

ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВО КОРМОВ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ В НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Л. В. Тиранова, к.с.-х.н., Новгородский НИИСХ – филиал СПб ФИЦ РАН
173516, Новгородская обл., Новгородский р-он, п/о Борки, ул. Парковая, д. 2.
E-mail: tiranova.zevs1954@yandex.ru.*

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук – филиал Новгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» (тема № 0681-2019-0001, рег. № НИОКТР АААА-А19-119082290041-7)

Изучали три способа использования Азотовита и Фосфатовита (предпосевная обработка семян, некорневое опрыскивание растений, предпосевная обработка семян + некорневое опрыскивание) совместно с минеральными удобрениями в звене улучшенного кормового севооборота (вико-овёс на зеленую массу, озимая рожь, яровой ячмень) в условиях Новгородской области на дерново-подзолистой почве, составлявшей 65,4 % в общем почвенном покрове. Максимальная питательность кормов в среднем за звено севооборота отмечена в варианте двукратного применения микробиологических удобрений (обработка семенного материала баковой смесью Азотовит + Фосфатовит по 2 л/т каждого препарата совместно с протравителем, некорневое опрыскивание посевов в ранние фазы развития при высоте растений до 30 см Азотовит + Фосфатовит по 1 л/га) и при внесении минеральных удобрений в дозе на планируемую урожайность: 6,8 т к. е/га, сухого вещества 5,9 т/га, переваримого протеина 0,73 т/га, что выше по отношению к варианту 1 (без микробиологических удобрений) на 26 %. В данном варианте энергетические результаты лучшие: низкая энергоёмкость производства 1 т к.е. – 2,3 ГДж и высокий коэффициент энергетической эффективности – 5,8 ед. Применение микробиологических удобрений при обработке семян вместе с протравителем и по вегетации, заплата соломы зерновых способствовали повышению плодородия почвы в звене улучшенного севооборота на 68 ГДж/га, что выше по сравнению с вариантами без использования микробиологических удобрений на 17 и 37 %.

Ключевые слова: звено севооборота, минеральные и микробиологические удобрения, урожайность, плодородие.

Для цитирования: Тиранова Л.В. Влияние микробиологических и минеральных удобрений на качество кормов и плодородие почвы в Новгородской области// Плодородие. – 2022. – №2. – С. 26-29. – DOI: 10.25680/S19948603.2022.125.07.

Для обеспечения животных высококачественными кормами необходимо возделывать сельскохозяйственные культуры с высоким содержанием белка и других питательных веществ. Для получения хороших урожаев кормовых культур в звене улучшенного кормового севооборота, который состоит из викоовсяной смеси на зеленую массу, озимой ржи и ярового ячменя на зерно, проводили изучение Азотовита (А) и Фосфатовита (Ф) на двух фонах минеральных удобрений.

Все виды животных охотно поедают очень питательный легкоусвояемый белковый корм из викоовсяной смеси, возделываемой на зелёный корм. Викоовсяная смесь полнее использует питательные вещества и влагу из почвы в связи с тем, что корневая система мочковатая и стержневая. Раннее скашивание на зелёный корм и сено даёт возможность отлично бороться с сорняками, так как они уничтожаются ещё до цветения [2]. Зернобобовые накапливают в почве значительное количество фиксированного азота и растительных остатков, которые усиливают биологическую активность почвы, увеличивают доступность питательных веществ и таким образом способствуют повышению плодородия почвы.

Смесь вики с овсом по питательности занимает промежуточное положение между чистым овсом и чистой викой с колебаниями в ту или иную сторону в зависимости от преобладания в смеси того или другого компонента.

Озимую рожь возделывают на зерно, зелёный корм, травяную муку, сено, силос и сенаж, она является ценной кормовой культурой. Около 80 % посевной площади озимой ржи сосредоточено в Нечернозёмной зоне [7].

