

АГРОНОМИЯ

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение,
защита и карантин растений

Научная статья
УДК 635.21:631.81: 631.67:631.445.5
doi: 10.28983/asj.y2024i10pp42-46

Эффективность солей гуминовых кислот и хелатных форм микроудобрений при возделывании картофеля на орошаемых каштановых почвах Заволжья

Константин Вячеславович Корсаков¹, Виктор Васильевич Пронько¹, Нина Анатольевна Пронько²

¹ООО «Лайф Форс Групп», г. Саратов, Россия

²Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

e-mail: viktor-pronko@mail.ru

Аннотация. В 2019–2022 гг. в Саратовском Заволжье на орошаемых каштановых почвах проводились полевые опыты с удобрениями на основе гуминовых кислот. Объектом исследований являлся районированный сорт картофеля Сильвана. Была дана сравнительная оценка препаратам, содержащим щелочную вытяжку солей гуминовых и фульвовых кислот (гумат калия) и хелатные формы микроэлементов (реасил микро гидро микс). В среднем за 4 года исследований прибавка урожайности от трехкратного применения гумата калия составила 2,82 т/га к контролю. Трехкратное опрыскивание посевов картофеля раствором реасила микро гидро микс повысило урожайность на 3,48 т/га. Учитывая статистически недостоверную разность между этими вариантами (0,66 т/га), можно говорить об их равноценном влиянии на данный показатель. Максимальную в условиях экспериментов урожайность товарных клубней картофеля Сильвана получили при совместном использовании гумата калия и реасила форте карб-азот-гумик – 25,86 т/га (в среднем за 4 года). Удобрения на основе гуминовых кислот повысили выход крахмала с единицы площади на 475–1076 кг/га.

Ключевые слова: картофель; орошение; гуминовые удобрения; листовые подкормки; темно-каштановые почвы

Для цитирования: Корсаков К. В., Пронько В. В., Пронько Н. А. Эффективность солей гуминовых кислот и хелатных форм микроудобрений при возделывании картофеля на орошаемых каштановых почвах Заволжья // Аграрный научный журнал. 2024. № 10. С. 42–46. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i10pp42-46>.

AGRONOMY

Original article

The effectiveness of humic acid salts and chelated forms of microfertilizers when cultivating potatoes on irrigated chestnut soils of the Transvolga region

Konstantin V. Korsakov¹, Viktor V. Pronko¹, Nina A. Pronko²

¹Life Force Group LLC, Saratov, Russia

²Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia
e-mail: viktor-pronko@mail.ru

Abstract. In 2019–2022 field experiments with fertilizers based on humic acids were carried out on irrigated chestnut soils in the Saratov Transvolga region. The object of the research was the released variety of potato Silvana. The comparative evaluation of products containing the alkaline extraction of humic and fulvic acids (potassium humate) and chelated forms of microfertilizers (Reasil® micro Hydro Mix) was given. On average within 4 years of experiments the extra yield due to three-time application of potassium humate was 2.82 t/ha compared to the control. Three-time spraying of potato crop with the solution of Reasil® micro Hydro Mix increased the yield by 3.48 t/ha. Considering the statistically inaccurate difference between these two groups (0.66 t/ha), the equivalent influence can be established. The maximum yield of commercial potato tubers of Silvana variety was obtained with the combined application of potassium humate and Reasil® Forte Carb-N-Humic, that is 25.86 t/ha. Fertilizers based on humic acids increased the yield of starch by 475–1076 kg/ha.



Keywords: potato; irrigation; humic fertilizers; foliar application; dark chestnut soils

For citation: Korsakov K. V., Pronko V. V., Pronko N. A. The effectiveness of humic acid salts and chelated forms of microfertilizers when cultivating potatoes on irrigated chestnut soils of the Zavolzhye region. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2024;(10):42–46. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i10pp42-46>.

