

¹A.A. Zavalin – Academician of the Russian Academy of Sciences, ¹A.S. Karashaeva – Candidate of Agricultural Sciences,²X.A. Khusainov – Candidate of Biological Sciences¹ Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry 127434, Moscow, Pryanishnikova str., 31A, Russia² Chechen Scientific Research Institute of Agriculture

366021, Chechenskaya Respublica, Grozny, ul. Lilovaya, 1, Russia

Average annual nitrous oxide emissions in agriculture of the Czech Republic, which are formed by the amount of applied mineral and organic fertilizers, the amount of nitrogen returned to the soil as part of plant residues (above-ground and below-ground) and mineralization of soil organic matter, are estimated. Direct emissions of nitrous oxide as a result of application of mineral and organic fertilizers, return to the soil of nitrogen as part of by-products, crop and root residues amount to 335.7 tons per year. About 11 tons of nitrous oxide is lost as a result of volatilization and re-deposition. A significant part of nitrous oxide is produced by the biological nitrogen cycle involved in nitrogen leaching and runoff. Total losses of nitrous oxide on the territory of the Czech Republic reach 636 tons per year. The direct losses due to mineralization of organic nitrogen compounds entering the soil with by-products, crop and root residues of cultivated crops, applied mineral and organic fertilizers make up 53%, as a result of nitrous oxide losses from leaching and runoff – 45% and about 2% on emission from volatilization and re-deposition of this element.

Key words: nitrogen emission, mineral and organic fertilizers.

УДК. 631.8.022.3

DOI: 10.25680/S19948603.2024.137.03

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛИСТОВЫХ ПОДКОРМОК ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С.В. Шерстобитов¹, ORCID: e-mail: sv5888857@yandex.ru,М.М. Визирская², ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4030-846X>, mvizir@gmail.com,Н.В. Абрамов¹, ORCID: e-mail: abramovnv@gaus.ru,Т.В. Гребенникова³, ORCID: e-mail: tatyana.grebennikova@eurochem.ru¹ ГАУ Северного Зауралья, Российская Федерация, г. Тюмень² ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова», г. Москва³ АО «Минерально-химическая компания ЕвроХим», г. Москва

Показано, что урожайность и качество яровой пшеницы зависят от системы минерального питания. Внесение основного удобрения до посева (или совместно) не может удовлетворить потребности сельскохозяйственных культур в минеральном питании, поэтому сельхозтоваропроизводители применяют листовые подкормки по вегетации зерновых культур. Возникает необходимость в совершенствовании системы минерального питания в различных почвенно-климатических условиях Российской Федерации. Обосновано основное внесение азотных удобрений и применение некорневых подкормок по вегетации, обеспечивающие высокую агроэкономическую эффективность их применения. Представлены результаты полевых опытов в зоне северной лесостепи Западной Сибири, где выявлена оптимальная комбинация листовых подкормок яровой пшеницы, дающая прибавку урожайности 0,45-0,54 т/га при основном внесении азота 52 кг д.в./га. Дана агроэкономическая оценка введения в технологию возделывания яровой пшеницы некорневых подкормок водорастворимыми NPK – удобрениями, дающими увеличение рентабельности 15-19%.

Ключевые слова: водорастворимые удобрения, технология возделывания яровой пшеницы, листовые подкормки, урожайность, агроэкономическая эффективность, рентабельность.

Для цитирования: Шерстобитов С.В., Визирская М.М., Абрамов Н.В., Гребенникова Т.В. Эффективность листовых подкормок яровой пшеницы в условиях северной лесостепи Западной Сибири// Плодородие. – 2024. – №2. – С. 11-16. DOI: 10.25680/S19948603.2024.137.03.

Увеличение урожайности яровой пшеницы невозможно без подбора районированного сорта яровой пшеницы [1, 2], высокой агротехники сельскохозяйственных культур [3-5], средств защиты растений [6, 7], интенсивного минерального питания [8-12], а также цифровых технологий [13, 14]. Многие сельхозтоваропроизводители применяют гранулированные, жидкие минеральные удобрения в качестве основного внесения, а также листовые подкормки при возделывании сельскохозяйственных культур [15].

У основных поставщиков удобрений существует широкий ассортимент традиционных удобрений, которые можно применять в качестве подкормок, а также ряд других, которые требуют отработки доз, количества и комбинаций в конкретных условиях производства. При этом

учитывают особенности почвы, климата [16], технологии, средства защиты растений и другие факторы.

Цель исследований – оценить эффективность системы минерального питания яровой пшеницы с применением листовых подкормок водорастворимыми NPK-удобрениями с разным соотношением элементов питания в условиях лесостепи Западной Сибири.

Задачи: 1. Заложить полевые опыты с применением листовых подкормок водорастворимыми NPK-удобрениями с разным соотношением элементов питания в условиях лесостепи Западной Сибири;

2. Определить урожайность яровой пшеницы по исследуемым вариантам;

3. Рассчитать экономическую эффективность листовых подкормок с применением водорастворимых NPK-удобрений.

