

она выше, тем больше коэффициент теплопроводности и, следовательно, тепловой поток. В этой связи оросительные мелиорации позволяют регулировать поступление и аккумуляцию тепла в почвенном профиле.

Библиографический список

1. Гончарова, Л. А. Сибирские яблони / Л. А. Гончарова. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2002. – 158 с. – Текст: непосредственный.
2. Рыжков, А. П. Корневая система плодовых и ягодных культур в Западной Сибири. – Омск: ОмСХИ, 1981. – 163 с. – Текст: непосредственный.
3. Макарычев, С. В. Теплофизические основы мелиорации почв / С. В. Макарычев. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – 279 с. – Текст: непосредственный.
4. Болотов, А. Г. Определение теплофизических свойств почв с использованием систем измерения ZETLAB / А. Г. Болотов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 12. – С. 48-50.
5. Определение профильного распределения температуры почвы на основании температуры ее поверхности / Е. В. Шейн, А. Г. Болотов, М. А. Мазиров, А. И. Мартынов. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2018. – № 7. – С. 26-29.
6. Моделирование теплового режима почвы по амплитуде температуры приземного воздуха / Е. В. Шейн, А. Г. Болотов, М. А. Мазиров, А. И. Мартынов. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2017. – № 7. – С. 24-28.
7. Справочник по климату СССР. – Ленинград: Гидрометиздат, 1970. – Вып. 20. – 322 с. – Текст: непосредственный.
8. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Москва: Высшая школа, 1984. – 399 с. – Текст: непосредственный.

9. Макарычев, С. В. Теплофизическое состояние черноземов плодовых садов Алтайского Приобья / С. В. Макарычев, И. В. Гефке, А. В. Шишкин. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 190 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Goncharova L. A. Sibirskie iablони. – Novosibirsk: Izd-vo NGAU, 2002. – 158 s.
2. Ryzhkov A. P. Kornevaia sistema plodovykh i iagodnykh kultur v Zapadnoi Sibiri. – Omsk: OmSKhI, 1981. – 163 s.
3. Makarychev S. V. Teplofizicheskie osnovy melioratsii pochv. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2005. – 279 s.
4. Bolotov A. G. Opredelenie teplofizicheskikh svoistv pochv s ispolzovaniem sistem izmereniia ZETLAB // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – No. 12. – S. 48-50.
5. Shein E. V. Opredelenie profilnogo raspredeleniia temperatury pochvy na osnovanii temperatury ee pov-erkhnosti / E. V. Shein, A. G. Bolotov, M. A. Mazirov, A. I. Martynov. // Zemledelie. – 2018. – No. 7. – S. 26-29.
6. Shein, E. V. Modelirovanie teplovogo rezhima pochvy po amplitude temperatury prizemnogo vozdukha / E. V. Shein, A. G. Bolotov, M. A. Mazirov, A. I. Martynov. // Zemledelie. – 2017. – No. 7. – S. 24-28.
7. Spravochnik po klimatu SSSR. – Leningrad: Gidrometizdat, 1970. – Vyp. 20. – 322 s.
8. Vadiunina, A. F. Metody issledovaniia fizicheskikh svoistv pochv i gruntov / A. F. Vadiunina, Z. A. Korchagina. – Moskva: Vysshiaia shkola, 1984. – 399 s.
9. Makarychev, S. V. Teplofizicheskoe sostoianie chernozemov plodovykh sadov Altaiskogo Priobia / S. V. Makarychev, I. V. Gefke, A. V. Shishkin. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2008. – 190 s.



УДК 635.21.:631.82

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-228-10-35-43

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ ECOGROW ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

EFFECTIVENESS OF ORGANO-MINERAL FERTILIZER ECOGROW APPLICATION IN POTATO GROWING

Ключевые слова: органоминеральное удобрение EcoGrow, картофель, питательный режим, биологическая активность почв, урожайность, фракционный состав, качество клубней картофеля.

Keywords: organo-mineral fertilizer EcoGrow, potatoes, nutritional regime, soil biological activity, yielding capacity, size distribution, potato tuber quality.

Проанализированы научные исследования, проведенные с кремнийсодержащими препаратами в различных регионах РФ на полевых культурах и картофеле. В связи с отмеченным положительным эффектом была поставлена цель в изучении технологии применения органоминерального удобрения EcoGrow с активным кремнием в агроценозе картофеля. Исследования проводили на полях ОАО «Сатурн-2» Первомайского района Алтайского края. Применение EcoGrow для обработки клубней перед посадкой картофеля сорта Гала в дозе 6 л/т и в качестве подкормки в фазу всходов и бутонизации в дозе 3 л/га способствовало повышению обеспеченности почвы подвижными элементами питания, включая серу в слое 0-20 см, и уровня накопления азота и калия, особенно при подкормке в фазу бутонизации. Установлено повышение общей биогенности чернозема с 22,50 на 1,48-17,67 млн КОЕ (колониеобразующих единиц) с наибольшим показателем при обработке клубней перед посадкой. Максимальный коэффициент минерализации органических остатков 1,54 получен от обработки клубней с 2-кратной подкормкой по вегетации. Количество клубней в гнезде увеличивалось с 9,51 до 15,39-17,12 шт. При этом повышалось количество клубней мелкой фракции с 3,9 до 8,27-9,37 шт. и средней фракции с 2,97 до 4,45-5,64 шт. Количество клубней фракции более 120 г увеличивалось только при подкормке в фазу бутонизации. Масса 1 клубня по вариантам подкормки составляла 105,3-131,1 г при 91,7 г на контроле. Урожайность повышалась с 38,19 до 43,06-53,23 т/га, или на 12,6-39,38% с максимальным значением от обработки клубней с подкормкой в фазу бутонизации. Содержание сухого вещества, крахмала и витамина С было наибольшим при обработке клубней + подкормка в фазу бутонизации и двукратной подкормке по обработанным клубням: соответственно, 20,6-20,5% против 19,0%; 10,9-11,8% против 9,9% и 10,1-13,4 мг% против 11,0 мг%.

