

УДК 631.452:631.582

UDC 631.452:631.582

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА
ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**

**AGROECOLOGICAL EFFICIENCY OF
APPLICATION OF MICROELEMENTS IN
WINTER WHEAT SOWINGS**

Шеуджен Асхад Хазретович
д.б.н, чл.-корр. РАСХН, профессор

Sheudzhen Askhad Hazretovich
Dr.Sci.Biol., corresponding member of Russian
Academy of Agricultural Sciences, professor

Булдыкова Ирина Александровна
к.с.-х.н., доцент

Buldykova Irina Alexandrovna
Cand.Agr Sci., associate professor

Штуц Роман Вячеславович
студент 4-го курса факультета агрохимии и
почвоведения
*Кубанский государственный аграрный университет,
Краснодар, Россия*

Shtuts Roman Vyacheslavovich
4th- year student, the Faculty of agrochemistry and soil
science
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

На основании полученных экспериментальных исследований показано, что включение микроэлементов в систему удобрения озимой пшеницы положительно влияет на минеральное питание растений, количество и качество урожая

Based on obtained experimental investigations it is shown that microelements included into winter wheat fertilization system positively influence plants mineral nutrition, quantity and quality of the crop

Ключевые слова: ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА,
МИКРОЭЛЕМЕНТЫ, НЕКОРНЕВАЯ
ПОДКОРМКА, КАЧЕСТВО, УРОЖАЙНОСТЬ

Keywords: WINTER WHEAT, MICROELEMENTS,
FOLIAR ADD APPLICATION, QUALITY,
PRODUCTIVITY

Бурный рост народонаселения, интенсивная разработка полезных ископаемых, активная техногенная деятельность человека – все это свидетельствует о сужении жизненного пространства, в том числе земельного фонда, что вызывает потребность неотложного решения продовольственной проблемы. Предпринятые попытки увеличить урожайность сельскохозяйственных культур за счет одностороннего внесения азотно-фосфорно-калийных удобрений оказались недостаточными из-за разбалансированности минерального питания, а внесение их в повышенных дозах привели к деградации почв, ухудшению качества продукции, загрязнению окружающей среды. В этой ситуации возникла необходимость включения микроэлементов в систему удобрения и технологию возделывания сельскохозяйственных культур, и, в частности, озимой пшеницы [5].

Озимая пшеница - одна из ведущих зерновых культур страны. Основные площади этой культуры сосредоточены в основном в Южном федеральном округах.

Урожайность озимой пшеницы, как правило, на 8-10 ц/га больше, чем яровой пшеницы. Однако потенциальные возможности этой культуры использованы далеко не полностью. Совершенствование агротехнологии позволяет реализовать высокую продуктивность растений и получить высококачественное зерно, что в условиях рыночной экономики имеет исключительно высокое значение[6].

Кубань с давних пор считается житницей России. Занимая всего лишь 3,3% площади пашни страны, она ежегодно производит в денежном выражении более 6,5% валовой продукции сельского хозяйства России. В Краснодарском крае производится 10% зерна пшеницы, 75% риса, 40% зерна кукурузы, 27% сахарной свеклы, 20% маслосемян подсолнечника, более половины объемов производства винограда, весь объем российского чая, цитрусовых и других субтропических культур. Среди всех культур приоритетное развитие получило зерновое производство. Зерновое поле Кубани с кукурузой и рисом занимает свыше 2 млн. га, или более половины пашни. Среди зерновых культур максимальную урожайность и валовые сборы зерна обеспечивает озимая пшеница.

По прогнозам ФАО, к 2020 году населению планеты потребуется 1 млрд. т пшеничного зерна. В настоящее время в мире производится и потребляется 600 млн. т пшеницы в год. Средняя урожайность составляет 25 ц/га, а к 2020 году для удовлетворения потребности человечества в пшеничном зерне она должна быть доведена до 40 ц/га. Южный федеральный округ и его составная часть Кубань, производящая 35% зерна ЮФО, может предложить мировому рынку высококачественное зерно, а средняя урожайность пшеницы в крае в 2020 должна достигнуть 55 ц/га. Решение этой большой народнохозяйственной задачи возможно при

комплексном подходе - создании и внедрении новых сортов с высокой урожайностью и высоким качеством зерна, адаптированных к региональным погодным условиям и параллельном совершенствовании технологии выращивания пшеницы.

Для оптимизации роста и развития озимой пшеницы кроме азота, фосфора и калия необходимы медь, молибден, цинк, бор, марганец и другие микроэлементы. Микроэлементы входят в состав ферментов, витаминов, гормонов и оказывают положительное влияние на поглощение ими макроэлементов.

