

M.V. Selivanova, T.S. Aysanov, E.S. Romanenko, N.A. Esaulko, K.N. Novak  
Stavropol state agrarian university, 355017, Stavropol, Zootehnicheskii lane, 12, e-mail: selivanowa86@mail.ru

The data of studies on the optimization of nutrient solution schemes with a low-volume technology for growing parthenocarpic short-fruited cucumber hybrids in the conditions of the sixth light zone are presented. It was found that with an increase in the content of calcium, magnesium, potassium and optimization of their ratio ( $K:Ca - 1.1-1.8$ ,  $Ca:Mg - 3.0-4.0$ ) in the nutrition schemes, the productivity of cucumber increased. Studies have revealed that when using the recommended nutrition schemes, the degree of ovary death on cucumber plants decreased by 1.4-2.7% relative to the control, yield increased by 1.1-2.4 kg/m<sup>2</sup>, fruit quality improved – the content of dry matter, sugars, vitamin C increased, the content of nitrates was less.

Keywords: nutrition scheme, cucumber, hybrid, low-volume cultivation technology, macronutrients, yield, product quality.

УДК: 633.11:631.244.2:631.445.4

DOI: 10.25680/S19948603.2023.133.25

## ОПТИМИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ

В.Н. Ситников, к.с.-х.н., А.Н. Есаулко, д.с.-х.н., А.Ю. Ожередова, к.с.-х.н., В.А. Клец,  
И.Ю. Вдовыдченко, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12.  
e-mail: [alena.gurueva@mail.ru](mailto:alena.gurueva@mail.ru)

При оптимизации минерального питания растений озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности установлено, что рекомендованная и расчетная дозы минеральных удобрений способствовали существенному увеличению концентрации в растениях озимой пшеницы азота – на 0,61-0,97% и фосфора на 0,07-0,13% по сравнению с контрольным вариантом. Достоверно увеличивало содержание фосфора в растениях применение комплексного микроудобрения «Все включено» и WUXAL «Микроплант» на 0,04%, а азота – только «Все включено» на 0,20%. Другие, изучаемые в опыте, микроудобрения существенного влияния на концентрацию элементов не оказывали. От фазы всходов к фазе полной спелости содержание макроэлементов (N, P, K) в растениях существенно снижалось – на 0,32-3,01, 0,08-0,53 и 0,51-3,41%, что можно объяснить сокращением метаболических процессов в растениях и их перераспределением.

Максимальную урожайность (8,53 т/га) с лучшими качественными показателями зерна (клейковина – 25,2%, белок – 12,9%) формировал вариант, в котором применялась расчетная доза минеральных удобрений на планируемую урожайность 7,5 т/га N<sub>152</sub>P<sub>71</sub>K<sub>65</sub> с двукратным применением комплексного микроудобрения «Все включено», и с получением прибыли на 1 га – 65,82 тыс. руб.

Ключевые слова: макроудобрения, микроудобрения, озимая пшеница, чернозем выщелоченный, содержание азота, фосфора и калия, урожайность, качество зерна, экономическая эффективность.

Для цитирования: Ситников В.Н., Есаулко А.Н., Ожередова А.Ю., Клец В.А., Вдовыдченко И.Ю. Оптимизация минерального питания растений озимой пшеницы на основе комплексного применения макро- и микроудобрений на черноземе выщелоченном// Плодородие. – 2023. – №4. – С. 102-107. DOI: 10.25680/S19948603.2023.133.25.

Население многих стран считает зерно пшеницы основным продуктом своего питания и сырьем для перерабатывающей промышленности [3]. Россия в последние годы уверенно занимает лидирующее место в мире по производству и экспорту зерна озимой пшеницы [2].

По данным Экспертно-аналитического центра агробизнеса, посевные площади под озимой пшеницей в РФ в 2022 г. занимали в хозяйствах всех категорий 16,7 млн га, в Ставропольском крае 0,77 млн га. Средняя урожайность культуры в РФ составляла 3,8 т/га, в Ставропольском крае – 4,0 т/га [11,12].

Основным и одним из самых важных приемов в настоящее время, обеспечивающих формирование размеров и качественных характеристик урожая озимой пшеницы, считается оптимизация минерального питания [4, 7, 8].

Оптимизированная система питания обеспечивает растение всем необходимым, предусматривает применение макроудобрений, используемых не только под

основную обработку почвы, при посеве и в подкормку, но и вносимых в качестве некорневых подкормок жидкими удобрениями, которые содержат макро- и микроэлементы, а также физиологически активные вещества (аминокислоты, экстракты и др.) [5, 9].

