

Научная статья

Original article

УДК: 631.416:54-59

DOI 10.55186/25876740_2023_7_6_44

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО
УДОБРЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В
РАСТЕНИЯХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАСУШЛИВОЙ
ЗОНЫ**

INFLUENCE OF MINERAL AND MICROBIOLOGICAL FERTILIZER ON
THE CONTENT OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM IN WINTER
WHEAT PLANTS UNDER CONDITIONS OF THE ADRID ZONE



Громова Наталья Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и физиологии растений ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» (355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12, тел. +7(903)445-79-37, E-mail: nikolenko0812@mail.ru

Беловолова Алла Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и физиологии растений, ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, (355017 Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12), тел. +7(903) 418-50-12, E-mail: belovolova.alla@mail.ru

Голосной Евгений Валериевич, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой агрохимии и физиологии растений ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» (355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12, тел. 8(8652) 35-22-82, E-mail: gosnoi@mail.ru

Бойко Владимир Владимирович, аспирант, ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, (355017 Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12), тел. +7(919) 732-33-34, E-mail: biboyko777@gmail.com

Gromova Natalya Viktorovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Stavropol State Agrarian University" (355017, Stavropol, Zootekhnii Lane, 12, tel. +7(903)445-79-37, E-mail: nikolenko0812@mail.ru

Bevololova Alla Anatolyevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology, Stavropol State Agrarian University, (355017 Russia, Stavropol, Zootekhnicheskii Lane, 12), tel. +7(903) 418-50-12, E-mail: belovolova.alla@mail.ru

Golosnoy Evgeniy Valerievich, Associate Professor, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology, Stavropol State Agrarian University (355017, Stavropol, Zootekhnicheskii Lane, 12, tel. 8(8652) 35-22-82 , E-mail: goslosnoi@mail.ru.

Boyko Vladimir Vladimirovich, graduate student, Stavropol State Agrarian University, (355017 Russia, Stavropol, Zootekhnicheskii lane, 12), tel. +7(919) 732-33-34, E-mail: biboyko777@gmail.com

Аннотация. Представлены результаты изучения влияния минерального и микробиологического удобрения на содержание азота, фосфора и калия в растениях озимой пшеницы. Активное внедрение в современное сельскохозяйственное производство микробиологических агентов, является одной из лучших стратегий для развития устойчивого сельского хозяйства. Внедрение микробиологических решений, благодаря своим устойчивым и экологически безопасным механизмам регулирования роста растений получает все более широкое распространение в мировом сельском хозяйстве. Особую роль в этом процессе играют почвенные бактерии, стимулирующие рост растений. Испытания

проводились в период с 2020 по 2022 гг в условиях «К(Ф)Х Брызгалин Ю.А.» Степновского муниципального округа засушливой зоны Ставропольского края. Объект исследования - озимая пшеница сорт Ксения. Предмет исследования - дозы минеральных удобрений и микробиологические удобрения. Опыт двухфакторный. Фактор А - минеральные удобрения, фактор В - микробиологические удобрения. Повторность - трёхкратная, размещение вариантов – рендомизированное. Среднее содержание азота на вариантах без применения минерального удобрения составило 3,52%. Содержание азота в растениях озимой пшеницы на вариантах с припосевным внесением (N8P36), в среднем составило 3,57%. Разница между данными вариантами составила 0,05%. Обработка семян озимой пшеницы микробиологическим препаратом Спорекс 1л/т обеспечило повышение содержания фосфора в растениях, в среднем, на 0,05%, и составило 0,65%. Обработка семян микробиологическим удобрением Спорион 1л/т способствовала повышению содержания калия в растениях озимой пшеницы, в среднем на 0,08% до 1,59%, по сравнению с вариантами без применения биопрепаратов. Внесение при посеве аммофоса (N8P36) способствовало повышению уровня урожайности озимой пшеницы до 3,03т/га, или на 0,55т/га по сравнению с контролем. Средняя урожайность озимой пшеницы была отмечена на варианте (N8P36)+Спорион 1л/т за годы исследований составила 3,15т/га. Данный показатель выше контрольного варианта на 0,67т/га и на 0,12т/га, чем на варианте (N8P36) без микробиологического удобрения.