В качестве концентрированного корма для животных применяют дроблёное и цельное зерно озимой ржи, а также муку и отруби. Ржаные отруби используют главным образом при откорме крупного рогатого скота. Отруби содержат переваримого белка 10,1 %, а мука – 9,9 %. Озимая рожь, благодаря быстрому росту и большой кустистости подавляет развитие многих сорняков; к тому же сравнительно ранняя уборка её очищает поля от поздно обсеменяющихся сорняков.

Яровой ячмень – основная зернофуражная культура в условиях Новгородской области. Удельный вес зерна ячменя в производстве на кормовые цели достигает 80%. Он имеет высокие кормовые достоинства, в его зерне и отрубях около 10 % белка. Ячмень считается

лучшим кормом для свиней. Для откорма КРС используют зерно в размолотом виде. Ячменная солома и мякина содержат много протеина: солома – 4 %, мякина – 6,2 % [1].

Для получения агрономической и экономической выгоды необходимо применять препараты, которые повышают коэффициент использования элементов питания из почвы и удобрений. Микробиологические удобрения в данной области считаются перспективными, хотя их эффективность изучена недостаточно [5, 6].

Азотовит азотфиксирующими бактериями фиксирует молекулярный азот из атмосферы и переводит его в форму, доступную для усвоения растениями. Фосфатовит бактериями растворяет силикатные минералы и высвобождает фосфор и калий из сложных соединений с переводом их в доступные. Микробиологические удобрения формируют дополнительный урожай за счёт увеличения интенсивности и эффективности использования растениями питательных веществ.

Актуальность НИР обусловлена необходимостью создания прочной кормовой базы для животноводства, и в первую очередь, собственного производства концентрированных кормов.

Цель исследований – изучить влияние комплексного использования минеральных и микробиологических удобрений в звене улучшенного кормового севооборота на урожайность возделываемых культур, количественные показатели качества кормов и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях Новгородской области.

Методика. Исследования проводили в звене улучшенного кормового севооборота на дерново-подзолистой легкосуглинистой на глине среднекультурной почве с содержанием подвижного фосфора более 250 мг/кг, обменного калия 250 мг/кг по Кирсанову, гумуса 2,6-2,8 % (по Тюрину) и $pH_{\text{сол}}$ 5,8 на опытном поле Новгородского НИИСХ в 2019-2021 г.

Изучали две дозы минеральных удобрений (фактор В): $B_1 - N_1P_1K_1$ (фон 1) на расчётную урожайность (под викоовсяную смесь на з/м – 30 т/га $N_{82}P_{105}K_{70}$, озимую рожь 3,5 т/га $N_{40}P_{42}K_{80}$, яровой ячмень 3 т/га $N_{61}P_0K_{42}$); $B_2 - N_2P_2K_2$ (фон 2) уменьшена на 50 % от фактора B_1 и три способа применения А и Ф (фактор Н): 1. H_0 (без использования А + Ф); 2. H_1 – предпосевная обработка семян (А + Ф по 2 л/т каждого препарата); 3. H_2 – некорневая обработка (А + Ф по 1 л/га каждого препарата); 4. H_3 – применение в технологических операциях двух факторов $H_1 + H_2$. Семена перед посевом обрабатывали протравителем. Микробиологические удобрения применяли совместно с пестицидами и затраты по их применению минимальны.

Чередование культур в звене улучшенного севооборота: 1 – вико-овёс на з/м; 2 – озимая рожь на зерно; 3 – яровой ячмень на зерно. Викоовсяная смесь – зернобобовая культура, и при возделывании фиксирует азот из воздуха, что очень актуально, так как экономятся дорогостоящие азотные удобрения. В результате азотфиксации с пожнивными остатками викоовсяной смеси в почву поступило от 17 до 23 кг/га азота. Солому зерновых использовали на удобрение. Её измельчали в два следа тяжёлой дисковой бороной БДТ-3 и на каждую тонну соломы дополнительно вносили по 10 кг азота в связи с высоким соотношением С:N = 80-90 : 1.

Схема опыта представлена в таблице 1.