The studies conducted with silicon-containing preparations in various regions of the Russian Federation on field crops and potatoes were analyzed. Due to the revealed positive effect, the goal was set to study the technology of using the organo-mineral fertilizer EcoGrow with active silicon in potato agroecosystem. The research was carried out in the fields of the farm of the OAO Saturn-2 in the Pervomayskiy District of the Altai Region. The application of EcoGrow for tuber treatment before planting potatoes (the Gala variety) at a rate of 6 L t and as a foliar dressing during the germination and budding stage at a rate of 3 L ha helped to increase the supply of soil with mobile nutrients including sulfur in the 0-20 cm layer and the level of nitrogen and potassium accumulation especially when dressing at the budding stage. Increased total biogenerality of chernozem was revealed from 22.50 to 1.48-17.67 million CFU (colony-forming units) with the highest value when treating tubers before planting. The maximum coefficient of mineralization of organic residues of 1.54 was obtained from treating tubers followed by twofold foliar dressing during the growing season. The number of tubers per plant increased from 9.51 to 15.39-17.12 pieces. At that time, the number of small-sized tubers increased from 3.9 to 8.27-9.37 pieces; the number of medium-sized tubers increased from 2.97 to 4.45-5.64 pieces. The number of tubers in the fraction over 120 g increased only when foliar dressing at the budding stage. The weight of 1 tuber in the dressing variants was in the range of 105.3-131.1 g, with 91.7 g in the control. The yield increased from 38.19 t ha to 43.06-53.23 t ha or by 12.6-39.38% with the maximum value from tuber treatment followed by foliar dressing at the budding stage. The content of dry solids, starch and vitamin C was the highest when treating tubers + foliar dressing at the budding stage followed by twofold foliar dressing: respectively, 20.6-20.5% compared to 19.0%; 10.9-11.8% compared to 9.9% and 10.1-13.4 mg% compared to 11.0 mg%.

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.

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: kursakova-v@mail.ru.

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

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.

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

Введение

Повышение продуктивности и качества клубней картофеля невозможно без внедрения биологических приемов, обеспечивающих их экологическую безопасность [1]. В литературе имеются сведения об эффективности различных биологически активных веществ, обладающих комплексным действием. Ши-

роко известны и применяются такие стимуляторы роста растений, как Гуми-20, Плодородие, Циркон, Эпин, Микромак, Силиплант и др. [2].

Появилась принципиально новая группа регуляторов роста, которая в своем составе содержит кремний различных форм и видов. Кремний может в них находиться как в виде неорганического (ионного)

состояния, так и в виде органических веществ силатранов [3-5], которые в своем составе содержат не только необходимый растениям кремний, но являются веществом, проявляющим стимулирующий эффект в отношении роста и развития растений на биохимическом и физиологическом уровнях [6-8].

Так, в опытах А.В. Козлова, И.П. Уромовой, А.Х. Куликовой, применение Силипланта, Энергии М и Мивал-Агро в Нижегородской области увеличило на 19,36 и 32% выход клубней, повысило содержание крахмала с 12,1 до 13,4-13,7%, а содержание витамина С – с 16,4 до 23,2-25,0 мг% при наибольшей эффективности Энергии М [9].

А.О. Гранкина, А.Ф. Пэлий, В.В. Носов, Д.В. Демидов и др. отмечают положительный эффект на процессы роста и развития картофеля, его устойчивости к неблагоприятным факторам (засухи, развитию болезней) от применения нового кремнийсодержащего агрохимиката от ФосАгро на картофеле в Нечерноземной зоне [10].

Картофель повреждается многими болезнями и вредителями, поэтому при его возделывании применяется большой спектр пестицидов, разложение в почве которых зависит от её биологической активности. В литературе имеются сведения об эффективности препаратов, содержащих кремний [5], позволяющих снизить пестицидную нагрузку и поступление их в растения картофеля [5, 8].

Ряд исследователей отмечают влияние кремневых удобрений не только на растения, но и на биологическую активность почвы, так как многие почвенные организмы активно используют кремний на свои физиологические процессы [11, 12].