Annotation. The results of a study of the influence of mineral and microbiological fertilizer on the content of nitrogen, phosphorus and potassium in winter wheat plants are presented. Active introduction of microbiological agents into modern agricultural production is one of the best strategies for the development of sustainable agriculture. The introduction of microbiological solutions, due to their sustainable and environmentally friendly mechanisms for regulating plant growth, is becoming increasingly widespread in global agriculture. A special role in this process is played by soil bacteria that stimulate plant growth. Tests were carried out from 2020 to 2022 in the conditions of “K(F)H Bryzgalin Yu.A.” Stepnovsky municipal district of the arid zone

of the Stavropol Territory. The object of the study is winter wheat variety Ksenia. The subject of the study is doses of mineral fertilizers and microbiological fertilizers. The experience is two-factor. Factor A - mineral fertilizers, factor B - microbiological fertilizers. The repetition is threefold, the placement of options is randomized. The average nitrogen content in the variants without the use of mineral fertilizer was 3.52%. The nitrogen content in winter wheat plants in the variants with pre-sowing application (N8P36) averaged 3.57%. The difference between these options was 0.05%. Treatment of winter wheat seeds with the microbiological preparation Sporex 1l/t ensured an increase in phosphorus content in plants by an average of 0.05% and amounted to 0.65%. Treatment of seeds with microbiological fertilizers Sporion 1l/t contributed to an increase in the potassium content in winter wheat plants, by an average of 0.08% to 1.59%, compared to options without the use of biological products. The addition of ammophos (N8P36) during sowing helped to increase the yield level of winter wheat to 3.03 t/ha, or by 0.55 t/ha compared to the control. The average yield of winter wheat was noted on the variant (N8P36) + Sporion 1 l/t over the years of research and was 3.15 t/ha. This indicator is higher than the control option by 0.67 t/ha and 0.12 t/ha than the option (N8P36) without microbiological fertilizer.

Ключевые слова: озимая пшеница, ризобактерии, микробиологические удобрения, спорион, спорекс, стимулирующие рост растений (PGPR-бактерии), засушливая зона.

Key words: winter wheat, rhizobacteria, microbiological fertilizers, sporion, sporex, plant growth stimulating bacteria (PGPR bacteria), arid zone.

Рост экологических проблем в наши дни, потенциально снижает глобальную производительность сельскохозяйственных систем. Наряду с изменением климата, деградация почвенного плодородия является самой серьезной проблемой, с которой в настоящее время сталкивается мир. Чтобы удовлетворить глобальный спрос на продовольствие, к 2050 году производство продуктов питания должно быть удвоено. Интенсивная эксплуатация пахотных земель с использованием неустойчивых методов может решить проблемы спроса на

продовольствие, однако, такой подход ведет к негативным последствиям для окружающей среды.

Существующие интенсивные технологии в растениеводстве являются одной из причин деградации почвенного плодородия и изменения климата. Это происходит из-за негативного влияния современных систем земледелия на биоразнообразие, физическую и химическую деградацию почвы и загрязнение вод.

Возникает острая необходимость в переходе к системам, которые сконцентрированы на создании устойчивых механизмов функционирования каждого элемента агроценоза. Необходимы технологии и агроприемы, которые обеспечивают высокие показатели сельскохозяйственного производства, в условиях ограниченных ресурсов, с одновременным сохранением и улучшением экологических условий.

Активное внедрение в современное сельскохозяйственное производство микробиологических агентов, является одной из лучших стратегий для развития устойчивого сельского хозяйства.

Внедрение микробиологических решений, благодаря своим устойчивым и экологически безопасным механизмам регулирования роста растений получает все более широкое распространение в мировом сельском хозяйстве. Особую роль в этом процессе играют почвенные бактерии, стимулирующие рост растений, сокращенно - PGPR-бактерии.

Помимо самого растения, вторым важнейшим объектом изучения агрохимии, согласно учения Д.Н. Прянишникова, является почва.