Повторность в опыте трёхкратная, размер делянок 100 м². Размещение делянок рендомизированное. Де-

лянки делили пополам. На одной половине делянки высевали семена, обработанные только протравителем, на другой части делянки семена перед посевом обрабатывали протравителем семян и микробиологическими удобрениями (А + Ф по 2 л/т каждого препарата). Почву опытного участка перед посевом возделываемых культур культивировали в двух направлениях культиватором КШП-9 на глубину посева семян до 6 см. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию и проводили посев возделываемых культур сеялкой СН-16. Норма высева, млн всхожих семян на 1 га: вико-овёс на зелёную массу – вико яровая сорта Людмила – 2 и овёс яровой сорта Боррус – 3, рожь озимая сорта Волхова – 5,5 и ячмень яровой сорта Суздалец – 5,5. Некорневую обработку микробиологическими удобрениями по 1 л/га каждого препарата с расходом воды 200 л/га проводили штанговым опрыскивателем ОПШ-16. Посевы викоовсяной смеси и озимой ржи обрабатывали при высоте растений до 30 см, ячменя – в фазе кущения. Средний ГТК за вегетацию в 2019-2021 г. по годам составил, соответственно, 1,7 и 1,3 и 0,8 ед.

Учёт урожайности викоовсяной смеси на зелёную массу проводили в фазе образования зелёных лопаток у вики в середине июля, у зерновых – в фазе полной спелости зерна по пробным снопам. Полученные данные обрабатывали дисперсионным [3] и энерго-экономическими методами [9].

Результаты и их обсуждение. Наибольшую урожайность викоовсяной смеси – 6,8 т к.е/га и прибавку урожая зелёной массы 0,8 т к. е/га (13%) по отношению к фону 1 получили по факторам B_1 и H_3 (табл. 1). В аналогичном варианте 8 при внесении половинной дозы минеральных удобрений $N_{41}P_{52}K_{35}$ прибавка зелёной массы викоовсяной смеси составила 0,9 т к.е/га (18 %) по отношению к фону 2.

Озимую рожь сорта Волхова посеяли в августе в оптимальные сроки. Активная вегетация в осенний период – 62 дня. ГТК с мая по июль – 1,3-1,7 ед., что говорит о хорошей обеспеченности посевов влагой.

Лучшая урожайность зерна озимой ржи отмечена в варианте 4 – 8,6 т к.е/га по факторам B_1 и H_3 (см. табл. 1), что согласуется с результатами исследований, проведённых в Новгородском НИИСХ в предыдущие годы [10].

1. Урожайность культур в звене севооборота под влиянием комплексного действия минеральных и микробиологических удобрений (в среднем за 2019-2021 г.), т к.е/га

№ вари- анта	Фактор		Урожайность		
	В	Н	Вико- овёс, з/м	Оз. рожь на зерно	Ячмень на зерно
1	В ₁ N ₁ P ₁ K ₁ ФОН 1	H ₀	6,0	6,6	3,5
2		H ₁	6,4	7,2	4,0
3		H ₂	6,3	7,4	4,1
4		H ₃	6,8	8,6	5,0
5	В ₂ N ₂ P ₂ K ₂ ФОН 2	H ₀	5,1	5,8	2,8
6		H ₁	5,7	6,6	3,3
7		H ₂	5,7	6,7	3,4
8		H ₃	6,0	7,3	4,2
НСР ₀₅ : фактор В			0,19	0,7	0,36
фактор Н			0,16	0,6	0,36
НСР ₀₅ для сравнения частных средних			0,31	1,2	0,44

Примечание. Фактор В – доза минеральных удобрений, кг д.в./га, фактор Н – микробиологические удобрения (здесь и в табл. 2).

На двух фонах минеральных удобрений $N_{40}P_{42}K_{80}$ и $N_{20}P_{21}K_{40}$ при однократном использовании микробиоло-

гических удобрений (факторы N_1 и N_2) прибавка урожая зерна к фонам 1 и 2 составила – 0,6 и 0,8 и 0,8 и 0,9 т к.е/га соответственно. Следовательно, увеличение урожая зерна озимой ржи при использовании Азотовита и Фосфатовита практически не связано с вносимыми дозами минеральных удобрений. Уменьшение дозы минеральных удобрений в 2 раза (фон 1 к фону 2) понизило урожай зерна на 14%.