Введение. Изучение удобрений на основе гуминовых кислот началось в России повсеместно на рубеже XX–XXI веков. Было установлено, что среди многих сельскохозяйственных культур достаточно высокую отзывчивость на эти удобрения показали овощные растения [8], в частности огурец [5], томат [4], капуста белокочанная поздняя, лук репчатый, морковь, столовая свекла [6], тыква мускатная, арбуз и картофель. Исследования были выполнены на орошаемых почвах Поволжья.

В настоящее время на территории РФ допущены к использованию более 200 наименований удобрений на основе гуминовых кислот [7]. Все они различаются по химическому составу. Есть группа препаратов, которые представляют собой простые экстракты гуминовых и фульвовых кислот. Имеется также большое количество удобрений этой группы, где к солям гуминовых кислот производители добавляют различные виды микроэлементов, аминокислот, биологически активных веществ, органических кислот. Однако в научной литературе нами не обнаружено сведений о том, насколько эффективным является такое сочетание.

Цель исследования – в полевых опытах с картофелем определить эффективность раздельного и совместного применения солей гуминовых кислот и хелатных форм микроудобрений.

Материалы и методы. Полевые опыты проводили в 2019–2022 гг. на орошаемых землях «ИП Жайлаулов С.М.» (Энгельсский район Саратовской области). Почва опытного участка, расположенного на третьей надпойменной террасе левого берега Волги, темно-каштановая среднесуглинистая. Гумусовый горизонт среднесиловый, не засолен. По шкале обеспеченности для пропашных культур содержание в пахотном слое почвы минерального азота низкое, доступного фосфора (по Мачигину) – среднее, обменного калия (1%-я углеаммонийная вытяжка) – повышенное.

Объекты исследований – районированный для Поволжья сорт картофеля Сильвана; удобрения на основе гуминовых кислот и хелатные формы микроудобрений производства ООО «Лайф Форс Групп» (г. Саратов). Их названия приводятся в соответствии с регистрационными документами. Гумат калия является источником гуминовых и фульвовых кислот (50 % от объема) и соли гумата калия (25 %), содержание органического азота не превышает 0,9 % от сухого вещества.

Реасил микро гидро микс. Хелатообразователем служит комплекс гидроксикарбоновых и аминокислот (26 %). Содержит комплекс макро-, мезо- и микроэлементов: азот общий (12 %), магний (4 % MgO), железо (5%-й комплекс с агентом), цинк (3%-й комплекс с агентом), марганец (2,5%-й комплекс с агентом), бор (2%-й борэтаноламин), медь (0,8%-й комплекс с агентом), молибден (0,25%-й комплекс с агентом), кобальт (0,1%-й комплекс с агентом).

Реасил форте карб-азот-гумик. Содержит 20 % азота (амидный и аминный в сумме).

Указанные гуминовые удобрения допущены к использованию на территории РФ [7]. Полевые опыты и статистическую обработку результатов учета урожая выполняли по методике Б.А. Доспехова [1, 2]. Учетная площадь делянки – 16,8 м² (2,1×8 м), повторность вариантов четырехкратная. Гуминовые удобрения в опыте использовали следующим образом. За вегетационный период растений картофеля проводили три опрыскивания. Первое – в фазу формирования стеблей, второе – появления цветочных бутонов, третье – в период активного роста и формирования клубней. На вариантах 2 и 4, где применяли соответственно реасил микро гидро микс и гумат калия, дозы препаратов составляли 1,0 л/га на каждую обработку (в сумме за вегетацию по 3,0 л/га каждого). На вариантах 3 и 5 в первую обработку применяли реасил микро гидро микс и гумат калия по 1,0 л/га. Во второе и третье опрыскивание на этих вариантах применяли по 2,0 л/га реасил форте карб-азот-гумик по (4,0 л/га за вегетацию). Опрыскивали растения картофеля и убирали урожай вручную.





Анализы растений выполняли по общепринятым в агрохимии методикам: крахмал – на поляриметре, витамин С (аскорбиновая кислота) – по Мурри, нитраты в клубнях – ионометрически, сухое вещество – высушиванием [3].