Научно доказано, что такая система удобрения снижает развитие болезней, повышает устойчивость растений к стрессам, оказывает положительное влияние на урожайность культуры и качественные характеристики продукции, увеличивая при этом экономическую эффективность производства [6].

**Цель наших исследований** – оптимизировать питание растений озимой пшеницы на основе комплексного применения макро- и микроудобрений на черноземе выщелоченном.

**Объекты и методы исследования.** Полевые исследования проводились с 2020 по 2023 г. на черноземе выщелоченном на землепользовании опытной станции Ставропольского ГАУ, которая согласно схеме

агроклиматического районирования, относится к умеренной зоне Ставропольского края.

Все три сельскохозяйственных года характеризовались повышенным температурным режимом по сравнению со среднесезонными данными (9,2<sup>0</sup>С): так показатели 2020-2021 с.-х. г. превышали многолетнюю норму на 1,7<sup>0</sup>С, 2021-2022 г. – на 1,2, 2022-2023 г. – на 1,8<sup>0</sup>С. Такая же ситуация наблюдалась и по количеству выпавших за год осадков, среднесезонное значение составляло 551,0 мм, а выпало, соответственно годам исследований, на 32, 20 и 21% больше. ГТК 2020-2021 с.-х. г. (0,98) соответствовал зоне неустойчивого увлажнения, а в 2021-2022 г. (1,61) и 2022-2023 г. (1,42) зоне избыточного увлажнения. При этом среднесезонный ГТК был равен 1,10 (обеспеченного увлажнения).

Почвенный покров места проведения исследований представлен черноземом выщелоченным мощным малогумусным тяжелосуглинистым. Перед закладкой опыта почвы имели среднюю обеспеченность органическим веществом (5,1–5,4 %), нитратным азотом (16–30 мг/кг), подвижными формами фосфора (20–25 мг/кг) и калия (220–270 мг/кг), реакция почвенного раствора нейтральная (6,1–6,5 ед.) [4].

Объект исследований – сорт озимой пшеницы Алексеевич. Предмет исследований – дозы минеральных удобрений и комплексные микроудобрения. Повторность опыта 3-кратная, размещение делянок по методу расщепленных делянок, ширина одной делянки – 25 м, длина – 30 м, общая площадь делянки – 750 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная. Опыт двухфакторный:

Фактор А – дозы минеральных удобрений. Контроль – естественный агрохимический фон, рекомендованная доза N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>, предложена учеными СтГАУ на основании проведенных долгосрочных исследований, расчетная доза N<sub>152</sub>P<sub>71</sub>K<sub>65</sub> на планируемую урожайность 7,5 т/га, которая получена с помощью вычислений по формулам ученых В.В. Агеева и А.Н. Есаулко (2006). Следует обратить внимание на то, что расчетная доза минеральных удобрений устанавливалась по результатам почвенных анализов и ежегодно корректировалась, так в 2020-2021 с.-х. году она составляла – N<sub>186</sub>P<sub>95</sub>K<sub>45</sub>, в 2021-2022 г. – N<sub>169</sub>P<sub>64</sub>K<sub>64</sub>, в 2022-2023 г. – N<sub>102</sub>P<sub>54</sub>K<sub>86</sub>. Для достижения количественного и качественного состава в качестве макроудобрений применяли аммофос, нитроаммофоску, калий хлористый и аммиачную селитру. Рекомендованная доза минеральных удобрений (N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>): при посеве аммофос, 115 кг/га (N<sub>14</sub>P<sub>60</sub>), подкормка аммиачной селитрой по 109 кг/га в фазы кушение N<sub>38</sub>, выход в трубку N<sub>38</sub>. Расчетная доза минеральных удобрений (в зависимости от года исследований): 2020-2021 г. – под основную обработку почвы нитроаммофоска, 281 кг/га (N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>) + 96 кг/га аммофоса (N<sub>11</sub>P<sub>50</sub>), подкормка аммиачной селитрой по 188 кг/га в фазы кушения N<sub>65</sub>, выхода в трубку N<sub>65</sub>; 2021-2022 г. – под основную обработку почвы нитроаммофоска, 400 кг/га (N<sub>64</sub>P<sub>64</sub>K<sub>64</sub>), подкормка аммиачной селитрой по 150 кг/га в фазы кушения N<sub>52,5</sub>, выхода в трубку N<sub>52,5</sub>; 2022-2023 г. – под основную обработку почвы аммофос, 104 кг/га (N<sub>13</sub>P<sub>54</sub>) + калий хлористый, 148 кг/га (K<sub>86</sub>), подкормка аммиачной селитрой по 129 кг/га в фазы кушения N<sub>44,5</sub>, выхода в трубку N<sub>44,5</sub>.

