы в зонах со сравнительно коротким вегетационным периодом и хорошей влагообеспеченностью позволяет получать высокую продуктивность и качество зерна при научно обоснованном регулировании питательного режима путем использования основного удобрения при посеве, подкормок азотными удобрениями и применения биологически активных веществ, направленных на повышение коэффициентов усвоения внесенных удобрений и ускорение развития культуры.

На стимулирующее влияние кремния на развитие растений, повышение коэффициента использования питательных веществ вносимых удобрений указывают Е.А. Бочарникова, В.В. Матыченков, В.В. Ходырев [1-3], А.А. Мнатсаканян и др. [4]. Изменяются и биометрические показатели, формирующие продуктивность растений.

В опыте с озимой пшеницей А.Ф. Пэлий, В.В. Носова и др. в Нечерноземной зоне применение Si агрохимиката, произведенного ФосАгро, для обработки семян и подкормках в начале выхода в трубку и в начале колошения на фоне основного удобрения $N_{20}P_{30}K_{30}S_{20}$ и двух азотных подкормок – N_{30} оказало влияние на длину колоса, массу зерна с 1 колоса и массу 1000 зерен. Наибольшие изменения произошли при подкормке в дозе 100 г/га. При этом уровень белка и клейковины был близким по всем изучаемым дозам (25, 50 и 100 г/га) и составлял, соответствен-

но, по белку 11,46-11,77% при 11,55% на контроле и клейковине – 26,2-26,6% [5].

Озимая пшеница положительно отзывалась на обработку семян и по вегетации такими стимуляторами роста, как Энергия М, Мивал-Агро, Силиплант и Крезацин. Урожайность семян в большей степени увеличивалась по препарату «Мивал-Агро» и составляла 410 г/сосуд против 311 г на контроле и 342-367 г – по остальным препаратам. При этом уменьшилось соотношение зерна к соломе, содержание клейковины с 35% повысилось до 35,9-38,1% [6].

Применение кремнийсодержащего препарата «Нанокремний» для обработки семян (300 г/т) и по вегетации в кущение – выход в трубку и в фазу молочной спелости по 50, 100, 150 г/га на фоне основного удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$, азотной подкормке N_{30} в фазу кущения и N_{30} в фазу выход в трубку снижало высоту растений, повышало количество продуктивных стеблей на 35-58 шт., число колосков с 13,5 до 14,2 шт., массу 1000 зерен. Урожайность увеличилась на 4,7-8,13 ц/га по дозам 50 и 100 г/га при 64,7 ц/га на контроле, а по дозе 150 г/га – на 3 ц/га [7].

Исследования по изучению кремнийсодержащего препарата «НаноКремний» ведутся с 2017 г. Установлено его положительное действие на урожайность яровой пшеницы сортов Ирень и Грани, а также на биометрические показатели и урожайность гречихи сортов Дизайн и Дружина [8]. При оценке данного препарата на ростовые процессы нута уста-

новлен положительный эффект от обработки семян с дополнительной подкормкой в фазу ветвления [9]. В условиях Бие-Чумышской зоны Алтайского края проведена сравнительная оценка препаратов «НаноКремний» и «Теллура-Био» на урожайность подсолнечника. Более высокий эффект получен от совместного их применения в малых дозах – 35 и 2 л/га соответственно. При этом прибавка урожая подсолнечника составляла до 23,1% [10].

Ряд исследователей отмечают влияние кремнийсодержащих материалов и препаратов на биологическую активность почвы [11, 12].

Недавно на рынке появилось новое органоминеральное удобрение жидкий концентрат «NaturAgro EcoGrow» с содержанием кроме гуминовых соединений активного кремния в виде монокремниевой кислоты и естественного комплексообразователя (хелатагент), что способствует снятию стресса у растений от гербицидов, снижению расхода воды, ускорению созревания, повышению устойчивости растений к неблагоприятным климатическим условиям, загрязнению и в результате повышению урожайности и улучшения качества продукции [13].

В литературе отсутствуют результаты его действия и особенности применения.

