

6. А.с. 991988 (СССР). Устройство для закрепления табачных листьев на шнуре / И. П. Леонов, Э. А. Смаилов (Краснодар, КСХИ). – № 2882622/28-13; заявл. 1980.02.11; опубл. 1983.01.30, Бюл. № 4. – 8 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Smailov E.A. Tabachnoe syre Kyrgyzstana i povyshenie ego kachestva / E.A. Smailov. – Bishkek: Ilim, 2003. – 296 s.

2. Smailov E.A. Otsenka tekhnologii nizki listev tabaka na shnury i sushki na solntse / E.A. Smailov, Z.B. Zulpuev, A.B. Abdykadyrov, Z.I. Kalchaeva // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – No. 10 (216). – S. 30-37.

3. Nalivko G.V. Nekotorye voprosy intensivatsii sushki tabaka. Sushka i fermentatsiya /

G.V. Nalivko, A.G. Petrenko, V.V. Ivchenko. – Krasnodar: Sovetskaya Kuban, 1970 – 264 s. (Sb. n.-i. rabot VNIi tabaka i makhorki: Vyp.168).

4. Leonov I.P. Ustroistvo dlia povrezhdeniia chereshkov i srednei zhilki tabachnykh listev s odnovremennym vyravnivaniem pachek / I.P. Leonov, E.A. Smailov // Tabak. – 1983. – No. 3. – S. 43-46.

5. Smailov E.A. Povyshenie effektivnosti tabakoprishivnoi mashiny s pomoshchiu ustroistva dlia vyravnivaniia sloia listev tabaka: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01 / E.A. Smailov. – Krasnodar, 1985. – 25 s.

6. А.с. 991988 (СССР). Устройство для закрепления табачных листьев на шнуре / I.P. Leonov, E.A. Smailov; Krasnodar, KSKhI. – Opubl. Biul. izobr., No. 4. – 1983. – S. 8.



УДК 633.1:631.86(571.150)

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-231-1-27-37

**О.И. Антонова, Л.А. Ступина, И.А. Косачев,
Е.М. Комякова, В.С. Курсакова,
М.Н. Третьякова, Н.В. Акулинин**
O.I. Antonova, L.A. Stupina, I.A. Kosachev,
E.M. Komyakova, V.S. Kursakova,
M.N. Tretyakova, N.V. Akulinin

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕГО ПРЕПАРАТА «NATURAGRO ECOGROW» НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ В УСЛОВИЯХ БИЙСКО-ЧУМЫШСКОЙ ЗОНЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

EXPERIENCE OF USING SILICON-CONTAINING FERTILIZER NATURAGRO ECOGROW ON SPRING WHEAT UNDER THE CONDITIONS OF THE BIYA-CHUMYSH AREA OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: кремнийсодержащие препараты, органоминеральное удобрение EcoGrow, яровая пшеница, питательный режим, биологическая активность почвы, урожайность, элементы структуры урожая, качество зерна.

При переходе к органическому земледелию применение удобрений, содержащих биологически активные компоненты, является одним из самых востребованных. Включение в технологии возделывания яровой пшеницы препаратов с содержанием активного кремния позволяет получить достаточно высокий эффект. Целью исследований являлось изучение влияния препарата «NaturAgro EcoGrow» при включении его в технологию выращивания яровой пшеницы на агрохимические и биологические свойства черноземной почвы, а также на показатели элементов структуры урожая, урожайность и качество зерна. Опыт был заложен в Центральной зоне Алтайского края. Возделывали яровую пшеницу сорта Буран с использованием препарата для обработки семян в дозе 15 л/т и подкормки по вегетации в дозе 1,5 и 2,0 л/га. При использо-

вании EcoGrow установлено повышение влажности почвы на 0,3-2,1%, незначительное снижение обеспеченности почвы минеральными формами азота, подвижного фосфора и калия и увеличение уровня подвижной серы, особенно при подкормках в дозе 2,0 л/га. В опыте отмечается снижение общей биогенности почвы при повышении коэффициента минерализации с 1,08 до 1,13-1,75. В растениях увеличивалось содержание сухой массы на 2,2-2,8 г, азота – на 0,48-2,58%, фосфора – с 0,18 до 0,19-0,23%, при снижении уровня калия. Отмечено повышение продуктивной кустистости на 0,04-0,80, количества колосков в колосе – с 13,4 до 13,9-14,3 шт., количества зерен – с 38,6 до 38,8-43,4 шт., массы зерна 1 колоса – на 0,02-0,13 г. Четкой зависимости изменения элементов продуктивности от дозы и срока подкормки не выявлено, но обработки в дозе 1,5 л/га в условиях засушливой первой половины вегетации были более эффективны. Наложение подкормок на обработанные семена в дозах 1,5 и 2 л/га в разные фазы достоверно позволяет получить прибавку в урожае пшеницы от 0,59 до 1,72 т/га, что составляет 12,8-37,4% к контролю. При этом повышается содержание белка с

12,52 до 13,25-17,38%, а клейковины – с 28,8 до 30,2-35,2%.