Одним из эффективных агроприемов применения микроудобрений является некорневая подкормка растений. Для этого затрачивается небольшое количество микроудобрений и не требуется дополнительного оборудования. Применяемые невысокие концентрации микроэлементов для некорневых обработок не могут быть токсичными. Малый расход микроудобрений, в десятки и сотни раз меньший, чем при внесении в почву, еще более повышает ценность этого агроприема [5,6].

Целью исследований являлось изучение эффективности включения микроэлементов в систему удобрения озимой пшеницы.

Методика. Исследования проводились в РГПЗ «Красноармейский» им. А. И. Майстренко, расположенным в 50 км юго-западнее г. Краснодара. Погодные условия в год проведения исследований были типичными для данного региона и благоприятными для выращивания озимой пшеницы.

Почва опытного участка – чернозем луговойслабогумусный среднеспособный легкоглинистый на тяжелых аллювиальных отложениях. Пахотный слой почвы содержит 3,2 % гумуса, 0,17 - общего азота, 0,16 - валового фосфора, 1,92 % - общего калия. Реакция почвенного раствора нейтральная (рН=6,8).

Объектом исследования был сорт озимой пшеницы Краснодарский-99. Предшественник – люцерна.

Опыт по изучению эффективности действия микроэлементов на посевах озимой пшеницы был заложен на фоне $N_{30}P_{60}K_{60}$. Некорневые подкормки проводились в фазе кущения растений 0,05 % водными растворами микроэлементов из расчета 300 л/га. Повторность опыта четырехкратная. Общая площадь делянки 64,8 м² (5,4*12 м), учетная – 50 м² (5,0*10 м).

Растительные образцы отбирали по фазам вегетации для учета сухого вещества и проведения химических анализов на содержание азота, фосфора и калия. Перед уборкой по диагонали делянки отбирались 25 растений для проведения структурного анализа. При анализе определяли высоту растений, число колосков и зерен в колосе, массу 1000 зерен. Уборку проводили в фазе полной спелости зерна прямым комбайнированием. Учет урожая зерна проводили сплошным обмолотом каждой делянки и пересчитывали на стандартную влажность и чистоту.

Содержание элементов питания в растениях определяли методом мокрого озоления в серной кислоте с перекисью водорода по прописи В. Т. Куркаева [3]. Белок, клейковина, ИДК, стекловидность определяли на инфракрасном спектрофотометре ФТ-01 недиструкционным методом. Статистическая оценка данных проведена методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований. Основополагающая роль в формировании урожая озимой пшеницы принадлежит пищевому и водному режимам, поскольку биологические особенности данной культуры предусматривают сбалансированность условий жизнедеятельности растений на протяжении всего вегетационного периода с целью максимального проявления ее продуктивности.

Химический состав растений отражает способность их потреблять и утилизировать элементы питания и в определенной степени определяется условиями их произрастания. Поскольку в онтогенезе растений происходят формообразовательные процессы, то содержание основных элементов питания в растениях сопровождается постоянным изменением. По данным А. И. Носатовского, к началу молочной спелости в зерне озимой пшеницы содержится 40-50 % потребляемого азота, к восковой – 80 % (цитирую по А. Х. Шеуджену, Т. Н. Бондаревой и С. В. Кизинеку [5]). Оптимальными величинами содержания макроэлементов питания, при которых формируется максимально возможный урожай, считается: в фазу кущения 4,9-5,5 % азота, 0,44-0,49 – фосфора, 3,5-4,2 % калия; в фазу трубкования – 3,9-4,5; 0,34-0,39; 2,8-3,4 %; в фазу колошение-цветение – 3,1-4,5, 0,28-0,34 и 2,4-2,8 % соответственно [1].

На формирование 1 ц зерна и соответствующего количества соломы усваивается 30-35 кг азота, 4,5-5,5 – фосфора и 15-24 кг калия [5,6].

Поступление азота в растения начинается с первых дней роста и продолжается до полной спелости. Особенно высока потребность в период кущения, когда происходит закладка конуса нарастания и его дифференциация.