В связи с этим **целью** работы было определение эффективности некорневой подкормки озимой пшеницы жидким органоминеральным удобрением «NaturAgro EcoGrow» на потребление основных элементов питания, биологическую активность, формирование структуры, урожайность и качество зерна.

В **задачи** исследований входило определение агрохимических и биологических свойств почвы, потребление азота, фосфора и калия, основных элементов структуры урожая, урожайности и качества зерна.

Объекты и методы исследований

Опыт с подкормкой озимой пшеницы проводили в производственном посеве КФХ «Иванов А.Н.», расположенного в условиях лесостепной зоны в Косихинском районе Алтайского края.

Схема опыта включала варианты:

1. Контроль.
2. Подкормка «NaturAgro EcoGrow», 2 л/га – фаза весеннего кущения.
3. Подкормка «NaturAgro EcoGrow», 2 л/га – фаза флагового листа.
4. Подкормка «NaturAgro EcoGrow», 2 л/га – фаза весеннего кущения + подкормка «NaturAgro EcoGrow», 2 л/га – фаза флагового листа.

На опытном поле при посеве было внесено 100 кг/га диаммофоски ($N_{10}P_{26}K_{26}$), а в период весеннего отрастания – 150 кг/га NH_4NO_3 и 100 кг/га $(NH_4)_2SO_4 - N_{70}$.

В течение вегетации проводились гербицидные обработки.

Высевали сорт озимой пшеницы Скипетр. Предшественник – пар.

«NaturAgro EcoGrow» является органоминеральным удобрением и представляет собой гуминовый экстракт с активным кремнием, pH – 4,7, массовая доля органического вещества – 27,8%, массовая доля питательных веществ в пересчете на сухое вещество: азота – 0,7, фосфора – 2, калия – 1,89, гуминовые вещества – 1,18, фульвокислота – 0,15%, Si – в виде монокремниевой кислоты – 300-400 ppmSi [13].

Удобрение усиливает иммунную систему растений против биологических и абиотических стрессов, в том числе вредителей и болезней, высоких температур, дефицита влаги и дефицита питательных элементов.

Определение агрохимических свойств почвы, химического состава зерна, показателей его качества проводили согласно принятым в агрохимической службе ГОСТам. Биологическую активность почвы устанавливали по численности зимогенной микрофлоры методом посева почвенных суспензий на плотные питательные среды глубинным способом на средах МПА, КАА, среде Чапека, азотобактера – на элективной среде Эшби [14]. Достоверность полученных данных установлена по Б.А. Доспехову [15].

Обсуждение результатов

Вегетационный период 2023 г. характеризовался недостаточным и неравномерным распределением осадков и высокими среднесуточными температурами. Недостаток осадков проявился в мае и июне, когда выпало, соответственно, 13 и 27 мм против 52 и 66 мм среднемноголетней нормы. Среднесуточные температуры превышали норму в июне на 1,4°C, в июле и августе – на 1,5°C.

Анализ почвенных образцов по вариантам опыта в период уборки показал, что влажность почвы варьировала в пределах 5-18,4% при 18,4% на контроле. Наименьшей она была при разовых подкормках – 5-11%, в то время как по 2-кратной – 17,3%. Кислотность почвы характеризовалась как средне- и слабокислая, pH_{сол.} находился на уровне 4,6-5,1. Содержание $N-NO_3$ было низким – 1,12-7,21 мг/кг при 2,6 мг/кг на контроле. По подкормке по флаговому листу и 2-кратной в кущение и по флаговому листу отмечалось его большее содержание – 5,78-7,21 мг/кг. Сумма минеральных форм азота ($N-NO_3+N-NH_4$) находилась в пределах 22,7-28,8 мг/кг при 28,8 мг/кг на контроле, по $N-NO_3$ более высокой была по тем же вариантам (24,9-26,7 мг/кг). Содержание подвижного фосфора превышало контроль (185 мг/кг) по варианту ранней и 2-кратным подкормкам, где оно было равно 192-200 мг/кг. Уровень обменного калия был ниже контроля, особенно

при подкормке по флаговому листу 56 мг/кг против 78-97 мг/кг по подкормкам в кущение и двукратно, а на контроле оно составляло 121 мг/кг. Содержание серы превышало контроль по всем вариантам подкормок: 29,3-38 мг/кг против 26,5 мг/кг. Более значительное увеличение отмечено при обработке по флаговому листу и при 2-кратной подкормке.