Keywords: *silicon-containing products, organomineral fertilizer EcoGrow, spring wheat, nutritional regime, soil biological activity, yielding capacity, crop yield formula, grain quality.*

When changing-over to organic farming, the application of fertilizers containing biologically active components is one of the most helpful practices. The application of fertilizers containing active silicon in spring wheat growing technologies allows obtaining a fairly high effect. The research goal was to study the effect of the NaturAgro EcoGrow fertilizer when applied in spring wheat growing technology on the agrochemical and biological properties of chernozem soil and on the indices of the crop yield formula, yielding capacity and grain quality. The experiment was established in the Central zone of the Altai Region. Spring wheat of the Buran variety was grown with the use of seed treatment product in a rate of 15 L t and foliar dressing during the growing season in a rate of 1.5 and 2.0 L ha. When the EcoGrow fertilizer was applied, the following was found: soil moisture increase by 0.3-2.1%, slight de-

crease of soil supply with mineral forms of nitrogen, mobile phosphorus and potassium, and increased level of mobile sulfur, especially when fertilizing in a rate of 2.0 L ha. Among the experimental findings was decreased total soil biogenesis with increased mineralization coefficient from 1.08 to 1.13-1.75. In plants, the dry solids content increased by 2.2-2.8 g, nitrogen content - by 0.48-2.58%, phosphorus content - from 0.18 to 0.19-0.23% while the potassium content decreased. There was increase of productive tillering by 0.04-0.80, the number of spikelets per ear from 13.4 to 13.9-14.3 pieces, the number of grains from 38.6 to 38.8-43.4 pieces, and the grain weight per ear - by 0.02 -0.13 g. There was no clear dependence of the yield formula changes on the rate and dates of foliar dressing, but foliar dressings in a rate of 1.5 L ha in the dry first half of the growing season were more effective. The combination of seed treatment and foliar dressings in rates of 1.5 and 2 L ha at different stages reliably allows obtaining wheat yield gains from 0.59 to 1.72 t ha that is 12.8-37.4% of the control. At the same time, the protein content increases from 12.52 to 13.25-17.38% and gluten content - from 28.8 to 30.2-35.2%.

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

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: kursakova-v@mail.ru.

Третьякова Маргарита Николаевна, зав. лабораторией, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: tret-oa@yandex.ru.

Акулинин Николай Викторович, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: akulinin_nikolay@mail.ru.

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

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.

Tretyakova Margarita Nikolaevna, Head of Laboratory, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: tret-oa@yandex.ru.

Akulinin Nikolay Viktorovich, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: akulinin_nikolay@mail.ru.

Введение

Одним из современных направлений в земледелии является биологизированный подход к ведению технологий производства продукции растениеводства. Это обусловлено повышенным интересом населения к употреблению экологически безопасной продукции. Темпы роста сельхозпредприятий, производящих безопасную органическую продукцию в последнее время, выросли примерно в 1,4 раза. Список организаций, прошедших сертификацию по российскому стандарту, постоянно обновляется в Союзе органического земледелия [1].

Технологии возделывания сельхозкультур для получения органической продукции исключают применение минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Отказ от применения удобрений отрицательно сказывается на накоплении гумуса и поддержании почвенного плодородия, а также отмечается снижение урожайности полевых культур. Доказательством этому могут служить данные, полученные при изучении биологического потенциала почв при биологизации земледелия в Алтайском крае [2]. Исследованиями установлено снижение качественного и количественного состава микрофлоры в первый год после отказа от удобрений.

Причем наиболее выраженное снижение отмечается уже в период колошения пшеницы [3].

Снижение такого отрицательного эффекта можно компенсировать, используя препараты на основе биологически активных веществ и биостимуляторов [4], микроорганизмов [5], а также препаратов на основе гуминовых кислот, обогащенных микро- и макроэлементами [6]. Механизм действия данных препаратов подтвержден рядом авторов [7] и основывается на том, что биостимуляторы за счет активации биосинтетических процессов, развития мощного листового аппарата и корневой системы формируют у растений устойчивость к различным патогенам, что позволяет снизить расход пестицидов или даже отказаться от их применения. В конечном счете, это повышает урожайность культур и экономический эффект.

В последнее время большой интерес направлен на изучение влияния действия кремнийсодержащих препаратов на продуктивность полевых культур и включение их в технологии возделывания при органическом земледелии. Доказано влияние кремния на снижение действия стрессов, на повышение способности растений использовать минеральные вещества почвы и удобрений, усиление разложения органики в почве [6-8].

Нами был установлен положительный эффект от применения препарата «НаноКремний» для обработки семян яровой пшеницы и гречихи с однократной или 2-кратной подкормкой по вегетации [9, 10].

В условиях умеренно-засушливой степи Алтайского края отмечено также благоприятное действие препарата «НаноКремний» как отдельно, так и совместно «Теллуroid-Био» на продуктивность яровой пшеницы. При обработке семян перед посевом (200 мл/т) прибавка урожая составляла 0,65 т/га, при обработке семян и 2-кратной подкормке в период кущения и цветения прибавка была еще выше – 0,94 т/га, но совместное применение НаноКремния с Теллуroid-Био по семенам и 2-кратно по вегетации позволило получить 1,13 т/га дополнительной продукции [11].

Появившееся на рынке новое органоминеральное удобрение «NaturAgro EcoGrow» на основе гуминовых веществ, обогащенное активным кремнием, характеризуется производителем как экологически безопасный продукт, способствующий усилению естественной иммунной

системы растений, защищающий от биологических и абиотических воздействий (вредители, болезни, высокие температуры, дефицит влаги и др.) [12]. Это позволило нам определить его действие в условиях производства.

Целью исследования являлось изучение влияния препарата «NaturAgro EcoGrow» при включении его в технологию выращивания яровой пшеницы на агрохимические и биологические свойства черноземной почвы, а также на показатели элементов структуры урожая, урожайность и качество зерна.

Объекты и методы исследования

Опыт по изучению эффективности препарата «NaturAgro EcoGrow» (далее EcoGrow) был заложен на землепользовании КФХ «Иванов А.Н.» в Косихинском районе Алтайского края, который относится к Бийско-Чумышской зоне. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с рНс – 4,9, содержанием гумуса – 5,3%, высоким содержанием нитратного азота – 31,2 мг/кг, высоким уровнем обеспеченности подвижным фосфором – 239 и обменным калием – 115, очень высоким уровнем подвижной серы – 78 мг/кг. Опыт закладывался на фоне предпосевного внесения 80 кг/га сульфата аммония (N_{16}) и 100 кг/га диаммофоски: $N_{26}P_{26}K_{26}$. По вариантам проводились гербицидные обработки.