От состояния почв во многом зависит величина и качество будущего урожая. Почва является главным источником основных минеральных элементов питания растений, поэтому критически важно иметь представление о минеральном составе почвы, природе и механизмах превращения основных элементов питания растений в почве.

Испытания проводились в период с 2020 по 2022 гг в условиях «К(Ф)Х Брызгалин Ю.А.» Степновского муниципального округа засушливой зоны Ставропольского края.

Объект исследования - озимая пшеница сорт Ксения. Предмет исследования - дозы минеральных удобрений и микробиологические удобрения.

В годы исследований предшественником для озимой пшеницы был пар. В качестве предмета исследования выступили минеральные и микробиологические удобрения.

Опыт двухфакторный. Фактор А - минеральные удобрения, фактор В - микробиологические удобрения. Повторность - трёхкратная, размещение вариантов – рендомизированное.

Варианты опыта:

- 1) Контроль (Без удобрения)
- 2) Контроль + Спорион 1л/т
- 3) Контроль + Спорекс 1л/т
- 4) N_8P_{36}
- 5) N_8P_{36} + Спорион 1л/т
- 6) N_8P_{36} + Спорекс 1л/т

Согласно природно-климатическому районированию, землепользования К(Ф)Х «Брызгалин Ю.А.», находится во второй (засушливой) зоне. Среднегодовое количество осадков составляет 350-375 мм.

Крайне необходимо указать, как складывались погодные условия в годы проведения исследования. Сведения о состоянии погоды в течение 2021 и 2022 годов важны потому, что во многом именно погода оказывает решающее влияние на урожай.

Норма количества выпавших осадков за вегетацию в засушливой зоне составляет 350-375 мм.

В 2021 выпало за вегетационный период 319 мм, что на 9% ниже нормы, в 2022 выпало 190 мм, что на 45% ниже нормы осадков. Следует отметить, что в месяц с наибольшей потребностью растений во влаге марте-апреле выпало всего

лишь 7 мм осадков за 2 месяца, 20мм выпало во второй декаде мая, 85мм - в первой декаде апреля.

Можно сделать вывод, что условия увлажнения были наиболее благоприятными в 2021 году, в 2022 году отмечался дефицит влаги, особенно сильно дефицит сказался в фазу выход в трубку-колошение.

На геологию почв хозяйства большое влияние оказывают третичные отложения миоцена и плиоцена. Эти породы перекрыты толщей суглинистых отложений четвертичного периода. Почва К(Ф)Х «Брызгалин Ю.А.» - светло-каштановая маломощная слабогумусированная среднесуглинистая. Вскипание с поверхности, белоглазка с 20 см диаметром 1-2 см.

По гранулометрическому составу почвы среднесуглинистые. Средние показатели содержания фосфора и калия составляют 12 мг/кг и 369 мг/кг, соответственно, рН находятся в пределах 8,0—9,0. По всему профилю чаще встречается щелочная рН с средним значением 8,4. Сумма поглощенных оснований в пахотном горизонте составляет 32,6 мг.экв/100 г. почвы.

При закладке опыта соблюдались главные методические требования, среди которых: типичность полевого эксперимента; достоверность опыта, принцип единственного различия; проведения полевого опыта на специально выделенном участке.

Площадь одной опытной делянки составляла 20 квадратных метров (2×10). Расположение делянок с востока на запад. Полевой опыт закладывался в трёхкратной повторности. Размещение вариантов – рендомизированное.

Агротехнические условия опытного участка были одинаковы. В предприятии используется классическая система обработки почвы в севообороте. После благоприятного предшественника была проведена обработка почвы культиватором КПС-8 на глубину 8-10 см.

В проводимом полевом опыте изучались современные, вышедшие в 2020 году на рынок агрохимикатов, микробиологические удобрения Спорекс и Спорион. В состав препаратов входят ризосферные бактерии, обладающие

ростостимулирующими свойствами, за счет различных механизмов воздействия на почву и на растения.

Спорекс – биопрепарат на основе бактерий рода *Bacillus*. Комплексное действие препарата обусловлено наличием в его составе двух видов бактерий:

B. subtilis и *B. megaterium* var. *phosphaticum*. Оба микроорганизма являются ростостимуляторами, однако, первый, помимо прочего, обладает выраженным фунгицидным действием, а второй – фосфатмобилизующим.