Фактор В – микроудобрения *Atlantica* «Райкат Развитие» (производство Испания) – жидкое органоминеральное удобрение, производимое на основе экстракта морских водорослей с добавлением макро-

микроэлементов, витаминов. Содержит (%): N – 6, P<sub>2</sub>O – 4,0, K<sub>2</sub>O – 3,0, B – 0,03, Fe – 0,1, Zn – 0,01, Cu – 0,01, Mn – 0,02. Из них Fe, Zn, Cu и Mn – в хелатной форме.

*Золото полей* «Все включено» (производство Россия) – комплексное инновационное удобрение в жидкой форме – низкомолекулярная гуминовая кислота высокой степени очистки с оптимально активными молекулами. Содержит высокую концентрацию микроэлементов в хелатной форме. В состав входит (%): N – 6-9, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,5, K<sub>2</sub>O – 2,0, S – 2,0-2,5, MgO – 1,6-2,0, Na – 0,5-0,7, B – 0,2, CaO – 0,5-1,0, Fe – 0,6-0,9, Zn – 1,6 – 2,0, Cu – 0,5-0,7, Mn – 0,4-0,6, Co – 0,01-0,025, Ni – 0,08, Li 0,01, Ag – 0,003.

*WUXAL* «Микроплант» (производство Германия) – высококонцентрированная суспензия для профилактики и устранения дефицита микроэлементов с дополнительными эффектами прилипателя и сурфактанта. Содержит (%): N – 7,8, K<sub>2</sub>O – 15,7, MgO – 4,7, SO<sub>3</sub> – 20,3, B – 0,5, в хелатной форме – Cu – 0,8, Fe – 1,6, Mn – 2,4, Zn – 1,6, Mo – 0,01. Катионы металлов Cu, Fe, Mn и Zn полностью.

*POLIDON* «Комплекс» (производство Россия) – жидкое микроэлементное удобрение корректор дефицита элементов питания. В своем составе содержит (%): N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Fe – 4,5, Mn – 2,5, Cu – 1,5, Zn – 1,5, B – 0,5, Mo – 0,5, Co – 0,05. Сбалансированный состав микроэлементов в хелатной форме и в форме солей. Микроудобрения применяли в фазы кушения и начала выхода в трубку в дозе 1 л/га. Предшественник в опыте – горох [1].

В растениях в фазы всходы, кушение, выход в трубку, колошение и полная спелость были определены: содержание N при помощи титриметрического метода по Кьельдалю, ГОСТ 134496.4; содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> при помощи фотометрического метода, ГОСТ 26657-97; содержание K<sub>2</sub>O при помощи пламенно-фотометрического метода, ГОСТ 30504-97. Учет урожая проводили методом механизированной уборки с последующим пересчетом на стандартную влажность и чистоту по методике государственного сортоиспытания (выпуск первый, общая часть, 2019 г.). В зерне содержание белка – ГОСТ 10846–91, клейковины – ГОСТ Р 54478-201. Расчет экономической эффективности изучаемых приемов производился по технологическим картам, с использованием действующих нормативных затрат и цен в годы проведения исследований.

**Результаты и их обсуждение.** Оптимизация питания растений озимой пшеницы на основе комплексного применения макро- и микроудобрений на черноземе выщелоченном позволила установить, что рекомендованная и расчетная дозы минеральных удобрений достоверно, по сравнению с контролем, повышали содержание азота в растениях озимой пшеницы на 0,61-0,97%. Максимальное содержание элемента было в варианте, где применяли дозу N<sub>152</sub>P<sub>71</sub>K<sub>65</sub>, что вполне логично, увеличение азотного питания способствовало большему поступлению элемента в растительный организм. Все микроудобрения, за исключением «Все включено», существенного влияния на накопление элемента в растениях озимой пшеницы не оказывали. Только применение вышеназванного комплексного удобрения способствовало достоверному возрастанию содержания азота (+0,20%) по сравнению с естественным агрохимическим фоном. От фазы всходов к фазе полной спелости происходило существенное снижение концентрации в

анализируемых растениях азота от 0,32 до 3,01%, что связано с завершением вегетации культуры и перераспределением элемента (табл. 1).

