

M.G.Abdulatifov¹, Candidate of Technical Sciences

G.N. Gasanov^{1,2}, Chief researcher, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

R.R. Bashirov², researcher, Candidate of Biological Sciences

¹Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, 367032, Makhachkala, 180 MagometGadzhiev St.
e-mail:abdulatifovm@mail.ru

²Dagestan State Federal Research Center of RAS (DFRC RAS),
367000, Makhachkala, 45 MagometGadzhiev St, the Russian Federation, e-mail:nikuevich@mail.ru

The research has been carried out on the light chestnut soil in the Kizilyurt zone of distant pastures belonging to the "AgrofirmaChokh" of the Gunibsky district of the Republic of Dagestan. The forecrop is alfalfa for hay. Three terms of the main tillage for sunflower have been studied: the 1st term – in autumn, in the phase of the beginning of budding of the aftermath after the 5th mowing, the 2nd term – in spring in the phase of alfalfa branching, which coincides with the onset of the physical ripeness of the soil, the 3rd term – in the second – third decades of May, following the harvesting of the first grass mowing. They have been studied alongside two periods of water-charging irrigation: autumn and spring after plowing a layer of alfalfa. The records, observations and analyzes have been carried out in accordance with existing methods, technological operations – according to existing recommendations for the zone, sowing – with seeds of the VNIIMK-8883 variety. Fertilizers have been applied at the rate of $N_{90}P_{40}K_{90}$, including $N_{40}P_{24}K_{74}$ for plowing, $N_{16}P_{16}K_{16}$ – when sowing with seeds, N_{34} for top dressing in the phase of 8-10 leaves when cutting furrows. The main tillage for sunflower consisted of plowing to a depth of 28-30 cm and subsequent leveling of the soil surface before water-charging irrigation. It has been established that the favorable thermal conditions and a long growing season – 200-240 days – make it possible to postpone the timing of the main tillage, which is carried out at the onset of its physical ripeness in the arable layer and subsequent water-charging irrigation, to spring and to obtain a crop of seeds of an early-ripening variety in August, a long before the start of winter wheat sowing season. This makes it possible to reduce the infestation of crops by 2.6 times, the wet weight of weeds – by 3.3 times, and increase the yield of sunflower seeds by 25.6%.

Keywords: sunflower, the term of basic tillage, the term of water charging, the number of weeds, the mass of weeds, yield.

УДК 631.87

DOI: 10.25680/S19948603.2023.132.07

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА ЛАЙФ ФОРС НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗВЕНА СЕВООБОРОТА И ПЛОДОРОДИЕ АГРОДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Т.Ю. Бортник, д.с.-х.н., А.Б. Мерцалова, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный аграрный университет»
426033, г. Ижевск, ул. Кирова, д. 16, к. 410. Кафедра агрохимии, почвоведения и химии
тел. 8 (3412) 73-30-77. E-mail: agrohim@udsau.ru

На агродерново-подзолистой среднесуглинистой почве Удмуртской Республики проведены исследования по изучению эффективности гуминового препарата Лайф Форс марка Соил Кондиционер натуральные гуминовые кислоты (НГК) [Life Force® – Natural Humic Acides (ННА)] при его внесении в почву в звене севооборота. Установлено положительное влияние НГК в дозе 0,5 т/га на урожайность зерна ячменя; прибавка относительно контроля составила 3,4 т/га. В последствии наблюдалось увеличение урожайности зелёной массы клевера на 6,5-9,5 т/га. Выявлено достоверное влияние НГК на содержание органического вещества и активность уреазы в почве.

Ключевые слова: гуминовые препараты, агродерново-подзолистая почва, ячмень, клевер, урожайность, ферментативная активность.

Для цитирования: Бортник Т.Ю., Мерцалова А.Б. Влияние гуминового препарата Лайф Форс на урожайность звена севооборота и плодородие агродерново-подзолистой почвы// Плодородие. – 2023. – №3. – С. 29-32. DOI: 10.25680/S19948603.2023.132.07.