Применение удобрения «NaturAgro EcoGrow» в подкормках оказало влияние не только на содержание подвижных питательных веществ в почве, но и на уровень потребления и накопления азота, фосфора и калия в зерне (табл. 1).

Полученные данные показывают, что под влиянием подкормок «NaturAgro EcoGrow» увеличивается потребление азота с 2,26 до 2,6-2,65%, фосфора – с 0,24 до 0,25-0,28%, а содержание калия в зерне

остается на уровне контроля. Наибольшее влияние на накопление всех элементов питания в зерне оказала подкормка по флаговому листу.

Анализ элементов структуры урожая позволил выявить некоторую закономерность действия изучаемого удобрения (табл. 2). Согласно приведенным данным, в связи с засушливыми условиями начала вегетации на опытном поле сформировалась разная густота стояния растений к уборке. Наименьшей (294 шт/м²) она была при подкормке по флаговому листу, что обеспечило наибольшую достоверную продуктивную кустистость – 3,7. На варианте двукратной подкормки при наибольшей густоте растений кустистость составила 2,77, а при ранней подкормке она была самой низкой – 2,25.

Таблица 1

Содержание элементов питания в зерне озимой пшеницы

Варианты	Содержание, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	2,26	0,24	0,31
Подкормка в кущение, 2 л/га	2,60	0,26	0,31
Подкормка в фазу флаговый лист, 2 л/га	2,65	0,28	0,32
Подкормка кущение + флаговый лист, 2 л/га	2,60	0,25	0,31

Таблица 2

Элементы структуры урожая озимой пшеницы

Варианты	Густота растений, шт/м ²	Продуктивная кустистость	Высота растений, см	Длина колоса, см	Кол-во колосков в колосе, шт.	Кол-во зерен в колосе, шт.	Масса зерна колоса, г
Контроль	336	2,61	99,6	9,26	16,6	35,1	1,53
Подкормка в кущение, 2 л/га	369	2,25	96,2	9,02	16,3	35,7	1,49
Подкормка в фазу флаговый лист, 2 л/га	294	3,70	98,9	9,60	17,2	33,5	1,69
Подкормка кущение + флаговый лист, 2 л/га	375	2,77	98,3	9,50	16,4	37,1	1,72
НСР ₀₅	13,25	0,26	3,78	0,41	0,58	2,26	0,18

Высота растений при обработке озимой пшеницы «NaturAgro EcoGrow» снизилась с 99,6 на 0,8-3,4 см с наибольшим эффектом от однократной подкормки в период кущения. При этом на данном варианте отмечилось не существенное снижение длины колоса и количества колосков в колосе по сравнению с контролем (табл. 2). Увеличение количества колосков в колосе отмечено при подкормке по флаговому листу. Количество зерен в колосе по вариантам опыта отличалось. Наименьшее их число отмечено при подкормке по флаговому листу – 33,5 шт., а наибольшее – 37,1 шт. при 2-кратной подкормке. Их формирование, вероятно, зависело от продуктивной кустистости, так как отмечена тесная отрицательная коррелятивная связь ($r = -0,69$). На варианте 2-кратной подкормки и при подкормке в фазу флагового листа также отмечается увеличение массы зерна одного колоса, но достоверное повышение данно-

го показателя – только при подкормке по флаговому листу (табл. 2).

Элементы структуры урожая оказали влияние на формирование величины урожайности и показатели качества (табл. 3). Так, под влиянием подкормок «NaturAgro EcoGrow» урожайность семян увеличилась с 6,77 до 7,22-8,43 т/га, или на 0,45-1,66 т/га, что показывает прирост к контролю – 6,65-24,52%. Самая значительная достоверная прибавка получена при подкормке по флаговому листу.