Технология возделывания орошаемого картофеля была общепринятой для Саратовского Заволжья. Поливы осуществляли дождевальной установкой барабанного типа «Райн Стар Е-41». Предполивную влажность почвы поддерживали на уровне 70 % НВ в период «посадка – всходы» и 80 % НВ в период «образование стеблей – формирование клубней». Количество поливов зависело от складывающихся гидротермических условий вегетационного периода. За время проведения опыта влажным был 2020 г., гидротермический коэффициент (по Г.Т. Селянинову) – 0,82, а остальные годы – средnezасушливые (ГТК 0,59–0,64). Количество поливов – от 3 до 5, оросительная норма – от 1350 до 2150 м³/га.

Результаты исследований. На контрольном варианте без применения гуминовых удобрений самую высокую урожайность товарных клубней картофеля Сильвана получили в 2021 г. (таблица 1). В 2020 г. урожайность была самой низкой за весь период исследований. Сбор клубней был на 50 % ниже показателя 2021 г. Негативное влияние на растения картофеля оказало интенсивное развитие фитофторы в условиях влажного вегетационного периода. По этой же причине низкие урожаи отмечали в этом году и на других вариантах опыта.

Таблица 1 – Урожайность товарных клубней картофеля Сильвана

Table 1 – Yield of commercial potato tubers of Silvana variety

Вариант	Урожайность, т/га, по годам					Прибавка		Товарность, %
	2019	2020	2021	2022	среднее	т/га	%	
1. Контроль	23,54	13,00	26,10	16,81	19,86	–	100	89
2. Реасил микро гидро микс	25,96	16,66	28,21	22,54	23,34	3,48	118	93
3. Реасил микро гидро микс + Реасил N-гумик	27,81	17,40	30,20	23,85	24,82	4,96	125	93
4. Гумат калия	26,66	15,48	27,39	21,20	22,68	2,82	114	92
5. Гумат калия + Реасил N-гумик	29,31	19,05	28,88	26,19	25,86	6,00	130	94
НСР05, т	2,12	1,55	1,81	2,44				

Трехкратное опрыскивание растений картофеля микроэлементным удобрением реасил микро гидро микс (вариант 2) способствовало росту урожайности товарных клубней. Самую высокую прибавку (5,73 т/га, или 34 % к контролю) получили в 2022 г. Минимальный прирост (2,11 т/га, или 8 % к контролю) отмечали в 2021 г. Можно утверждать, что в годы с засушливым вегетационным периодом реасил микро гидро микс обеспечивал в целом более высокие прибавки урожая орошаемого картофеля, чем во влажный год.

Опрыскивание посевов картофеля вытяжкой гуминовых и фульвовых кислот (вариант 4) также положительно влияло на урожайность товарных клубней картофеля. Трехкратное применение гумата калия повысило ее с 1,29 т/га (2021 г.) до 4,39 т/га (2022 г.). Если в 2021 г. прибавка урожая по результатам статистической обработки оказалась недостоверной, то в течение трех лет прибавки были существенными. Следует отметить, что во все годы исследования показатели урожайности на вариантах 2 (реасил микро гидро микс) и 4 (гумат калия) были практически одинаковыми, и различия между ними не выходили за пределы существенной разницы.

Схемой опыта было также предусмотрено применение препарата реасил форте карб-азот-гумик совместно с удобрением в хелатной форме (реасил микро гидро микс) и щелочной вытяжкой гуминовых и фульвовых кислот (гумат калия). Интерес к азотсодержащему удобрению обусловлен тем, что во всех опытах с овощными культурами от него были получены самые высокие прибавки урожая.

Сочетание реасила микро гидро микс и реасила форте карб-азот-гумик (вариант 3) повысило урожайность по отношению к контролю от 4,10 т/га (2021 г.) до 7,04 т/га (2022 г.). Таким образом, добавление азотсодержащего удобрения увеличило этот показатель по отношению к варианту 2 на 0,74–1,99 т/га по годам исследований.

На варианте 5 внесение азотсодержащего удобрения на фоне гумата калия показало более высокие результаты (см. таблицу 1). По сравнению с вариантом 4 (гумат калия) отмечали прибавки урожайности: 2021 г. – на 1,49 т/га, 2022 г. – на 4,99 т/га.