В опыте возделывали яровую пшеницу сорта Буран. Схема опыта включала: 1) контроль; 2) обработка семян EcoGrow до посева – фон; 3) фон + подкормка в фазе кущения 1,5 л/га EcoGrow; 4) фон + подкормка в фазе флагового листа 1,5 л/га EcoGrow; 5) фон + 2-кратная подкормка по 1,5 л/га в фазе кущения и по флаговому листу; 6) фон + 2 л/га EcoGrow в фазе кущения; 7) фон + 2 л/га EcoGrow в фазе флагового листа; 8) фон + 2 л/га EcoGrow 2-кратно в фазе кущения и флагового листа.

Для обработки семян использовали EcoGrow 1,5 л/т, норма рабочего раствора 10 л/т. Подкормки по 1,5 и 2 л/га проводили опрыскивателем Туман-3 с нормой расхода рабочего раствора 120 л/га.

В почвенных образцах определяли влажность почвы, рНс, содержание $N-NO_3$, $N-NH_4$, подвижного фосфора и обменного калия по принятым ГОСТам. В растениях пшеницы также устанавливали содержание питательных ве-

ществ. Биогенность почвы определяли по численности сапротитной микрофлоры методом посева на питательные среды: на среде МПА – микроорганизмы, усваивающие органические соединения азота, на среде КАА – использующие минеральные формы азота, численность микроскопических грибов на среде Чапека и плотность азотобактера на среде Эшби [13].

Оценку продуктивности пшеницы проводили сноповым методом согласно Методике ГСИ полевых культур [14]. Определяли массу 1000 зерен, белок, клейковину по соответствующим ГОСТам.

Результаты исследования

Погодные условия вегетационного периода 2023 г. характеризовались крайне неравномерным выпадением осадков. По сравнению с многолетней нормой – 247 мм за май-август выпало 275 мм, или 111,3%. Из них 144 мм, или 52,3% нормы, выпало в 1-й и 2-й декадах августа. При этом на май-июнь пришлось всего 40 мм против 118 мм, что составило всего 33,9% от нормы. Среднесуточные температуры июня, июля и августа превосходили среднемноголетнюю норму на 0,8-1,0°C. Отмеченные особенности оказали влияние на формирование урожайности яровой пшеницы и эффективность использования EсоGrow.

К фазе молочной спелости влажность почвы в корнеобитаемом слое на вариантах подкормок варьировала от 14,7 до 18% при 15,9% на контроле, что свидетельствует о влиянии изучаемого удобрения на экономный расход влаги при формировании урожая. Использование EсоGrow в дозе 1,5 л/га по всем срокам способствовало большему сохранению влаги по сравнению с дозой 2 л/га.

Величина рНс в пахотном слое характеризовалась значениями от 4,7 до 5,1, что соответствует средней и слабокислой реакции. В целом в корнеобитаемом слое (0-40 см) на абсолютном контроле и по варианту обработки семян (фон) она составляла 5,15, а на вариантах с наложением подкормок – 4,75-5,0. То есть подкормки в обеих дозах незначительно снижали обменную кислотность.

Содержание N-NO₃ в пахотном слое по варианту подкормки дозой 2 л/га и 2-кратной подкормки превышало контроль и составляло 28,1 и 29,0 мг/кг, а в подпахотном слое было намного ниже контроля – 4,7-11,5 мг/кг при 16,2 мг/кг на

контроле. Сравнительно больше (9,8-11,5 мг/кг) их обнаружено при использовании EсоGrow в дозе 2 л/га.

Обеспеченность почвы минеральными формами азота по принятой шкале оценивается как средняя (20-40 мг/кг). Динамика минерального азота тесно связана с его поглощением растениями пшеницы, что можно наблюдать из данных таблицы 3 по содержанию азота в растениях.

Анализ почвы показали значительное варьирование подвижного фосфора и обменного калия как в пахотном, так и в подпахотном горизонте. При этом установлена отрицательная коррелятивная зависимость содержания фосфора в растениях от его количества в почве ($r = -0,34$), а по калию – средняя ($r = 0,57$).

В почве установлено высокое содержание подвижной серы: в слое 0-20 см – 41,2-68,1 мг/кг, 20-40 см – 37,7-56,6 мг/кг и в корнеобитаемом слое – 35,5-59,6 мг/кг. Наибольший уровень подвижной серы характерен для абсолютного контроля и для вариантов с подкормкой «EсоGrow» в дозе 2 л/га.

Как отмечалось ранее, в почве был создан достаточно высокий азотный фон. К периоду уборки пшеницы на варианте с обработкой семян, по сравнению с контролем, наблюдалось снижение общей биогенности почвы (табл. 1). Это, в большей степени, было связано с уменьшением численности аммонифицирующих бактерий (среда МПА) – с 16,26 до 12,85 млн/г сухой почвы, а также за счет микроорганизмов, использующих минеральные соединения азота (среда КАА). Но при этом численность микромицет незначительно увеличивалась – на 3,84 тыс/г почвы. Коэффициент минерализации составил 1,13 против 1,08 по сравнению с контролем, что свидетельствует об увеличении микробиологической активности микробионта.