Масса 1000 зерен возросла с 42,35 до 43,88-48,06 г с наибольшим значением на варианте подкормки по флаговому листу. Аналогичный рост произошел и по содержанию белка и клейковины. Количество белка повышалось с 13,2 до 15,2-15,4%, а клейковины – с 24 до 26-36%.

Соотношение зерна к соломе по сравнению с контролем снизилось с 1:1,86 до 1:1,37-1:1,63.

Наибольшее снижение массы соломы отмечено при однократных подкормках, особенно по флаговому листу.

Удобрение «NaturAgro EcoGrow», по данным производителей, повышает биологическую активность почвы, оказывает регуляторные действия на естественную ризосферную микрофлору, усиливает рост полезных микроорганизмов, в том числе азотфиксирующих [13].

В связи с этим в почвенных образцах по вариантам опыта, отобранных в период уборки, определяли численность микроорганизмов, использующих органические формы азота (среда МПА) и минеральных его форм (среда КАА). Полученные данные показали, что под влиянием «NaturAgro EcoGrow» повышается биогенность почвы в 1-1,5 раза, особенно заметное увеличение полезной микрофлоры при 2-кратной подкормке и подкормке по флаговому листу (табл. 4).

Таблица 3

Урожайность зерна озимой пшеницы и его качество

Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка		Масса 1000 зерен, г	Содержание, %		Соотношение зерно:солома
		т/га	%		белок	клейковина	
Контроль	6,77	-	-	42,35	13,2	24,0	1:1,86
Подкормка в кущение, 2 л/га	7,22	0,45	6,65	46,79	15,2	26,0	1:1,41
Подкормка в фазу флаговый лист, 2 л/га	8,43	1,66	24,52	48,06	15,4	36,0	1:1,37
Подкормка кущение + флаговый лист, 2 л/га	7,50	0,73	10,78	43,88	15,2	30,4	1:1,63
НСР ₀₅	-	0,51	-	1,33	-	-	-

Таблица 4

Микробиологическая активность почвы по вариантам подкормок «NaturAgro EcoGrow» (в период уборки)

Вариант	Количество микроорганизмов, *КОЕ*10 ⁶ /г абс. сухой почвы						Численность грибов, тыс. КОЕ * 10 ³	Общая биогенность, КОЕ * 10 ⁶	Коэффициент минерализации	Плотность азотобактера, %
	на МПА			на КАА						
	общее	споровых	неспоровых	общее	бактерии	актиномицеты				
B1	11,79	2,85	8,94	12,60	8,13	4,47	31,30	24,42	1,07	100
B2	12,28	5,26	7,02	13,33	9,12	4,21	16,14	25,63	1,09	93,3
B3	14,23	6,37	8,61	17,60	12,73	4,87	14,23	31,84	1,24	93,3
B4	17,27	8,84	8,43	19,28	14,46	4,82	17,67	36,57	1,12	100
НСР ₀₅	3,64	-	-	3,39	-	-	4,00	6,87	-	-

Примечание. *B1 – контроль; B2 – подкормка в кущение, 2 л/га; B3 – подкормка в фазу флаговый лист, 2 л/га; B4 – подкормка кущение + флаговый лист, 2 л/га; **КОЕ – колониеобразующие единицы.

Увеличение полезной микрофлоры происходит на фоне снижения численности микромицет, многие из которых являются фитопаразитами, что способствует получению более высокой урожайности: коэффициент корреляции между биогенностью почвы и урожайностью $r = 0,58$.

Следует отметить достоверное увеличение численности бактерий, использующих органические соединения азота в почве, особенно при проведении 2-кратной подкормки. Это объясняется поступлением большего количества растительных остатков на вариантах с высокой урожайностью.

Микроорганизмы, определяемые на среде КАА и использующие минеральные соединения азота, тесно связаны с численностью аммонифицирующих бактерий, растущих на среде МПА: чем их больше, тем более активно они разлагают органические соединения азота с выделением аммиака [11, 16]. Их отношение является показателем минерализации органического вещества растительных остатков, который увеличивался до 1,24 при использовании препарата «NaturAgro EcoGrow» в фазу флагового листа. Отмечена слабая отрицательная корреляция

между численностью микроорганизмов, использующих минеральный азот, с суммой минеральных форм азота в почве ($r = -0,18$), что свидетельствует об их использовании данными бактериями.