В среднем за четыре года исследований самую высокую прибавку урожая получили от совместного применения гумата калия (однократное опрыскивание) и двух обработок реасилом форте карб-азот-гумик (вариант 5). Достаточно близкие к этому варианту показатели урожайности (с разницей между ними 4,1%) отмечали на варианте 3 (реасил микро гидро микс + реасил форте карб-азот-гумик). Безусловно, такая разница между этими вариантами не может быть статистически достоверной.

При оценке результатов рассматриваемого опыта немаловажное значение имеет показатель выхода товарной продукции. Все изучаемые нами варианты применения гуминовых и хелатных форм удобрений увеличили выход товарных клубней и с единицы площади (см. таблицу 1). Расчеты показали, что изменение доли товарных клубней с 89 % (контроль) до 92–94 % (удобренные варианты) позволило дополнительно получить от 490 до 810 кг/га товарного картофеля.

Изучение структуры биологического урожая показало следующее (таблица 2). По количеству кустов картофеля на единице площади варианты опыта (включая и контроль) практически не различались между собой. Число клубней на 1 м² на вариантах с удобрениями было на 20 и 48 % (варианты 2, 3 соответственно) больше, чем у контрольных растений. Соответственно и масса товарных клубней на единице площади после применения изучаемых удобрений в среднем за четыре года была от 20 до 90 % выше контрольного варианта. Следует отметить, что увеличение числа клубней на одном кусте после применения гуминовых удобрений несколько снизило среднюю массу одного клубня по отношению к контрольному варианту.

Таблица 2 – Биометрические показатели и качество урожая товарных клубней картофеля Сильвана (в среднем за 2019–2022 гг.)

Table 2 – Biometric indicators and quality of the yield of commercial potato tubers of Silvana variety (average for 2019–2022)

Вариант	На 1 м ²			На 1 куст		Масса клубня, г	NO ₃ , мг/кг	Крахмал, %	Витамин С, мг%
	количество кустов, шт.	количество клубней, шт.	масса, кг	количество клубней, шт.	масса клубней, кг				
1. Контроль	4,6	21,6	2,21	4,7	0,48	106	45	13,6	22,2
2. Реасил микро гидро микс	4,7	26,0	2,40	5,5	0,51	93	48	14,2	22,8
3. Реасил микро гидро микс + Реасил N-гумик	4,8	32,0	2,49	6,7	0,52	97	51	14,4	22,4
4. Гумат калия	4,7	26,5	2,32	5,6	0,49	88	44	14,0	22,6
5. Гумат калия + Реасил N-гумик	4,7	30,3	2,66	6,5	0,57	97	56	14,6	22,8

Примечание: ПДК NO₃ для клубней картофеля – 250 мг/кг сырой массы.

Изучаемые виды удобрений на основе гуминовых кислот практически не повлияли на содержание витамина С в клубнях картофеля Сильвана (см. таблицу 2). Не наблюдалось также различий между вариантами опыта по накоплению нитратов в товарной части урожая. Как видно из представленных данных, их количество во все годы исследований было в 5–6 раз ниже предельно допустимой концентрации (ПДК). Зато в клубнях удобренного картофеля больше накапливалось крахмала. По отношению к контролю его превышение колебалось от 475 кг/га (вариант 4) до 1076 кг /га (вариант 5).

Заключение. На орошаемых темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья установлена высокая отзывчивость районированного сорта картофеля Сильвана на гуминовые удобрения. В среднем за четыре года исследований трехкратная обработка вегетирующих растений раствором реасила микро гидро микс (по 1,0 л/га каждая) повысила урожайность товарных клубней картофеля на 3,48 т/га по отношению к контролю.

Использование раствора гумата калия в такой же дозе дало прибавку урожайности клубней 2,82 т/га. Несущественная разница между этими вариантами (0,66 т/га) свидетельствует о равноценном влиянии на урожайность орошаемого картофеля хелатных форм макро- и

микроэлементов (реасил микро гидро микс) и щелочного экстракта гуминовых и фульвовых кислот (гумат калия).