Бактерия *B. subtilis* широко распространена благодаря способности формировать биопленки. Бактерии *B. subtilis* способны продуцировать различные гидролитические ферменты, благодаря которым происходит лизис клеточной стенки фитопатогенного гриба. Бактерия *Bacillus megaterium* var. *Phosphaticum* способна мобилизовать недоступные формы фосфора.

Помимо способности превращать сложные фосфорорганические соединения (нуклеиновые кислоты, нуклеопротеиды и т.д.) и трудноусвояемые минеральные фосфаты в доступную для растений форму, *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* вырабатывают биологически активные вещества (тиамин, пиридоксин, биотин, пантотеновую и никотиновую кислоты и др.), стимулирующие рост растения.

Спорион- микробиологическое удобрение для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Основу препарата составляют споры бактерий *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus aryabhattai*, *Bacillus mucilaginosus*, *Paniebacillus reoriae*, биологически активные продукты их жизнедеятельности и микроэлементы. Главным свойством бактерии является способность растворять калийные минералы и, за счет этого, мобилизовать нерастворимый калий почвы в обменные формы, доступные для поглощения растениями.

Учитывая широкий спектр заявленных полезных свойств, способствующих стимуляции роста и развитию растений, было принято решение исследовать влияние микробиологических препаратов Спорекс и Спорион (на основе PGPR-бактерий) на растение озимой пшеницы.

Данные препараты созданы на российском биотехнологическом предприятии «Экос». В рамках полевого опыта систематически проводились учёты и

обследования посевов по ГОСТам на всех вариантах эксперимента, согласно методическому пособию Б.А. Доспехова.

Учёт урожая проводился путем отбора учётных снопов с каждой деланки, с последующим контрольным обмолотом колосьев вручную и взвешиванием зерна на аналитических весах. Анализ показателей качества зерна по вариантам опыта проводился согласно государственным стандартам.

Статистический анализ показателей продуктивности культуры по вариантам опыта проводился согласно методике Б.А. Доспехова (Б.А. Доспехов, 1985).

Азот является важнейшим элементов в жизни всех растений. Он входит в состав всех простых и сложных белков, РНК и ДНК, хлорофилла, различных ферментов и других органических веществ клетки. Наибольшее содержание азота отмечается в вегетативных органах молодых растений.

Таблица 1 - Содержание азота в растениях озимой пшеницы, в зависимости от минерального и микробиологического удобрения, %

Минеральное удобрение	Биопрепарат	Фаза вегетации										А, НСР 05=0,27	В, НСР 05=0,24
		кущение (осень)		кущение (весна)		выход в трубку		колошение		полная спелость			
		2020	2021	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022		
Без удобрения	-	5,36	5,36	4,23	4,25	3,16	3,17	2,54	2,55	2,20	2,21	3,52	3,53
	Спорион - 1л/т	5,40	5,42	4,27	4,29	3,18	3,21	2,61	2,62	2,23	2,24		3,57
	Спорекс - 1 л/т	5,37	5,38	4,25	4,25	3,17	3,19	2,57	2,59	2,23	2,22		3,55
N ₈ P ₃₆	-	5,42	5,43	4,28	4,30	3,21	3,21	2,59	2,63	2,25	2,28	3,57	
	Спорион - 1л/т	5,45	5,45	4,30	4,32	3,24	3,26	2,63	2,63	2,27	2,30		
	Спорекс - 1 л/т	5,41	5,43	4,27	4,31	3,23	3,22	2,61	2,62	2,27	2,28		
С, НСР 05= 0,15		5,41		4,28		3,20		2,60		2,25		А+В, НСР 05=0,32	

По данным таблицы 1 видно, что содержание азота в растениях озимой пшеницы отличалось, в зависимости от варианта обработки.

Среднее содержание азота на вариантах без применения минерального удобрения составило 3,52%. Содержание азота в растениях озимой пшеницы на вариантах с припосевным внесением (N8P36), в среднем составило 3,57%. Разница между данными вариантами составила 0,05%.