Гуминовые препараты являются инновационными, оказывающими комплексное воздействие на растения и почву. Эти продукты получают из различных органосодержащих природных веществ – бурых углей, торфа, сапропеля, а также из органических удобрений, компостов и др. При этом способы получения также различны. В настоящее время классическим методом можно считать щелочной гидролиз при повышенной температуре, в результате которого получают гуматы калия или натрия. Используются методы термического разложения углей, извлечения гуминовых веществ путем обработки угольно-щелочной пульпы в ультразвуковом поле [4], экстрагированием этилендиаминтетрауксусной кислотой, карбонатом натрия или горячей водой [1].

Эффективность использования гуминовых препаратов выражается в повышении устойчивости растений к неблагоприятным условиям и поражению болезнями и вредителями, что способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур и качества растениеводческой продукции. Рядом исследователей показан положительный эффект их использования на различных культурах. Так, гуминовые препараты, полученные в Иркутской области из местного сырья (углей и сапропеля), способствовали повышению урожайности зерновых на 8-10 %, картофеля – на 15-20, кукурузы – на 35-42 % [9]. Отмечено положительное действие гуминовых препаратов Гумат калия и Лигногумат на урожайность и качество ячменя в условиях Республики

Мордовия [5]; выявлено влияние гуминовых препаратов из сапропеля на рост и развитие овощных культур [2]; установлена эффективность использования гуминовых продуктов группы Лайф Форс как стимуляторов роста и развития плодовых культур [6]. Отмечено также положительное влияние гуминовых препаратов на повышение эффективности и окупаемости минеральных удобрений [8]. Есть исследования, подтверждающие положительное действие гуматов и гуминовых препаратов на биологические свойства почв [10] и процессы восстановления почвенного плодородия на загрязнённых и нарушенных почвах [7].

В условиях Удмуртской Республики изучение эффективности применения гуминовых препаратов проводится с 2017 г. В качестве объекта исследования использовали почвенный кондиционер Лайф Форс марка Соил Кондиционер натуральные гуминовые кислоты (НГК). Производителем рекомендуется данный гуминовый продукт для внесения в почву с целью улучшения её структуры, влагоудерживающей способности и биологических свойств [13].

Цель исследования – изучить действие и последствие гуминового продукта НГК на урожайность культур звена севооборота ячмень с подсевом клевера – клевер 1- и 2-го годов пользования и показатели плодородия агродерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы.

Методика. В 2017 г. на опытном поле АО Учхоз «Июльское» Ижевской ГСХА (ныне УНПК «ИжАгроплекс») заложили полевой опыт по изучению эффективности использования гуминового продукта НГК. Схема опыта: 1. Без НГК – контроль (к); 2. НГК, 0,3 т/га; 3. НГК, 0,5 т/га. Данное вещество вносили в почву под ячмень и под эту же культуру, но с подсевом клевера. Таким образом, результаты 2017 г. рассматривались как действие двух факторов: А – возделываемая культура, В – влияние НГК. В 2018-2019 г. эффективность препарата НГК изучали в последствии при возделывании клевера лугового 1- и 2-го годов пользования. Повторность пятикратная, расположение вариантов в повторениях систематическое.

Почва опытного участка агродерново-среднеподзолистая среднесуглинистая на красно-буром опесчанном суглинке, типичная для условий Удмуртской Республики. Агрохимическая характеристика агродерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы до закладки опыта (2017 г.): содержание органического вещества 1,32, %, $pH_{КСЛ}$ 4,25.

Сумма поглощенных оснований 11,3, Нг 3,01 ммоль/100 г почвы, V 87, %, P_2O_5 88, K_2O 65 мг/кг.