Среднеспелый яровой ячмень сорта Суздалец выведен ФГНУ Московским НИИСХ «Немчиновка» (вегетационный период 74-94 дня). Районирован в Новгородской области.

Ячмень посеяли в мае 2021 г. Полные всходы появились на 8-9-й день после посева при влажности пахотного слоя почвы 28-30 %. Кущение ярового ячменя наступило на 25-28-й день от даты посева и проходило при благоприятной влажности пахотного слоя до 65 % полевой влагоёмкости и умеренных температурах воздуха.

В варианте 4 при использовании А и Ф двукратно (фактор N_3) на уровне минерального питания $N_{61}P_0K_{42}$ урожайность зерна наибольшая – 5,0 т к. е/га и прибавка урожая – 1,5 т к. е/га по отношению к фону 1. При однократном использовании микробиологических удобрений (факторы N_1 и N_2) прибавки урожая зерна в вариантах 2, 3 и 6, 7 по отношению к фонам 1 и 2 равноценны и составили 0,5 и 0,6 т к. е/га (14-21 %) при $НСР_{05}=0,36$ т к. е/га. Уменьшение дозы удобрений в 2 раза понизило урожайность в варианте 5 на 0,7 т к. е/га (25 %). Совместного действия микробиологических и минеральных удобрений на увеличение урожайности возделываемых культур за годы исследований не установлено.

Лучшие показатели по питательности кормов в среднем за звено севооборота отметили при внесении под возделываемые культуры минеральных удобрений в расчёте на планируемую урожайность и применении микробиологических удобрений в технологических операциях дважды (вар. 4) (табл. 2).

2. Влияние микробиологических и минеральных удобрений на количественные показатели кормовых качеств возделываемых культур (в среднем за звено севооборота), т/га

Вариант	Фактор В	Фактор Н	Кормовые единицы	Сухое вещество	Переваримый протеин
1	Фон 1 – – $N_1P_1K_1$	H_0	5,4	4,7	0,58
2		H_1	5,9	5,1	0,64
3		H_2	5,9	5,2	0,65
4		H_3	6,8	5,9	0,73
5	Фон 2 – – $N_2P_2K_2$	H_0	4,6	4,0	0,51
6		H_1	5,2	4,6	0,57
7		H_2	5,3	4,6	0,58
8		H_3	5,8	5,1	0,61

Дерново-подзолистые почвы в области занимают 83 % площади пашни [8] и имеют низкое содержание гумуса – от 1,4 до 3,2 %. Для сохранения и повышения плодородия почвы запахивали солому зерновых по вариантам опыта, согласно полученному урожаю зерна. В почву запахали, соответственно по вариантам опыта, солому озимой ржи, равную урожайности зерна умноженной на коэффициент 1,5; солому ярового ячменя, равную урожайности зерна умноженной на 1,2 (см. табл. 1). Из каждой тонны соломы, внесённой в почву, образуется 70-100 кг/га гумуса и поступает значитель-

ное количество питательных веществ: азота – 3,7-5,5 кг/га, фосфора – 0,8-1,0, калия – 5,5-11, кальция – 2,2-9,2 кг/га [5].

В среднем за звено севооборота плодородие почвы по всем вариантам опыта повысилось, и баланс гумуса почвы составил 1,9-2,4 т/га.

Высокие энергоэкономические показатели в звене улучшенного кормового севооборота получили по факторам опыта V_1 и H_3 : урожайность 6,8 т к. е/га, низкую энергоёмкость производства основной продукции – 2,3 ГДж/т к.е.; высокую энергетическую эффективность производства – 5,8 т к.е/га и рентабельность производства – более 150 %.