Варианты опыта, где проводилась обработка семян озимой пшеницы микробиологическим препаратом Спорин 1л/т, обеспечил повышение содержания азота в растении на 0,04% по отношению к вариантам без применения биопрепаратов, и составил 3,57%.

На вариантах с обработкой семян препаратом Спорекс 1л/т среднее содержание азота в растениях составило 3,55%, что на 0,02% выше, чем на вариантах без применения биопрепаратов.

Учитывая, что НСР по фактору В составила 0,24%, можно сделать вывод, что обработка семян озимой пшеницы микробиологическими препаратами не оказывала существенного влияния на содержание азота в растениях.

Существенным было влияние фазы развития растения на содержание азота. Содержание элемента, в течение вегетации, от фазы осеннего кущения и до полной спелости постоянно снижалось. Так, в среднем, в фазу осеннего кущения содержание азота в растениях составляло 5,41%, в фазе весеннего кущения - 4,28%.

В фазу выхода в трубку содержание азота в растениях снизилось до 3,20%, в фазу колошения среднее содержание азота в растениях составляло 2,60%. И минимальных значений содержание азота достигло к фазе полной спелости и, в среднем, по вариантам опытов составило 2,25%.

Обобщив вышесказанное можно сделать вывод, что применение микробиологических удобрений Спорин 1л/т и Спорекс 1л/т на основе ростостимулирующих бактерий не оказывало существенного влияния на содержание азота в растениях озимой пшеницы в течение вегетации.

По значению в питании растений фосфор занимает второе место после азота. Пути поступления фосфора в растения различны. Прямой путь – явление поступления фосфора в растение через корневые волоски на корнях растений.

При этом способе потребляется фосфор, который находится в непосредственной близости от корней растения. Нерастворимые формы фосфата и свободного фосфора, которые находятся за пределами ризосферы, не поглощаются растением.

Другой механизм поступления фосфора в растение осуществляется при участии абрускулярных микоризных грибов. Споры данных грибов прорастают, и появившиеся гифы соприкасаются с корнями, проникают в них, образуя арбускулы, а часто и везикулы в корневых волосках. Гифы, проникающие в глубь почвы, извлекают фосфор из нерастворимых форм фосфата (минералов и органических веществ) и транспортируют его в растение (Приложение 10).

Улучшение поступления фосфора прямыми или косвенными путями приводит к увеличению содержания фосфора в надземных тканях, тем самым увеличивая рост и урожайность растений.

Таблица 2 - Содержание фосфора в растениях озимой пшеницы, в зависимости от минерального удобрения и микробиологических препаратов,

%

Минеральное удобрение	Биопрепарат	Фаза вегетации										А, НСР 05= 0,04	В, НСР 05= 0,03
		кущение (осень)		кущение (весна)		выход в трубку		колошение		полная спелость			
		2020	2021	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022		
Без удобрения	-	0,78	0,80	0,65	0,66	0,54	0,56	0,49	0,49	0,43	0,41	0,60	0,61
	Спорион - 1л/т	0,80	0,82	0,69	0,68	0,56	0,59	0,52	0,52	0,44	0,45		0,63
	Спорекс - 1 л/т	0,82	0,83	0,70	0,71	0,57	0,59	0,53	0,54	0,45	0,45		0,65
N ₈ P ₃₆	-	0,84	0,84	0,69	0,70	0,58	0,59	0,58	0,58	0,44	0,47	0,65	
	Спорион - 1л/т	0,85	0,86	0,70	0,72	0,61	0,61	0,55	0,56	0,46	0,49		
	Спорекс - 1 л/т	0,89	0,87	0,75	0,74	0,65	0,66	0,57	0,56	0,50	0,52		
С, НСР 05=		0,83		0,70		0,59		0,54		0,46		А+В, НСР05 = 0,06	

По содержанию фосфора в растениях озимой пшеницы на разных вариантах опыта получились следующие результаты.