Учеными Алтайского ГАУ с 2017 г. ведутся исследования по эффективности препарата «НаноКремний». И.А. Косачевым и В.Н. Чернышковым в условиях Бие-Чумышской зоны получена прибавка от подкормки вегетирующих растений пшеницы сорта Ирень на 3,55 ц/га, а по сорту гречихи Дизайн – на 1,05 ц/га. В условиях Усть-Пристанского района от двукратной обработки вегетирующих растений яровой пшеницы сорта Грани получена прибавка в 4,0 ц/га, по сорту гречихи Дружина – 5,59 ц/га [13].

Л.А. Ступиной проведена оценка в условиях умеренно-засушливой колочной степи Алтайского края действия биопрепарата «НаноКремний» при обработке семян нута сорта Кулундинский 5 и подкормкой в фазу ветвления и бутонизации. Установлено повышение ростовых процессов нута, формирование более мощного симбиотического аппарата, что достоверно повысило урожайность на 0,68 т/га, или 32,4% от использования НаноКремния для обработки семян дозой 200 мл/т с опрыскиванием в фазу ветвления 70 мл/га [14].

В опыте, проведенном на подсолнечнике сорта Кулундинский 1 в Косихинском районе Алтайского края на полях КФХ «Иванов А.Н.», дана оценка пре-

паратов «НаноКремний» и «Теллура-Био» на его урожайность. Отмечен наибольший эффект от 2-кратного совместного применения препаратов в дозе НаноКремния 35 мл/га и Теллуры-Био 2 л/га. Прибавка составила 0,56 т/га [15].

М.И. Глебов, С.В. Жандарова определили эффективность предпосадочной обработки клубней картофеля сорта Жуковский ранний Цитогуматом, НаноКремнием и Теллура-Био. Влияние НаноКремния на урожайность картофеля было незначительно – 0,36 т/га к контролю, по сравнению с 4,65 т/га от Цитогумата и 6,40 т/га от Теллура-Био [16].

В технологиях возделывания картофеля большое значение придается качеству удобрений, коэффициентам использования их питательных веществ, скорости разложения химических средств защиты растений и получению клубней с меньшим развитием болезней и с высокими показателями качества. Для выполнения этих функций рекомендуется новое жидкое органоминеральное удобрение EсоGrow, представляющее собой гуминовый экстракт с активным Si. Это экологически безопасный продукт нового поколения, способствующий усилению естественной иммунной системы растений против биологических и абиотических стрессов, включая воздействие вредителей и болезней, высоких температур, дефицита влаги [17].

В связи с этим целью работы явилось изучение эффективности органоминерального удобрения EсоGrow для обработки клубней картофеля перед посадкой и по вегетации в фазы всходов и бутонизации.

Объекты и методы исследований

Опыт с картофелем сорта Гала был заложен в условиях Первомайского района Алтайского края на полях ОАО «Сатурн-2», расположенного в лесостепной зоне на черноземе выщелоченном среднемоющем среднегумусном среднесуглинистом с рНс – 5,15, содержанием гумуса 4,38%, высокой обеспеченностью нитратным азотом – 26 мг/кг, подвижным фосфором – 175 мг/кг и обменным калием – 122 мг/кг.

Картофель Гала – среднеранний сорт столового назначения, высокоустойчив к фитофторозу клубней, парше обыкновенной, вирусу γ и устойчив к картофельной нематоде. Высокоурожайный – до 400 ц/га с выходом товарных клубней (71-122 г) до 95%, крахмалистость – 10,2-13,2%.

Норма посадки – 40 тыс/га. Предшественник – пар. Посадка проводилась 18 мая. Опыт заложен согласно методике Б.А. Доспехова [18] по схеме:

1. Контроль (без обработки клубней перед посадкой).

2. Обработанные клубни перед посадкой EсоGrow – 6 л/т – фон.

3. Фон + подкормка картофеля в фазу всходов – 3 л/га. (03.06.)

4. Фон + подкормка в фазу всходов – 3 л/га + подкормка в фазу бутонизации – 3 л/га (23.06).

5. Фон + подкормка в фазу бутонизации – 3 л/га.

EcoGrow – органоминеральное удобрение, представляющее собой жидкий гуминовый экстракт с активным кремнием [17].

Опыт проводился на высоком агрофоне с внесением основного припосевного удобрения и азотных подкормок. Всего было внесено $N_{197}P_{56}K_{272}$. В течение вегетации проводили 6 раз гербицидные, фунгицидные и инсектицидные обработки, 8 августа – десикация.

Для изучения обеспеченности картофеля питательными веществами отбирали почвенные и растительные образцы в основные фазы роста. В почвенных образцах определяли влажность, рНс, рНв, содержание минеральных форм азота – $N-NO_3$, $N-NH_4$, подвижный фосфор и обменный калий; в растениях – содержание основных элементов питания; в клубнях – повреждение болезнями, массу 1 клубня, содержание сухого вещества, крахмала, аскорбиновой кислоты, азота, фосфора и калия. Все анализы проведены в соответствии с принятыми ГОСТами. Кроме этого, в почве была изучена биологическая активность по численности сапрофитной микрофлоры (среда МПА), численности микроорганизмов, использующих минеральные формы азота (среда КАА), численности грибов (на подкисленной среде Чапека) и плотности азотобактера (на элективной среде Эшби) [19].