Динамика содержания фосфора схожа с динамикой азота, изучаемые дозы минеральных удобрений достоверно увеличивали содержание  $P_2O_5$  в растениях по

сравнению с контролем на 0,07-0,13%. Комплексные микроудобрения «Все включено» и WUXAL «Микроплант» существенно повышали концентрацию фосфора в озимой пшенице на 0,04%. Содержание элемента от фазы всходов неуклонно снижалось, с достижением минимальных значений к фазе полной спелости (табл. 2).

**1. Влияние комплексного применения макро- и микроудобрений на содержание в растениях озимой пшеницы азота, % (в среднем за 2020-2023 г.)**

Дозы минеральных удобрений (фактор А)	Микроудобрения (фактор В)	Сроки отбора (фактор С)					А, НСР <sub>05</sub> = 0,16	В, НСР <sub>05</sub> = 0,16
		всходы	кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость		
Контроль (без удобрений)	Контроль (без удобрений)	4,63	4,00	2,31	1,66	1,48	2,91	3,33
	Atlantica «Райкат Развитие»	4,64	4,01	2,49	1,72	1,52		3,40
	Золото полей «Все включено»	4,66	4,19	2,64	1,88	1,66		3,53
	WUXAL «Микроплант»	4,64	4,12	2,61	1,77	1,61		3,48
	POLIDON «Комплекс»	4,62	4,10	2,57	1,73	1,57		3,46
Рекомендованная (N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> )	Контроль (без удобрений)	4,69	4,49	3,58	2,88	1,79	3,52	
	Atlantica «Райкат Развитие»	4,65	4,42	3,68	2,92	1,72		
	Золото полей «Все включено»	4,67	4,60	3,75	3,02	1,86		
	WUXAL «Микроплант»	4,68	4,55	3,73	3,00	1,80		
	POLIDON «Комплекс»	4,70	4,52	3,70	2,90	1,77		
Расчетная на 7,5 т/га (N <sub>152</sub> P <sub>71</sub> K <sub>65</sub> )	Контроль (без удобрений)	4,96	4,58	4,18	2,94	1,71	3,88	
	Atlantica «Райкат Развитие»	4,97	4,71	4,43	3,15	1,91		
	Золото полей «Все включено»	5,00	4,88	4,72	3,40	2,01		
	WUXAL «Микроплант»	4,99	4,83	4,61	3,32	2,00		
	POLIDON «Комплекс»	4,98	4,79	4,60	3,30	1,98		
С, НСР <sub>05</sub> = 0,22		4,77	4,45	3,57	2,64	1,76	НСР <sub>05</sub> = 0,34	

**2. Влияние комплексного применения макро- и микроудобрений на динамику содержания в растениях озимой пшеницы  $P_2O_5$ , % (в среднем за 2020-2023 г.)**

Дозы минеральных удобрений (фактор А)	Микроудобрения (фактор В)	Сроки отбора (фактор С)					А, НСР <sub>05</sub> = 0,04	В, НСР <sub>05</sub> = 0,04
		всходы	кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость		
Контроль (без удобрений)	Контроль (без удобрений)	0,92	0,84	0,77	0,64	0,40	0,73	0,78
	Atlantica «Райкат Развитие»	0,94	0,86	0,78	0,64	0,41		0,79
	Золото полей «Все включено»	0,91	0,91	0,82	0,72	0,45		0,82
	WUXAL «Микроплант»	0,93	0,89	0,81	0,70	0,43		0,82
	POLIDON «Комплекс»	0,91	0,85	0,77	0,66	0,40		0,78
Рекомендованная (N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> )	Контроль (без удобрений)	1,05	0,92	0,81	0,72	0,46	0,80	
	Atlantica «Райкат Развитие»	1,02	0,93	0,82	0,72	0,47		
	Золото полей «Все включено»	1,00	0,99	0,87	0,76	0,52		
	WUXAL «Микроплант»	1,05	0,98	0,86	0,76	0,50		
	POLIDON «Комплекс»	1,04	0,89	0,80	0,73	0,42		
Расчетная на 7,5 т/га (N <sub>152</sub> P <sub>71</sub> K <sub>65</sub> )	Контроль (без удобрений)	1,09	0,96	0,87	0,79	0,51	0,86	
	Atlantica «Райкат Развитие»	1,08	0,97	0,86	0,81	0,52		
	Золото полей «Все включено»	1,05	1,00	0,94	0,84	0,58		
	WUXAL «Микроплант»	1,10	1,00	0,90	0,83	0,56		
	POLIDON «Комплекс»	1,08	0,96	0,85	0,80	0,53		
С, НСР <sub>05</sub> = 0,06		1,01	0,93	0,84	0,74	0,48	НСР <sub>05</sub> = 0,08	

При внесении рекомендованной дозы минеральных удобрений N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> происходило недостоверное сокращение концентрации калия в растениях на 0,04% по сравнению с контролем. Это связано с формированием у удобренных растений большей вегетативной массы и наблюдением эффекта разбавления концентрации элемента.