Перед закладкой опыта почва имела сильноокислую реакцию, низкую сумму обменных оснований, среднюю обеспеченность подвижным фосфором и низкое содержание подвижного калия, содержание органического вещества низкое. В целом почва может оцениваться как низкокультуренная, даже истощённая в результате интенсивного сельскохозяйственного использования. Именно для таких почв рекомендуется использование гуминового препарата НГК Лайф Форс как улучшителя-кондиционера.

Территория УНПК «ИжАгроплекс» входит в южный агроклиматический район, в тёплый умеренно-влажный подрайон с суровой продолжительной зимой, значительным снежным покровом. Для территории характерно короткое жаркое лето с засушливыми периодами

или летними с середины мая до середины июня и осенними засухами, оказывающими отрицательное влияние на формирование урожая. Агрометеорологические условия вегетационного периода 2017 г. сложились неблагоприятно для роста и развития растений ячменя, которые в условиях переувлажнения и относительно низких температур подвергались заражению болезнями, что впоследствии сказалось на урожайности [3]. Выпадение осадков и повышенные температуры вегетационных периодов 2018-2019 г. в целом благоприятствовали возделыванию клевера лугового и способствовали накоплению зелёной массы.

Результаты и их обсуждение. На бедных по плодородию кислых почвах с очень низким содержанием органического вещества без применения удобрений в условиях 2017 г. сформировался низкий уровень урожайности зерна. Это связано с сильным развитием вегетативной части и относительно большим количеством соломы, а также с поражённостью растений болезнями и повреждением вредителями. Однако даже в этих условиях выявлено положительное влияние гуминового препарата НГК на урожайность. При использовании его в норме 0,5 т/га получена достоверная прибавка урожайности 36 % по отношению к контролю (табл. 1).

В течение вегетации 2017 г. проводили оценку степени поражения растений ячменя болезнями и повреждения вредителями. Результаты показали, что при использовании препарата НГК растения существенно меньше поражались корневыми гнилями, сетчатой пятнистостью и др. [3]. Таким образом, можно связать увеличение урожайности с физиологическим воздействием гуминового препарата на растения ячменя, что способствовало лучшей устойчивости к заболеваниям и поражению вредителями.

1. Влияние гуминового препарата НГК Лайф Форс на урожайность звена севооборота, т/га (в среднем за 2017-2019 г.)

Вариант	Ячмень, зерно	Клевер 1-го г.п., зелёная масса	Клевер 2-го г.п., зелёная масса
1. Без ННА – контроль	9,4	22,2	28,0
2. ННА, 0,3 т/га	10,5	23,1	33,6
3. ННА, 0,5 т/га	12,8	28,7	37,5
НСР ₀₅	1,4	3,7	6,4

Клевер в условиях 2018 г. очень хорошо перезимовал и сформировал высокую урожайность зелёной массы. Достоверное увеличение урожайности на 6,5 т/га относительно контроля получено при использовании изучаемого гуминового препарата в дозе 0,5 т/га. Содержание сухого вещества в зелёной массе клевера в условиях данного года изменялось в пределах 9,7-11,9 %. В варианте НГК, 0,5 т/га получен и наиболее высокий сбор сухого вещества (2,78 т/га), что на 0,2 т/га превышает аналогичный показатель на контроле.

Учёт урожайности клевера 2-го года пользования (2019 г.) показал, что проявилось последствие гуминового препарата НГК в дозе 0,5 т/га, выразившееся в увеличении урожайности зелёной массы на 9,5 т/га относительно контроля. В условиях данного года содержание сухого вещества колебалось в пределах 25,6-29,4 %, сбор сухого вещества составил 7,2 т/га на контроле, по последствию НГК – 9,0-11,0 т/га. Таким образом, внесение в почву гуминового препарата НГК в дозах 0,3-0,5 т/га положительно действовало на урожайность звена сево-

оборота ячмень + клевер – клевер 1-го года пользования – клевер 2-го года пользования в течение трёх лет.

