

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
(Минобрнауки России)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Омский аграрный научный центр»
(ФГБНУ «Омский АНЦ»)

**УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ АГРОТЕХНОЛОГИЯ ЯРОВОЙ
ПШЕНИЦЫ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ НЕКОРНЕВЫХ
ПОДКОРМОК МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ В ХЕЛАТНОЙ ФОРМЕ
И СТИМУЛЯТОРАМИ РОСТА В УЛОВИЯХ ЮЖНОЙ
ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

(на примере Омской области)

Рекомендации

Омск 2020

УДК 631.5: 631.8 (571.13)
У-761

Усовершенствованная агротехнология яровой пшеницы на основе применения некорневых подкормок микроэлементами в хелатной форме и стимуляторами роста в условиях южной лесостепи Западной Сибири: рекомендации. ФГБНУ «Омский АНЦ». – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2020. - 24 с.

Рекомендации подготовили:

Н.А. Воронкова, доктор с.-х. наук;

И.Ф. Храмцов, академик РАН;

Н.Ф. Балабанова, кандидат с.-х. наук;

В.Д. Дороненко, В.А. Волкова, Н.А. Цыганова

В рекомендациях рассмотрены приемы оптимизации минерального питания яровой пшеницы на основе применения некорневых подкормок микроэлементами в хелатной форме и стимуляторами роста, позволяющие реализовать потенциальную продуктивность культуры и сформировать зерно с высокими критериями качества.

Рекомендации предназначены для руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности, а также для научных сотрудников, аспирантов и студентов агрономических и агрохимических специальностей.

Рекомендовано к печати Ученым советом ФГБНУ «Омский АНЦ», протокол №10 от 4 декабря 2019 г.

© ФГБНУ «Омский АНЦ», 2020

© Издательство ИП Макшеевой Е.А, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Из всех внешних факторов, оказывающих влияние на физиолого-биохимические процессы в растениях, а, следовательно, на величину и качество урожая, ведущая роль принадлежит минеральному питанию. Большую роль при этом играет правильный выбор доз, сроков и способов внесения минеральных удобрений.

Наряду с основным и припосевным удобрением листовая подкормка занимает важное место в системе мер, способствующих получению высоких результатов в растениеводстве. Назначение подкормки – усилить питание растений в определенные периоды их роста и развития.

Для подкормки растений применяются не только макроэлементы, но и микроэлементы и стимуляторы роста.

Проблема микроэлементов в настоящее время приобрела большое значение. Микроэлементы нужны живому организму в очень небольших количествах, но без них растения не могут нормально развиваться. Это связано с тем, что они входят в состав ферментов, витаминов, гормонов или влияют на их активность [1].

Установлено, что применение микроудобрений на почвах, недостаточно обеспеченных микроэлементами, позволяет получить дополнительные сборы урожая сельскохозяйственных культур больше в среднем на 10-15%, а при наиболее благоприятных условиях и более [2, 3].

Научно доказано, что микроэлементы проявляют свое положительное влияние на рост и развитие растений только при внесении их в строго определенных дозах в оптимальные сроки [4, 5].

Наибольший эффект микроэлементы оказывают на самых ранних этапах развития и в период формирования репродуктивных органов. Обработка на более поздних стадиях вегетации способствует улучшению качества продукции.

Подкормки микроудобрениями, как правило, совмещают с пестицидными обработками, т.к. сроки обработок средствами защиты обычно совпадают с критическими фазами потребления микроэлементов, к тому же микроудобрения позволяют растению быстрее преодолеть «пестицидный стресс», такое совмещение обработок экономически целесообразно.

В земледелии в качестве дополнительного источника микроэлементов кроме неорганических солей отдельных металлов использу-

ются комплексоны (хелаты) в чистом виде, в составе жидких и твердых минеральных макроудобрений. Микроэлементы в форме неорганических солей усваиваются растением в очень незначительных количествах, поэтому наиболее эффективной формой микроэлементов является хелатная. Перевод микроэлемента в доступную для растений биологически активную форму (в виде комплексонов металлов) осуществляется с помощью специальных кислот-комплексобразователей. Установлено, что наиболее перспективной с биологической точки зрения для создания комплексонов микроудобрений является этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА) [6].

