

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ОКУПАЕМОСТЬ
МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ**

© 2024 С.Н. Никитин

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.С. Немцева

Статья поступила в редакцию 14.03.2024

Исследование фокусировалось на воздействии различных удобрений на содержание элементов питания в урожае пшеницы. Результаты показали, что использование биологических препаратов приводит к более эффективному накоплению питательных веществ. Также были выявлены затраты на выращивание 1 тонны зерна и оценена прибыль при использовании разнообразных удобрений. В результате проведенных краткосрочных полевых экспериментов были изучены различные методы улучшения урожайности яровой пшеницы. В ходе исследования применялись минеральные удобрения и биологические препараты для инокуляции семян. В эксперименте было использовано несколько схем, включая контрольную группу и группы с различными комбинациями добавок. Инокуляция семян яровой пшеницы биопрепаратами в сочетании с внесением минеральных удобрений N30P30K30 увеличивает урожайность зерна до 3,3-3,6 тонн на гектар, что приводит к повышению сбора на 13% по сравнению с обычным методом выращивания без добавления удобрений. Благодаря инокуляции семян, минеральные удобрения становятся вдвое более эффективными, увеличивая прибыль от урожая яровой пшеницы. Биопрепараты, за исключением мизорина, демонстрируют одинаковую эффективность в увеличении урожайности на фоне использования минеральных удобрений.

Ключевые слова: яровая пшеница, минеральные удобрения, биопрепараты, урожайность, окупаемость.

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-1-46-52

EDN: RXZRYK

ВВЕДЕНИЕ

Задача сохранения плодородия почв путем управления процессами связывания атмосферного азота с помощью микроорганизмов в почве стала ключевой для почвоведения и сельского хозяйства. Исследователи все более проявляют интерес к проблеме фиксации азота микробами из-за решающей роли этого процесса в биосфере Земли. Эта тема становится все более актуальной и перспективной, так как может обеспечить необходимый азот для сельскохозяйственного производства, где требуется непрерывный рост.

Важнейшим аспектом здесь является эффективное использование энергии для стимуляции работы микроорганизмов в почве, что способствует их безопасной экологической среде как для людей, так и для окружающей среды. В современных индустриально развитых странах проблема биологического азота считается одной из ключевых в области научных исследований [1].

Сельскохозяйственная продукция в нашей стране стала ухудшаться из-за недостатка минеральных удобрений, которые сельхозпроизводители перестали использовать в больших ко-

личествах. Это привело к уменьшению урожая и ухудшению качества сельскохозяйственных культур [2, 3, 4].

Рост интереса в различных странах к клубеньковым и ризосферным микроорганизмам, фиксирующим биологический азот и предоставляющим дополнительное минеральное питание для растений, ныне наблюдается на пике [5, 6, 7, 8, 9].

Биопрепараты имеют большие перспективы в использовании для обработки семян сельскохозяйственных культур. Это связано с тем, что микроорганизмы способны выполнять ряд полезных функций для растений. Например, они улучшают питание растений, захватывая атмосферный азот и поглощая фосфор и калий из почвы. Также они способствуют росту растений, делая их более устойчивыми к стрессовым ситуациям, и подавляют вредную микрофлору [10, 11].

В условиях глобального нарушения круговорота биогенных элементов в искусственных агроценозах, экологизация агропроизводства становится ключевым вопросом, особенно в контексте изменения климата. Исследования, направленные на улучшение использования растениями азота и удобрений, становятся все более актуальными в настоящее время. Приме-

Никитин Сергей Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук. E-mail: S_nikitin@mail.ru

нение бактериальных препаратов по-прежнему остается важным, однако изменяются подходы к их использованию, что требует новых решений в этой области [12, 13, 14, 15, 16, 17].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных краткосрочных полевых экспериментов в 2019-2021 гг. были изучены различные методы улучшения урожайности яровой пшеницы по следующей схеме: 1. Контроль; 2. Ризоагрин; 3. Флавобактерин; 4. Азорозин; 5. Агрофил; 6. Мизорин; 7. Экстрасол; 8. $N_{30}P_{30}K_{30}$ (фон); 9. Фон + Ризоагрин; 10. Фон + Флавобактерин; 11. Фон + Азорозин; 12. Фон + Агрофил; 13. Фон + Мизорин; 14. Фон + Экстрасол. В ходе исследования применялись минеральные удобрения и биологические препараты для инокуляции семян. В эксперименте было использовано несколько схем, включая контрольную группу и группы с различными комбинациями добавок. В результате были выявлены наилучшие способы повышения урожайности, которые будут использованы в дальнейших исследованиях.