Однократная подкормка в фазе кущения пшеницы разными дозами – 1,5 и 2,0 л/га показала существенные различия в микробном составе к периоду уборки. По сравнению с фоном произошло снижение численности аммонификаторов, особенно на варианте с 2 л/га, что в сравнении с дозой 1,5 л/га было меньше примерно в 2 раза. В основном уменьшились численность неспорных бактерий и количество микроорганизмов, растущих на среде КАА. Однако коэффициент минерализации был более высоким на варианте с применением EсоGrow в

фазе кущения 2 л/га – 1,5 против 1,28 на варианте с дозой препарата 1,5 л/га. Количество грибного населения также уменьшилось на обо-

их вариантах по сравнению с фоном с большим снижением на варианте по дозе 2 л/га – в 1,7 раза.

Таблица 1

Влияние EсоGrow на микробиологическую активность черноземной почвы под яровой пшеницей

Вариант	Численность микроорганизмов, КОЕ*10 ⁶ /г абс. сухой почвы				Численность грибов, тыс. КОЕ * 10 ³	Общая биогенность, КОЕ* 10 ⁶	Коэффициент минерализации	Плотность азотобактера, %
	МПА			КАА				
	общее	споровые	неспоровые					
1. Контроль (без обработки)	16,26	2,85	13,41	17,48	15,04	33,76	1,08	93,33
2. Обработка семян EсоGrow	12,85	2,81	10,04	14,46	18,88	27,33	1,13	100,00
3. Фон + подкормка в фазе кущения 1,5 л/га EсоGrow	10,04	4,02	6,02	12,85	14,46	22,90	1,28	83,33
4. Фон + подкормка в фазе кущения 1,5 л/га + флаговый лист 1,5 л/га EсоGrow	10,26	4,70	5,56	17,95	25,64	28,24	1,75	93,33
5. Фон + подкормка флаговый лист 1,5 л/га EсоGrow	14,23	5,28	7,72	22,76	13,01	37,00	1,60	100,00
6. Фон + подкормка в фазе кущения 2 л/га EсоGrow	5,69	3,66	2,03	8,54	11,38	14,24	1,50	100,00
7. Фон + подкормка в фазе кущения 2 л/га + 2 л/га флаговый лист EсоGrow	6,35	3,17	3,17	6,75	13,10	13,11	1,06	93,33
8. Фон + флаговый лист 2 л/га EсоGrow	11,90	1,98	9,92	10,32	20,63	22,24	0,87	93,33

Примечание. *КОЕ – колониобразующие единицы.

Использование EсоGrow однократно в период развития флагового листа изучаемыми дозами показало несколько иную картину микробного сообщества. Общая биогенность примерно в 1,5 раза была выше – 22,24-37,0 млн КОЕ, с большим их числом на варианте подкормки 1,5 л/га. Это было связано с развитием микробов, использующих минеральный азот – до 22,76 млн/г почвы. Коэффициент минерализации составил 1,6. На варианте с дозой препарата 2,0 л/га отмечалось низкое их количество, поэтому коэффициент минерализации был низким – 0,87. При использовании высокой дозы препарата численность грибов была также более высокой, чем при подкормке в дозе 1,5 л/га. Следовательно, более поздняя подкормка пшеницы препаратом с дозой 2,0 л/га несколько снижает микробиологическую активность почвы и не действует на микромицеты.

На вариантах 2-кратной подкормки яровой пшеницы препаратом дозами 1,5 и 2,0 л/га наблюдалась аналогичная закономерность: более высокая доза препарата снижала численность микроорганизмов и коэффициент минерализации. При подкормке дозой 1,5 л/га коэффициент минерализации равнялся 1,75 и был самым высоким по сравнению со всеми варианта-

ми опыта, в то время как на варианте 2,0 л/га он составил 1,06. Следует отметить высокий показатель численности грибов-микромицетов при 2-кратном применении препарата дозой 1,5 л/га, что в какой-то степени следует учитывать при разработке рекомендаций по применению EсоGrow под яровую пшеницу.

Перед наложением подкормки яровой пшеницы кремнийсодержащим удобрением в фазе кущения были отобраны и растительные образцы.

Согласно полученным данным (табл. 2) как сырая, так и сухая масса 1 растения по варианту с обработкой семян была выше контрольного варианта. Так, в среднем из 3 повторений по 50 растений каждая на контроле и на варианте с обработанными семенами она, соответственно, была равна: сырая – 1,08 и 1,34 г, сухая – 0,267 и 0,370 г. Содержание сухого вещества на варианте с обработкой семян получено в среднем 27,3% против 24,7% на контроле. Изменилось и содержание элементов питания в растениях. При оптимальном количестве азота по В.В. Церлинг в фазе кущения 4,5-5,5% в растениях по обоим вариантам оно было значительно ниже: 1,24% – по необработанному контролю и 1,47% – по обработанным семенам. Уровень содержания фосфора был также значительно ниже оп-

тимального – 0,35-0,45%, составляя по контролю 0,12% и по обработанным семенам – 0,14%. При этом количество калия было заметно выше по обработанным семенам – 3,24%, против 2,78%, т.е. приближаясь к оптимальному уровню при использовании препарата «EcoGrow». Обработка семян и внесенный минеральный фон удобрений способствовали повышению потребления калия. Низкое содержание азота и фосфора в растениях можно объяснить засушливостью периода от всходов до кущения и, в первую очередь, воздушной засухой, что тормозило их потребление. Можно отметить, что обработка семян перед посевом способствовала более экономному потреблению элементов питания из почвы растениями в фазе кущения.