Молекулы хелатов целиком попадают в лист при некорневой подкормке, а не накапливаются с сопутствующими ионами на поверхности. Как и большая часть биологических мембран, покровы листа заряжены отрицательно. Отрицательно заряженные функциональные группы способствуют перемещению катионов металлов из наружного раствора в клетку по градиенту электрохимического потенциала. Связывание ионов металлов клеточными структурами растения происходит за счет сил электростатического взаимодействия и по типу хелатирования. Микроэлементы в хелатной форме обеспечивают максимальную эффективность применения без риска фитотоксичности и загрязнения окружающей среды. Соединения хелатов инертны, т.е. защищены от влияния внешних факторов и не вступают в реакцию с компонентами баковой смеси, не закрепляются в почве. Микроэлемент в этом случае в неизменном состоянии и значительно легче (в 4-10 раз) проникает через мембраны клеток и усваивается растением [7].

Ценность комплексных хелатных микроудобрений заключается в том, что их применение обеспечивает мощное развитие корневой системы и площади листьев, увеличивает прочность хлорофилл-белкового комплекса и водоудерживающую способность, повышает засухо- и морозоустойчивость. Большинство микроудобрений в хелатной форме обладают фунгицидными свойствами (так как содержат в своем составе ионы меди и цинка), что позволяет сократить норму протравителя при проведении предпосевной обработки семян на 30%, не снизив при этом фунгицидного эффекта. [8].

Наряду с микроэлементами при проведении некорневых подкормок используют стимуляторы роста – это экологически чистый и экономически выгодный способ повышения урожайности сельскохозяйственных культур, позволяющий полнее реализовывать потенциал

ные возможности, как отдельных растительных организмов, так и агроценозов. Стимуляторы роста представляют собой физиологически активные вещества биогенного происхождения или синтезированные искусственно. Регулирование роста и развития растений с помощью физиологически активных веществ позволяет оказывать направленное влияние на отдельные этапы онтогенеза с целью мобилизации генетических возможностей растительного организма и, в конечном итоге, повышать продуктивность и качество сельскохозяйственных культур. Также стимуляторы могут влиять на антистрессовые свойства растений в условиях действия абиотических и биотических стрессовых факторов. [9].

Некоторые сельхозпроизводители расценивают листовую подкормку как замену основному питанию. Некорневые подкормки эффективны только при оптимальном питании основными макроэлементами. Листовая подкормка способна оперативно помочь растению в критический период, создать баланс элементов питания благодаря чему все процессы в нем будут протекать своевременно [10].

Некорневую подкормку следует рассматривать как агротехнический прием, повышающий при определенных условиях эффективность удобрений, внесенных в почву, и эффективность использования почвенного плодородия. Следует знать, что создание оптимального режима питания растений в процессе вегетации с учетом реализации потенциальной продуктивности растения по количеству и качеству урожая возможно только при рациональном сочетании всех приемов внесения удобрений.

В Омской области с учетом почвенно-климатических ресурсов в структуре посевных площадей преобладают зерновые культуры. Большое количество производимого зерна является фуражным. Поэтому поиск возможностей управления процессами роста и развития растений с применением агрохимических средств для повышения качества производимого зерна является вопросом актуальным для нашего региона.

1 Почвенно-климатические ресурсы зоны

На лесостепные районы Западной Сибири приходится 51,7% пашни от общей площади в регионе. Южная часть лесостепной зоны занимает 3,6 млн. га пашни или 18,7%. Зона проходит узкой полосой от Урала через южную часть Тюменской области, охватывает южно-лесостепные районы Омской и Южно-Барабинскую зону Новосибирской областей и включает приобскую часть Алтайского края [11].

Рельеф южной части лесостепной зоны – равнинный слабоволнистый с максимумом повышения на юге и на Прииртышском увале.

Климат южной части лесостепной зоны Омской области имеет явные признаки континентальности, что проявляется в резком переходе положительных температур в отрицательные и, наоборот, в многократном возврате холодов в весенний и раннелетний периоды, в неравномерности распределения осадков по сезонам года.

Температурный режим отличается резкими колебаниями по месяцам и даже в течение суток. Неблагоприятной чертой климата являются поздние весенние и ранние осенние заморозки. Сумма положительных температур воздуха выше 10°C составляет 2000-2100°C.

Среднегодовая сумма осадков составляет 250-350 мм, большая часть из которых (75-80%) выпадает летом. Дожди весенне-летнего сезона носят ливневый характер и распределяются по территории крайне неравномерно. В весенний период в зоне недостаток осадков часто сопровождается суховеями. ГТК составляет 1,05-0,95 – район недостаточного увлажнения.

Вегетационный период длится 160-165 дней, в том числе безморозный – 115-125 дней.