Обсуждение результатов

Погодные условия вегетационного периода 2023 г. характеризовались неравномерным распределением осадков. В мае-июне их было меньше многолетней нормы – 11 и 46 мм против 42 и 54 мм, в июле – на уровне 75 к 72 мм, а в августе превысили норму в 1,75 раза, выпало 79 мм против 45 мм. Отмечалось превышение среднесуточных температур во все месяцы: в июне – 19,7 против 18,8°C, в июле – 21,4 против 19,9°C, в августе – 19,1 против 17,6°C.

На период посадки картофеля влажность почвы составляла 16,5%, отмечалась близкая к нейтральной реакция почвы рНс – 5,6-5,7, рНв – 6,0-6,2, содержание $N-NO_3$ – 26,7-30,5 мг/кг, $N-NH_4$ – 16,1-33,2 мг/кг, а их сумма – 42,8-63,7 мг/кг, что соответствовала высокому уровню обеспеченности. Содержание подвижного фосфора и обменного калия было также высоким: 160-186 и 113-137 мг/кг соответственно.

К фазе бутонизации в связи с недостаточным количеством осадков (июнь-июль – 62 мм против 142 мм по норме) и нарастанием массы картофеля произошло резкое снижение влажности почвы как в пахотном, так и подпахотном горизонтах. В слое 0-40 см по вариантам опыта она варьировала в пределах 6,9-8,2%. Сравнительно выше она была по

варианту одной обработки клубней – 8,2%, самой низкой – 6,3% по варианту с 2-кратной подкормкой и 6,9% – на абсолютном контроле.

Отмечалось некоторое подкисление почвы в слое 0-20 см до 5,4 единиц рН_{сол.} и в слое 0-40 см – до 5,5. Высокий азотный фон вносимой дозы удобрений обеспечил накопление нитратной формы азота в слое 0-20 см на уровне 68,1-154,1 мг/кг при 151,1 мг/кг на абсолютном контроле, а в слое 20-40 см – 54,9-133 мг/кг. В среднем в слое 0-40 см он составил 87,7-150,9 мг/кг при 109,1 мг/кг на контроле. Наибольшие значения по количеству $N-NO_3$ получены по варианту с ранней подкормкой картофеля.

Содержание $N-NH_4$ было намного ниже $N-NO_3$ и в среднем в слое 0-40 см варьировало в пределах 4,3-28,4 мг/кг при 17,9 мг/кг на контроле. Его минимальное количество отмечалось по вариантам ранней подкормки, где был наибольший уровень $N-NO_3$. Больше $N-NH_4$ отмечено по варианту с 2-кратной подкормкой – 28,4 мг/кг.

Содержание фосфора преобладало в пахотном слое. Сравнительно больше его было по вариантам 2-кратной и поздней подкормкам. Меньшее его количество во всех горизонтах характерно для варианта обработки клубней перед посадкой.

Уровень содержания обменного калия, как и фосфора, был выше в слое 0-20 см и характеризовался более низким значением с превышением по варианту обработки клубней.

Анализ почвы показали очень высокую ее обеспеченность подвижной серой: в слое 0-20 см она находилась в пределах 105-211 мг/кг. Заметно ниже ее количество было по вариантам обработки клубней и поздней подкормки. Возможно, такая закономерность содержания элементов питания по вариантам обусловлена формированием разной урожайности и, в связи с этим, разным уровнем их потребления, а также внесением сульфата аммония в сравнительно больших дозах в предыдущие годы.

Биологическая активность почвы в период уборки картофеля на контрольном варианте без обработки препаратом была наименьшей как по численности микрофлоры, так и по коэффициенту минерализации 0,75 (табл. 1). Обработка клубней препаратом EcoGrow перед посадкой и по вегетации на всех вариантах показала повышение численности полезной микрофлоры, а численность грибов снижалась (рис.).

Наблюдалось увеличение общей биогенности за счет микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, что повышало уровень минерализации на всех вариантах до 1,13-1,54. При использовании концентрата EcoGrow только для обработки клубней наблюдалось самое высокое увеличение общей биогенности, но коэффициент минерализации составил 1,33, что несколько ниже, чем при дополнительных двух подкормках в фазу всходов и бутонизации.