Представляет интерес действие гуминового продукта НГК на свойства агродерново-среднеподзолистой низкокультуренной почвы. В почвенных пробах, отобранных после уборки урожая ячменя в 2017 г., были определены основные химические и физико-химические показатели. При этом учитывали не только влияние гуминового препарата НГК, но и возможное действие возделываемой культуры (ячмень или ячмень с подсевом клевера). В целом обменная и гидролитическая кислотность, сумма обменных оснований, содержание подвижных форм фосфора не имели существенных закономерных изменений по вариантам опыта.

Почва опытного участка характеризовалась как слабогумусированная, с содержанием органического вещества меньше минимального. В 2018 г. были отобраны пробы после уборки клевера 1-го года пользования (табл. 2).

2. Влияние гуминового препарата НГК на содержание органического вещества в агродерново-среднеподзолистой почве под клевером 1-го г.п. (2018 г.)

Вариант	Органический углерод, %		Гумус, %	
	содержание	отклонение	содержание	отклонение
1. Без ННА – контроль	0,91	-	1,57	-
2. ННА, 0,3 т/га	0,94	0,03	1,62	0,05
3. ННА, 0,5 т/га	0,96	0,05	1,66	0,09
НСР ₀₅	0,04		0,07	

Известно, что изменение общего содержания органического углерода в почвах происходит крайне медленно. Однако после уборки клевера выявлено увеличение содержания органического вещества по сравнению с исходным состоянием. Отмечено также достоверное повышение содержания органического вещества по отношению к контрольному варианту в результате последствия гуминового препарата НГК в дозе 0,5 т/га.

Содержание подвижных форм фосфора и калия в 2018 г. практически не изменилось по сравнению с исходным состоянием и не зависело от использования препарата НГК. Обеспеченность подвижным фосфором средняя, подвижным калием – низкая. Закономерные изменения физико-химических показателей не выявлены.

Гуминовый препарат НГК предлагается производителем как почвенный кондиционер, способствующий повышению биологической активности почв. Имеются данные о повышении активности почвенных целлюлозоразлагающих микроорганизмов при использовании данного препарата [12]. В наших исследованиях проведено определение интенсивности выделения диоксида углерода из почвы, однако закономерных существенных изменений этого показателя в зависимости от применения препарата НГК не выявлено. В то же время представляло интерес определение активности некоторых ферментов, которые являются природными биокатализаторами и образуются в почве в результате жизнедеятельности и отмирания растений, животных и микроорганизмов. Подвергаясь иммобилизации, ферменты в почве стабилизируются и в течение длительного периода сохраняют свою активность. Исследованиями [11] установлено, что на черноземах разложение соломы протекает более активно при обработке её гуминовыми препаратами в связи с ростом ферментативной

активности почвы. Однако на бедных по плодородию дерново-подзолистых почвах разложение пожнивных корневых остатков после уборки ячменя может протекать иначе. В таблице 3 представлены результаты анализа почвенных проб, отобранных в 2018 г. В условиях лаборатории была определена активность каталазы (класс оксидоредуктаз), инвертазы и уреазы (класс гидролаз). При этом можно отметить влияние на ферментативную активность как препарата НГК, так и возделываемой культуры.

3. Влияние гуминового препарата НГК на ферментативную активность агродерново-подзолистой среднесуглинистой почвы

Вариант фактора В (внесение НГК)	Каталаза, O ₂ /(г·мин)		Инвертаза, мг глюко- зы/(г·сут)		Уреаза, мг N-NH ₃ /10 (г·сут)	
	Культура – фактор А					
	ячмень	ячмень с подсе- вом клеве- ра	ячмень	ячмень с подсе- вом клеве- ра	ячмень	ячмень с подсе- вом клеве- ра
1. Без НГК – контроль	0,24	0,70	0,56	0,65	0,52	0,78
2. НГК, 0,3 т/га	0,36	0,50	0,20	0,71	1,88	1,90
3. НГК, 0,5 т/га	0,42	0,56	0,20	0,57	0,76	2,12
НСР ₀₅ : частных различий	0,40		0,31		0,26	
по фактору А	0,23		0,18		0,05	
по фактору В	0,57		0,33		0,18	