Анализ растений в фазе молочной спелости показал некоторое влияние применения EcoGrow на биохимические процессы в растениях пшеницы. Накопление сырой массы на вариантах с применением препарата повышалось до 8,6-12,6 г против 7,8 г на контроле. Средняя сухая масса одного растения была несколько ниже контрольного – 5,9 г (на 2,3-0,1 г), но на вариантах однократной подкормки в фазе флагового листа

как в дозе 1,5, так и 2,0 л/га сухая масса была значительно выше – 8,7 и 8,1 г соответственно. Содержание сухого вещества варьировало в широких пределах – с 33,27 до 69,05% против 75,64% на контроле, поэтому можно заключить, что в растениях по вариантам применения EcoGrow продолжались ростовые процессы, особенно при подкормках в дозе 2 л/га в фазе кущения и 2-кратном его использовании (табл. 3). На вариантах применения препарата в дозе 1,5 л/га содержание сухого вещества также было ниже варианта обработки семян и абсолютного контроля, составляя 50,0-52,33% против 67,82 и 75,64%, что говорит о влиянии изучаемого удобрения и в меньших дозах.

Содержание азота в растениях на абсолютном контроле составляло 2,03%, а при использовании EcoGrow большая его величина была по вариантам обработки семян – 2,51% и по 2-кратной подкормке в дозе 2 л/га – 2,61%. По остальным вариантам содержание азота было ниже абсолютного контроля или на его уровне (табл. 3). Отмечена положительная слабая связь содержания нитратов в растении с его количеством в почве $r=0,26$.

Таблица 2

Биометрия яровой пшеницы и содержание N, P, K

Варианты	Масса 1 растения, г		Сухое вещество, %	Содержание, %		
	сырая	сухая		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (без обработки)	1,01	0,28	28	1,22	0,12	2,51
	1,26	0,28	22	1,31	0,11	2,99
	0,98	0,24	24	1,18	0,13	2,83
Среднее	1,08	0,267	24,7	1,237	0,12	2,78
Обработка семян	1,06	0,28	26	1,25	0,13	3,06
	1,50	0,47	31	1,53	0,15	3,58
	1,47	0,37	25	1,47	0,14	3,16
Среднее	1,34	0,370	27,3	1,42	0,14	3,27
Оптим. уровень по В.В. Церлинг				4,5-5,5	0,35-0,45	3,3-4,4

Таблица 3

Биометрия яровой пшеницы, фаза молочной спелости

Варианты	Масса 1 растения, г		Сухое вещество, %	Содержание, %		
	сырая	сухая		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (без обработки)	7,8	5,9	75,64	2,03	0,18	3,61
Обработка семян	8,7	5,9	67,82	2,51	0,19	3,51
Фон + подкормка в фазе кущения 1,5 л/га EcoGrow	8,6	4,5	52,33	1,74	0,17	2,47
Фон + подкормка в фазе кущения 1,5 л/га + флаговый лист 1,5 л/га EcoGrow	11,6	5,8	50,00	2,03	0,21	4,38
Фон + подкормка флаговый лист 1,5 л/га EcoGrow	12,6	8,7	69,05	1,98	0,20	2,69
Фон + подкормка в фазе кущения 2 л/га EcoGrow	11,0	3,7	33,27	2,03	0,19	3,69
Фон + подкормка в фазе кущения 2 л/га + 2 л/га флаговый лист EcoGrow	9,1	3,9	42,86	2,61	0,22	2,51
Фон + флаговый лист 2 л/га EcoGrow	12,0	8,1	67,50	1,83	0,23	2,66

Количество фосфора по вариантам использования EсоGrow в основном превышало абсолютный контроль и составляло 0,19-0,23% против 0,18%. Наибольшее увеличение произошло при подкормке в период флагового листа дозой 2 л/га и 2-кратном ее применении до 0,23-0,22% соответственно. По подкормкам в дозе 1,5 л/га также отмечалось повышение содержания фосфора, но несколько меньше – до 0,20-0,21%. Отмечена слабая отрицательная связь содержания фосфора в растении с его количеством в почве $r = -0,34$.

Содержание калия в растениях составляло 2,47-4,38%, в основном оно было ниже абсолютного контроля, составляя 2,47-3,51% против 3,6%. Превышение контроля – 4,38% было по варианту 3-кратного его применения в дозе 1,5 л/га (семена + 2 подкормки).

Таким образом, анализируя потребление элементов питания по вариантам использования EсоGrow, можно отметить, что 2-кратная подкормка растений в дозе 1,5 л/га и особенно 2 л/га способствовала более экономному потреблению азота и калия, но усиливала потребление фосфора. Экономное использование питательных веществ также отмечалось и по варианту обработки семян.

Почти все показатели структуры урожая пшеницы заметно варьируют (табл. 4). Так, густота растений на абсолютном контроле составила 318 шт/м², по фону – 285 шт/м², а по вариантам подкормок находилась в пределах 257-345 шт/м². Заметно выше она была при подкормке в фазе флагового листа по обеим дозам и при 2-кратной обработке посевов в дозе 2 л/га. Такая разница по густоте стояния растений мо-

жет быть связана с большой площадью участков и практически не зависит от действия изучаемого удобрения, что подтверждается величиной НСР.

Продуктивная кустистость также связана с густотой. При посеве обработанными семенами она увеличилась с 1,59 до 1,63. От подкормок по 1,5 л/га она увеличилась и составила 1,80-1,88 и по дозе 2 л/га – до 1,98-2,39 с некоторым превышением при обработке в фазе кущения, то есть достоверное повышение кустистости пшеницы отмечено при использовании препарата в дозе 2 л/га.

Высота растений при 90,1 см на контроле при наложении на обработку семян подкормок повышалась до 91,5-95,4 см, что в большинстве случаев находилось в пределах ошибки опыта. Достоверное отличие высоты растений отмечено только при применении EсоGrow в дозе 2 л/га по фону в фазе флагового листа.