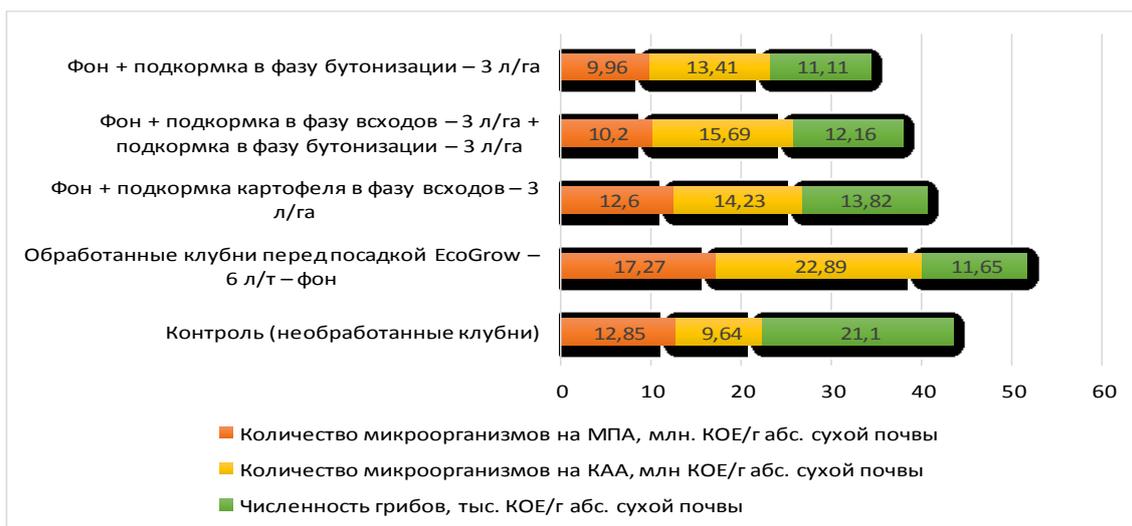


Рис. Численность зимогенной микрофлоры при использовании удобрения EсоGrow на картофеле

Таблица 1
Влияние препарата EсоGrow на микробиологическую активность чернозема при возделывании картофеля

Вариант	Общая биогенность, КОЕ* 10 ⁶	Коэффициент минерализации	Плотность азотобактера, %
Контроль (необработанные клубни)	22,50	0,75	100
Обработанные клубни перед посадкой EсоGrow – 6 л/т – фон	40,17	1,33	100
Фон + подкормка картофеля в фазу всходов – 3 л/га	26,84	1,13	73,3
Фон + подкормка в фазу всходов – 3 л/га + подкормка в фазу бутонизации – 3 л/га	25,90	1,54	87,5
Фон + подкормка в фазу бутонизации – 3 л/га	23,98	1,35	83,3
НСР ₀₅	9,72	-	-

Примечание. *КОЕ – колониобразующие единицы.

Следует отметить, что численность грибов на всех вариантах, включая контроль, была невысокой – 11,11-21,1 тыс/г почвы с преобладанием на контроле (рисунок). По общей биогенности выделился вариант с обработкой клубней. Общая численность микробов оказалась в 1,8 раза выше, чем на контроле, и в 1,5-1,7 раза выше, чем на других вариантах. Плотность азотобактера при дополнительных подкормках несколько снижалась, но незначительно, что, вероятно, связано со снижением влажности почвы.

Полученные результаты содержания сухого вещества и основных элементов питания в растениях картофеля (табл. 2) в период начала цветения показывают, что использование EсоGrow, как для обработки клубней, так в подкормках увеличивает накопление сухого вещества с 14,7 до 15,1-17,7% с преимуществом 2-кратной подкормки. Заметно повышается потребление азота – с 3,63 до 3,71-4,35%, особенно по 2-кратной и поздней подкормкам. Подкормка в фазу бутонизации способствовала увеличению потребления фосфора и калия до 0,24 и 4,89% соответственно. Больше растения потребляли калия и при ранней подкормке – 4,45%, а 2-кратная подкормка снижала уровень накопления калия в растениях до 3,41% против 3,89% на абсолютном контроле.

Сравнение полученных данных по элементам питания с оптимальным уровнем, установленным В.В. Церлинг, показывает, что в опыте уровень фосфора намного ниже, что, вероятно, связано с низкой дозой фосфора, вносимого в почву.

Согласно представленным данным в таблице 3, густота растений варьировала в пределах 36,51-39,68 тыс. шт/га, разница по вариантам была незначительна. Выше она была по вариантам, где применяли подкормку EсоGrow в фазу бутонизации – 39,68 тыс. шт/га, более низкой – по варианту обработки клубней перед посадкой и наложением на обработку клубней подкормки в фазе всходов – 36,51 тыс. шт/га, что в большей степени связано с производственной посадкой и большими размерами делянок.

Количество клубней в гнезде колебалось по вариантам от 9,51 шт. на контроле до 15,39-17,12 шт. при использовании изучаемого удобрения. Наибольшее их число – 17,12 шт. сформировалось по варианту подкормки в фазу бутонизации на фоне предпосевной обработки клубней. Наименьшее их количество насчитывалось от обработки клубней перед посадкой и при 2-кратной подкормке по фону – 15,39-15,42 шт. Однако это было выше контроля на 5,58-5,91 шт.