Самую высокую в условиях наших экспериментов урожайность товарных клубней картофеля (25,86 т/га) отмечали при совместном использовании гумата калия и реасила форте карб-азот-гумик. Установлено, что дополнительные прибавки урожая получили за счет увеличения числа товарных клубней на единице площади и их массы на одном растении.

Изучаемые удобрения на основе гуминовых кислот не оказали заметного влияния на содержание в клубнях картофеля витамина С и нитратного азота. Выход крахмала с единицы площади на удобренных вариантах в среднем за четыре года превышал контроль от 475 кг/га (вариант 4) до 1076 кг/га (вариант 5).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Методическое руководство по проведению регистрационных испытаний агрохимикатов в сельском хозяйстве / МСХ РФ. М., 2018. 132 с.
3. Практикум по агрохимии / под ред. В. Г. Минеева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. 689 с.
4. Пронько Н. А., Пронько В. В., Степанченко Д. А. Влияние гуминовых препаратов на продуктивность томата на орошаемых каштановых почвах Саратовского Заволжья // Аграрный научный журнал. 2017. № 9. С. 24–27.
5. Пронько Н. А., Степанченко Д. А., Пронько В. В. Влияние гуминовых препаратов на продуктивность огурца на орошаемых каштановых почвах Саратовского Заволжья // Аграрный научный журнал. 2018. № 2. С. 31–35.
6. Продуктивность свеклы столовой при внесении гуминовых препаратов и хелатных удобрений на орошаемых каштановых почвах Саратовского Заволжья / К. В. Корсаков [и др.] // Аграрный научный журнал. 2019. № 5. С. 25–29.
7. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ. 2022 год. Справочное издание. М., 2022. 936 с.
8. Сравнительная оценка отзывчивости орошаемых овощных культур на гуминовые удобрения в Саратовском Заволжье / К. В. Корсаков [и др.] // Проблемы агрохимии и экологии. 2020. № 3. С. 3–7.

REFERENCES

1. Dospikhov B. A. Methodology of Field Experience. Moscow; 1985. 351 p. (In Russ.).
2. Methodological Guide for Registration Tests of Agrochemicals in Agriculture: Production and Practical Edition. Moscow: Ministry of Agriculture of Russia; 2018. 132 p. (In Russ.).
3. Workshop on agrochemistry / ed. V. G. Mineeva. 2nd edition, revised and enlarged. Moscow: Publishing house of Moscow State University; 2001. 689 p. (In Russ.).
4. Pronko N. A., Pronko V. V., Stepanchenko D. A. Influence of humic preparations on the productivity of tomatoes on irrigated chestnut soils of the Saratov Transvolga region. *Agrarian Scientific Journal*. 2017;(9):24–27. (In Russ.).
5. Pronko N. A., Stepanchenko D. A., Pronko V. V. The influence of humic products on the productivity of cucumber on irrigated chestnut soils of the Saratov Transvolga region. *Agrarian Scientific Journal*. 2018;(2):31–35. (In Russ.).
6. Productivity of red beet upon the application of humic substances and chelated microfertilizers on irrigated dark chestnut soils of the Saratov Transvolga Region / K. V. Korsakov, V. V. Pronko, N. A. Pronko, V. P. Belogolovtsev, V. V. Korsak. *Agrarian Scientific Journal*. 2019;(5):25–29. (In Russ.).
7. List of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation. 2022. Reference edition. Moscow; 2022. 936 p. (In Russ.).
8. Comparative assessment of the responsiveness of irrigated vegetable crops to humic based fertilizers in Saratov Transvolga Region / K. V. Korsakov, N. A. Pronko, V. V. Pronko, D. A. Stepanchenko. *Agrochemistry and Ecology Problems*. 2020;(3):3–7. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 28.03.2024; одобрена после рецензирования 26.04.2024; принята к публикации 30.04.2024.
The article was submitted 28.03.2024; approved after reviewing 26.04.2024; accepted for publication 30.04.2024.