Длина колоса при подкормках EсоGrow в дозе 1,5 л/га изменялась от 7,5 до 8,1 см с преобладанием при обработке в фазе кущения, в то время как по дозе 2 л/га она была более низкой – 7,5 см. При этом подкормка 2 л/га по флаговому листу способствовала удлинению колоса на 0,5 см и составляла 8,2 см. Двукратные подкормки в обеих дозах обеспечили длину колоса на уровне контроля.

Количество колосков в колосе от использования EсоGrow увеличилось с 13,4 шт. на контроле до 13,9 шт. при обработке семян и до 14,0-14,3 шт. при проведении подкормок с достоверным их увеличением от обработки в дозе 1,5 л/га по всем приемам и 2,0 л/га в фазе флагового листа.

Таблица 4

Элементы структуры урожая яровой пшеницы

№ п/п	Количество растений, шт/м ²	Продуктивная кустистость	Высота растений, см	Длина колоса, см	Количество в колосе, шт.		Масса зерна на 1 колоса, г	Соотношение зерно: солома
					колосков	зерен		
1	318	1,59	90,1	7,7	13,4	38,6	1,66	1:1,09
2	285	1,63	91,2	8,0	13,9	40,6	1,61	1:1,29
3	287	1,88	92,0	8,1	14,3	38,8	1,54	1:1,38
4	289	1,87	91,5	7,5	14,3	43,4	1,79	1:1,41
5	345	1,80	92,6	8,0	14,1	39,8	1,62	1:1,48
6	257	2,39	93,2	7,5	14,0	42,9	1,75	1:1,08
7	257	2,32	93,2	7,7	14,0	41,7	1,70	1:1,03
8	330	1,98	95,4	8,2	14,3	43,3	1,68	1:1,02
НСР _{0,5}	39,4	0,35	3,27	0,32	0,7	4,11	0,16	1:0,26

Количество зерен в колосе составляло 38,6-43,4 шт. при 38,6 шт. – на контроле. Заметно больше их образовалось при использовании дозы 2 л/га – 41,7-43,3 шт. против 38,8-43,5 шт. по дозе 1,5 л/га. При этом достоверное их повышение от дозы 1,5 л/га отмечалось при 2-кратной подкормке, а от дозы 2 л/га – по флаговому листу и кущению.

По массе зерна 1 колоса достоверных отличий не отмечено, но некоторое повышение данного показателя от применения EсоGrow наблюдается. По дозе 1,5 л/га самой высокой масса зерна 1 колоса была по варианту с 2-кратной подкормкой, а по дозе 2 л/га – при подкормке в фазе кущения и 2-кратной подкормке (табл. 4).

Таблица 5

Урожайность и качество зерна яровой пшеницы

Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка		Масса 1000 зерен, г	Содержание, %	
		т/га	%		белок	клейковина
Контроль (без обработки)	4,56	-	-	38,83	12,52	28,8
Обработка семян – фон	5,12	0,56	12,1	38,37	13,25	30,2
Фон + подкормка в фазе кущения 1,5 л/га EсоGrow	5,97	1,41	30,6	38,17	17,38	35,2
Фон + подкормка в фазе кущения 1,5 л/га + флаговый лист 1,5 л/га EсоGrow	5,15	0,59	12,8	39,10	15,42	31,2
Фон + подкормка флаговый лист – 1,5 л/га EсоGrow	6,28	1,72	37,4	39,17	14,70	31,4
Фон + подкормка в фазе кущения 2 л/га EсоGrow	5,96	1,40	30,4	38,10	14,82	32,4
Фон + подкормка в фазе кущения 2 л/га + 2 л/га флаговый лист EсоGrow	5,72	1,16	25,2	39,93	14,25	31,6
Фон + флаговый лист 2 л/га EсоGrow	6,28	1,72	37,4	38,10	15,09	34,0
НСР ₀₅	-	0,59	-	0,76	-	-

Изменилось соотношение между зерном и соломой. При 1:1,19 на контроле по варианту обработки семян оно повысилось до 1:1,29 и еще больше при наложении подкормок в дозе 1,5 л/га до 1:1,38-1:1,48, в то время как по дозе 2 л/га оно было 1:1,02-1:1,08, то есть применение EсоGrow в дозе 2,0 л/га снизило долю соломы.

Рассматривая данные таблицы 5, можно отметить, что при использовании EсоGrow получен более высокий урожай по сравнению с удобренным контролем. Одна обработка семян повысила уровень урожая на 0,56 т/га, или на 12,1%, наложение подкормок по 1,5 л/га – на 0,59-1,72 т/га при росте от подкормки в фазе кущения – 1,41 т/га (30,6%), а по флаговому листу – 1,72 т/га (37,4%). Действие однократных подкормок в дозе 2,0 и 1,5 л/га в фазе кущения и флагового листа было одинаковым, а 2-кратная подкормка в дозе 2,0 л/га обеспечила более высокий прирост по сравнению с дозой 1,5 л/га.

Масса 1000 зерен была близкой к контролю и варьировала от 38,10 до 39,93 г, с достоверным преимуществом 2-кратных подкормок, особенно от дозы 2,0 л/га.

Анализ данных показал значительное повышение уровня белка от внесения EсоGrow. При

количестве белка на контроле 12,52% оно по вариантам подкормок повысилось до 13,25-17,98%. Четкого действия доз EсоGrow и сроков проведения подкормок не проявилось, но подкормка во время кущения в дозе 1,5 л/га увеличила его содержание до 17,98%.

Содержание клейковины под влиянием EсоGrow повысилось с 28,8% на контроле до 30,2% при обработке семян, а при подкормке дозой 1,5 л/га – до 31,2-35,2% и по дозе 2 л/га – до 32,4-34%. По 2-кратным подкормкам оно было на одном уровне – 31,2-31,6%. Выделились варианты использования подкормки в дозе 1,5 л/га в фазе кущения, а в дозе 2,0 л/га – в фазе флагового листа.