Таблица 2

Содержание элементов питания в картофеле, фаза бутонизации (20.07.23)

Варианты	Сухое вещество, %	Содержание элементов питания, %		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (необработанные клубни)	14,7	3,63	0,22	3,89
Обработанные клубни перед посадкой ЕсоGrow – 6 л/т – фон	15,1	3,75	0,21	4,45
Фон + подкормка картофеля в фазу всходов – 3 л/га	15,9	3,71	0,21	3,89
Фон + подкормка в фазу всходов – 3 л/га + подкормка в фазу бутонизации – 3 л/га	17,7	3,82	0,21	3,41
Фон + подкормка в фазу бутонизации – 3 л/га	15,4	4,35	0,24	4,89
Оптимальный уровень	-	3,9-5,0	0,4-6,0	4,1-5,0

Таблица 3

Количество клубней и их масса по фракциям

Вариант	Количество клубней в гнезде, шт.	В том числе по фракциям*			Масса 1 клубня в гнезде, г	Средняя масса 1 клубня по фракциям, г			Густота растений, тыс. шт/га
		мелкая	средняя	крупная		мелкая	средняя	крупная	
Контроль (необработанные клубни)	9,51	3,9	3,0	2,6	91,7	52	92	169	38,09
Обработанные клубни перед посадкой ЕсоGrow – 6 л/т – фон	15,39	9,1	4,5	1,8	110,2	44	103	130	36,51
Фон + подкормка картофеля в фазу всходов – 3 л/га	16,53	8,9	5,1	2,5	124,7	44	92	157	36,51
Фон + подкормка в фазу всходов – 3 л/га + подкормка в фазу бутонизации – 3 л/га	15,42	9,4	4,6	1,5	105,3	48	90	132	39,68
Фон + подкормка в фазу бутонизации – 3 л/га	17,12	8,3	5,6	3,2	131,1	46	89	132	39,68
НСР ₀₅	2,64	-	-	-	13,34	-	-	-	4,54

Примечание. * Мелкая – 20-80 г; средняя – 80-120 г; крупная >120 г.

Средняя масса 1 клубня с 91,7 г на контроле от использования ЕсоGrow увеличивалась до 105,3-131,1 г. При этом большей она была при наложении одной подкормки в фазу бутонизации – 131,1 г и в фазу всходов – 124,7 г. Количество клубней по фракциям было неоднозначным. Отчетливо просматривается увеличение по сравнению с контролем мелкой фракции 20-80 г: при 3,9 шт. на контроле она увеличивалась до 8,3-9,4 шт.; а также фракции 80-120 г с 3,0 до 4,5-5,6 шт./гнездо. При этом крупная фракция несколько снизилась с 2,6 до 1,5-2,5 шт. по основной массе вариантов, кроме варианта с наложением по фону подкормки в фазу бутонизации, где она увеличивалась до 3,2 шт. Судя по полученным данным, подкормка в фазу бутонизации в большей степени повышала и количество клубней средней фракции (табл. 3).

Средняя масса клубня по фракциям на вариантах опыта по сравнению с контролем снижалась: по мелкой фракции – с 52 до 44-48 г, по средней – с 92 до 89-90 г., однако на варианте подкормки в фазу бутонизации она увеличилась до 103 г. Средняя масса

клубня крупной фракции (более 120 г) относительно контроля также снижалась с 169 до 130-157 г.

Оценивая действие ЕсоGrow по количеству и массе клубней особенно их фракционному составу, отмечаем увеличение количества клубней в гнезде, количество клубней мелкой и средней фракции, поэтому можно предположить, что данное удобрение стимулирует клубнеобразование и, вполне вероятно, увеличивает период вегетации изучаемого сорта картофеля Гала.

Под влиянием ЕсоGrow независимо от способов и сроков его применения урожайность увеличивалась с 38,19 до 43,06-53,23 т/га или по отношению к абсолютному контролю на 4,83-15,04 т/га, что составляет 12,6-39,38% (табл. 4).

Обработка клубней обеспечила прирост 12,6%, а наложение однократной в период всходов и 2-кратной подкормок рост урожайности составил 17,49-18,04%. Самая высокая урожайность клубней – 53,3 т/га с прибавкой 15,04 т/га, или 39,38%, получена при подкормке в фазу бутонизации по предпосадочной обработке клубней.

Урожайность и качество клубней картофеля по вариантам применения EсоGrow

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю		Прибавка к фону		Сухое вещество, %	Содержание	
		т/га	%	т/га	%		крахмал, %	витамин С, мг%
Контроль (необработанные клубни)	38,19	-	-	-	-	19,0	9,9	11,0
Обработанные клубни перед посадкой EсоGrow – 6 л/т – фон	43,06	4,83	12,6	-	-	19,3	8,9	9,6
Фон + подкормка картофеля в фазу всходов – 3 л/га	45,08	6,89	18,04	2,02	4,69	20,0	9,6	9,8
Фон + подкормка в фазу всходов – 3 л/га + подкормка в фазу бутонизации – 3 л/га	44,87	6,68	17,49	1,81	4,20	20,5	11,8	13,4
Фон + подкормка в фазу бутонизации – 3 л/га	53,23	15,04	39,38	10,17	23,62	20,6	10,9	10,1
НСР ₀₅	-	3,12	-	-	-	-	-	-

Определение эффективности применения подкормок относительно обработки клубней перед посадкой (фон) показало преимущество использования EсоGrow в фазу бутонизации, когда дополнительно получено 10,17 т/га клубней, или выше на 23,62%. Как было сказано ранее, при подкормке в фазу бутонизации сформировалось большее количество клубней средней и крупной фракции. Подкормка в фазу всходов обеспечила прирост в 2,02 т/га или 4,69%, а при 2-кратной он был наименьшим.