В среднем, на вариантах без применения минерального удобрения, содержание фосфора в растении составило 0,60%. На вариантах с припосевным внесением (N8P36) содержание фосфора в растениях увеличилось до 0,65% (на 0,05%).

На вариантах с обработкой семян озимой пшеницы микробиологическим препаратом Спорин 1л/т среднее содержание фосфора в растениях составило 0,63%, что на 0,03% выше показателя вариантов, где микробиологические препараты не применялись.

Обработка семян озимой пшеницы микробиологическим препаратом Спорекс 1л/т обеспечило повышение содержания фосфора в растениях, в среднем, на 0,05%, и составило 0,65%.

Зная, что НСР по фактору В составляет 0,03%, можно сделать вывод, что вне зависимости от фона минерального питания, обработка семян микробиологическим препаратом Спорекс 1л/т обеспечивала существенное повышение содержания фосфора в растениях озимой пшеницы. Припосевное внесение аммофоса также способствовало значительному повышению элемента в растениях.

Калий в растении обуславливает водоудерживающую способность клеток и тканей. Это происходит вследствие влияния элемента на повышение осмотического давления клеточного сока, как следствие снижение температуры его замерзания.

Таблица 3 - Содержание калия в растениях озимой пшеницы, в зависимости от минерального удобрения и микробиологических препаратов, %

Минеральное удобрение	Биопрепа- рат	Фаза вегетации										А, НСР 05= 0,08	В, НСР 05= 0,07
		кущение (осень)		кущение (весна)		выход в трубку		колоше- ние		полная спелость			
		2020	2021	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022		

Без удобрения	-	2,73	2,56	1,88	1,83	1,11	1,00	0,88	0,89	0,79	0,84	1,48	1,51
	Спорион - 1л/т	2,86	2,67	1,94	1,89	1,18	1,19	0,96	0,88	0,83	0,83		1,59
	Спорекс - 1 л/т	2,65	2,69	1,87	1,89	1,14	1,04	0,89	0,90	0,78	0,82		1,54
N ₈ P ₃₆	-	2,92	2,89	2,01	1,97	1,18	1,20	0,90	0,93	0,85	0,86	1,61	
	Спорион - 1л/т	3,06	3,07	2,12	2,08	1,24	1,23	0,93	0,97	0,92	0,91		
	Спорекс - 1 л/т	3,00	3,05	2,10	2,01	1,19	1,21	0,94	0,90	0,82	0,90		
С, НСР ₀₅ = 0,08		2,85		1,97		1,16		0,91		0,85		А+В, НСР ₀₅ = 0,12	

По результатам данных таблицы 3 видно, что на вариантах без применения минерального удобрения среднее содержание калия в растениях озимой пшеницы составило 1,48%. На вариантах с припосевным внесением аммофоса (N₈P₃₆) среднее содержание калия в растениях составило 1,61%, что на 0,13% выше, чем на неудобренных вариантах.

Обработка семян микробиологическим удобрениям Спорион 1л/т способствовала повышению содержания калия в растениях озимой пшеницы, в среднем на 0,08% до 1,59%, по сравнению с вариантами без применения биопрепаратов.

На вариантах с применением Спорекса 1л/т среднее содержание калия в растениях составило 1,54%, что на 0,03% выше контрольного варианта, и на 0,05% ниже, чем на вариантах с применением микробиологического препарата Спорион 1л/т.

Таким образом, можно сделать вывод, что значительное повышение содержания калия в растениях озимой пшеницы обеспечило применение микробиологического препарата Спорион 1л/т, а также припосевное внесение аммофоса N₈P₃₆.

Обобщающим результатом, отражающим уровень сельскохозяйственного производства, позволяющим дать оценку комплексу агротехнических

мероприятий, и уровню профессиональной компетенции хозяйствующего субъекта, является урожайность.

Уборка урожая на опытном участке проводилась во второй декаде июня 2021 и 2022 годах методом учётных снопов в трёхкратной повторности с каждой деланки полевого эксперимента.

Обмолот зерна осуществлялся вручную. В связи с проведением учёта урожайности до достижения уборочной влажности в 14%, при расчёте итоговой урожайности была сделана поправка на уборочную влажность пшеницы.