Заключение. Для получения высоких урожаев фуражных культур на дерново-подзолистой почве в условиях Новгородской области (ви́ко-овёс на 3/м, зерно оз. ржи и ячменя) более 5 т к. е/га с низкой энергоёмкостью производства менее 3 ГДж/т к. е. и высокой рентабельностью производства – более 150 % необходимо в технологических операциях использовать минеральные удобрения в расчёте на планируемую урожайность и применять новые микробиологические удобрения для предпосевной обработки посевного материала и некорневой обработки в ранние фазы развития растений. Для повышения плодородия почвы следует использовать Азотовит, Фосфатовит и солому зерновых в качестве органического удобрения. Баланс гумуса почвы за звено севооборота в среднем повысился более чем на 1,9 т/га.

Литература

1. Андреев Н. Г. Луговое и полевое кормопроизводство. – М.: Колос, 1984. – С. 311.
2. Банкрутенко А. В., Казанцев В. П., Григорьев Ю. П. Формирование высокопродуктивных агроценозов кормовых бобовых и вики яровой в смеси с мятликовыми культурами в подтаёжной зоне Западной Сибири: рекомендации. – Омск: Изд-во ФГБОУ ВПО Ом ГАУ, 2012. – 29 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, – 1985. – С. 248-260.
4. Еремина Р. Ф., Мащенко С.С., Чуян Н. А., Федорченко А. Е., Ермакова А. А. Технология эффективного использования растительных остатков как органических удобрений на чернозёмах лесостепи ЦЧЗ. – Курск, 2005. – 20 с.
5. Иванчин Н. В., Гаринова С. Р., Шавалеева Д. В., Уразбахтина С. А., Захарова Р. Ш., Хайруллин Р. М. Влияние штаммов *Bacillus subtilis* на продуктивность растений гороха и автономной и совместной инокуляции со штаммом *Rhizobium leguminosarum* bv. viciae 1078. // Агрохимия. – 2008. – № 10. – С. 34-39.
6. Конончук В. В., Герасимова С. А. Урожайность ячменя и многолетних трав в зависимости от агротехнических факторов и приёмов биологизации земледелия // Агрохимический вестник. – 2008. – № 2. – С. 29-32.
7. Методические указания и нормативные материалы для разработки проектов адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Северо-Западном регионе РФ. – Санкт-Петербург, 2004. – С. 14-15.
8. Пономарев И. П. Почвы Новгородской области. – Новгород, 1955. – С. 62-63.
9. Тиранова Л.В., Тиранов А.Б. Методика расчёта ресурсно-экономической оценки оптимальных севооборотов // Метод. издание НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2005. – С. 25-33.
10. Тиранова Л.В., Тиранов А.Б. Эффективность комплексного использования минеральных и микробиологических удобрений на урожайность озимой ржи в условиях Новгородской области // Аграрная наука. – 2021. – № 2. – С. 81-83.

L. V. Tiranova, Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences

Novgorod research Institute of agriculture branch of St. Petersburg Federal research center of the Russian Academy of Sciences.
173516, Borki vil., Parkovaya str., Russia, E-mail: tiranova.zevs1954@yandex.ru.

Three methods of using Azotovite and Phosphatovite in technological operations were studied (pre-sowing seed treatment; non-root spraying of plants; pre-sowing seed treatment + non-root spraying) together with mineral fertilizers in the link of improved fodder crop rotation (vico-oats on z/m, lake rye, spring barley) conditions of the Novgorod region on sod-podzolic soil, of which 65.4% in the total soil cover. The maximum indicators for the nutritional value of feed on average per crop rotation link were obtained in the variant with the double use of microbiological fertilizers (processing of seed material in a tank mixture of Azotovite + Phosphatovite 2 l/t of each preparation together with a mordant, non-root spraying of crops in the early phases of development at plant height up to 30 cm Azotovite + Phosphatovite 1 l/ha) and the application of mineral fertilizers in a dose for the planned yield: 6.8 tons of feed units per hectare; dry matter 5.9 t/ha; the digestible protein is 0.73 t/ha, which is 26% higher in relation to option 1 (without the use of microbiological fertilizers). In this variant, the energy results are the best: the low energy intensity of the production of tons of feed units is 2.3 GJ and the high energy efficiency coefficient is 5.8 units. The use of microbiological fertilizers during seed treatment together with a mordant and during vegetation, plowing of grain straw contributed to an increase in soil fertility in the improved crop rotation by 68 GJ/ha, which is higher compared to the options without the use of microbiological fertilizers by 17 and 37%.