Анализируя данные таблицы 3, можно сделать вывод о том, что в почве очень слабая биологическая активность (по шкале сравнительной оценки биологической активности почвы Гапонюка, Малахова, 1985) по всем трем показателям, однако следует отметить некоторые особенности в зависимости от изучаемых факторов. Фермент каталаза относится к классу оксидоредуктаз, которые участвуют в окислительно-восстановительных процессах и могут способствовать синтезу гуминовых веществ в почве. Каталаза разрушает образующийся в результате дыхания организмов пероксид водорода и разлагает его на воду и молекулярный кислород. В наших исследованиях выявлено положительное влияние возделываемой культуры на активность каталазы, т.е. введение подсева клевера и, вероятно, большее поступление в почву органических остатков в этом случае способствовало достоверному повышению активности этого фермента. Активность инвертазы определяется уровнем содержания в почве органического вещества [11]. Этот фермент обнаруживают во всех почвах; он катализирует реакцию гидролиза сахарозы на глюкозу и фруктозу. Согласно полученным данным (см. табл. 3), активность инвертазы также достоверно повысилась под воздействием клевера. Следует отметить, что внесение НГК в почву не привело к существенному изменению активности каталазы и инвертазы.

Уреазная активность рассматривается в качестве показателя самоочищающей способности почвы, загрязненной ксенобиотиками органической природы. Действие уреазы связано с гидролитическим расщеплением связи между азотом и углеродом в молекулах азотсодержащих органических соединений. В агроэкосистемах быстрое нарастание активности уреазы также свидетельствует о способности накопления в почве амми-

ачного азота. Достоверное увеличение уреазной активности на 0,79 и 1,24 мг N-NH₃ /10 (г · сут) относительно контроля отмечено при использовании гуминового препарата НГК в дозах 0,5 и 0,3 т/га соответственно. Выявлено также положительное достоверное влияние подсева клевера на активность уреазы.

В целом низкая ферментативная активность объясняется низким уровнем плодородия агродерново-подзолистой среднесуглинистой почвы и особенно содержанием органического вещества. Однако выражена тенденция к повышению биологической активности почвы при внесении почвенного кондиционера-улучшителя НГК в дозах 0,3-0,5 т/га.

Выводы. Использование гуминового препарата Лайф Форс марка Соил Кондиционер натуральные гуминовые кислоты (НГК) на агродерново-подзолистой среднесуглинистой почве, внесенного в дозах 0,3 и 0,5 т/га в звене севооборота ячмень + клевер – клевер 1- и 2-го годов пользования в условиях 2017-2019 г. было эффективным в прямом действии и в последствии.

1. Внесение гуминового препарата НГК в дозе 0,5 т/га способствовало существенному повышению урожайности зерна ячменя – на 3,4 т/га относительно контроля; в последствии получена прибавка зелёной массы клевера 1- и 2-го годов пользования, соответственно, 6,5 и 9,5 т/га относительно контроля.

2. Последствие НГК в дозе 0,5 т/га проявилось в достоверном повышении содержания органического вещества в почве на 0,09 %.

3. Агродерново-среднеподзолистая среднесуглинистая почва с сильнокислой реакцией, средней обеспеченностью подвижным фосфором, низкой обеспеченностью подвижным калием и низким содержанием гумуса обладала очень низкой биологической активностью. Однако выявлено достоверное положительное влияние гуминового препарата НГК на активность фермента уреазы в почве.