Для оценки достоверности различий между вариантами по показателю урожайности были проведены расчёты наименьшей существенной разности (НСР) с учётом урожайности по повторениям полевого эксперимента. Результаты этих расчётов представлены в виде таблицы 4.

Таблица 4 - Урожайность озимой пшеницы, в зависимости от минерального и микробиологического удобрения, т/га

Минеральное удобрение	Биопрепарат			А, НСР ₀₅ = 0,09
	Без биопрепарата	Спорион - 1л/т	Спорекс - 1 л/т	
Без удобрения	2,48	2,63	2,67	2,59
N ₈ P ₃₆	3,03	3,15	3,22	3,13
В, НСР ₀₅ = 0,07	2,76	2,89	2,94	А+В, НСР ₀₅ =0,13

Средняя урожайность на контрольном варианте за годы исследований составила 2,48т/га.

Обработка семян микробиологическим удобрением Спорион 1л/т на контрольном фоне способствовало увеличению урожайности озимой пшеницы до 2,63т/га (на 0,15т/га), На варианте контроль+Спорекс - 1 л/т средняя урожайность за годы опыта составила 2,67т/га, что на 0,19т/га выше, чем на контрольном варианте.

Внесение при посеве аммофоса (N8P36) способствовало повышению уровня урожайности озимой пшеницы до 3,03т/га, или на 0,55т/га по сравнению с контролем.

Средняя урожайность озимой пшеницы на варианте (N8P36)+Спорион 1л/т за годы исследований составила 3,15т/га. Данный показатель выше контрольного варианта на 0,67т/га и на 0,12т/га, чем на варианте (N8P36) без микробиологического удобрения.

Максимальная урожайность за годы исследований была достигнута на варианте (N8P36)+Спорекс 1л/т - 3,22 т/га. Данный показатель выше контрольного на 0,74т/га и варианта (N8P36)/ без микробиологического удобрения на 0,19т/га.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение микробиологических удобрений для обработки семян озимой пшеницы достоверно повышает уровень урожайности озимой пшеницы, вне зависимости от фона минерального питания.

На показатель урожайности в совокупности оказывали влияние множество факторов. Микробиологическое удобрение Спорион оказывает положительное влияние на динамику азота, фосфора и калия в растении озимой пшеницы, а так же на урожайность культуры.

Препарат Спорекс оказывал положительное влияние на содержание фосфора в растениях озимой пшеницы. Однако, решающим фактором в вопросе увеличения урожайности, оказалась способность препарата Спорекс проявлять защитное действие, тем самым положительно влияя на элементы структуры урожая, такие как продуктивный стеблестой, озерненность колоса, масса 1000 зерен.

Литература

1. Alexandratos, N. World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 Revision / N. Alexandratos, J. Bruinsma // ESA Working Paper. FAO, Rome. – 2012.– №. 12-03.

2.Meena, S. K. Importance of soil microbes in nutrient use efficiency and sustainable food production / S. K. Meena, V. S. Meena // *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture*. – Vol. 2. – 2017. – P. 3-23.

3.Беловолова, А. А. Влияние регуляторов роста на физиологические процессы семян озимой пшеницы / А. А. Беловолова, Н. В. Громова // В сборнике: Актуальные вопросы экологии и природопользования Сборник научных трудов по материалам VI международной научно-практической конференции. – Ставрополь, 2018. С. 37-41.

4.Бойко, В. В. Агрохимическая оценка микробиологических удобрений на основе консорциумов PGPR-бактерий в посевах озимой пшеницы в условиях засушливой зоны Ставропольского края / В. В. Бойко, Н. В. Громова, А. А. Беловолова // Современное состояние и перспективы развития садоводства, виноградарства и питомниководства в Российской Федерации : сборник трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук Н. М. Куренного, Ставрополь, 01 января – 31 2023 года / ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь: Издательство "АГРУС" Ставропольского государственного аграрного университета, 2023. – С. 21-28. – EDN DGHQQY.