Подготовка к посеву семян проводилась с применением минеральных удобрений Naa, Pcd и Kx, которые вносились до культивации почвы. Согласно инструкциям ВНИИСХМ (Тихонович и др., 2005), обработка семян перед посевом производилась вручную с использованием биологических препаратов. Для увеличения сцепления семян с биопрепаратами применялся обрат в количестве 1,5–2,0% от массы семян. Семена, предварительно смоченные молочным обратом, смешивались с необходимым количеством препарата (500–600 г на гектар) на брезенте перед посевом на поле.

На экспериментальном поле общая площадь делянки 59,4 квадратных метра, учётная – 49,5 квадратных метра. Распределение делянок было рендомизированным, в четырёхкратной повторности. Почва на исследуемом участке чернозём выщелоченный, среднегумусный. Содержание гумуса в верхнем слое составляло от 6,54 до 6,64 процента, общий азот – от 0,24 до 0,28 процента, фосфор и калий по Чирикову в диапазоне от 208 до 220 и от 98 до 108 миллиграммов на килограмм почвы соответственно, рН – от 6,5 до 6,7, гидролитическая кислотность 1,20–1,29 ммоль/100 г почвы, сумма поглощенных оснований 39,7–42,2 ммоль/100 г почвы, степень насыщенности основаниями 96,9–97,2%.

Для осуществления отбора почвенных и растительных образцов, проведения наблюдений и лабораторных анализов в полевых опытах использовались стандартные методики, описанные в различных источниках [18, 19, 20, 21, 22].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение химического состава яровой пшеницы позволило выявить воздействие удобрений и биопрепаратов на содержание азота, фосфора и калия (таблица 1). Варианты с ризоагрином и агрофилом отличались по содержанию азота как в зерне, так и в соломе. Без удобрений концентрация азота была близка к контролю, но при добавлении $N30P30K30$ отмечалось существенное изменение. Содержание азота в соломе колебалось в зависимости от применяемых биопрепаратов, однако в целом оставалось на одном уровне.

При использовании биопрепаратов концентрация фосфора в зерне яровой пшеницы колебалась в диапазоне 0,75–0,85 % на обоих фонах, а в соломе – от 0,26 до 0,35 %. Эти цифры представляют собой сомнительные данные. Содержание калия в зерне составляло 0,49–0,52 % и не зависело от использования удобрений или биопрепаратов, в то время как в соломе содержание калия составляло от 0,84 до 0,94 % без существенных различий между вариантами. Таким образом, влияние биопрепаратов на концентрацию фосфора и калия в зерне и соломе яровой пшеницы можно считать незначительным. Аккумуляция питательных элементов в урожае зависит от величины зерна и соломы, а также их содержания азота, фосфора и калия (см. таблицу 2).

Применение биопрепаратов без использования удобрений приводит к увеличению выноса в среднем на 8,6 кг/га азота (11 %), на 3,0 кг/га фосфора (10 %) и на 4,8 кг/га калия (10 %). Отмечено, что с полным внесением минеральных удобрений общий вынос элементов питания превышает уровень, достигнутый без удобрений (таблица 3).

Увеличение, вызванное использованием биопрепаратов, составило 11,0 % по азоту, 6,5 % по фосфору и 7,0 % по калию. В результате применения биопрепаратов на яровой пшенице без добавления NPK-удобрений, вынос элементов, связанный с урожаем зерна и соломы, увеличивается на 7–11 %. Основная часть потребленного азота урожаем (80–85 %) и фосфора (64–71 %) сосредоточена в зерне, в то время как калий (67–70 %) в основном содержится в соломе.

Повышение эффективности использования питательных веществ при воздействии биопрепаратов на семена яровой пшеницы является важным фактором. Особенно значительное увеличение использования азота отмечается при применении ризоагрина, флавобактерина, мизорина и азорозина, а фосфора – при использовании ризоагрина, флавобактерина и агрофила. Влияние данных биопрепаратов на расходы питательных элементов для производства зерна

Таблица 1. Влияние удобрений и биопрепаратов на содержание азота, фосфора и калия в зерне и соломе яровой пшеницы, % на сухое вещество (среднее за три года)