Растения в варианте с применением расчетной дозы минеральных удобрений N<sub>152</sub>P<sub>71</sub>K<sub>65</sub> имели самое высокое содержание K<sub>2</sub>O – 3,41%, но существенного влияния по сравнению с другими вариантами опыта не установлено. Комплексные микроудобрения определенного влияния на накопление в вегетативных органах калия не оказали. Содержание калия, как и других

макроэлементов, в период от фазы всходов к фазе полной спелости существенно сокращалось от 0,51 до 3,41% (табл. 3).

Ключевыми показателями оптимизированного минерального питания являются количество и качество полученной продукции. Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что дозы минеральных удобрений обеспечивали существенную прибавку урожайности культуры по сравнению с контролем, которая составляла 2,71-4,05 т/га. Все изучаемые в опыте комплексные микроудобрения, по сравнению с естественным агрохимическим фоном, повышали урожайность озимой пшеницы, прибавка варьировала от 5 до 30%.

Самая высокая урожайность сформирована в варианте с применением расчетной дозы минеральных удобрений на планируемую урожайность 7,5 т/га N<sub>152</sub>P<sub>71</sub>K<sub>65</sub> и внесением некорневой подкормки комплексного микроудобрения «Все включено» – 8,53 т/га.

Дозы минеральных удобрений, изучаемые в опыте, по сравнению с контролем существенно повышали

содержание белка и клейковины в зерне озимой пшеницы: на 1,9-2,8 и 2,9-5,0% соответственно. На контроле было сформировано зерно V, IV классов, при внесении рекомендованной дозы минеральных удобрений N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> – IV класса, а при использовании расчетной дозы минеральных удобрений на планируемую урожайность 7,5 т/га N<sub>152</sub>P<sub>71</sub>K<sub>65</sub> – III класса.

### 3. Влияние комплексного применения макро- и микроудобрений на динамику содержания К<sub>2</sub>O в растениях озимой пшеницы, % (в среднем за 2020-2023 г.)

Дозы минеральных удобрений (фактор А)	Микроудобрения (фактор В)	Сроки отбора (фактор С)					А, HCP <sub>05</sub> = 0,16	В, HCP <sub>05</sub> = 0,10
		всходы	кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость		
Контроль (без удобрений)	Контроль (без удобрений)	4,81	4,29	3,53	2,27	1,50	3,26	3,31
	Atlantica «Райкат Развитие»	4,76	4,26	3,50	2,30	1,38		3,29
	Золото полей «Все включено»	4,80	4,31	3,56	2,25	1,41		3,31
	WUXAL «Микроплант»	4,84	4,27	3,55	2,26	1,39		3,30
	POLIDON «Комплекс»	4,86	4,20	3,53	2,29	1,36		3,27
Рекомендованная (N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> )	Контроль (без удобрений)	4,80	4,24	3,44	2,20	1,46	3,22	
	Atlantica «Райкат Развитие»	4,82	4,28	3,47	2,21	1,41		
	Золото полей «Все включено»	4,85	4,31	3,40	2,15	1,45		
	WUXAL «Микроплант»	4,83	4,28	3,40	2,16	1,41		
	POLIDON «Комплекс»	4,76	4,22	3,36	2,16	1,34		
Расчетная на 7,5 т/га (N <sub>152</sub> P <sub>71</sub> K <sub>65</sub> )	Контроль (без удобрений)	4,91	4,49	3,65	2,47	1,62	3,41	
	Atlantica «Райкат Развитие»	4,94	4,42	3,65	2,40	1,49		
	Золото полей «Все включено»	4,96	4,58	3,70	2,44	1,53		
	WUXAL «Микроплант»	5,03	4,59	3,61	2,32	1,53		
	POLIDON «Комплекс»	4,91	4,48	3,63	2,40	1,50		
С, HCP <sub>05</sub> = 0,22		4,86	4,35	3,53	2,29	1,45	HCP <sub>05</sub> = 0,34	