Максимальное содержание азота в наземных вегетативных органах озимой пшеницы (3,28 % сухой массы) наблюдалось в фазе кущения растений, а к уборке урожая оно уменьшилось в 4, 7 раза за счет ростового разбавления и оттока в зерновки (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание азота в растениях озимой пшеницы,
% сухой массы

Вариант	Фаза вегетации				
	весеннее кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость	
				зерно	солома
Фон - N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	3,28	2,85	1,40	2,36	0,60
Фон + H ₃ BO ₃	3,33	2,91	1,64	2,42	0,65
Фон + ZnSO ₄	3,45	3,07	1,68	2,50	0,68
Фон + CuSO ₄	3,50	3,00	1,60	2,60	0,80
Фон + MnSO ₄	3,43	2,96	1,60	2,61	0,72
Фон + (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	3,39	3,01	1,49	2,60	0,68
Фон + CoSO ₄	3,31	2,90	1,48	2,47	0,67

Включение микроэлементов в систему удобрения озимой пшеницы способствовало более интенсивному потреблению азота растениями. В фазы кущения, трубкования и колошения растений содержание его под их воздействием возросло соответственно на 0,03-0,22, 0,05-0,22 и 0,08-0,20 % сухой массы. Под воздействием микроэлементов азот активнее перемещается из вегетативных органов в зерновку: в фазе полной спелости в листостебельной массе опытных растений, его было на 0,02-0,08 % меньше, чем в контроле, а в зерне – на 0,06-0,25 % больше. Максимальное положительное влияние на потребление азота растениями оказала медь. За ней по степени воздействия находился цинк. Кобальт и бор оказали наименьшее влияние на содержание азота в растениях озимой пшеницы.

Достаточное снабжение озимой пшеницы фосфором с самого начала ее вегетации позволяет растениям создать резерв этого элемента питания на весь последующий период, способствующий хорошему развитию

корневой системы, ее углублению, зимостойкости, усиливает потребление других элементов питания.

Растения озимой пшеницы нуждаются в фосфоре от начала вегетации и до молочно-восковой спелости зерна, наибольшая потребность в нем от всходов до выхода в трубку. Улучшение условий питания фосфором положительно сказывается на озерненности колоса.

Количество фосфора, потребляемого озимой пшеницей на формирование биологической массы растений изменялось по фазам вегетации (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание фосфора в растениях озимой пшеницы, % сухой массы

Вариант	Фаза вегетации				
	весеннее кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость	
				зерно	солома
Фон –N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	0,73	0,62	0,57	0,48	0,30
Фон + H ₃ BO ₃	0,75	0,65	0,61	0,51	0,26
Фон + ZnSO ₄	0,77	0,67	0,65	0,57	0,22
Фон +CuSO ₄	0,79	0,66	0,66	0,58	0,20
Фон +MnSO ₄	0,76	0,65	0,59	0,56	0,24
Фон +(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	0,77	0,68	0,62	0,57	0,25
Фон +CoSO ₄	0,75	0,65	0,61	0,56	0,22

Наибольшее содержание фосфора отмечено в фазе кущения растений, минимальное – в вегетативных органах во время наступления полной спелости зерна. Некорневая подкормка посевов микроэлементами способствовала более интенсивному потреблению растениями фосфора во все фазы вегетации озимой пшеницы. В фазы кущения, трубкования и колошения содержание этого элемента в наземных вегетативных органах

возрастало соответственно на 0,02-0,06, 0,03-0,06 и 0,04-0,09 % сухой массы.

Наибольшее влияние на содержание фосфора в растениях оказали медь и цинк, наименьшее – бор и кобальт.

На содержание фосфора в растениях молибден и марганец оказывают приблизительно одинаковое влияние. Микроэлементы способствуют аттракции фосфора из вегетативных органов в зерновки. Об этом свидетельствует меньшее, чем в контроле, содержание его в вегетативных органах и большее в зерне.

Необходимым и незаменимым элементом питания растений озимой пшеницы является калий. Оптимальное содержание этого элемента в растениях озимой пшеницы для получения 50 ц/га зерна в фазу кущения должно быть на уровне 3,9-4,9 %, трубкования – 3,7-4,1 %, колошения – 2,2-3,0 % [4]).

Потребление растениями калия начинается с первых дней роста и до цветения. Особенно много калия содержится в молодых растениях, в которых активно делятся клетки.

Под воздействием микроэлементов растения озимой пшеницы поглощают больше калия во все фазы вегетации. В вегетативных органах растений больше всего этого элемента накапливается под воздействием марганца, меньше – бора. Другие микроэлементы по степени влияния на поглощение растениями калия занимают промежуточное положение между этими двумя элементами. Микроэлементы не оказали влияние на аттракции калия из вегетативных органов в генеративные, хотя способствовали увеличению его содержания в зерновках (таблица 3).

Продуктивность и качество сельскохозяйственных культур является конечным результатом сложившихся физиолого-биохимических процессов, протекающих в растении в процессе онтогенеза.