Вариант		Зерно			Солома		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений	Контроль	2,39	0,76	0,52	0,35	0,28	0,86
	Ризоагрин	2,14	0,78	0,50	0,41	0,26	0,84
	Флавобактерин	2,39	0,82	0,53	0,33	0,31	0,92
	Азорозин	2,42	0,75	0,55	0,39	0,28	0,94
	Агрофил	2,33	0,81	0,50	0,42	0,26	0,85
	Мизорин	2,47	0,80	0,53	0,45	0,32	0,82
	Экстрасол	2,40	0,79	0,51	0,37	0,33	0,91
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	2,30	0,81	0,48	0,42	0,32	0,92
	Ризоагрин	2,37	0,79	0,51	0,46	0,35	0,94
	Флавобактерин	2,40	0,85	0,53	0,39	0,29	0,88
	Азорозин	2,25	0,76	0,50	0,45	0,28	0,86
	Агрофил	2,19	0,78	0,49	0,36	0,34	0,89
	Мизорин	2,42	0,79	0,52	0,48	0,28	0,93
	Экстрасол	2,21	0,81	0,52	0,40	0,27	0,91

Таблица 2. Накопление элементов питания в урожае яровой пшеницы при использовании удобрений и биопрепаратов (среднее за три года)

Вариант		Вынос с урожаем зерна и соломы, кг/га			Доля зерна от общего выноса элемента, %		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений	Контроль	78,6	31,2	45,9	84	67	31
	Ризоагрин	86,1	35,9	50,6	80	70	32
	Флавобактерин	87,4	37,7	52,8	85	68	31
	Азорозин	83,3	31,7	50,3	83	67	31
	Агрофил	85,9	34,4	49,0	80	70	30
	Мизорин	91,4	36,5	48,3	81	65	33
	Экстрасол	89,2	37,9	53,2	83	64	30
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	88,0	38,1	52,9	80	65	28
	Ризоагрин	101,0	42,1	57,7	81	64	30
	Флавобактерин	99,7	41,9	56,4	83	70	32
	Азорозин	98,5	38,8	54,9	80	69	32
	Агрофил	93,8	42,8	56,7	83	65	31
	Мизорин	101,1	38,2	56,6	80	69	31
	Экстрасол	93,8	39,7	57,4	82	71	31

сопровождается незначительной динамикой. Средние затраты азота, фосфора и калия для производства 1 тонны зерна яровой пшеницы составляют 28,4-28,7 кг, 11,7-11,8 кг и 16,5-16,7 кг соответственно, что остается стабильным на различных почвах.

В результате благоприятных погодных условий вегетационного периода, урожайность зерна яровой пшеницы оказалась в диапазоне от 2,65 до 3,78 тонн на гектар, как отражено в таблице 4.

За три года без применения удобрений урожайность составила 2,75 тонн на гектар. После внесения удобрений она выросла до 3,07 тонн на гектар, что означает увеличение

на 0,32 тонны. Окупаемость 1 килограмма NPK составила 3,6 килограмма зерна. Инокуляция семян привела к увеличению урожайности зерна на 0,29 тонн на гектар. Все биопрепараты, за исключением азорозина, повысили урожайность зерна яровой пшеницы. Наибольшие улучшения в урожайности получены от использования экстрасола, флавобактерина и ризоагрина, которые соответствовали увеличению от внесения полного минерального удобрения в размере 0,33-0,49 тонны зерна на гектар.

После внесения N30P30K30 в почву и инокуляции семян яровой пшеницы биопрепаратами, урожайность зерна увеличилась до 3,4 т/

Таблица 3. Затраты элементов питания на получение 1 т зерна яровой пшеницы с соответствующим количеством соломы, кг (средние за три года)

Биопрепарат	Фон					
	Без удобрений			N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Контроль	28,6	11,3	16,7	28,7	12,4	17,2
2. Ризоагрин	26,6	11,1	15,6	29,4	12,3	16,8
3. Флавобактерин	28,1	12,1	17,0	28,9	12,1	16,3
4. Азорозин	29,2	11,1	17,6	28,1	11,1	15,6
5. Агрофил	29,0	11,6	16,5	26,4	12,0	15,9
6. Мизорин	30,7	12,3	16,2	30,3	11,4	17,0
7. Экстрасол	28,9	12,3	17,3	27,1	11,5	16,6
Средние по фону	28,7	11,7	16,7	28,4	11,8	16,5

Таблица 4. Эффективность применения биопрепаратов и удобрений под яровую пшеницу (в среднем за три года)