### 4. Влияние комплексного применения макро- и микроудобрений на урожайность озимой пшеницы (среднее за 2021- 2023 г.)

Дозы минеральных удобрений (фактор А)	Микроудобрения (фактор В)	Урожайность, т/га	Прибавка урожая	
			т/га	%
Контроль (б/у)	Контроль (б/у)	3,47	-	-
	Atlantica «Райкат Развитие»	3,65	0,18	5
	Золото полей «Все включено»	4,50	1,03	30
	WUXAL «Микроплант»	4,09	0,62	18
	POLIDON «Комплекс»	3,79	0,32	9
Рекомендованная (N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> )	Контроль (без удобрений)	5,88	-	-
	Atlantica «Райкат Развитие»	6,26	0,38	6
	Золото полей «Все включено»	7,22	1,34	23
	WUXAL «Микроплант»	7,12	1,24	21
	POLIDON «Комплекс»	6,59	0,71	12
Расчетная на 7,5 т/га (N <sub>152</sub> P <sub>71</sub> K <sub>65</sub> )	Контроль (б/у)	7,26	-	-
	Atlantica «Райкат Развитие»	7,92	0,66	9
	Золото полей «Все включено»	8,53	1,27	17
	WUXAL «Микроплант»	8,32	1,06	15
	POLIDON «Комплекс»	7,71	0,45	6
HCP <sub>05</sub> : фактор А		0,44	-	-
фактор В		0,28	-	-
взаимодействие АВ		0,66	-	-

Комплексные микроудобрения Atlantica «Райкат Развитие» по сравнению с контролем не оказывали существенного влияния на показатели качества зерна озимой пшеницы, в среднем по опыту, как и на контроле, содержание клейковины составляло 20,4%, белка – 10,1%. А вот все остальные комплексные микроудобрения, используемые в

качестве некорневой подкормки в фазы кушения и начала выхода в трубку, достоверно увеличивали количество клейковины на 2,2, 1,7, 1,8% и белка на 1,4; 0,8; 1,2%.

Лучшее по качеству зерно получено в варианте с расчетной дозой минеральных удобрений и применением комплексного микроудобрения «Все включено» (табл. 5).

**5. Влияние комплексного применения макро- и микроудобрений на качество зерна озимой пшеницы  
(среднее за 2021-2023 г.)**

Дозы минеральных удобрений (фактор А)	Микроудобрения (фактор В)	Клейковина, %	Белок, %	Класс зерна
Контроль (б/у)	Контроль (б/у)	17,5	8,5	V
	Atlantica «Райкат Развитие»	18,5	9,0	IV
	Золото полей «Все включено»	19,5	9,6	IV
	WUXAL «Микроплант»	20,0	9,7	IV
	POLIDON «Комплекс»	19,1	9,2	IV
Рекомендованная (N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> )	Контроль (б/у)	20,6	10,2	IV
	Atlantica «Райкат Развитие»	20,9	10,7	IV
	Золото полей «Все включено»	23,0	12,1	IV
	WUXAL «Микроплант»	21,5	10,5	IV
	POLIDON «Комплекс»	22,9	12,0	IV
Расчетная на 7,5 т/га (N <sub>152</sub> P <sub>71</sub> K <sub>65</sub> )	Контроль (без удобрений)	23,1	11,7	III
	Atlantica «Райкат Развитие»	21,9	10,5	IV
	Золото полей «Все включено»	25,2	12,9	III
	WUXAL «Микроплант»	24,8	12,4	III
	POLIDON «Комплекс»	24,7	12,6	III
HCP <sub>05</sub> : фактор А		1,40	0,74	-
фактор В		0,76	0,42	-
взаимодействие АВ		2,14	1,08	-

При расчете экономической эффективности производства полученной продукции установлено, что дозы минеральных удобрений по отношению к контролю увеличивали выручку с 1 га на 35,97-59,68 тыс. руб., производственные затраты – на 14,20-22,72 тыс. руб., прибыль

на 21,85-36,96 тыс. руб., уровень рентабельности на 28-41%. Наиболее экономически эффективным оказалось применение комплексного микроудобрения «Все включено», которое принесло прибыль 47,76 тыс. руб. с уровнем рентабельности 109% (табл. 6).