Результаты и их обсуждение. Исследования проведены в Западной Сибири в северной лесостепи. Научно-производственный опыт заложен на полях Учебно-опытного хозяйства ГАУ Северного Зауралья.

Основную обработку почвы проводили осенью после уборки предшествующей культуры плугом ПН-8-35 + К-744 на глубину 20-23 см. Ранневесеннее боронование в два следа агрегатом NewHollandT8040 + 24БЗСС-1,0. Основное внесение удобрений осуществляли разбрасывателем Amazon-1500 в агрегате с трактором МТЗ-82 с применением БНК «Агронавигатор». Предпосевную культивацию проводили пружинной бороной - культиватором БПК-12 в агрегате с трактором К-744 на глубину 10-12 см. Высевали яровую пшеницу сорта Новосибирская 31 во 2-й декаде мая на глубину 5-6 см, сцепом сеялок СП-11-СЗС-3,6 (3 шт.) в агрегате с трактором Т-150 с нормой высева 6,2 млн всхожих семян на 1 га. Система защиты посевов яровой пшеницы в фазе кушения по всем вариантам опыта предусматривала комплекс химических препаратов в баковой смеси (Арбалет – 0,5 л/га, Ластик Топ – 0,45 л/га). В фазе кушения опрыскивали МТЗ-82 в агрегате с ОП-3000 (Булгар), в фазе колошения применяли опрыскиватель ОП-600 в агрегате с трактором ЮМЗ-6. Для определения местоположения данного варианта использовали БНК «Агронавигатор», последнюю обработку проводили только с удобрениями. Учет урожайности осуществляли селекционным комбайном TERION с применением БНК «Агронавигатор», площадь учетной делянки 21 м², отбор проводили в трехкратной повторности.

Для листовых подкормок использовали водорастворимые NPK-удобрения Aqualis производства АО «МХК «ЕвроХим», тестировали следующие составы: 13-40-13 + МЭ, 18-18-18 + 3Мг + МЭ и 20-20-20 + МЭ. Каждый состав дополнительно содержит комплекс микроэлементов: В – 0,02%, Cu – 0,005, Mn – 0,005, Zn – 0,01, Fe – 0,07, Mo – 0,004% [17].

В таблице 1 представлена схема закладки опыта с применением разных марок водорастворимых NPK-удобрений, где варианты 2 и 3 – классическая, рекомендуемая производителем схема, вариант 4 – схема, основанная на двукратном применении водорастворимого NPK-удобрения с универсальным составом 18-18-18.

1. Схема опыта, сроки и дозы внесения удобрений под яровую пшеницу

№ варианта	До посева (вразброс)	Кушение – выход в трубку (совместно с ХСЗР)
1 (Технология хозяйства)	150 кг/га аммиачной селитры	Не предусмотрено
2		13-40-13 (2 кг/га)
3		13-40-13 (2 кг/га)
4		18-18-18 (2 кг/га)

Все аналитические работы выполняли согласно общим требованиям к проведению анализов:

1. Отбор смешанных почвенных образцов проводили по всем изучаемым культурам и вариантам перед закладкой опытов (весной) и после уборки (осенью)

сельскохозяйственных культур тростью Осипова на глубину 0-35 см.

2. В почвенных образцах определяли: содержание нитратного азота ионометрическим методом по ГОСТ 26951-86, гумуса ГОСТ 26213-91, рН_{сол.} ГОСТ 26483-85, подвижного фосфора ГОСТ 26204-91; обменного калия ГОСТ 26204-91, серы (ГОСТ 26490-85), суммы поглощенных оснований, ЕКО (емкость катионного обмена расчетная), гидролитической кислотности.

3. Учет урожая яровой пшеницы проводили прямым комбайнированием с применением спутниковой навигационной системы (БНК «Агронавигатор»), установленной на комбайн, по всем изучаемым вариантам с пересчетом на 100 %-ную чистоту и 14 %-ную влажность.

4. Статистические результаты рассчитывали с помощью программ Excel и Snedecor, а также по Б.А. Доспехову.

Почва научно-производственного поля – чернозем выщелоченный маломощный тяжелосуглинистый пылевато-иловатый на карбонатном покровном суглинке (Каретин, 1990).

Агрохимические показатели почвы выбранного производственного поля в 2022 г.: содержание гумуса от 5,7 до 7,1 %, сумма поглощенных оснований 11,3-35,4 ммоль/100 г, содержание нитратного азота перед посевом яровой пшеницы от 8,3 (низкое) до 18,2 (высокое) мг/кг почвы (по Кочергину, 1984), кислотность почвы, определяемая в солевой вытяжке 5,3-5,5 ед., емкость катионного обмена 14,8-39,5 мг-экв/100 г почвы, содержание подвижной серы от низкого до среднего – 4,9-8,8 мг/кг почвы, обеспеченность подвижным фосфором 29,1-74,0 мг/кг почвы (от низкой до средней), обменным калием 67,7-100,0 мг/кг почвы (среднее и высокое).