Вариант		Урожайность зерна, т/га	Прибавка урожайности, т/га	Окупаемость 1 кг NPK зерном, кг/кг	Масса соломы, т/га	Хозяйственный коэффициент
Без удобрений	Контроль	2,75	–	–	3,68	0,43
	Ризоагрин	3,24	0,49	–	4,10	0,44
	Флавобактерин	3,11	0,36	–	3,95	0,44
	Азорозин	2,85	0,1	–	3,68	0,44
	Агрофил	2,96	0,21	–	4,02	0,42
	Мизорин	2,98	0,23	–	3,96	0,43
	Экстрасол	3,08	0,33	–	4,12	0,43
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	3,07	–	3,6	4,15	0,43
	Ризоагрин	3,43	0,36	7,6	4,28	0,44
	Флавобактерин	3,45	0,38	7,8	4,33	0,44
	Азорозин	3,51	0,44	8,4	4,34	0,45
	Агрофил	3,56	0,49	7,4	4,41	0,45
	Мизорин	3,34	0,27	6,6	4,22	0,44
	Экстрасол	3,46	0,39	7,9	4,33	0,44
P, %		1,73		–	–	–
НСР ₀₅ (вариант)		0,16		–	–	–
НСР ₀₅ (биопреп.)		0,06		–	–	–
НСР ₀₅ (удобрение)		0,11		–	–	–
НСР ₀₅ (взаимод.)		0,16		–	–	–

га. Этот рост в среднем составил 13%, с максимальным эффектом от всех изученных биопрепаратов, за исключением мизорина, который не показал такого увеличения. Результаты показали, что взаимодействие минеральных удобрений и биопрепаратов способствует значительному увеличению урожайности. Использование различных биопрепаратов привело к повышению окупаемости минеральных удобрений, особенно при применении азорозина, когда прибавка урожая зерна составила от 6,6 до 8,4 кг/кг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инокуляция семян яровой пшеницы биопрепаратами в сочетании с внесением минеральных удобрений N30P30K30 увеличивает урожайность зерна до 3,3-3,6 тонн на гектар, что приводит к повышению сбора на 13% по сравнению с обычным методом выращивания без добавления удобрений. Благодаря инокуляции семян, минеральные удобрения становятся вдвое более эффективными, увеличивая прибыль от урожая яровой пшеницы. Биопрепараты, за исключени-