**6. Экономическая эффективность производства зерна озимой пшеницы в зависимости от применения макро- и микроудобрений**

Микроудобрения (фактор В)	Дозы минеральных удобрений (фактор А)														
	Контроль (без удобрений)					Рекомендованная (N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> )					Расчетная на 7,5 т/га (N <sub>152</sub> P <sub>71</sub> K <sub>65</sub> )				
	Контроль (без удобрений)	Atlantica «Райкат Развитие»	Золото полей «Все включено»	WUXAL «Микроплант»	POLIDON «Комплекс»	Контроль (без удобрений)	Atlantica «Райкат Развитие»	Золото полей «Все включено»	WUXAL «Микроплант»	POLIDON «Комплекс»	Контроль (без удобрений)	Atlantica «Райкат Развитие»	Золото полей «Все включено»	WUXAL «Микроплант»	POLIDON «Комплекс»
Урожайность, т/га	3,47	3,65	4,50	4,09	3,79	5,88	6,26	7,22	7,12	6,59	7,26	7,92	8,53	8,32	7,71
Денежная выручка с 1 га, руб.	41,64	47,45	58,5	53,17	49,27	76,44	81,38	93,86	92,56	85,67	101,64	102,96	119,42	116,48	107,94
Затраты труда на 1 га, чел.-ч.	11,2	11,3	11,6	11,5	11,4	11,9	12,1	12,6	12,5	12,3	12,6	13,0	13,2	13,1	12,9
Затраты труда на 1 т, чел.-ч.	3,2	3,1	2,6	2,8	3,0	2,0	1,9	1,7	1,8	1,9	1,7	1,6	1,5	1,6	1,7
Производственные затраты на 1 га, тыс. руб.	28,1	29,6	30,2	30,8	29,8	41,6	43,6	44,7	45,3	43,9	50,2	52,6	53,6	54,2	51,5
Себестоимость 1 т, тыс. руб.	8,10	8,11	6,71	7,53	7,86	7,07	6,96	6,19	6,36	6,66	6,91	6,64	6,28	6,51	6,68
Прибыль на 1 га, тыс. руб.	13,54	17,85	28,30	22,37	19,47	34,84	37,78	49,16	47,26	41,77	51,44	50,36	65,82	62,28	56,44
Уровень рентабельности, %	48	60	94	73	65	84	87	110	104	95	102	96	123	115	110

**Выводы.** Азот и фосфор в растениях достоверно по сравнению с контролем увеличивали как рекомендованная, так и расчетная дозы минеральных удобрений, соответственно, на 0,61-0,97% и 0,07-0,13%. Существенно, по отношению к естественному агрохимическому фону, концентрация фосфора возрастала при использовании

микроудобрений «Все включено» и WUXAL «Микроплант» – на 0,04%, а азота только при использовании российского препарата «Все включено» – на 0,20%. Другие изучаемые в опыте микроудобрения ощутимого влияния на концентрацию элементов не оказывали. Применение доз N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>, N<sub>152</sub>P<sub>71</sub>K<sub>65</sub> и различных микроудобрений

достоверных изменений в динамику калия в растениях не вносили.

Содержание N, P, K в изучаемых растительных организмах от фазы всходов к фазе полной спелости неуклонно существенно снижалось, соответственно, на 0,32-3,01; 0,08-0,53 и 0,51-3,41%.

Все изучаемые в опыте дозы минеральных удобрений и микроудобрений повышали урожайность культуры. Максимальной она была в варианте с применением  $N_{152}P_{71}K_{65}$  + «Все включено» и составила 8,53 т/га. Этот же вариант был успешным и при анализе качественных показателей, зерно имело самое высокое содержание клейковины (25,2%) и белка (12,9%). Экономически выгодно возделывать озимую пшеницу на черноземах выщелоченных в зоне достаточного увлажнения, применяя расчетную дозу минеральных удобрений  $N_{152}P_{71}K_{65}$  и микроудобрение «Все включено», что позволяет получать максимальную прибыль – 65,82 тыс. руб/га с уровнем рентабельности 123%.

#### Литература

1. Влияние комплексных микроудобрений на содержание в почве и растениях меди и цинка, урожайность и качество зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном / А. Н. Есаулко, В. А. Клец, А. Ю. Ожередова, Е.В. Голосной, Ю.Н. Кузьмина // Агрохимический вестник. – 2022. – № 4. – С. 9-14.  
2. Влияние средств химизации на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на дерново-подзолистой почве разной степени окультуренности / А. А. Завалин, А. А. Коваленко, Т. М. Забугина Л.Н. Самойлов, С.Н. Сапожников

// Агрохимия. – 2021. – № 3. – С. 28-37.