Установлено антифунгицидное влияние «NaturAgro EcoGrow» на численность и состав микроскопических грибов: их количество достоверно снижалось в 1,8-2,3 раза.

Наличие рода бактерий *Azotobacter* является индикатором эффективности воздействия человека на почву. Результаты его определения показали, что плотность заселения достаточно высока по всем вариантам, включая контроль, соответственно, почва характеризуется как достаточно плодородная.

Выводы

Применение однократных подкормок «NaturAgro EcoGrow» в большей степени снижает полевую влажность в период уборки, чем 2-кратное его применение.

Подкормка по флаговому листу и 2-кратное применение препарата способствуют большему накоплению N-NO₃ и суммы минеральных форм в почве.

Ранняя и 2-кратная подкормки повышают уровень подвижного фосфора, при этом содержание обменного калия остается ниже контрольных значений, а содержание подвижной серы увеличивается по всем вариантам.

По вариантам подкормки «NaturAgro EcoGrow» увеличивается потребление азота на 0,34-0,39%, фосфора – на 0,01-0,04%, потребление калия остается на уровне контроля.

Подкормки озимой пшеницы органоминеральным удобрением «NaturAgro EcoGrow» способствуют формированию большего количества продуктивных элементов урожая. Наибольшее влияние оказывает двукратная подкормка и подкормка в период флагового листа. Коэффициент продуктивной кустистости увеличивается на 0,16-0,93, длина колоса – на 0,24-0,34 см, количество колосков в колосе – на 0,6 шт., количество зерен в колосе – на 0,6-2,0 шт., масса зерна одного колоса – на 0,16-0,19 г. Снижается высота растений на 0,7-1,3 см, и увеличивается доля зерна.

Урожайность зерна повышается с 6,77 т/га на 6,65-24,52% с заметным преимуществом при подкормке по флаговому листу. Это отражается на качестве зерна озимой пшеницы. Масса 1000 зерен с 42,35 г повышается на 1,53-5,71 г, содержание белка с 13,2 до 15,2-15,4%, клейковины – с 24 до 26-36% с наибольшими показателями на варианте подкормки по флаговому листу.

Двукратная подкормка озимой пшеницы «NaturAgro EcoGrow» в дозе 2 л/га способствует увеличению численности зимогенной микрофлоры в 1,3-1,5 раза, путем повышения уровня микробиоты, использующей минеральные и органические формы азота, при снижении численности грибов в 1,8-2,2 раза. Повышение общей биогенности почвы при использовании «NaturAgro EcoGrow» тесно коррелировало с урожайностью.

Библиографический список

1. Бочарникова, Е. А. Эффективность кремневых удобрений / Е. А. Бочарникова, В. В. Матыченков. – Текст: непосредственный // Доклады РАСХН – 2010. – № 6. – С. 37-39.
2. Бочарникова, Е. А. Кремний питает растения / Е. А. Бочарникова, В. В. Матыченков, В. В. Ходырев. – Текст: непосредственный // Наука и жизнь. – 2015. – № 8. – С. 28-31.
3. Biel K.Y., Matichenkov V.V., Fomina I.R. (2008). Protective role of silicon in living systems. In *Functional foods for chronic diseases. Advances in the Development of Functional Foods* (Martirosyan D.M., ed.). Richardson, Texas: Copyright © by D&A Inc., V. 3, pp. 208-231.
4. Мнатсаканян, А. А. Изменение показателей плодородия почвы и урожайности озимой пшеницы, сои в зависимости от систем основной обработки

почвы и применения нанокремния / А. А. Мнатсаканян, Г. В. Чуварлеева, О. Б. Быков. – Текст: непосредственный // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 3 (35). – С. 103-111. – DOI 10.24411/2309-348X-2020-11192. – EDN EGBXWW.

5. Применение нового кремнийсодержащего агрохимиката ФосАгро на озимой пшенице в Нечерноземной зоне РФ / А. Ф. Пэлий, В. В. Носов, А. Ю. Шадохин [и др.]. – Текст: непосредственный // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2021. – Т. 64, № 6 (384). – С. 42-45.