ем мизорина, демонстрируют одинаковую эффективность в увеличении урожайности на фоне использования минеральных удобрений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тихонович, И.А. Биопрепараты в сельском хозяйстве. Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве / И.А. Тихонович, А.П. Кожемяков, В.К. Чеботарь, Ю.В. Круглов, Н.В. Кандыбин, Г.Ю. Лаптев. М.: ГНУ ВНИИСХМ Россельхозакадемии, 2005. 154 с.
2. Иванов А.Л. Приоритеты научного обеспечения земледелия/ Иванов А.Л., Завалин А.А. // Земледелие. 2010. № 7. С. 3–6.
3. Сычев, В.Г. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений / В.Г. Сычев, С.А. Шафран. М.: ВНИИА, 2013. 296 с.
4. Никитин С.Н. Влияние последействия органических удобрений и инокуляции семян на продуктивность яровой пшеницы / Никитин С.Н. // Земледелие. 2013. №8. С. 12-14.
5. Никитин, С.Н. Оценка эффективности применения биопрепаратов в Среднем Поволжье / С.Н. Никитин. Ульяновск: Изд-во ИПК «Венец» УлГТУ, 2014. 135 с.
6. Nikitin, S.N. The effectiveness of biological preparations based on oat / S.N. Nikitin // European Science and Technology: materials of the XIII international research and practice conference. – Germany, Munich: publishing office Vela Verlag Waldkraiburg, 2016. – P. 155-161.
7. Nikitin, S.N. Changes in soil major nutrients when using fertilizers for variety of backgrounds / S.N. Nikitin // Science, Technology and Higher Education: materials of the X International research and practice conference. – Canada, Westwood: publishing office Accent Graphics communications, 2016. – P. 205-213.
8. Nikitin, S.N. The effectiveness of biological preparations based on barley / S.N. Nikitin, A.I. Zakharov // Science and Education: materials of the XI international research and practice conference. – Germany, Munich: publishing office Vela Verlag Waldkraiburg, 2016. – Vol. I. – P. 126-132.
9. Nikitin, S.N. Efficacy of biological preparations on the spring wheat (Эффективность применения биопрепаратов на яровой пшенице) / S.N. Nikitin, S.A. Zakharov // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal. – Polska, Warszawa. – 2016. – № 7. – Część 3. – P. 165-168.
10. Тихонович И.А. Использование биопрепаратов - дополнительный источник элементов питания растений/ Тихонович И.А., Завалин А.А., Благовещенская Г.Г, Кожемяков А.П. // Плодородие. 2011. № 3. С. 9–13.
11. Кожемяков, А.Л. Перспективы использования ассоциаций азотфиксирующих бактерий для инокуляции важнейших сельскохозяйственных культур / А.П. Кожемяков, А.А. Белимов. С-Пб.: ВНИИСХМ, 1991. Т. 61. С. 7–18.
12. Никитин, С.Н. Совершенствование системы удобрения яровой пшеницы с использованием биопрепаратов и микроэлементов (ЖУСС-2) в условиях лесостепи Поволжья: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Никитин Сергей Николаевич. – Ульяновск, 2002. – 136 с.
13. Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин. – М.: ВНИИА. – 2005. – 302 с.
14. Никитин С.Н. Влияние последействия органических удобрений и инокуляции семян на продуктивность яровой пшеницы / Никитин С.Н. // Земледелие. – 2013. – №8. – С. 12-14.
15. Захаров, А.И. Эффективность адаптивно-ландшафтной системы земледелия в засушливых условиях Ульяновской области / Захаров А.И., Никитин С.Н. // Земледелие. – 2013. – № 3. – С. 3-5.
16. Никитин, С.Н. Оценка эффективности применения биопрепаратов в Среднем Поволжье / С.Н. Никитин. – Ульяновск: Изд-во ИПК «Венец» УлГТУ, 2014. – 135 с.
17. Никитин, С.Н. Влияние удобрений на урожайность и биоэнергетическую эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте/ Никитин С.Н., Куликова А.Х., Карпов А.В. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4 (32). – С. 45-51.
18. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. / Б.А. Доспехов. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
19. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч. 2. М.: ВИУА, 1983. 172 с.
20. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч. 3. Анализ растений / под ред. В.Г. Минеева. М.: ВАСХНИЛ, 1985. С. 131
21. Методические указания по проведению длительных опытов с удобрениями. Часть 1. Особенности закладки и проведения длительных в различных условиях. М.: ВИУА, 1986. 146 с.
22. Завалин, А.А. Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии / А.А. Завалин, Т.М. Духанина, М.В. Чистогин, В.Ф. Ладонин, Л.В. Виноградова, Р.А. Афанасьев, Д.Б. Сологуб, А.П. Кожемяков, Л.В. Васюк, А.В. Хотянович, А.С. Цыгуткин, А.В. Пасынков. М.: Россельхозакадемия, 2000. 81 с.

**PRODUCTIVITY OF SPRING WHEAT AND PAYBACK
OF MINERAL FERTILIZERS WHEN USING BIOLOGICAL PREPARATIONS**

© 2024 S.N. Nikitin

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,
Ulyanovsk Research Institute of Agriculture

The study focused on the effects of various fertilizers on the nutrient content of wheat crops. The results showed that the use of biologics resulted in more efficient nutrient accumulation. The costs of growing 1 ton of grain were also identified and the profit when using various fertilizers was estimated. As a result of short-term field experiments, various methods for improving the yield of spring wheat were studied. During the study, mineral fertilizers and biological preparations were used to inoculate seeds. The experiment used several regimens, including a control group and groups with different combinations of supplements. Inoculation of spring wheat seeds with biological products in combination with the application of mineral fertilizers N30P30K30 increases grain yield to 3.3-3.6 tons per hectare, which leads to an increase in harvest by 13% compared to the conventional growing method without adding fertilizers. Thanks to seed inoculation, mineral fertilizers become twice as effective, increasing profits from the spring wheat crop. Biological products, with the exception of mizorin, demonstrate the same effectiveness in increasing yields against the background of the use of mineral fertilizers.

Key words: spring wheat, mineral fertilizers, biological products, productivity, payback.