3. Влияние элементов агротехнологии на азотное питание озимой пшеницы / И. В. Энгватова, Е. О. Шестакова, И. Г. Сторчак, Ф. В. Ерошенко // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 12. – С. 55-58.

4. Ожередова, А. Ю. Влияние минеральных удобрений на содержание элементов питания в растениях и урожайность зерна озимой пшеницы / А. Ю. Ожередова, А. Н. Есаулко // Плодородие. – 2019. – № 4(109). – С. 6-8.

5. Особенности влияния некорневой подкормки жидкими удобрениями на минеральное питание, урожайность и качество семян озимой пшеницы / И. Х. Вафин, Р. И. Сафин, Р. В. Миникаев, М.М. Хайбуллин, Г.С. Миннуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 18. – № 2(70). – С. 13-18.

6. Пигорев, И. Я. Удобрения и стимуляторы роста для некорневых подкормок озимой пшеницы / И. Я. Пигорев, О. В. Никитина // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15. – № 2. – С. 45-51.

7. Сычев, В. Г. Применение минеральных удобрений и их эффективность в различных зонах России / В. Г. Сычев, С. А. Шафран, И. В. Ильющенко // Плодородие. – 2022. – № 3(126). – С. 3-6.

8. Шеуджен, А. Х. Оценка действия минеральной системы удобрения озимой пшеницы, выращиваемой на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / А. Х. Шеуджен, Л. М. Онищенко, В. В. Гузик // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 149. – С. 110-115.

9. Эффективность применения комплексных микроудобрений на различных фонах питания при возделывании озимой пшеницы на черноземе выщелоченном / А. Н. Есаулко, А. Ю. Ожередова, В. А. Клец, Ю. Н. Кузьмина // Вестник АПК Ставрополя. – 2020. – № 4(40). – С. 62-67.

10. <https://agrovesti.net/lib/industries/cereals/itogi-za-2023-god-posevnyeploshchadi-zernovykh-i-zernobobovykh-kultur-v-rossii.html>

11. <https://apis-agro.ru/news/na-stavropole-zavershjon-sev-ozimyykh-kultur-pod-urozhaj-2023-goda>

12. <https://rostov.rbc.ru/rostov/freenews/64d0d8859a7947768fe36b0c>

#### OPTIMIZATION OF MINERAL NUTRITION OF WINTER WHEAT PLANTS BASED ON THE INTEGRATED APPLICATION OF MACRO- AND MICRO-FERTILIZERS ON LEACHED CHERNOZEM

V.N. Sitnikov, Ph.D. Sci., Associate Professor, Department of Agrochemistry and Plant Physiology,  
A.N. Esaulko, doctor of agricultural sciences Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology,  
Professor of the Russian Academy of Sciences,  
A.Yu. Ozheredova, Ph.D. Sci., Associate Professor, Department of Agrochemistry and Plant Physiology,  
V.A. Klets, postgraduate student of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology,  
I.Yu. Vdovychenko, Master of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology Stavropol State Agrarian University,  
355017, Stavropol, the lane Zootechnicheskii12.  
e-mail: [alena.gurueva@mail.ru](mailto:alena.gurueva@mail.ru)

When optimizing the mineral nutrition of winter wheat plants on leached chernozem of the Stavropol Upland, it was found that the recommended and calculated doses of mineral fertilizers contributed to a significant increase in the concentration of nitrogen in winter wheat plants by 0,61-0,97% and phosphorus by 0,07-0,13 % compared to the control variant. The use of complex microfertilizer «All Inclusive» and WUXAL «Microplant» significantly increased the content of phosphorus in plants by 0,04%, and nitrogen – only «All Inclusive» by 0,20%, other microfertilizers studied in the experiment did not have a significant effect on the concentration of elements. From the germination phase to the full ripeness phase, the content of macroelements in plants significantly decreased by 0,32-3,01%, 0,08-0,53% and 0,51-3,41%, which can be explained by a reduction in metabolic processes in plants and their redistribution.

The maximum yield (8,53 t/ha) with the best quality indicators of grain (gluten – 25,2%, protein – 12,9%) was formed by the variant, which applied the estimated dose of mineral fertilizers for the planned yield of 7,5 t/ha  $N_{152}P_{71}K_{65}$  with the double application of complex microfertilizer «All Inclusive», and with a profit per 1 ha – 65,82 thousand rubles.

Key words: micro fertilizers, micro fertilizers, winter wheat, leached chernozem, nitrogen, phosphorus and potassium content, yield, grain quality, economic efficiency.