

УДК 631.8:633.11

UDC 631.8:633.11

4.1.1 – Общее земледелие, растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

4.1.1 General farming, crop production (agricultural sciences)

**ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МАКРО- И
МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОДКОРМКУ НА
ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ
ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**THE EFFECT OF THE USE OF MACRO- AND
MICROELEMENTS IN TOP DRESSING ON
THE FORMATION OF PRODUCTIVITY OF
WINTER WHEAT IN THE CENTRAL ZONE OF
THE KRASNODAR REGION**

Кравцов Алексей Михайлович
д.с.-х.н., профессор
SPIN-код автора: 2331-3143

Kravtsov Aleksey Mikhailovich
Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Author's SPIN-code: 2331-3143

Загорулько Александр Васильевич
SPIN-код автора: 3626-7996

Zagorulko Aleksandr Vasilievich
Author's SPIN-code: 3626-7996

Кравцова Наталия Николаевна
к.с.-х.н., доцент
SPIN-код автора: 1944-1837

Kravtsova Natalia Nikolaevna
Candidate of Agricultural Sciences, Associate
Professor
Author's SPIN-code: 1944-1837

Бойко Елена Сергеевна
Старший преподаватель
SPIN-код автора: 4866-4719

Boyko Elena Sergeevna
Senior Lecturer
Author's SPIN-code: 4866-4719

Федорова Тамара Дмитриевна
Студент
SPIN-код автора 6455-9812
E-mail: tamarafedorova24@mail.ru
*Кубанский государственный аграрный
университет имени И.Т. Трубилина. Россия,
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13*

Fedorova Tatiana Dmitrievna
Student
Author's SPIN-code 6455-9812
E-mail: tamarafedorova24@mail.ru
*Kuban State Agrarian University named after I.T.
Trubilin, Russia, 350044, Krasnodar, Kalinina, 13*

В статье представлено исследование влияния применения макро- и микроэлементов в подкормку на продуктивность озимой пшеницы. Актуальность темы обоснована необходимостью повышения урожайности озимой пшеницы в условиях изменяющегося климата и потенциальных почвенно-климатических ограничений. Результаты эксперимента показали, что оптимальное комбинированное внесение макро- и микроэлементов значительно увеличивает как густоту стояния растений и площадь листьев, так и урожайность. Наблюдалось заметное повышение продуктивности при использовании комплексных удобрений, что подтверждает важность сбалансированного питания для озимой пшеницы

The article presents a study of the effect of the use of macro- and microelements in top dressing on the productivity of winter wheat. The relevance of the topic is justified by the need to increase the yield of winter wheat in a changing climate and potential soil and climatic constraints. The experimental results showed that the optimal combined application of macro- and microelements significantly increases both plant density and leaf area, as well as yield. There was a noticeable increase in productivity when using complex fertilizers, which confirms the importance of a balanced diet for winter wheat

Ключевые слова: ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА,
ПРОДУКТИВНОСТЬ, ГУСТОТА СТОЯНИЯ,
ПЛОЩАДЬ ЛИСТЬЕВ, УРОЖАЙНОСТЬ

Keywords: WINTER WHEAT, PRODUCTIVITY,
STAND DENSITY, LEAF AREA, YIELD

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-210-030>

<http://ej.kubagro.ru/2025/06/pdf/30.pdf>

Введение.

Продовольственная безопасность страны зависит от стабильности зернового производства, особенно от озимой пшеницы. В Краснодарском крае, занимающем 1,5–2,0 млн га, она составляет более 70 % валового сбора зерна, влияя на экономику региона. Однако климат региона рискованный: засушливое лето, зимние оттепели с морозами и весенние заморозки снижают урожайность [1].

Для стабилизации выращивания необходимо использовать научно обоснованные системы земледелия и совершенствовать технологии. Интенсивная технология включает качественную обработку почвы, оптимальные сроки посева, сбалансированное питание растений с учетом почвенной и стеблевой диагностики.

Многие хозяйства форсируют процесс, увеличивая использование удобрений и химикатов, не соблюдая сроков и экологических норм, что снижает качество зерна. Важно повысить эффективность удобрений и соблюдать баланс питательных веществ в почве.