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-1-46-52

EDN: RXZRYK

REFERENCES

1. *Tikhonovich I.A., Kozhemyakov A.P., Chebotar V.K., Kruglov Yu.V., Kandybin N.V., Laptev G.Yu.* Biological products in agriculture. Methodology and practice of using microorganisms in crop production and feed production. M.: GNU VNIISHM Rosselkhozakademii, 2005. 154 p.
2. *Ivanov A.L., Zavalin A.A.* Priorities of scientific support for agriculture // *Agriculture*. 2010. No. 7. pp. 3–6.
3. *Sychev V.G., Shafran S.A.* Agrochemical properties of soils and the effectiveness of mineral fertilizers. M.: VNIIA, 2013. 296 p.
4. *Nikitin S.N.* The influence of the aftereffect of organic fertilizers and seed inoculation on the productivity of spring wheat // *Agriculture*. 2013. No. 8. pp. 12-14.
5. *Nikitin S.N.* Assessment of the effectiveness of the use of biological products in the Middle Volga region. Ulyanovsk: Publishing house IPK "Venets" UISTU, 2014. 135 p.
6. *Nikitin S.N.* The effectiveness of biological preparations based on oat / S.N. Nikitin // *European Science and Technology: materials of the XIII international research and practice conference*. – Germany, Munich: publishing office Vela Verlag Waldkraiburg, 2016. – P. 155-161.
7. *Nikitin S.N.* Changes in soil major nutrients when using fertilizers for variety of backgrounds / S.N. Nikitin // *Science, Technology and Higher Education: materials of the X International research and practice conference*. – Canada, Westwood: publishing office Accent Graphics communications, 2016. – P. 205-213.
8. *Nikitin S.N.* The effectiveness of biological preparations based on barley / S.N. Nikitin, A.I. Zakharov // *Science and Education: materials of the XI international research and practice conference*. – Germany, Munich: publishing office Vela Verlag Waldkraiburg, 2016. – Vol. I. – P. 126-132.
9. *Nikitin S.N.* Efficacy of biological preparations on the spring wheat / S.N. Nikitin, S.A. Zakharov // *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)*. – Polska, Warszawa. – 2016. – No. 7. – Część 3. – P. 165-168.
10. *Tikhonovich I.A., Zavalin A.A., Blagoveshchenskaya G.G., Kozhemyakov A.P.* The use of biological products is an additional source of plant nutrients // *Fertility*. 2011. No. 3. pp. 9–13.
11. *Kozhemyakov A.P., Belimov A.A.* Prospects for using associations of nitrogen-fixing bacteria for inoculation of the most important agricultural crops. St. Petersburg: VNIISKHM, 1991. T.61. pp. 7–18.
12. *Nikitin S.N.* Improving the spring wheat fertilization system using biological products and microelements (ZHUSS-2) in the forest-steppe conditions of the Volga region: dis. ...cand. agricultural Sciences: 06.01.04 / Nikitin Sergey Nikolaevich. – Ulyanovsk, 2002. – 136 p.
13. *Zavalin A.A.* Biological products, fertilizers and harvests / A.A. Zavalin. – M.: VNIIA. – 2005. – 302 p.
14. *Nikitin S.N.* The influence of the aftereffect of organic fertilizers and seed inoculation on the productivity of spring wheat // *Agriculture*. – 2013. – No. 8. – pp. 12-14.
15. *Zakharov A.I., Nikitin S.N.* Efficiency of the adaptive landscape farming system in arid conditions of the Ulyanovsk region // *Agriculture*. – 2013. – No. 3. – P. 3-5.

16. Nikitin S.N. Evaluation of the effectiveness of the use of biological products in the Middle Volga region / S.N. Nikitin. – Ulyanovsk: Publishing House IPK “Venets” UISTU, 2014. – 135 p.
17. Nikitin S.N., Kulikova A.Kh., Karpov A.V. The influence of fertilizers on the yield and bioenergy efficiency of technologies for cultivating agricultural crops in crop rotation // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. – 2015. – No. 4 (32). – pp. 45-51.
18. Dospheov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., add. and processed M.: Agropromizdat, 1985. 351 p.
19. Guidelines for conducting research in long-term experiments with fertilizers. Part 2. M.: VIUA, 1983. 172 p.
20. Guidelines for conducting research in long-term experiments with fertilizers. Part 3. Analysis of plants / ed. V.G. Mineeva. M.: VASKHNIL, 1985. P. 131
21. Guidelines for conducting long-term experiments with fertilizers. Part 1. Features of laying and carrying out long-term under various conditions. M.: VIUA, 1986. 146 p.
22. Zavalin A.A., Dukhanina T.M., Chistotin M.V., Ladonin V.F., Vinogradova L.V., Afanasyev R.A., Sologub D.B., Kozhemyakov A.P., Vasyuk L.V., Hotyanovitch A.V., Tsygutkin A.S., Pasyukov A.V. Evaluation of the effectiveness of microbial preparations in agriculture. M.: Rosselkhozakademiya, 2000. 81 p.