Западно-Сибирский регион отличается большим разнообразием типов и видов почв, имеющих свои особенности по качеству и уровню естественного плодородия.

Почвенный покров пахотных земель южной лесостепи представлен в основном обыкновенными, выщелоченными черноземами и лугово-черноземными почвами главным образом среднего и тяжелого гранулометрического состава. Встречаются небольшими контурами различные подтипы солонцов, в северной части зоны – серые лесные. Распаханность территории составляет от 30 до 55% [12].

Сдерживающим фактором получения высоких и качественных урожаев зерна сельскохозяйственных культур является низкий уро-

вень плодородия почв и как результат – недостаточное содержание элементов минерального питания.

В связи с этим для реализации потенциальной продуктивности культуры и сохранения плодородия почвы необходимо восполнить потребность культур в элементах с учетом их содержания в почве за счет оптимальной дозы удобрений (таблицы 1, 2, 3).

Таблица 1

Рекомендуемые дозы азотных удобрений под яровую пшеницу с учетом обеспеченности почв нитратным азотом (N-NO₃)

Обеспеченность почв	Содержание N-NO ₃ , мг/кг почвы	Рекомендуемые дозы удобрений, кг д.в./га
Очень низкая	< 5	40-50
Низкая	5-10	30-40
Средняя	10-15	20-30
Повышенная	15-20	10-20
Высокая	> 20	-

Некорневую подкормку проводят при недостаточном внесении основного удобрения для усиления питания в наиболее важные периоды, а также для улучшения качества продукции. Подкормка растений проводится с учетом визуальной, почвенной и растительной диагностики.

Таблица 2

Рекомендуемые дозы фосфорных удобрений под яровую пшеницу с учетом обеспеченности почв подвижным фосфором (P₂O₅)

Обеспеченность почв	Содержание P ₂ O ₅ , мг/кг почвы			Рекомендуемые дозы удобрений, кг д.в./га
	по Кирсанову (подзолистые, дерново-подзолистые, серые лесные почвы)	по Мачигину (карбонатные черноземы, каштановые, бурые, коричневые почвы и сероземы)	по Чирикову (серые лесные, некарбонатные черноземы степной и лесостепной зон)	
Очень низкая	<25	<10	<20	60-75
Низкая	26-50	11-15	21-50	50-60
Средняя	51-100	16-30	51-100	40-50
Повышенная	101-150	31-45	101-150	30-40
Высокая	151-250	46-50	151-200	20-25

Рекомендуемые дозы калийных удобрений под яровую пшеницу с учетом обеспеченности почв обменным калием (K₂O)

Обеспеченность почв	Содержание K ₂ O, мг/кг почвы			Рекомендуемые дозы удобрений, кг д.в/га
	по Кирсанову (подзолистые, дерново-подзолистые, серые лесные почвы)	по Мачигину (карбонатные черноземы, каштановые, сероземы)	по Чирикову (серые лесные, некарбонатные черноземы степной и лесостепной зон)	
Очень низкая	<40	<50	<20	60-80
Низкая	41-80	51-100	21-40	50-60
Средняя	81-120	101-200	41-80	40-50
Повышенная	121-170	201-300	81-120	30-40
Высокая	171-250	301-400	121-180	25-30

При разработке системы удобрений в хозяйстве необходимо иметь почвенную характеристику, при её отсутствии невозможно правильно запланировать покупку удобрений и их эффективное использование. С этой целью сельхозтоваропроизводитель должен решить вопрос о проведении агрохимического обследования своих полей.

2 Биологические особенности яровой мягкой пшеницы

В России на долю посевов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum L.*) приходится около 90% всех посевных площадей ввиду большей пластичности и лучшей приспособленности к почвенно-климатическим условиям.

Требования к температуре.

Семена яровой пшеницы прорастают при температуре +1...+2°C, а жизнеспособные всходы – при +4...+5°C. Однако прорастание и появление всходов при таких температурах проходит очень медленно. При температуре почвы на глубине заделки семян +5°C всходы появляются на 20-й день, при + 8°C – на 13-й, при +10°C – на 9-й, при +15°C – на 7-й день. Кущение лучше проходит при температуре +10...12°C. Пониженная температура почвы в этот период способствует образованию и развитию узловых корней, повышая тем самым урожайность. В фазе колошения и молочной спелости зерна оптимальная температура 16-23°C.

Яровая пшеница плохо переносит высокие температуры, при 38...40°C через 10-17 ч происходит паралич устьиц. Сухие ветра при жаркой погоде усиливают негативное действие высоких температур.

Требования к влаге.