Урожайность озимой пшеницы зависит от условий выращивания, особенно в критические периоды и получение высоких урожаев возможно при оптимальном минеральном питании, влагообеспеченности и фитосанитарном состоянии поля.

Материалы и методы исследования.

На рисунке 1 представлены условия проведения и методика исследований в опыте.

В таблице 1 представлена схема опыта, включающая пять исследуемых вариантов, один из которых является контрольным, без применения удобрений, а остальные четыре характеризуются применением подкормок с различными формами удобрений, содержащими макро- и микроэлементы.

Опыт по изучению влияния различных форм минеральных удобрений: препаратом КАС, КАС + сера и микроэлементов и аммиачной селитрой на продуктивность озимой пшеницы проводили в условиях опытного поля на первом отделении учхоза «Кубань» КубГАУ в 2023–2024 сельскохозяйственном году		
Зона – центральная, климат – умеренно-континентальный, почва – чернозем выщелоченный	Сорт озимой пшеницы – Безостая 100, предшественник – кукуруза на зерно	Повторность трехкратная. Размещение вариантов систематическое. Общая площадь деланки 105 м ² , учетная 34 м ² .

Рисунок 1. Условия проведения и методика исследований в опыте

Таблица 1 – Схема опыта

№	Уровень плодородия почвы	Форма удобрения, кг. д.в. на 1 га
1	Исходный уровень плодородия	Без удобрения (контроль)
2	Фон N ₇₀ P ₇₀ K ₄₀	N ₃₅ аммиачная селитра рано весной N ₃₅ аммиачная в трубкавание
3		N ₃₅ (КАС) рано весной N ₃₅ (КАС) в трубкавание
4		N ₃₅ (КАС) + сера рано весной N ₃₅ (КАС) + сера в трубкавание
5		N ₃₅ (КАС) + Cu + Zu + B рано весной N ₃₅ (КАС) + Cu + Zu + B в трубкавание

Результаты и обсуждения.

В нашем опыте средняя густота стояния растений озимой пшеницы варьировала от 410 в фазу всходов до 266 шт./м² в колошение. За период осенне-зимнего покоя естественная убыль растений составила всего 25 шт./м² (6,5 %), так как в этот период погодные условия были благоприятными (таблица 2).

Максимальная густота на фоне N₇₀P₇₀K₄₀ наблюдалась при внесении подкормок в виде аммиачной селитры в следующие фазы: в трубкавание –

386 шт./м², в колошение – 287 шт./м². Увеличение по сравнению с контролем в фазу трубкования составило 47 шт./м² (13,9%), а в колошение – 62 шт./м² (27,6%).

При внесении подкормки в виде КАС были получены следующие результаты по густоте стояния растений: в трубкование — 375 шт./м², в колошение — 264 шт./м². Разница с контролем в фазу трубкования составила 36 шт./м², а в колошение – 39 шт./м².

Таблица 2 – Густота стояния растений озимой пшеницы в зависимости от формы азотных удобрений, серы и микроэлементов, шт./м² (2024 г.)

№	Уровень плодородия почвы	Форма удобрения, кг. д.в. на 1 га	Фаза вегетации			
			всходы	весеннее кущение	выход в трубку	колошение
1	Исходный уровень плодородия	Без удобрения (контроль)	410	356	339	225
2	Фон N ₇₀ P ₇₀ K ₄₀	N ₃₅ аммиачная селитра рано весной N ₃₅ аммиачная в трубкование	416	401	386	287
3		N ₃₅ (КАС) рано весной N ₃₅ (КАС) в трубкование	408	393	375	264
4		N ₃₅ (КАС) + сера рано весной N ₃₅ (КАС) + сера в трубкование	412	386	369	278
5		N ₃₅ (КАС) + Cu + Zu + B рано весной N ₃₅ (КАС) + Cu + Zu + B в трубкование	404	388	372	266

При применении серы и микроэлементов совместно с КАС отмечалось увеличение густоты стояния растений озимой пшеницы. Густота растений в фазу в трубкования была больше на 32 шт./м², а в колошение – на 47 шт./м² в сравнение с контролем.

Таким образом, максимальная густота стояния растений была получена при подкормке озимой пшеницы аммиачной селитрой. При внесении подкормки КАС, КАС + сера и КАС + микроэлементы по сравнению с контролем увеличивалась сохранность растений, а по сравнению с аммиачной селитрой несколько снижалась.