В 2023 г.: содержание гумуса от 4,9 до 6,4 %, сумма поглощенных оснований 26,8-34,8 ммоль/100 г, содержание нитратного азота перед посевом яровой пшеницы очень низкое – от 3,5 до 5,0 мг/кг почвы (по Кочергину, 1984), что требует дополнительного внесения азотных удобрений в дозе 52 кг д.в./га, рН_{сол.} 4,9-5,1 ед., почва среднекислая, емкость катионного обмена 29,7-40,6 мг-экв/100 г почвы, содержание подвижной серы менее 2,0 мг/кг почвы, подвижного фосфора 25,2-42,2 мг/кг почвы, обменного калия 106,2-132,0 мг/кг почвы – высокое по группировке почв по методу Чирикова.

Климатические условия 2022 г. характеризовались как благоприятные для возделывания сельскохозяйственных культур, сумма активных температур (>10 °C) составляла 1937,5 °C, этот период продолжался 103 дня. Сумма осадков за вегетационный период – 284,4 мм, ГТК по Селянинову 1,3, что свидетельствует о достаточном увлажнении.

Климатические условия 2023 г. характеризовались как неблагоприятные для возделывания сельскохозяйственных культур, сумма активных температур (>10 °C) составляла 1924°C, этот период продолжался 110 дней. Сумма осадков за вегетационный период – 170,4 мм, ГТК по Селянинову 0,8, что свидетельствует о недостаточном увлажнении.

На контроле (технология хозяйства) урожайность яровой пшеницы в благоприятный год (2022) составила 3,70 т/га, в неблагоприятный (2023 г.) 3,00 т/га, что объясняется острым недостатком влаги в первой половине вегетации яровой пшеницы (табл. 2).

В 2022 г. использование водорастворимых NPK-удобрений Aqualis на черноземе выщелоченном на фоне

основного применения аммиачной селитры в дозе 150 кг/га, внесенного поверхностным способом, показало высокую эффективность. Прибавка за счет внесения листовых подкормок в период вегетации яровой пшеницы составила 0,35-0,71 т/га, или 9,3-19,2 % при НСР₀₅ – 0,18, она является достоверной.

2. Урожайность яровой пшеницы

Вариант	Урожайность, т/га			Прибавка за два года т/га
	2022 г.	2023 г.	Среднее за два года	
1 (технология хозяйства)	3,70	3,00	3,35	-
2	4,41	3,19	3,80	0,45
3	4,05	3,21	3,63	0,28
4	4,39	3,39	3,89	0,54
НСР₀₅	0,18	0,14	-	-

В условиях достаточного увлажнения внесение водорастворимых NPK-удобрений Aqualis 13-40-13 в дозе 2,0 кг/га совместно с гербицидной обработкой в фазе кущения, и Aqualis 18-18-18 в дозе 2,0 кг/га в фазе колошения (без средств защиты растений) на фоне основного внесения аммиачной селитры (150 кг/га) дает максимальную прибавку 0,71 т/га, или 19,15 % относительно контрольного варианта.

Двукратное внесение водорастворимых NPK-удобрений Aqualis 18-18-18 в дозе 2,0 кг/га совместно с гербицидной обработкой в фазе кущения, и в фазе колошения в дозе 2,0 кг/ (без средств защиты растений) на фоне основного внесения аммиачной селитры (150 кг/га) дает прибавку 0,68 т/га, или 18,5 % относительно контрольного варианта.

В 2023 г. применение водорастворимых NPK-удобрений Aqualis на черноземе выщелоченном на фоне основного внесения аммиачной селитры в дозе 150 кг/га показало высокую эффективность. Прибавка за счет внесения листовых подкормок в период вегетации яровой пшеницы составила 0,19-0,39 т/га при НСР₀₅ – 0,14, она является достоверной.

Внесение водорастворимых NPK-удобрений Aqualis 13-40-13 в дозе 2,0 кг/га совместно с гербицидной обработкой в фазе кущения, и Aqualis 18-18-18 в дозе 2,0 кг/га в фазе колошения (без средств защиты растений) на фоне основного внесения аммиачной селитры (150 кг/га) дает прибавку 0,19 т/га, или 6,2 % относительно контрольного варианта.

В условиях недостаточного увлажнения двукратное внесение водорастворимого NPK-удобрения Aqualis 18-18-18 в дозе 2,0 кг/га совместно с гербицидной обработкой в фазе кущения, и в фазе колошения в дозе 2,0 кг/га (без средств защиты растений) на фоне основного внесения аммиачной селитры (150 кг/га) дает прибавку 0,39 т/га, или 12,9 % относительно контрольного варианта.

Таким образом, в условиях Западной Сибири внесение водорастворимых NPK-удобрений Aqualis в фазе кущения 13-40-13 (или 18-18-18) в дозе 2,0 кг/га и в фазе колошения 18-18-18 в дозе 2,0 кг/га на фоне основного внесения аммиачной селитры в дозе 150 кг/га показывает высокую эффективность в различных климатических условиях. Прибавка к контролю (без применения листовых подкормок) составляет 0,45-0,54 т/га, или 13,4-16,1 % при НСР₀₅ 0,14-0,18 т/га.