Keywords: crop rotation link; mineral and microbiological fertilizers; productivity; fertility.

УДК: 631.51:551.5(470.56)

DOI: 10.25680/S19948603.2022.125.08

ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ И СПОСОБА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ОСЛАБЛЕНИЕ ЗАСУХИ В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

**В.Ю. Скороходов, к.с.-х.н., Н.А. Максюттов, д.с.-х.н., А.А. Зоров, к.с.-х.н.,
Д.В. Митрофанов, к.с.-х.н., Ю.В. Кафтан, к.с.-х.н., Н.А. Зенкова, к.с.-х.н.,
ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий
Российской академии наук»
460051, г. Оренбург, просп. Гагарина, 27/1, e-mail: skorohodov.vitali1975@mail.ru)**

**Исследования выполняются в соответствии с планом НИР на 2022-2024 г.
ФГБНУ БСТ РАН (№0526-2022-0014)**

Важную роль в борьбе с засухой за счёт большего накопления весенней почвенной влаги играют глубина обработки почвы, отказ от основной зяблевой обработки и переход на минимальные и нулевые весенние обработки, применение повсеместно отвальных и безотвальных обработок. Оренбургская область характеризуется очень большим почвенным и климатическим разнообразием, поэтому к основной обработке почвы необходим зональный подход. Всё названные системы обработки почвы изучали в многолетних стационарных опытах, на основании которых установлена их эффективность в полевых севооборотах, в которых должны применяться в рациональном сочетании отвальные, безотвальные и минимальные обработки. Урожайность твёрдой пшеницы повышается на 2,3 ц/га при применении отвальной вспашки. Недостатком минимальной обработки почвы является засорённость посевов многолетними сорняками. Основной причиной низких запасов влаги на почвах с минимальной обработкой и необработанных с осени фонах стала повышенная плотность почвы. Установлено, что эффективность минимальной обработки почвы повышается от сухой к засушливой степи и к лесостепи. В сухой степи минимальная обработка почвы приводит к снижению урожая сельскохозяйственных культур в 50 % лет, поэтому она должна применяться с учётом её плотности.

Ключевые слова: засуха, обработка почвы, севооборот, сорняки, урожайность, плотность почвы, нитратный азот, плодородие.

Для цитирования: Скороходов В.Ю., Максюттов Н.А., Зоров А.А., Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В., Зенкова Н.А. Влияние глубины и способа обработки почвы на ослабление засухи в Оренбургской области// Плодородие. – 2022. – №2. – С. 29-33. DOI: 10.25680/S19948603.2022.125.08.

В земледелии нет единого универсального приёма обработки почвы, который бы отвечал всем агротехническим требованиям, что приводит к снижению урожайности с.-х. культур, плодородия почвы и наносит экономический и экологический ущерб. Например, за последние годы одними из причин участвовавшей засухи, являются отказ от основной зяблевой обработки почвы и переход на минимальные и нулевые весенние обработки или повсеместное применение отвальных и безотвальных обработок [1, 3, 8, 15].

Важную роль в борьбе с засухой, за счёт большего накопления весенней почвенной влаги, играет и глубина обработки почвы, но все приёмы должны проводиться с учётом почвенно-климатических особенностей, вида севооборота, культуры и эрозии почвы [6, 14].

В Оренбургской области очень большое почвенное и климатическое разнообразие, поэтому к основной обработке почвы должен быть зональный подход, а в отдельных случаях даже с учётом каждого поля.