Немаловажным показателем продуктивности растений озимой пшеницей служит степень развития площади листового аппарата (таблица 3).

При анализе данных таблицы 3 можно сделать вывод, что площадь листьев претерпевала значительные изменения в зависимости от фаз вегетационного периода и применения различных форм удобрений. Это свидетельствует о комплексном влиянии агрохимических факторов на изменение морфологических характеристик фотосинтетического аппарата растений – листа, что имеет важнейшее значение для оптимизации продуктивности агроэкосистем.

В начале весеннего кущения площадь листьев в среднем на вариантах с применением подкормок составила 6,2 тыс. м²/га, увеличившись до 30,4 тыс. м²/га к фазе выхода в трубку, что почти в 2 и 2,5 раз соответственно превышает биомассу контрольного варианта на естественном фоне плодородия без применения удобрений. Максимальная площадь на этих вариантах была достигнута в колошение – 39,1 тыс. м²/га, что на 29,9% больше контроля.

С началом фазы созревания площадь листьев снизилась в среднем на всех вариантах опыта до 6,5 тыс. м²/га из-за усыхания. Во всех фазах контрольный вариант продемонстрировал меньшую площадь листьев по сравнению с вариантами с применением удобрений. Важно отметить, что внесение подкормки в фазу весеннего кущения увеличило площадь листьев более чем в 2 раза.

Таблица 3 – Площадь листовой поверхности озимой пшеницы в

зависимости от формы азотных удобрений, серы и микроэлементов, тыс. м²/га (2024 г.)

№	Уровень плодородия почвы	Форма удобрения, кг. д.в. на 1 га	Фаза вегетации			
			весеннее кущение	выход в трубку	колошение	молочная спелость
1	Исходный уровень плодородия	Без удобрения (контроль)	3,1	11,8	30,1	6,06
2	Фон N ₇₀ P ₇₀ K ₄₀	N ₃₅ аммиачная селитра рано весной N ₃₅ аммиачная в трубкавание	6,3	32,1	40,6	7,43
3		N ₃₅ (КАС) рано весной N ₃₅ (КАС) в трубкавание	6,1	30,2	38,8	6,43
4		N ₃₅ (КАС) + сера рано весной N ₃₅ (КАС) + сера в трубкавание	6,2	29,8	38,7	6,45
5		N ₃₅ (КАС) + Cu + Zu + B рано весной N ₃₅ (КАС) + Cu + Zu + B в трубкавание	6,3	29,6	38,3	6,13

С фазы выхода в трубку площадь листьев с внесением удобрений составила 30,4; 39,1 и 6,6 тыс. м²/га соответственно, что превышает контрольные показатели на 157,6 %, 29,9 % и 9,9 %.

Из всех форм минеральных удобрений максимальная площадь листьев была получена при применении аммиачной селитры: 32,1 тыс. м²/га в трубкавание, 40,6 тыс. м²/га в колошение и 7,43 тыс. м²/га в молочной спелости. Площадь листьев при использовании КАС и его комбинаций была ниже на 2,5–1,9 тыс. м²/га в трубкавание, на 1,8–2,3 тыс. м²/га в колошение и 1,3–0,9 тыс. м²/га в молочной спелости в сравнении с применением аммиачной селитры.

Таким образом, аммиачная селитра более эффективно увеличивает площадь листьев по сравнению с КАС и его комбинациями, хотя отличия не являются значительными.

Отражением эффективности агротехнических приемов, включая внесение подкормок, служит показатель урожайности озимой пшеницы. Урожайность зерна озимой пшеницы приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Урожайность зерна озимой пшеницы в зависимости от формы азотных удобрений, серы и микроэлементов, ц/га (2024 г.)