В настоящее время применение листовых подкормок в период вегетации сельскохозяйственных культур –

одна из основных операций, направленных на увеличение объемов получаемой продукции [18-22].

Экономическую эффективность возделывания яровой пшеницы рассчитывали в ценах на конец исследуемого периода (2022-2023 г.). Цена реализации зерна варьировала от 11 000 до 11 500 руб/т (по данным мониторинга рынка Тюменской области с учетом качества). Затраты на производство зерновых культур ежегодно увеличиваются за счет роста цен на ТСМ, средства защиты растений, удобрения, запасные части, тарифа на электроэнергию и других факторов. Они приведены на основании технологических карт «Учебно-опытного хозяйства ГАУ Северного Зауралья» (табл. 3).

3. Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы

Показатель	Годы	№ варианта			
		1 (технология хозяйства)	2	3	4
Урожайность, т/га	2022	3,7	4,4	4,1	4,4
	2023	3,0	3,2	3,2	3,4
	Среднее	3,4	3,8	3,6	3,9
Затраты на производство, руб/га	2022	21382	22100	22100	22170
	2023	21082	22282	22282	22282
	Среднее	21232	22191	22191	22226
Себестоимость, руб/т	2022	5779	5011	5457	5050
	2023	7027	6992	6942	6579
	Среднее	6403	6002	6199	5815
Стоимость продукции, руб.	2022	42550	50715	46575	50485
	2023	33000	35053	35310	37252
	Среднее	37775	42884	40943	43869
Прибыль, руб.	2022	21168	28615	24275	28315
	2023	11918	12771	13028	14971
	Среднее	16543	20693	18651	21643
Рентабельность, %	2022	99	130	111	128
	2023	57	57	59	67
	Среднее	78	93	85	97
Стоимость минеральных удобрений и подкормок, руб/га	2022 г.	2995	3713	3713	3783
	2023 г.	3150	4350	4350	4350
	Среднее	3073	4032	4032	4067

В среднем за годы проведения исследований затраты на возделывание яровой пшеницы варьировали по вариантам, что связано с урожайностью, стоимостью минеральных удобрений, а остальные агротехнологические операции были идентичны по годам и вариантам.

Предложенная система минерального питания яровой пшеницы в условиях Западной Сибири – основное внесение 150 кг/га аммиачной селитры перед посевом и две подкормки: первая в фазе кущения-выхода в трубку совместно со средствами защиты растений, вторая в колошение водорастворимыми NPK-удобрениями Aqualis компании ЕвроХим увеличивает прибыль на 4150-5100 руб/га, при этом возрастают затраты на применение удобрений на 959-954 руб/га в среднем за два года.

Рентабельность производства зерна яровой пшеницы увеличивается относительно контроля на 15-19 % в абсолютных величинах, за счет роста урожайности на 0,45-0,54 т/га и прибыли за счет реализации большего объема зерна.

В 2022 г. внесение NPK-удобрений Aqualis в фазе кущения 13-40-13 в дозе 2,0 кг/га и 18-18-18 в дозе 2,0 кг/га в фазе колошения дало прибавку урожая 0,71 т/га. При этом выросли стоимость применяемых минеральных удобрений на 24 %, и затраты на производство на 3 %, рентабельность производства была выше контроля на 31 %.

Внесение NPK-удобрений Aqualis в фазе кущения 13-40-13 в дозе 2,0 кг/га и 20-20-20 в дозе 2,0 кг/га в фазе

колошения дало прибавку урожая 0,35 т/га, выросли стоимость применяемых удобрений на 24 % и затраты на производство на 3 %, рентабельность производства зерна яровой пшеницы была ниже на 12 % контроля.

В варианте с применением двух подкормок в фазе кущения – выхода в трубку 18-18-18 (2,0 кг/га) и в фазе колошения 18-18-18 (2,0 кг/га) прибавка урожая равна 0,68 т/га, увеличились затраты на 788 руб/га, или на 4 % относительно контрольного варианта.

Таким образом, в 2022 г. применение водорастворимых NPK-удобрений Aqualis 13-40-13, 18-18-18 и 20-20-20 показало высокую экономическую эффективность, прибавка составила 0,35-0,71 т/га, затраты на приобретение удобрений – 718-788 руб./га, увеличилась рентабельность производства зерна яровой пшеницы на 12-29 % относительно технологии хозяйства без применения листовых подкормок.

В 2023 г. применение водорастворимых NPK-удобрений Aqualis 13-40-13, 18-18-18 и 20-20-20 показало высокую экономическую эффективность, прибавка урожая составила 0,19-0,39 т/га, затраты на приобретение удобрений – 1200 руб/га, увеличилась рентабельность производства зерна яровой пшеницы на 11 % относительно технологии хозяйства без применения листовых подкормок.