Яровая пшеница – требовательная к влаге культура. По фазам развития потребление воды распределяется: в период всходов – 5-7% общего потребления воды за весь период вегетации, в фазе кущения – 15-20%, выхода растений в трубку и колошения – 50-60%, молочной спелости зерна – 20-30%, восковой спелости – 3-5%. Критический период поглощения воды приходится на фазы кущения – выхода в трубку. Недостаток влаги в почве в этот период приводит к увеличению количества бесплодных колосков. Последующие, в том числе обильные, осадки не могут восполнить дефицит влаги в этот период. В этих условиях пшеница быстро переходит из одной фазы развития в другую, урожайность резко падает. Оптимальная для растений влажность почвы составляет 70-75% наименьшей влагоемкости.

Требования к почве.

Яровая пшеница требовательна к наличию в почве питательных веществ в доступной форме, что объясняется коротким периодом вегетации и сниженной усвояющей способностью корневой системы.

Для мягкой пшеницы благоприятны все виды черноземов, каштановые, средне- и слабоподзолистые почвы. Тяжелые глинистые и легкие песчаные почвы не пригодны для возделывания. Оптимальной является слабокислая и нейтральная реакция почвенной среды [13].

Яровая пшеница отзывчива на внесение удобрений. Для формирования одной тонны зерна и соответствующего количества соломы используется 35-45 кг азота, 8-12 кг фосфора и 17-34 кг калия.

В начальные фазы развития она мало отзывается на повышенные дозы азота. В фазах кущения и выхода в трубку, когда образуются дополнительные стебли, корни, колосья и цветки, потребление азоте резко увеличивается. В период формирования и налива зерна — несколько сокращается.

Наибольшая потребность в фосфоре отмечается в период от начала кущения до выхода в трубку. Фосфорное питание влияет на развитие корневой системы и колосков, меньше влияет на развитие стеблей и листьев.

Калий имеет большое значение в период колошения и налива зерна. Он способствует передвижению углеводов из стеблей и листьев в зерно, уменьшает поражение ржавчиной и корневыми гнилями,

зерно получается крупнее и более выполненное, влияет на прочность соломины.

Хозяйственно-биологическая характеристика сортов яровой мягкой пшеницы, рекомендованных для агротехнологии на основе применения некорневых подкормок микроэлементами в хелатной форме и стимуляторов роста, рекомендованных к использованию в Западно-Сибирском регионе

Среднеранние:

Омская 36 (патент №3498, зарегистрирован в Госреестре РФ 13.02.2007 г.)

Сорт среднеранний (вегетационный период 86-94 суток), пластичен, способен давать высокий урожай при выращивании на различных агрофонах, отличается высокой отзывчивостью на применение средств химизации. Сорт обладает высокой потенциальной урожайностью, которая обеспечивается сочетанием засухоустойчивости, устойчивости к бурой ржавчине и мучнистой росе, лучшей выживаемости растений, высокой густоты продуктивного стеблестоя и тяжеловесности зерна (46,3 г против 37,3 г у сорта Памяти Азиева). Максимальная урожайность 6,35 т/га получена в конкурсном сортоиспытании СибНИИСХ при посеве по пару 14 мая (2004г.). Средние показатели качества зерна: натура зерна составила 765 г/л, масса 1000 зерен –42,1 г, стекловидность –54%, содержание сырой клейковины – 30,2%, белка –15,0%, общая хлебопекарная оценка –4,3 балла.

Среднеспелые:

Омская 38 (патент № 4901, зарегистрирован в Госреестре РФ 01.10.2009 г.)

Высокая и стабильная урожайность, толерантность к болезням и отличное качество зерна – главные составляющие этого сорта. Сорт среднеспелый, созревает за 98 суток. Сорт на инфекционном фоне более устойчив к пыльной головне, значительно слабее стандарта поражается мучнистой росой (на 2-3 балла). По устойчивости к бурой ржавчине сорт находится на уровне резистентного донора. Устойчивость к полеганию высокая, на уровне стандарта. Максимальная урожайность 5,97 т/га была получена в конкурсном сортоиспытании СибНИИСХ при посеве по пару 14 мая (2004 г.). По данным 2009-2011 гг., при посеве по пару 12-14 мая новый сорт при урожайности 4,10 т/га достоверно превысил сорт Омская 29 на 0,30 т/га. Показате-

ли качества зерна следующие: натура зерна 719 г/л, масса 1000 зерен –40,1 г, стекловидность 53%, содержание сырой клейковины –32,5%, белка –16,51%, общая хлебопекарная оценка –4,5 балла. По мукомольно-хлебопекарным качествам сорт отвечает требованиям, предъявляемым к ценной пшенице.