Таблица 3 –Содержание калия в растениях озимой пшеницы,
% сухой массы

Вариант	Фаза вегетации				
	весеннее кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость	
				зерно	солома
Фон – N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	3,77	3,38	1,871	1,01	2,75
Фон + H ₃ BO ₃	3,80	3,77	1,75	1,04	2,79
Фон + ZnSO ₄	3,85	3,48	1,80	1,08	2,82
Фон +CuSO ₄	3,95	3,54	1,91	1,11	2,80
Фон +MnSO ₄	3,97	3,58	1,92	1,07	2,84
Фон +(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	3,86	3,48	1,86	1,06	2,80
Фон +CoSO ₄	3,83	3,42	1,78	1,05	2,78

Интенсивность и направленность этих процессов определяется генетическими свойствами растений и условиями внешней среды. Одним из антропогенных факторов внешней среды, оказывающих существенное влияние на рост, развитие и формирование урожая растений, а также его качества, является применение удобрений. Создание оптимальных условий питания в течение всей вегетации является необходимым условием получения устойчивых урожаев высокого качества зерна.

В результате проведенных исследований было установлено положительное влияние микроудобрений на урожайность озимой пшеницы (таблица 4).

Наиболее высокую прибавку урожайности озимой пшеницы обеспечила некорневая подкормка растений медью, которая составила 5,8 ц/га. Незначительно меньше она при некорневой подкормке цинком – 5,0 ц/га. Другие микроэлементы, судя по полученным прибавкам, несколько уступали меди и цинку.

Математическая оценка данных по урожайности показала, что существенные различия отмечаются во всех вариантах, за исключением варианта с некорневой подкормкой молибденом.

Таблица 4 – Влияние микроудобрений на урожайность озимой пшеницы, ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%
Фон –N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	63,0	-	-
Фон + H ₃ BO ₃	66,7	3,7	3,2
Фон + ZnSO ₄	68,0	5,0	3,8
Фон + CuSO ₄	68,8	5,8	7,2
Фон + MnSO ₄	67,0	4,0	5,7
Фон + (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	67,2	3,2	2,3
Фон + CoSO ₄	67,8	3,8	3,4
НСП ₀₅	3,6		

Увеличение урожайности озимой пшеницы проходило за счет лучшего налива зерновок при некорневой подкормке растений микроэлементами.

Проблема сочетания высокой урожайности с хорошим качеством зерна считается одной из важнейших задач. Основными признаками высококачественного зерна считаются такие показатели, как содержание белка и клейковины, которые определяют продовольственную и кормовую ценность зерна озимой пшеницы(таблица 5) [6].

Таблица 5– Классификация зерна озимой мягкой пшеницы согласно
ГОСТ 9353-90

Признак качества	Сильная	Ценная	Филлер	Слабая
Содержание белка, %	14-16	13	11-12	>8
Содержание клейковины, %	28-32	25	22-24	15
Качество клейковины в зерне е.п. ИДК -1	45-75	45-85	20-100	0-120
группа	I	I -II	II - III	III
Стекловидность, %	60	50	40-50	-

По данным Н. Г. Малюги [5], наилучшие условия получения высокого урожая с повышенным содержанием белка и клейковины складываются при хорошей обеспеченности растений элементами минерального питания, в частности, азотом, а также некоторым небольшим дефицитом влаги в период налива-созревания зерна и не высоким температурным режимом.

Научно-обоснованная система применения удобрений позволяет повысить белковость зерна на 2,5-3,0 %. Основное количество белка в зерне хлебных злаков накапливается благодаря оттоку азотистых веществ из вегетативных органов и только 18-26 % формируется за счет корневой системы.

Исследования показали, что на тех вариантах, где наблюдалось высокое содержание азота, получено максимальное содержание белка в зерне озимой пшеницы (таблица 6).

Таблица 6 – Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от применения микроудобрений

Вариант	Белок, %	Клейковина, %	Стекловидность, %
Фон – N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	13,5	25,0	85
Фон + H ₃ BO ₃	13,8	26,3	86
Фон + ZnSO ₄	14,6	28,4	89
Фон + CuSO ₄	14,8	28,8	90
Фон + MnSO ₄	14,2	27,0	87
Фон + (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	14,5	27,8	88
Фон + CoSO ₄	14,4	26,7	87

Так, при некорневой подкормке растений медью и цинком содержание белка в зерне повысилось соответственно на 1,3 и 1,1 %, клейковины – на 3,8 и 3,4 %. На этих вариантах стекловидность зерновок была максимальной – 90 и 89 % соответственно, что превысило контроль на 5,0 и 4,9 %. В целом, все микроэлементы при некорневой подкормке посевов оказали положительное влияние на качество урожая озимой пшеницы.