6. Козлов, А. В. Влияние кремнийсодержащих стимуляторов роста на биологическую активность и показатели качества озимой пшеницы и картофеля / А. В. Козлов, И. П. Угрюмова, А. Х. Куликова. – Текст: непосредственный // Вестник Мининского университета. – 2016. – № 1-1 (13). – С. 31. – EDN VQSYWN.

7. Мнатсаканян, А. А. Урожайность и биометрические показатели озимой пшеницы в зависимости от применения препарата на основе кремния / А. А. Мнатсаканян. – Текст: непосредственный // Плодородие. – № 4. – 2020. – С. 44-46.

8. Косачев, И. А. Влияние кремнийсодержащего препарата «Нанокремний» на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур в условиях Алтайского края / И. А. Косачев, В. Н. Чернышков. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 9 (167). – С. 23-28

9. Ступина, Л. А. Влияние препарата «Нанокремний» на ростовые процессы и продуктивность нута в условиях умеренно-засушливой степи Алтайского края / Л. А. Ступина. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 книгах / XV Международная научно-практическая конференция (г. Барнаул, 12-13 марта 2020 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2020. – Кн. 1. – С. 312-314.

10. Ступина, Л. А. Опыт использования биопрепаратов на подсолнечнике в условиях Бие-Чумышской возвышенной равнины Алтайского края / Л. А. Ступина, А. А. Ермошкин. – Текст: непосредственный // Современные цифровые технологии в агропромышленном комплексе: сборник материалов Международной научной конференции. – Смоленск: Смоленская ГСХА, 2020. Т. 2. – С. 142-146.

11. Смывалов, В. С. Влияние кремнийсодержащих материалов и минерального удобрения на биологическую активность чернозема выщелоченного / В. С. Смывалов, Д. А. Захарова, А. Е. Яшин. – Текст: непосредственный // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – С. 19-25. – DOI 10.18286/1816-4501-2017-3-19-25. – EDN ZGWCZJ.

12. Козлов, А. В. Роль и значение кремния и кремнийсодержащих веществ в агроэкосистемах / А. В. Козлов, А. Х. Куликова, Е. А. Яшин. – Текст:

непосредственный // Вестник Мининского университета. – 2015. – № 2 (10). – С. 23. – EDN TUVINX.

13. Жидкий гуминовый концентрат «NaturAgro EcoGrow». – URL: <https://ruseco.org/naturagro-stg>. – Текст: электронный.

14. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева; под редакцией В. К. Шильниковой. – Москва: Дрофа, 2004. – 256 с. – Текст: непосредственный.

15. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: ИД Альянс, 2011. – 352 с. – Текст: непосредственный.

16. Минеев, В. Г. Агрохимия, биология и экология почвы / В. Г. Минеев, Е. Х. Ремпе. – Москва: Росагропромиздат, 1990. – 206 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Bocharnikova E.A. Effektivnost kremnevykh udobrenii / E.A. Bocharnikova, V.V. Matychenkov // Doklady RASKhN – 2010. – № 6. – S. 37-39.

2. Bocharnikova E.A. Kremnii питаet rasteniia / E.A. Bocharnikova, V.V. Matychenkov, V.V. Khodyrev // Nauka i zhizn – 2015. – № 8. – S. 28-31.

3. Biel K.Y., Matichenkov V.V., Fomina I.R. (2008). Protective role of silicon in living systems. In *Functional foods for chronic diseases. Advances in the Development of Functional Foods* (Martirosyan D.M., ed.). Richardson, Texas: Copyright © by D&A Inc., V. 3, pp. 208-231.

4. Mnatsakanian, A. A. Izmenenie pokazatelei plodorodiia pochvy i urozhainosti ozimoi pshenitsy, soi v zavisimosti ot sistem osnovnoi obrabotki i primeneniia nanokremniia / A. A. Mnatsakanian, G. V. Chuvarleeva, O. B. Bykov // Zernobobovye i krupianye kultury. – 2020. – No. 3 (35). – S. 103-111. – DOI 10.24411/2309-348X-2020-11192. – EDN EGBXWW.