Наибольшую эффективность показал вариант с применением водорастворимых NPK-удобрений Aqualis 18-18-18 (2,0 кг/га) в фазе кущения и 18-18-18 (2,0 кг/га) в фазе выхода в трубку, урожайность составила 3,39 т/га, рентабельность – 67 %, затраты на применение удобрений – 4350 руб/га, из них 1200 руб/га на применение подкормок.

Выводы. 1. Полевые научно-производственные опыты в условиях северной лесостепи Западной Сибири с применением листовых подкормок марки Aqualis показали высокую их эффективность в системе минерального питания;

2. Внесение водорастворимых NPK-удобрений Aqualis в фазе кущения 13-40-13 (или 18-18-18) в дозе 2,0 кг/га и в фазе колошения 18-18-18 в дозе 2,0 кг/га на фоне основного внесения аммиачной селитры в дозе 150 кг/га выявило высокую эффективность в различных климатических условиях. Прибавка к контролю (без применения листовых подкормок) составляет 0,45-0,54 т/га, или 13,4-16,1 % при НСР₀₅ 0,14-0,18 т/га.

3. Предложенная система минерального питания яровой пшеницы с применением водорастворимых NPK-удобрений Aqualis компании ЕвроХим увеличивает прибыль на 4150-5100 руб/га, рентабельность производства – на 15-19 % относительно контроля в абсолютных величинах за счет увеличения урожайности на 0,45-0,54 т/га.

Литература

1. Белкина Р.И. Продуктивность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в Северном Зауралье / Р.И. Белкина, Т.С. Ахтариева, Д.И. Кучеров, М.И. Масленко, А.А. Савченко, К.В. Моисеева // Тюмень: ИД «Титул», 2017. – 188 с.
2. Яценко, С. Н. Влияние предшественника на урожайность и качество семян сортов пшеницы в северной лесостепи Тюменской области / С. Н. Яценко, Ю. П. Логинов, А. А. Казак // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2021. – № 1(62). – С. 47-57. – DOI 10.34655/bgsha.2021.62.1.007. – EDN NAEWEK
3. Абрамов, Н. В. Инновации основной обработки почвы в системе точного земледелия / Н. В. Абрамов, С. А. Семизоров, А. М. Оксукбаева

// Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2. – С. 129-134. – EDN SKTWJN.

4. Абрамов, Н. В. Земледелие с использованием космических систем / Н. В. Абрамов, С. А. Семизоров, С. В. Шерстобитов // Земледелие. – 2015. – № 6. – С. 13-18. – EDN UGTHLV.

5. Влияние норм высева на урожайность яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Тюменской области / С. С. Миллер, А. А. Казак, Е. А. Демин [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2(73). – С. 56-61. – EDN TZAUBQ.

6. Миллер, С. С. Влияние основной обработки почвы на продуктивность и экономическую эффективность зернопропашного севооборота в Западной Сибири / С. С. Миллер, Е. А. Демин, Н. А. Реутских // Агропродовольственная политика России. – 2022. – № 4-5. – С. 41-45. – EDN WRNIQH.

7. Миллер, С. С. Влияние использования биологического фунгицида на урожайность зерновых культур в Тюменской области / С. С. Миллер, Е. А. Демин, Е. В. Томилова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4(71). – С. 64-68. – EDN LAOGFS.

8. Абрамов, Н. В. Основная обработка почвы и формирование азотного режима в системе точного земледелия / Н. В. Абрамов, С. А. Семизоров, А. М. Оксукбаева // Земледелие. – 2022. – № 3. – С. 32-35. – DOI 10.24412/0044-3913-2022-3-32-36. – EDN NXCMMD.

9. Эффективность листовых подкормок яровой пшеницы в степной зоне Алтайского края / В. И. Беляев, Т. В. Гребенникова, М. М. Визирская [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 12(218). – С. 10-17. – DOI 10.53083/1996-4277-2022-218-12-10-17. – EDN QLZHXT.

10. Таланов, И. П. Влияние схем защиты на урожайность яровой пшеницы / И. П. Таланов, А. М. Сабирзянов, Р. Ю. Миндубаев // Защита и карантин растений. – 2008. – № 5. – С. 26-27. – EDN KXUWMR.

11. Абрамов, Н. В. Цифровизация производственных процессов в точном земледелии / Н. В. Абрамов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2022. – № 58. – С. 5-10. – EDN KVRDKO.

12. Сычев В.Г., Шафран С.А., Ильющенко И.В. Применение минеральных удобрений и их эффективность в различных зонах России // Плодородие. – 2022. – №3. – С. 3-6. DOI: 10.25680/S19948603.2022.126.01.

13. Баранцев, В. Ю. Применение мобильных приложений и их эффективность в цифровой экономике Российской Федерации / В. Ю. Баранцев, З. А. Хайдуков, С. В. Шерстобитов // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса : Сборник материалов LVI научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 14–18 марта 2022 года. Т. Ч. 2. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 402-408. – EDN GUSVIW.