Таким образом, проведенные исследования показали, что включение микроэлементов в систему удобрения озимой пшеницы оказывает положительное влияние на минеральное питание растений, количество и качество урожая.

1. Некорневая подкормка посевов озимой пшеницы микроэлементами способствовала более интенсивному потреблению азота растениями. В фазы кущения, трубкования и колошения содержание этого элемента под их воздействием возросло соответственно на 0,03-0,22, 0,05-0,22 и 0,08-0,20 % сухой массы. Максимальное положительное влияние на потребление азота растениями оказала медь. За ней по степени воздействия

находился цинк. Кобальт и бор оказали наименьшее влияние на содержание азота в растениях озимой пшеницы.

2. Некорневая подкормка посевов микроэлементами способствовала более интенсивному потреблению растениями фосфора во все фазы вегетации озимой пшеницы. В фазы кущения, трубкования и колошения содержание этого элемента в наземных вегетативных органах возрастало соответственно на 0,02-0,06, 0,03-0,06 и 0,04-0,09 % сухой массы. Наибольшее влияние на содержание фосфора в растениях оказали медь и цинк, наименьшее – бор и кобальт.

3. Под воздействием микроэлементов растения озимой пшеницы поглощают больше калия во все фазы вегетации. В вегетативных органах растений больше всего этого элемента накапливается под воздействием марганца, меньше – бора. Другие микроэлементы по степени влияния на поглощение растениями калия занимают промежуточное положение между этими двумя элементами. Микроэлементы не оказали влияние на аттракции калия из вегетативных органов в генеративные, хотя способствовали увеличению его содержания в зерновках.

4. Наиболее высокую прибавку урожайности озимой пшеницы обеспечила некорневая подкормка растений медью, которая составила 5,8 ц/га. Незначительно меньше она при некорневой подкормке цинком – 5,0 ц/га. Другие микроэлементы, судя по полученным прибавкам урожайности, несколько уступали меди и цинку.

5. Некорневая подкормка растений микроэлементами оказала положительное влияние на качество зерна озимой пшеницы. Медь и цинк увеличили содержание белка в зерне соответственно на 1,3 и 1,1 %, клейковины – на 3,8 и 3,4 %, стекловидность зерновок составила 90 и 89 % соответственно и была максимальной, что превысило контроль на 5,0 и 4,9 %.

Список использованной литературы

1. Агеев В. В. Система удобрения в севооборотах юга России /В. В. Агеев, А. И. Подколзин. – Ставрополь:СтавГСХА, 2005. – 352 с.
2. Казарцева А. Т. Эколого-генетические и агрохимические основы повышения качества зерна /А. Т. Казарцева, А. Х. Шеуджен, Н. Н. Нещадим. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. – 160 с.
3. Куркаев В. Т. Агрохимия /В. Т. Куркаев, А. Х. Шеуджен. – Майкоп:ГУРИПП «Адыгея», 2000. – 552 с.
4. Малюга Н. Г. Озимая пшеница на Кубани /Н. Г. Малюга. – Краснодар: Крас. кн. изд-во, 1992. – 240 с.
5. Шеуджен А. Х. Агрохимические основы применения удобрений / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, С. В. Кизинек. – Майкоп: «Полиграф-Юг», 2013.- 572 с.
6. Шеуджен А. Х. Питание и удобрение зерновых, крупяных и зернобобовых культур /А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, Л. М. Онищенко. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 231 с.

References

1. Ageev V. V. Sistema udobrenija v sevooborotah juga Rossii /V. V. Ageev, A. I. Podkolzin. – Stavropol':StavGSHA, 2005. – 352 s.
2. Kazarceva A. T. Jekologo-geneticheskie i agrohicheskie osnovy povyshenija kachestva zerna /A. T. Kazarceva, A. H. Sheudzhen, N. N. Neshhadim. – Majkop: GURIPP «Adygeja», 2004. – 160 s.
3. Kurkaev V. T. Agrohimija /V. T. Kurkaev, A. H. Sheudzhen. – Majkop:GURIPP «Adygeja», 2000. – 552 s.
4. Maljuga N. G. Ozimaja pshenica na Kubani /N. G. Maljuga. – Krasnodar: Kras. kn. izd-vo, 1992. – 240 s.
5. Sheudzhen A. H. Agrohicheskie osnovy primenenija udobrenij / A. H. Sheudzhen, T. N. Bondareva, S. V. Kizinek. – Majkop: «Poligraf-Jug», 2013.- 572 s.
6. Sheudzhen A. H. Pitanie i udobrenie zernovyh, krupjanyh i zernobobovyh kul'tur /A. H. Sheudzhen, T. N. Bondareva, L. M. Onishhenko. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – 231 s.