Результаты содержания сухого вещества позволяют отметить, что при наложении на обработанные клубни подкормок изучаемым удобрением оно повышается с 19,3 до 20,0-20,55%. Полученные данные по содержанию крахмала укладываются в его пределы для сорта – 10,2-13,3%. По варианту однократной обработки содержание крахмала заметно снизилось (таблица 4). Сравнительно высокий его уровень 10,9-11,8% отмечен при 2-кратной подкормке и однократно в фазу бутонизации.

Уровень накопления витамина С находился в пределах 9,6-13,4 мг% при 11,0 на контроле. По вариантам обработки клубней и однократных подкормках он был ниже контроля на 9,6-10,1 мг% и только по 2-кратной подкормке превышал контроль на 2,4 мг%.

Заключение

Применение удобрения «EсоGrow» позволяет увеличивать влажность почвы на 0,6-1,9% с наибольшим показателем на варианте с обработкой клубней. Отмечено некоторое подкисление почвы на варианте применения препарата по фону в фазу бутонизации картофеля. Наибольшее содержание подвижного фосфора и калия в пахотном слое получено по вариантам 2-кратной подкормки и в фазу бутонизации. Отмечена очень высокая обеспеченность подвижной серой до 105-211 мг/кг, но по вари-

антам обработки клубней и поздней подкормки ее содержание снижалось.

Установлено увеличение общей биогенности чернозема в 1,5-1,8 раза при применении удобрения EсоGrow за счет микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, и увеличение уровня минерализации до 1,13-1,54 при 0,75 на контроле. Наиболее активный микробоценоз отмечен на варианте с обработкой клубней и при 2-кратной подкормке по обработанным клубням.

Применение кремнийсодержащего органического удобрения EсоGrow позволяет повысить густоту стояния картофеля на 1,59 тыс. шт/га при 2-кратной подкормке по обработанным клубням. Достоверно увеличивает количество клубней в гнезде с 9,51 на 5,9-7,6 шт. и среднюю массу 1 клубня на 13,6-39,4 г с 91,7 г. Повышает количество клубней средней фракции с 3,0 до 4,5-5,6 шт., а крупной фракции на 0,6 шт. только при подкормке в фазу бутонизации по обработанным клубням. Увеличения средней массы 1 клубня по фракциям от использования препарата не выявлено.

1. Установлено достоверное повышение урожайности картофеля относительно необработанных клубней на 4,83-15,04 т/га при 38,19 т/га на контроле и относительно фона (обработанные клубни) от подкормки в фазу бутонизации по обработанным клубням. При этом повышается содержание сухого вещества на 0,1-0,6%, крахмала – на 1,0-1,9%, витамина С – на 2,4 мг% при 2-кратной подкормке EсоGrow 3 л/га по обработанным клубням.

Библиографический список

1. Уромова, И. П. Агробиологическое и экологическое обоснование приемов возделывания картофеля, полученного методом апикальной меристемы, в условиях Волго-Вятского региона: автореферат

диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Уромова Ирина Павловна; БГСХА. – Брянск, 2009. – 41 с. – Текст: непосредственный.

2. Влияние новых регуляторов роста на продуктивность, качество и химический состав овощных культур / В. Н. Петроченко, С. В. Логинов, О. С. Туркина [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Российской академии естественных наук. – 2014. – № 6. – С. 19-25.

3. Матыченков, В. В. Влияние кремневых удобрений на растения и почву / В. В. Матыченков, Е. А. Бочарникова, Я. М. Аммосова. – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2002. – № 2. – С. 86-93.

4. 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.

5. 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. 23-28.

6. Логинов, С. В. Изучение кремнийорганического препарата Энергия-М / С. В. Логинов, В. Н. Петроченко. – Текст: непосредственный // Агрохимический вестник. – 2010. – № 2. – С. 22-24.

7. Зейрук, В. Н. Применение силипланта для снижения пестицидной нагрузки и повышения урожая картофеля / В. Н. Зейрук, О. В. Абашкин, Л. А. Дорожкина. – Текст: непосредственный // Агрохимический вестник. – 2010. – № 2. – С. 20-21.

8. Чувелев, Е.В. Влияние циркона и силипланта на содержание препарата Престиж в растениях картофеля / Е. В. Чувелев, П. Е. Пузырьков, Л. А. Дорожкина. – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2013. – № 8. – С. 49-52.

9. Козлов, А. В. Влияние кремнийсодержащих стимуляторов роста на биологическую продуктивность и показатели качества озимой пшеницы и картофеля / А. В. Козлов, И. П. Уромова, А. Х. Куликова. – Текст: непосредственный // Вестник Мининского университета. – 2016. – № 1. – С. 31-43.

10. Гранкина, А. О. Применение нового кремнийсодержащего агрохимиката от ФосАгро на картофеле Нечерноземной зоны / А. О. Гранкина, А. Ф. Пэлий, В. В. Носов [и др.]. – Текст: непосредственный // Картофель и овощи. – 2021. – № 7. – С. 26-28.