Заключение

Исследования, проведенные по включению в технологии возделывания яровой пшеницы органоминерального удобрения «NaturAgro EсоGrow», в условиях Бийско-Чумышской зоны при экстремально засушливом начале вегетационного периода позволяют сделать предварительные выводы:

1. EсоGrow к фазе молочной спелости зерна позволяет удерживать влагу в корнеобитаемом слое почвы на 0,3-2,1% больше, чем на контро-

ле. Более значительное содержание отмечается при использовании дозы 1,5 л/га. Отмечено некоторое снижение обменной кислотности почвы по обеим дозам подкормок и содержания нитратного азота в корнеобитаемом слое на 2,5-14,9 мг/кг, с большими отклонениями при использовании препарата в дозе 1,5 л/га. Содержание минеральных форм азота ($N-NO_3+NH_4$) находится на среднем уровне – 20-40 мг/кг. Содержание подвижных форм фосфора как в пахотном слое, так и в корнеобитаемом слое от использования EсоGrow снижается относительно контрольного варианта: в пахотном слое – на 1-35 мг/кг, в корнеобитаемом – на 2-35 мг/кг и находится в слабой отрицательной связи с содержанием фосфора в растении $r = -0,34$. Количество обменного калия в корнеобитаемом слое снижается на 1-40 мг/кг при 92 мг/кг на контроле и находится в средней по тесноте корреляционной связи с их содержанием в растении $r = 0,57$. В почве установлено высокое содержание подвижной серы с наибольшим уровнем на контроле и на вариантах с подкормкой EсоGrow в дозе 2 л/га.

2. Установлено некоторое снижение общей численности зимогенной микрофлоры от использования препарата «EсоGrow» при выращивании яровой пшеницы, но коэффициент минерализации повышался с 1,08 до 1,13-1,75. При высокой дозе препарата, применяемой как 2-кратно, так и однократно в фазе флагового листа, он снижался до 0,87-1,06. Четкой закономерности изменения плотности азотобактера от применения препарата не выявлено.

3. Применение EсоGrow к фазе молочной спелости в большей степени оказало влияние на оводненность растений, которая повышалась на 0,8-4,8 г с преимуществом от однократной подкормки в фазе флагового листа в дозе 1,5 л/га. По этому же варианту отмечалось максимальное накопление сухой массы 8,7 г против 5,9 г на контроле. При этом процент накопления сухого вещества от использования препарата снижался. Содержание азота в растении увеличивалось относительно контрольного на вариантах с обработкой семян и при 2-кратной подкормке в дозе 2,0 л/га. Потребление фосфора повышалось с 0,18 до 0,19-0,23% с наибольшим значением от подкормок в дозе 2,0 л/га 2-кратно и по флаговому листу. Количество калия в растениях пшеницы только при 2-кратном использовании

EсоGrow в дозе 1,5 л/га превышало контроль в 1,2 раза.

4. Установлено повышение продуктивной кустистости от применения EсоGrow с 1,59 на 0,04-0,80 единиц, количества колосков в колосе – с 13,4 до 13,9-14,3 шт., количества зерен в колосе – с 38,6 до 38,8-43,4 шт., массы зерна одного колоса – на 0,02-0,13 г при 1,66 г на контроле. Четкой зависимости изменения элементов продуктивности от дозы не выявлено, но наибольшие увеличения компонентов, слагающих урожай, отмечаются при использовании EсоGrow в виде подкормок в дозе 1,5 л/га.

5. Использование EсоGrow с наложением подкормок на обработанные семена в дозах 1,5 и 2 л/га в разные фазы достоверно позволяет получить прибавку в урожае пшеницы от 0,59 до 1,72 т/га, что составляет 12,8-37,4% к контролю. Однократное применение препарата для обработки семян перед посевом менее эффективно. Наибольший прирост урожая до 6,28 т/га против 4,56 на контроле отмечается при однократной подкормке в дозе 1,5 и 2,0 л/га в фазе флагового листа с повышением содержания белка в зерне пшеницы с 12,52 до 13,25-17,38%, а клейковины – с 28,8 до 30,2-35,2%.

Библиографический список

1. Чернышева, Е. Что происходит на российском рынке органического сельского хозяйства / Е. Чернышева. – Текст: электронный // +1: [сайт]. – URL: <https://plus-one.rbc.ru/economy/chto-proishodit-na-rossiyskom-rynke-organicheskogo-selskogo-hozyaystva?ysclid=Iona4azuc1866528880>.
2. Изменение биохимического потенциала почв при биологизации земледелия / С. И. Завалишин, В. С. Карелина, В. Н. Чернышков, И. А. Косачев. – Текст: непосредственный // Перспективы внедрения инновационных технологий в АПК: сборник статей II Российской (Национальной) научно-практической конференции (20 декабря 2019 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2019. – С. 15-17.
3. Микробиологическая активность почв при переходе на принципы органического земледелия / С. И. Завалишин, В. С. Карелина, В. Н. Чернышков, И. А. Косачев. – Текст: непосредственный // Перспективы внедрения инновационных технологий в АПК: сборник статей II Российской (Национальной) научно-практи-

ческой конференции (20 декабря 2019 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2019. – С. 17-19.

4. Ступина, Л. А. Влияние стимулятора роста БиоВайс, микоризы и препаратов азотфиксирующих бактерий на фотосинтетическую активность яровой мягкой пшеницы / Л. А. Ступина, Я. Д. Мишина. – Текст: непосредственный // *Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 книгах / XIII Международная научно-практическая конференция, Барнаул, 15-16 февраля 2018 г.* – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2018. – Кн. 1. – С. 422-423.