5.Влияние микробиологического удобрения на основе бактерии *Bacillus megaterium* var. *Phosphaticum* на продуктивность озимой пшеницы в условиях засушливой зоны Ставропольского края / В. В. Бойко, Н. В. Громова, А. А. Беловолова, Е. А. Саленко // Современное состояние и перспективы развития садоводства, виноградарства и питомниководства в Российской Федерации : сборник трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук Н. М. Куренного, Ставрополь, 01 января – 31 2023 года / ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь: Издательство "АГРУС" Ставропольского государственного аграрного университета, 2023. – С. 29-35. – EDN AXOFDS.

6. Пат. 2761117 С1 Российская Федерация, МПК А01N 63/22, С12N 1/20, С12R 1/11. Технология производства жидкой формы комбинированного биопрепарата на основе *Bacillus subtilis* и *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* / Ю. В. Косульников, В. И. Кузьменкова; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «ЭКОС». – № 2020140619 ; заявл. 09.12.2020 ; опубл. 06.12.2021

7. Тибирьков, А. П. Агропочвоведение : учебное пособие / А. П. Тибирьков, А. А. Околелова. — Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2018. — 84 с.

References:

1. Alexandratos, N. World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 Revision / N. Alexandratos, J. Bruinsma // ESA Working Paper. FAO, Rome. – 2012.– №. 12-03.

2. Meena, S. K. Importance of soil microbes in nutrient use efficiency and sustainable food production / S. K. Meena, V. S. Meena // Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture. – Vol. 2. – 2017. – P. 3-23.

3. Bevololova, A. A. Growth regulators in subsequent processes of monitoring winter wheat seeds / A. A. Bevololova, N. V. Gromova // In the collection: Current issues of ecology and environmental management Collection of scientific papers based on materials of the VI international scientific and practical conferences. – Stavropol, 2018. pp. 37-41.

4. Boyko, V.V. Agrochemical assessment of microbiological fertilizers based on consortia of PGPR bacteria in winter wheat crops in the arid zone of the Stavropol Territory / V.V. Boyko, N.V. Gromova, A.A. Bevololova // Current state and prospects for the development of horticulture, viticulture and nursery farming in the Russian Federation: a collection of works based on the materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of Professor, Doctor of Agricultural Sciences N. M. Kurennoy, Stavropol, January 01 – 31, 2023 / Federal State Budgetary Educational Institution VO Stavropol State Agrarian University. – Stavropol: Publishing house "AGRUS" of Stavropol State Agrarian University, 2023. – pp. 21-28. – EDN DGHQQY.

5. Effect of microbiological fertilizer based on the bacterium *Bacillus megaterium* var. *Phosphaticum* on the productivity of winter wheat in the arid zone of the Stavropol Territory / V. V. Boyko, N. V. Gromova, A. A. Bevolova, E. A. Salenko // Current state and prospects for the development of horticulture, viticulture and nursery farming in the Russian Federation : collection of works based on the materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of Professor, Doctor of Agricultural Sciences N. M. Kurennoy, Stavropol, January 01 - 31, 2023 / Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Stavropol State Agrarian University. – Stavropol: Publishing house "AGRUS" of Stavropol State Agrarian University, 2023. – pp. 29-35. – EDN AXOFDS.

6. Pat. 2761117 C1 Russian Federation, IPC A01N 63/22, C12N 1/20, C12R 1/11. Technology for the production of a liquid form of a combined biological product based on *Bacillus subtilis* and *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* / Yu. V. Kosulnikov, V. I. Kuzmenkova; applicant and patent holder Limited Liability Company "ECOS". – No. 2020140619; application 09.12.2020; publ. 06.12.2021

7. Tibirkov, A.P. Agricultural soil science: textbook / A.P. Tibirkov, A.A. Okolelova. — Volgograd: Volgograd State Agrarian University, 2018. — 84 p.

© Громова Н.В., Беловолова А.А., Голосной Е.В., Бойко В.В., 2023.
International agricultural journal, 2023, №6, 2610-2627.

Для цитирования: Громова Н.В., Беловолова А.А., Голосной Е.В., Бойко В.В. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В РАСТЕНИЯХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЫ // *International agricultural journal*. 2023. №6, 2610-2627