11. Бочарникова, Е. А. Кремниевые удобрения и мелиоранты: история изучения, теория и практика применения / Е. А. Бочарникова, В. В. Матыченков, И. В. Матыченков. – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2011. – № 7. – С. 84-96.

12. Козлов, А. В. Влияние высококремнистых пород на структуру, численность и ферментативную активность целлюлозосапротрофного микробного пула дерново-подзолистой почвы в условиях выращивания озимой пшеницы и картофеля / А. В. Козлов, А. Х. Куликова. – Текст: непосредственный // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 1 (33). – С. 56-65.

13. 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.

14. 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 (12-13 марта 2020 г.) – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2020. – Кн. 1. – С. 312-314.

15. 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.

16. Глебов, М. И. Сравнительная оценка эффективности Теллуры-Био, Нанокремния и Цитогумата в предпосадочную обработку на урожайность клубней картофеля / М. И. Глебов, С. В. Жандарова. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: в 2 книгах / XVIII Международная научно-практическая конференция (9-10 февраля 2023 г.), приуроченная к 80-летию Алтайского ГАУ. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2023. – Кн. 1. – С. 214-216.

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

18. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: ВО «Агропромиздат» 1985. – 351 с. – Текст: непосредственный.

19. 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.

References

1. Uromova I.P. Agrobiologicheskoe i ekologicheskoe obosnovanie priemov vzdelyvaniia kartofelia, poluchennogo metodom apikalnoi meristemy,

v usloviakh Volgo-Viatskogo regiona / I.P. Uromova // Avtoreferat dissertatsii doktora selskokhoziaistvennykh nauk. BGSKhA. 2009. – 41 s.

2. Petrochenko V.N. Vliianie novykh regulatorov rosta na produktivnost, kachestvo i khimicheskii sostav ovoshchnykh kultur / V.N. Petrochenko, S.V. Loginov, O. S. Turkina, V. V. Smirnov, Sh. L. Guseinov, I. A. Dain, D. A. Gordeev // Vestnik RAEN. – 2014. – No. 6. – S. 19-25.

3. Matychenkov V.V. Vliianie kremnevnykh udobrenii na rasteniia i pochvu / V.V. Matychenkov, E.A. Bocharnikova, Ia.M. Ammosova // Agrokhimiia. – 2002. – No. 2. – S. 86-93

4. 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.

5. 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.

6. Loginov S.V. Izuchenie kremniioorganicheskogo preparata Energiia-M / S.V. Loginov, V.N. Petrochenko // Agrokhimicheskii vestnik. – 2010. – No. 2. – S. 22-24.

7. Zeiruk V.N. Primenenie siliplanta dlia snizheniia pestitsidnoi nagruzki i povysheniia urozhaiia kartofelia / V.N. Zeiruk, O.V. Abashkin, L.A. Dorozhkina // Agrokhimicheskii vestnik. – 2010. – No. 2. – S. 20-21.

8. Chuvelev E.V. Vliianie tsirkona i siliplanta na sodержanie preparata Prestizh v rasteniiax kartofelia / E.V. Chuvelev, P.E. Puzyrkov, L.A. Dorozhkina // Agrokhimiia. – 2013. – No. 8. – S. 49-52.

9. 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.

10. Grankina A.O. Primenenie novogo kremniisoderzhashchego agrokhemikata ot FosAgro na kartofele Nechernozemnoi zony / A.O. Grankina, A.F. Peli, V.V. Nosov, D.V. Demidov, M.V. Sterkin // Kartofel i ovoshchi. – 2021. – No. 7. – S. 26-28.

11. Bocharnikova E.A. Kremnievye udobreniia i melioranty: istoriia izucheniia, teoriia i praktika primeneniia / E.A. Bocharnikova, V.V. Matychenkov, I.V. Matychenkov // Agrokhimiia. – 2011. – No. 7. – S. 84-96.

12. Kozlov A.V. Vliianie vysokokremnistykh porod na strukturu, chislennost i fermentativnuiu aktivnost tsel-

liulozosaprotrofnogo mikrobnogo pula dernovo-podzolistoi pochvy v usloviakh vyrashchivaniia ozimoi pshenitsy i kartofelia / A.V. Kozlov, A.Kh. Kulikova // Vestnik Ulianovskii GSKhA. – 2016. – No. 1 (33). – S. 56-65.

13. 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.

14. 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-prakticheskaiia konferentsiia (12-13 marta 2020 g.). – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2020. – Kn. 1. – S. 312-314

15. 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.

16. Glebov M.I. Sravnitelnaia otsenka effektivnosti Tellury-Bio, Nanokremniia i Tsitogumata v predposodchnuiu obrabotku na urozhainost klubnei kartofelia / M.I. Glebov, S.V. Zhandarova // Agrarnaia nauka – selskomu khoziaistvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XVIII Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia (9-10 fevralia 2023 g.), priurochennaia k 80-letiiu Altaiskogo GAU. – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2023. – Kn. 1. – S. 214-216.

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

18. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. – Moskva: VO «Agropromizdat» 1985. – 351 s.

19. 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.

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).