14. Южакова, Л. Н. Экономическая и биоэнергетическая эффективность дифференцированного способа внесения аммиачной селитры по элементарным участкам поля / Л. Н. Южакова, К. А. Тупарева, С. В. Шерстобитов // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения : Сборник материалов L Международной студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 17 марта 2016 года. – Тюмень: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Государственный аграрный университет Северного Зауралья", 2016. – С. 740-744. – EDN WFOYFT.

15. Болтунов, Е. А. Выбор и применение в производственных условиях водорастворимого удобрения в качестве основного с посевом яровой пшеницы / Е. А. Болтунов, А. А. Менщикова, С. В. Шерстобитов // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса : Сборник материалов LVI научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 14–18 марта 2022 года. Ч. 2. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 417-422. – EDN RFTZQT.

16. Болтунов, Е. А. Перспективы применения водорастворимых удобрений в качестве основного способа внесения под яровую пшеницу / Е. А. Болтунов, С. В. Шерстобитов // Сборник трудов LVI Студенческой научно-практической конференции «Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе», Тюмень, 12 октября 2021 года. Том Часть 1. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. – С. 80-84. – EDN TJXPTS.

17. АО «Минерально-химическая компания «ЕвроХим»: официальный сайт. – Москва, – URL: <https://agro.eurochem.ru/katalog-produkczi/> (дата обращения 26.02.2024)

18. Визирская, М. М. Влияние листовых подкормок на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Северного Зауралья / М. М. Визирская, С. В. Шерстобитов // Плодородие. – 2021. – № 6(123). – С. 46-50. – DOI 10.25680/S19948603.2021.123.12. – EDN UWTZWI.

19. Визирская, М. М. Контроллинг экономической устойчивости организаций сельского хозяйства с помощью агрохимической службы / М. М. Визирская, В. Ю. Жданов // Экономика сельскохозяйственных и

перерабатывающих предприятий. – 2023. – № 9. – С. 33-39. – DOI 10.31442/0235-2494-2023-0-9-33-39. – EDN LOLVEW.

20. Иваненко А.С. Агроклиматические условия Тюменской области / А.С. Иваненко, О.А. Кулясова // Учебное пособие. Тюмень: ТГХА, 2008. – 206 с.

21. Лекомцев П.В., Рутковская Т.С., Пасынков А.В., Хомяков Ю.В. Эффективность азотных удобрений при возделывании яровой пшеницы на супесчаных почвах // Плодородие. – 2022. – №1. – С. 9-13.

EFFICIENCY OF FOLIAR FEEDING OF SPRING WHEAT IN THE CONDITIONS OF THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

Sherstobitov S.V.¹, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Soil Science and Agrochemistry, ORCID: 0000-0001-7665-843X, e-mail: sv5888857@yandex.ru,

Vizirskaya M.M.², Candidate of Biological Sciences,

Senior Researcher, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4030-846X>, mvizir@gmail.com,

Abramov N.V.¹, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Soil Science and Agrochemistry, ORCID: 0000-0001-8816-3370, e-mail: abramovnv@gausz.ru,

Grebennikova T.V.³, Head of the Marketing and Agrochemical Service Department,

ORCID: 0009-0005-4732-3354, e-mail: tatyana.grebennikova@eurochem.ru

¹ GAU of the Northern Trans-Urals, Russian Federation, Tyumen

² All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, Moscow

³ JSC "EuroChem Mineral and Chemical Company", Moscow

The yield and quality of spring wheat depends on the mineral nutrition system. The application of basic fertilizer (before sowing or together) cannot meet the needs of crops for mineral nutrition and agricultural producers start to use foliar fertilization during the vegetation of cereals. Therefore, there is a need to improve the system of foliar mineral nutrition in various soil and climatic conditions of the Russian Federation. The application of nitrogen fertilizers and the use of foliar fertilization during the vegetation, shown high agroecological efficiency of their application. The article presents the results of field experiments in the zone of the northern forest-steppe of Western Siberia, where the optimal combination of foliar fertilizer for spring wheat mineral nutrition was revealed. The gained yield increase was 0.45-0.54 t/ha (with soil nitrogen application in dosage of 52 kg/ha as the base nutrition). The article shows agroecological assessment of spring wheat foliar fertilization with water-soluble NPK fertilizers, which gives an increase in profitability about 15-19% in absolute terms.

Keywords: water-soluble fertilizers, spring wheat cultivation technology, leaf fertilizing, yield, agroecological efficiency, profitability.