5. Peli A.F. Primenenie novogo kremniisoderzhashchego agrokhimikata FosAgro na ozimoi pshenitse v Nechernozemnoi zone RF / A.F. Peli, V.V. Nosov, A.Iu. Shatokhin i dr. // Mezhdunarodnyi selskokhoziaistvennyi zhurnal. – 2021. – T. 64. – No. 6 (384). – S. 42-45.

6. Kozlov, A. V. Vliianie kremniisoderzhashchikh stimulatorov rosta na biologicheskuiu produktivnost i pokazateli kachestva ozimoi pshenitsy i kartofelia / A. V. Kozlov, I. P. Uromova, A. Kh. Kulikova // Vestnik Mininskogo universiteta. – 2016. – № 1-1 (13). – S. 31. – EDN VQSYWN.

7. Mnatsakanian A.A. Urozhainost i biometricheskie pokazateli ozimoi pshenitsy v zavisimosti ot primeneniia preparata na osnove kremniia / A.A. Mnatsakanian // Plodorodie. – 2020. – No. 4. – S. 44-46.

8. Kosachev I.A. Vliianie kremniisoderzhashchego preparata «Nanokremnii» na rost, razvitie i produktivnost selskokhoziaistvennykh kultur v usloviakh Altaiskogo kraia / I.A. Kosachev, V.N. Chernyshkov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 9 (167). – S. 23-28.

9. Stupina L.A. Vliianie preparata «Nanokremnii» na rostovye protsessy i produktivnost nuta v usloviakh umerenno-zasushlivoi stepi Altaiskogo kraia / L.A. Stupina // Agrarnaia nauka – selskomu khoziaistvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XV Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia (12-13 marta 2020 g.). – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2020. – Kn. 1. – S. 312-314

10. Stupina L.A. Opyt ispolzovaniia biopreparatov na podsolnechnike v usloviakh Bie-Chumyshskoi vozvyshennoi ravniny Altaiskogo kraia / L.A. Stupina, A.A. Ermoshkin // Sovremennye tsifrovye tekhnologii v agropromyshlennom komplekse: Sbornik materialov mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii. – Smolensk: Smolenskaia GSKhA, 2020. – T. 2. – S. 142-146.

11. Smyvalov, V. S. Vliianie kremniisoderzhashchikh materialov i mineralnogo udobreniia na biologicheskuiu aktivnost chernozema vyshchelochennogo / V. S. Smyvalov, D. A. Zakharova, A. E. Iashin // Vestnik Ulianovskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii. – 2017. – No. 3 (39). – S. 19. – DOI 10.18286/1816-4501-2017-3-19-25. – EDN ZGWCZJ.

12. Kozlov, A. V. Rol i znachenie kremniia i kremniisoderzhashchikh veshchestv v agroekosistemakh / A. V. Kozlov, A. Kh. Kulikova, E. A. Iashin // Vestnik Mininskogo universiteta. – 2015. – No. 2 (10). – S. 23. – EDN TUVINX.

13. Zhidkii guminovyi kontsentrat "NaturAgro EcoGrow": Rezhim dostupa. URL: <https://ruseco.org/naturagro-stg>.

14. Tepper E.Z. Praktikum po mикробиologii: uchebnoe posobie dlia vuzov / E.Z. Tepper, V.K. Shilnikova, G.I. Pereverzeva; pod red. V.K. Shilnikovoi. – Moskva: Drofa, 2004. – 256 s.

15. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov – Moskva: ID Alians, 2011. – 352 s.

16. Mineev V.G. Agrokhimii, biologii i ekologii pochvy / V.G. Mineev, E.Kh. Rempe. – Moskva: Rosagropromizdat, 1990. – 206 s.

Работа поддержана Грантом Губернатора Алтайского края в форме субсидий для разработки качественно новых технологий, создания инновационных продуктов и услуг в сферах переработки и производства пищевых продуктов, фармацевтического производства и биотехнологий (СОГЛАШЕНИЕ от 20.04.2023 № 3).