№	Уровень плодородия почвы	Форма удобрения, кг. д.в. на 1 га	Урожайность, ц/га	Разница с контролем	
				ц/га	%
1	Исходный уровень плодородия	Без удобрения (контроль)	30,8	-	-
2	Фон N ₇₀ P ₇₀ K ₄₀	N ₃₅ аммиачная селитра рано весной N ₃₅ аммиачная в трубкавание	48,1	17,3	56,2
3		N ₃₅ (КАС) рано весной N ₃₅ (КАС) в трубкавание	44,9	14,1	45,8
4		N ₃₅ (КАС) + сера рано весной N ₃₅ (КАС) + сера в трубкавание	43,6	12,8	41,6
5		N ₃₅ (КАС) + Cu + Zn + B рано весной N ₃₅ (КАС) + Cu + Zn + B в трубкавание	42,9	11,8	38,3
-	НСР ₀₅		-	3,2	7,6

В нашем опыте максимальная урожайность зерна озимой пшеницы была получена при подкормке аммиачной селитрой – 48,1 т/га. Существенное увеличение в сравнении с контролем составило 17,3 ц/га или 56,2 %. Подкормка посевов КАСом, КАСом с серой и КАСом с микроэлементами также достоверно увеличивала урожайность зерна озимой пшеницы в сравнении с контролем на 14,1; 12,8 и 11,8 ц/га или на 45,8; 41,6 и 38,3 % соответственно. При подкормке одним КАСом, КАСом с серой и КАСом с микроэлементами в сравнении с подкормкой аммиачной селитрой урожайность зерна озимой пшеницы существенно снижалась на 3,2; 4,5 и 5,2 ц/га соответственно. Между урожаями зерна озимой пшеницы, полученными при подкормке КАСом + сера и КАСом + микроэлементы и КАСом в чистом виде без добавок существенной разницы нет.

Выводы:

1. При использовании аммиачной селитры была зафиксирована максимальная густота стояния растений озимой пшеницы. В фазу трубкования этот показатель составил 386 шт./м², а в колошении — 287 шт./м², что свидетельствует о приросте на 13,9 % и 27,6 % по сравнению с контрольным вариантом. Эти данные подчеркивают высокую эффективность аммиачной селитры в стимуляции роста растений на ранних этапах вегетации.

2. Применение КАС и его комбинаций с серой и микроэлементами также продемонстрировало значимое положительное влияние на густоту стояния растений. К фазе колошения количество стеблей увеличилось на 39–53 шт./м² по сравнению с контролем, однако показатели были ниже, чем при использовании аммиачной селитры. Разница составила 9–23 шт./м², что указывает на более слабое стимулирующее воздействие КАС по сравнению с аммиачной селитрой.

3. Площадь листовой поверхности также варьировалась в зависимости от фазы вегетации и вида удобрений. Максимальные значения были достигнуты при использовании аммиачной селитры в фазу колошения, где площадь составила 40,6 тыс. м²/га. Применение КАС и его комбинаций с серой и микроэлементами приводило к снижению этого показателя на 2,3–1,9 тыс. м²/га по сравнению с аммиачной селитрой. Это подтверждает важность выбора оптимального вида удобрения для максимизации площади ассимиляционной поверхности.

4. Наибольший показатель урожайности озимой пшеницы был отмечен на варианте с внесением в подкормку аммиачной селитрой, составив 48,1 ц/га, что на 56,2 % превышает контрольный вариант. Подкормка КАС и его комбинациями с серой и микроэлементами также способствовала увеличению урожайности, однако значения были ниже на 3,2–5,2 ц/га по сравнению с аммиачной селитрой. Это свидетельствует о

значимом влиянии аммиачной селитры на продуктивность озимой пшеницы.

5. Следовательно, внесение подкормок, особенно в виде аммиачной селитры, существенно увеличивает продуктивность растений пшеницы. Применение микроэлементов и серы в качестве дополнений к КАС положительной влияет на рост и развитие, но не обеспечивает такой же высокой продуктивности, как аммиачная селитра.

Литература

1. Эффективность применения азотных удобрений под озимую пшеницу в ранневесеннюю подкормку на черноземе выщелоченном / А. М. Кравцов, А. В. Загорулько, Н. Н. Кравцова, А. А. Макаренко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 89. – С. 54-59.

References

1. Jefferktivnost' primenenija azotnyh udobrenij pod ozimuju pshenicu v rannevesennjuju podkormku na chernozeme vyshhelochennom / A. M. Kravcov, A. V. Zagorul'ko, N. N. Kravcova, A. A. Makarenko // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – № 89. – S. 54-59.