Литература

1. Безуглова, О.С. Гуминовые препараты как стимуляторы роста растений и микроорганизмов / О.С. Безуглова, Е.А. Полиенко, А.В. Горюнов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4. – С. 11-14.
2. Безуглова, О.С. Влияние гуминовых препаратов из сапропеля на овощные культуры / О.С. Безуглова, Г.Ю. Халецкая // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 5.
3. Изучение использования гуминовых продуктов «Life Force» на агродерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики / А.Б. Горбушина, Н.А. Семакина, Т.Ю. Бортник [и др.] // Агрохимический вестник. – 2018. – Спецвыпуск. – С. 16-24.
4. Исследование гуминовых препаратов, полученных из бурого угля / А.В. Кошелев, В.Ф. Головкин, И.Д. Деревягина [и др.] // Химия и технология органических веществ. – 2019. – № 3. – С. 28-40.
5. Камалихин, В.Е. Влияние сроков внесения био- и гуминовых препаратов на продуктивность ярового многолетнего ячменя / В.Е. Камалихин, Н.Н. Иванова, В.И. Каргин // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2020. – № 2. – С. 36-41.
6. Кеслер, К.Е. Применение гуминовых препаратов Life Force Natural Acids и Life Force Humate Balance на плодовых культурах / К.Е. Кеслер // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2018. – № 1. – С. 16-18.
7. Коновалов, А.С. Оценка применимости гуминового препарата ГУ-МЭЛ для снижения токсичности почв, загрязненных мышьяком / А.С. Коновалов, М.В. Бутырин // Плодородие. – 2014. – № 1. – С. 40-41.
8. Корсаков, К.В. Повышение окупаемости минеральных удобрений при использовании препаратов на основе гуминовых кислот / К.В. Корсаков, В.В. Пронько // Плодородие. – 2013. – № 2. – С. 18-20.
9. Мартынова, Н.А. Применение гуминовых удобрений в сельском хозяйстве: теория и практика / Н.А. Мартынова, В.И. Бутаков, В.Г. Щукин // Новые аграрные технологии – основной фактор повышения эффективности производства: материалы науч.-практ. конф. Иркутского ГАУ 19.02.2016 г. – Иркутск, 2016. – С. 46-54.
10. Наими, О.И. Биологическое земледелие и экологические аспекты применения гуминовых препаратов / О.И. Наими, Ю.С. Поволоцкая // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 3-1. – С. 121-123.
11. Ферментативная активность чернозёма обыкновенного при разложении соломы в почве / О.С. Безуглова, О.И. Наими, Е.А. Полиенко [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 12. – С. 199-204.
12. Яшин, Е.А. Влияние гуминовых продуктов на физические, химические и биологические свойства чернозёма типичного в агрономической системе удобрения проса / Е.А. Яшин, А.Е. Яшин // Агрохимический вестник. – 2018. – Спецвыпуск. – С. 93-99.
13. Humic Acids Natural Leonardit. – URL : <https://life-force.pro/soil-conditioner-natural-humic-acids-life-force> (дата обращения : 27.02.2023)

INFLUENCE OF THE HUMIC PREPARATION LIFE FORCE® ON THE CROP ROTATION LINK PRODUCTIVITY AND FERTILITY INDICATORS OF AGRO-SOD-PODZOLIC SOIL

Bortnik Tatyana Yurievna, Associate Professor, Doctor of Agricultural Sciences

Mertsalova Anna Borisovna, post-graduate student

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

Udmurt State Agrarian University

426033, 16, Kirova st., Izhevsk, room 410. Department of Agrochemistry, Soil Science and Chemistry –

tel. 8 (3412) 73-30-77. E-mail: agrohimi@udsau.ru

The effectiveness of the humic preparation Life Force® – Natural Humic Acides (NHA) when it was introduced into the soil in the crop rotation link was studied on agro-soddy-podzolic medium loamy soil of the Udmurt Republic. NHA at a dose of 0.5 t/ha has a positive effect on the yield of barley grain; the increase relative to the control was 3.4 t/ha. In the aftereffect, the yield of clover green mass increased by 6.5-9.5 t/ha. NHA significantly affects the content of organic matter and urease activity in the soil.

Keywords: humic preparations, agro-sod-podzolic soil, barley, clover, productivity, enzymatic activity.