5. Курсакова В.С. Влияние diaзотрофных бактерий на фотосинтетическую активность и продуктивность яровой твердой пшеницы в условиях Приобской лесостепи / В.С. Курсакова, Л. А. Ступина, Н. В. Чернецова. – Текст: непосредственный // *Cutting-Edge Science: Materials of the XII International Research and Practice Conference (April 30 – May 7, 2016).* – Shoffield. – 2016. – Vol. 11. – P. 33-37.

6. Старикова, М. В. Влияние препарата «Гуминатрин» на эффективность различных сортов ячменя / М. В. Старикова. – Текст: непосредственный // *Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета: научный журнал.* – 2021. – № 2. – С. 19-22.

7. Бочарникова, Е. А. Эффективность кремневых удобрений / Е. А. Бочарникова, В. В. Матыченков // *Доклады РАСХН.* – 2010. – № 6. – С. 37-39.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. Косачев, И. А. Изучение эффективности применения биологически активных удобрений на яровой пшенице в условиях производства /

И. А. Косачев, В. Н. Чернышков. – Текст: непосредственный // *Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 книгах / XVII Международная научно-практическая конференция, Барнаул, 09-10 февраля 2022 года.* – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2022. – К. 1. – С. 247-250.

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

13. 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.

14. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под общей редакцией М. А. Федина. – Москва: Б. и., 1985. – Вып. 1. – 267 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Chernysheva E. Chto proiskhodit na rossiiskom rynke organicheskogo selskogo khoziaistva: Rezhim dostupa: URL: <https://plusone.rbc.ru/economy/chto-proishodit-na-rossiyskom-rynke-organicheskogo-selskogo-hozyaystva?ysclid=lon4azuc1866528880>.

2. Zavalishin S.I. Izmenenie biokhimicheskogo potentsiala pochv pri biologizatsii zemledelii / S. I. Zavalishin, V. S. Karelina, V. N. Chernyshkov, I. A. Kosachev // *Perspektivy vnedreniia innovatsionnykh tekhnologii v APK: sbornik statei II Rossiiskoi (Natsionalnoi) nauchno-prakticheskoi konferentsii (20 dekabria 2019 g.).* – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2019. – S. 15-17.

3. Zavalishin S.I. Mikrobiologicheskaiia aktivnost pochv pri perekhode na printsipy organicheskogo zemledelii / S. I. Zavalishin, V. S. Karelina, V. N. Chernyshkov, I. A. Kosachev // *Perspektivy vnedreniia innovatsionnykh tekhnologii v APK: sbornik statei II Rossiiskoi (Natsionalnoi) nauchno-prakticheskoi konferentsii (20 dekabria 2019 g.).* – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2019. – S. 17-19.

4. Stupina L.A. Vliianie stimuliatora rosta BioVais, mikorizy i preparatov azotfiksiruiushchikh bakterii na fotosinteticheskuiu aktivnost iarovoi miagkoi pshenitsy / L.A. Stupina, Mishina Ia.D. // *Agrarnaia nauka – selskomu khoziaistvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XIII Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia (15-16 fevralia 2018 g.).* Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2018. – Кн. 1. – S. 422-423.

5. Kursakova V.S. Vliianie diazotrofnnykh bakterii na fotosinteticheskuiu aktivnost i produktivnost iarovoi tverdoi pshenitsy v usloviakh Priobskoi lesostepi / V.S. Kursakova, L. A. Stupina, N.V. Chernetsova // Cutting-Edge Science: Materials of the XII International Research and Practice Conference (April 30 – May 7, 2016). – Sheffield. – 2016. – Vol. 11. – P. 33-37.

6. Starikova M.V. Vliianie preparata «Gumina-trin» na effektivnost razlichnykh sortov iachmenia / M.V. Starikova // Vestnik molodezhnoi nauki Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta: sbornik nauchnykh trudov. – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2021. – № 2. – S.19-22.

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

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

9. 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.

10. 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.

11. Kosachev I.A. Izuchenie effektivnosti primeneniia biologicheskii aktivnykh udobrenii na iarovoi pshenitse v usloviakh proizvodstva / I. A. Kosachev, V. N. Chernyshkov // Agrarnaia nauka – selskomu khoziaistvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XVII Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia (9-10 fevralia 2022 g.). – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2022. – Kn. 1. – S. 247-250.

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

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

14. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniia selskokhoziaistvennykh kultur / pod obshch. red. M.A. Fedina. – Moskva, 1985. – Vyp. 1. – 267 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).



УДК 631.417.1

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-231-1-37-44

**А.Е. Кудрявцев, Е.С. Ваганов,
С.В. Канунников, В.А. Локтионов
A.E. Kudryavtsev, E.S. Vaganov,
S.V. Kanunnikov, V.A. Loktionov**

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СЕКВЕСТРАЦИЮ, ДЕПОНИРОВАНИЕ, ЭМИССИЮ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АГРОЦЕНОЗАХ

FACTORS DETERMINING SEQUESTRATION, DEPOSITION, AND CARBON DIOXIDE EMISSIONS IN AGROCENOSSES

Ключевые слова: углекислый газ, агроценозы, фотосинтез, секвестрация, депонирование, эмиссия, круговорот углерода, углеродный сток, природные и антропогенные факторы.

Проведенные исследования позволили установить влияние природных и антропогенных факторов, опреде-

ляющих процессы секвестрации, депонирования и эмиссии углерода в агроценозах. К природным факторам следует относить фотосинтетически активную радиацию, фотосинтез, погодные условия, плодородие агропочв, элементы биофилы, микробиологическую активность почв, соответствующую процессу почвообразования, рельеф. Процесс секвестрации считаем начальным этапом