References

1. Belkina R.I. Productivity and grain quality of spring soft wheat in the Northern Trans-Urals / R.I. Belkina, T.S. Akhtarieva, D.I. Kuchero, M.I. Maslenko, A.A. Savchenko, K.V. Moiseeva // Tyumen: Publishing house "Title", 2017. – 188 p.
2. Yashchenko, S. N. The influence of the previous crop on the yield and quality of wheat seeds in the northern forest-steppe of the Tyumen region / S. N. Yashchenko, Yu. P. Loginov, A. A. Kazak // Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov. – 2021. – № 1(62). – Pp. 47-57. – DOI 10.34655/bgsha.2021.62.1.007. – EDN NAEWWK
3. Abramov, N. V. Innovations of basic tillage in the system of precision agriculture / N. V. Abramov, S. A. Semizorov, A.M. Oksukbaeva // Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. – 2023. – No. 2. – pp. 129-134. – EDN SKTWJN.
4. Abramov, N. V. The agriculture use of space systems / N. V. Abramov, S. A. Semizorov, S. V. Sherstobitov // Agriculture. – 2015. – No. 6. – pp. 13-18. – EDN UGTHLV.
5. The influence of seeding rates on the yield of spring wheat in the conditions of the southern forest-steppe of the Tyumen region / S. S. Miller, A. A. Kazak, E. A. Demin [et al.] // Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University. – 2023. – № 2(73). – Pp. 56-61. – EDN TZAUBQ.
6. Miller, S. S. The influence of basic tillage on the productivity and economic efficiency of cereals rotation in Western Siberia / S. S. Miller, E. A. Demin, N. A. Reutskikh // Agro-food policy of Russia. – 2022. – No. 4-5. – pp. 41-45. – EDN WRNIQH.
7. Miller, S. S. The influence of the use of a biological fungicide on the yield of cereals in the Tyumen region / S. S. Miller, E. A. Demin, E. V. Tomilova // Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University. – 2022. – № 4(71). – Pp. 64-68. – EDN LAOGFS.
8. Abramov, N. V. The basic tillage and formation of nitrogen regime in the system of precision agriculture / N. V. Abramov, S. A. Semizorov, A.M. Oksukbayeva // Agriculture. – 2022. – No. 3. – pp. 32-35. – DOI 10.24412/0044-3913-2022-3-32-36. – EDN NXCMDM.
9. The effectiveness of leaf fertilizing of spring wheat in the steppe zone of the Altai Territory / V. I. Belyaev, T. V. Grebennikova, M. M. Vizirskaya [et al.] // Bulletin of the Altai State Agrarian University. – 2022. – № 12(218). – Pp. 10-17. – DOI 10.53083/1996-4277-2022-218-12-10-17. – EDN QLZHXT.
10. Talanov, I. P. The influence of protection schemes on the yield of spring wheat / I. P. Talanov, A.M. Sabirzyanov, R. Y. Mindubaev // Protection and quarantine of plants. – 2008. – No. 5. – pp. 26-27. – EDN KXUWMR.
11. Abramov, N. V. Digitalization of production processes in precision agriculture / N. V. Abramov // Proceedings of the International Academy of Agricultural Education. – 2022. – No. 58. – pp. 5-10. – EDN KVRDKO.
12. Sychev V.G., Shafran S.A., Ilyushenko I.V. The use of mineral fertilizers and their effectiveness in various zones of Russia // Fertility. – 2022. – No.3. – pp. 3-6. DOI: 10.25680/S19948603.2022.126.01.
13. Barantsev, V. Yu. The use of mobile applications and their effectiveness in the digital economy of the Russian Federation / V. Yu. Barantsev, Z. A. Khaydukov, S. V. Sherstobitov // ACHIEVEMENTS OF YOUTH SCIENCE for the AGRO-industrial COMPLEX : Collection of materials of the LVI scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists, Tyumen, March 14-18, 2022. Volume Part 2. – Tyumen: State Agrarian University of the Northern Urals, 2022. – pp. 402-408. – EDN GUSVIW.
14. Yuzhakova, L. N. The Economical and bioenergetic efficiency of the differentiated method of applying ammonium nitrate to the elemental areas of the field / L. N. Yuzhakova, K. A. Tupareva, S. V. Sherstobitov // Actual issues of science and economics: new challenges and solutions : Collection of materials of the L International Student Scientific and Practical Conference, Tyumen, March 17, 2016. Tyumen: Federal State Budgetary educational Institution of Higher professional Education "State Agrarian University of the Northern Urals", 2016. – pp. 740-744. – EDN WFOYFT.
15. Boltunov, E. A. The choice and application of water-soluble fertilizer in production conditions as the main one with sowing of spring wheat / E. A. Boltunov, A. A. Menshikova, S. V. Sherstobitov // ACHIEVEMENTS OF YOUTH SCIENCE for the AGRO-industrial complex : Collection of materials of the LVI scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists, Tyumen, March 14-18, 2022. Volume Part 2. – Tyumen: State Agrarian University of the Northern Urals, 2022. – pp. 417-422. – EDN RFTZQT.
16. Boltunov, E. A. Prospects for the use of water-soluble fertilizers as the main method of application for spring wheat / E. A. Boltunov, S. V. Sherstobitov // Proceedings of the LVI Student scientific and practical conference "Successes of youth science in the agro-industrial complex", Tyumen, October 12, 2021. Volume Part 1. – Tyumen: State Agrarian University of the Northern Urals, 2021. – pp. 80-84. – EDN TJXPTS.
17. EuroChem Mineral and Chemical Company JSC: official website. – Moscow, – URL: <https://agro.eurochem.ru/katalog-produkczi/> (accessed 02/26/2024).
18. Vizirskaya, M. M. The influence of leaf fertilizing on the yield and quality of spring wheat grain in the conditions of the Northern Trans-Urals / M. M. Vizirskaya, S. V. Sherstobitov // Fertility. – 2021. – № 6(123). – Pp. 46-50. – DOI 10.25680/S19948603.2021.123.12. – EDN UWTZWI.

19. Vizirskaya, M. M. Controlling the economic sustainability of agricultural organizations with the help of the agrochemical service / M. M. Vizirskaya, V. Yu. Zhdanov // The economics of agricultural and processing enterprises. – 2023. – No. 9. – pp. 33-39. – DOI 10.31442/0235-2494-2023-0-9-33-39. – EDN LOLVEW.
20. Ivanenko A.S. Agro-climatic conditions of the Tyumen region / A.S. Ivanenko, O.A. Kulyasova // Textbook. Tyumen: TGSHA, 2008. – 206 p.
21. Ivko V.V. Economic efficiency of the use of fertilizers in grain production (based on materials from the Krasnodar Territory): abstract of the dissertation of the Candidate of Economic Sciences; 08.00.05 / V.V. Ivko // – Zernograd, 2004. – pp.6-7.
22. Lekomtsev P.V., Rutkovskaya T.S., Pasyukov A.V., Khomyakov Yu.V. The effectiveness of nitrogen fertilizers in the cultivation of spring wheat on sandy loam soils // Fertility. – 2022. – No. 1. – pp. 9-13.

УДК 633.15:631.82

DOI: 10.25680/S19948603.2024.137.04

ВЛИЯНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ

**И.В. Гаврюшина¹, к.б.н., С.М. Надежкин^{2,3}, д.с.-х.н.,
С.А. Семина¹, д.с.-х.н., А.С. Палийчук¹, к.с.-х.н.**

**¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет»
440014, Пензенская область, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30,
тел. 88412628151, e-mail: gavryushina.i.v@pgau.ru**

**²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр овощеводства» 143080, Московская область,
Одинцовский район, поселок ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14**

**³Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова» 119991, г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1**

Изучено влияние макроудобрений и некорневой обработки посевов раннеспелого (ФАО 190) и среднераннего (ФАО 210) гибридов кукурузы комплексными удобрениями с микроэлементами в хелатной форме на фотосинтетическую деятельность посевов и урожайность кукурузы. Установлено, что на обоих уровнях корневого минерального питания лучший результат получен при обработке удобрением Азосол 36 Экстра, способствующим повышению продуктивности. Выявлено преимущество обработки комплексными удобрениями в фазе пяти листьев при двукратном применении.

Ключевые слова: кукуруза, удобрение, площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, урожайность.

Для цитирования: Гаврюшина И.В., Надежкин С.М., Семина С.А., Палийчук А.С. Влияние оптимизации условий минерального питания на фотосинтетическую деятельность посевов и продуктивность кукурузы // Плодородие. 2024. – №2. – С. 16-20. DOI: 10.25680/S19948603.2024.137.04.

Кукуруза – одна из важнейших мировых зерновых и силосных культур, входящих в тройку лидеров по посевным площадям и валовому сбору продукции. Она широко распространена благодаря высокой продуктивности, питательной ценности, а также способности адаптироваться к различным почвенно-климатическим условиям [1-4].

Из-за высокой потенциальной урожайности кукуруза предъявляет высокие требования к минеральному составу почвы. Применение макроудобрений остается одним из важнейших приемов повышения ее продуктивности [5]. Исследователями экспериментально доказана зависимость урожайности от кратности и объемов внесенных минеральных удобрений [6, 7]. В то же время важным условием повышения урожайности зеленой массы является такая система удобрения, которая бы обеспечила высокопродуктивные гибриды не только макро-, но и микроэлементами [8, 9]. Поэтому разработка оптимальной системы минерального питания – необходимое условие совершенствования технологии возделывания кукурузы. В интенсивных технологиях высокую эффективность обеспечивают комплексные микроудобрения, которые содержат макро- и

микроэлементы на хелатной основе. Хелатные формы биогенных металлов имеют преимущество перед неорганическими солями для использования в сельском хозяйстве, так как характеризуются низкой токсичностью и более эффективны при меньших дозах. Применяют микроэлементы в виде хелатного удобрения для листовой подкормки, как дополнение к существующей системе удобрения, с целью повышения урожайности, качества продукции и уменьшения отрицательного влияния прогрессивных технологий на окружающую среду.

Продукция, формируемая посевами, является производным процессом фотосинтеза. Микроэлементы оказывают положительное влияние на фотосинтетическую деятельность растений кукурузы, которая служит основным фактором, определяющим формирование урожая зеленой биомассы [10, 11].

Цель исследований – изучить влияние некорневой обработки микроэлементными удобрениями на фотосинтетическую деятельность посевов и реализацию силосной продуктивности гибридов кукурузы разной скороспелости при различных уровнях корневого питания в условиях лесостепи Среднего Поволжья.