Мелодия (патент №6766, зарегистрирован в Госреестре РФ 14.01.2013 г.)

Сорт среднеспелый, способен давать высокий урожай при выращивании на различных агрофонах. Устойчив к осыпанию и полеганию, устойчив к засухе и поражению пыльной головней, задерживает развитие бурой ржавчины. Средняя урожайность сорта по пару 2,51 т/га, или на 0,49 т/га выше стандарта Омская 29. В СибНИИСХ по пару в среднем за 2008-2010 гг. прибавка урожая зерна составила 1,16 т/га, при посеве по зерновым –0,86 т/га. По мукомольно-хлебопекарным качествам сорт отвечает требованиям, предъявляемым к ценной пшенице, формирует высокое содержание белка и клейковины, в том числе в годы с избыточным увлажнением.

Сигма (патент № 7950, зарегистрирован в Госреестре РФ 24.08.2015 г.)

Сорт среднеспелый, вегетационный период 79-95 суток, характеризуется средней устойчивостью к неблагоприятным абиотическим условиям среды, в частности к засухе. Устойчив к болезням и абиотическим факторам. За годы изучения сорт Сигма проявил устойчивость в полевых условиях к бурой и стеблевой ржавчине. В фазе проростков сорт обладает умеренной устойчивостью к этим патогенам, а также к желтой и сетчатой пятнистости. Умеренно восприимчив к мучнистой росе, пыльной головней поражен несколько слабее. Устойчивость к полеганию высокая. По устойчивости к засухе уступает стандартам (до 1 балла). Максимальная урожайность 5,42 т/га получена в 2014 г. в Тюменской области. Средняя урожайность сорта в Западно-Сибирском регионе –2,42 т/га. В среднем показатели качества зерна следующие: натура зерна 757 г/л, масса 1000 зерен –44,5 г, стекловидность –51 %, содержание сырой клейковины –32,2%, белка –16,08%, общая хлебопекарная оценка –4,3 балла.

Уралосибирская 2 (патент № 9568, зарегистрирован в Госреестре РФ 24.08.2015 г.)

Сорт среднеспелый, созревает в среднем за 83 суток. Сорт хорошо кустится. Устойчивость к болезням и абиотическим факторам. За годы изучения сорт проявил в полевых условиях устойчивость к бу-

рой и стеблевой ржавчине. В фазе проростков сорт обладает умеренной устойчивостью к этим патогенам, а также к возбудителям желтой и сетчатой пятнистости. Устойчивость к полеганию на уровне стандарта. Максимальная урожайность 3,98 т/га получена в 2015 г. в конкурсном сортоиспытании ООО «Агрокомплекс «Курган-семена» при посеве 16 мая по пару. В КСИ СибНИИСХ (2013-2015 гг.) урожайность нового сорта составила 2,80 т/га и была на уровне стандарта. В среднем за 2013-2015 гг.: натура зерна достигала 722 г/л, масса 1000 зерен – 38,6 г, стекловидность – 50%, содержание сырой клейковины – 29,8%, белка – 15,16%, общая хлебопекарная оценка – 4,4 балла.

Среднепоздние:

Уралосибирская (патент №6314, зарегистрирован в Госреестре РФ 19.01.2012 г.)

Сорт среднепоздний, вегетационный период за годы испытаний составлял в среднем 100 суток. Сорт отличается высокой озерненностью колоса и хорошей сохранностью стеблестоя. Устойчив к болезням и абиотическим факторам. Сорт в полевых условиях значительно ниже стандарта поражается мучнистой росой (на 2-3 балла). Сорт умеренно устойчив к бурой и стеблевой ржавчине, характеризуется повышенной устойчивостью к неблагоприятным абиотическим факторам среды, в частности к засухе. Устойчивость к полеганию высокая. Максимальная урожайность 6,55 т/га получена в конкурсном сортоиспытании СибНИИСХ при посеве по пару (2004 г.). На Краснотуранском ГСУ Красноярского края сорт в 2008 и 2009 гг. при посеве по пару превысил стандарт на 0,49 т/га при уровне урожайности 3,64 т/га, а после зерновых – на 0,35 т/га. В среднем показатели качества зерна следующие: натура зерна 736 г/л., масса 1000 зерен – 41,9 г, стекловидность – 51%, содержание сырой клейковины – 31,5%, белка – 15,59%, общая хлебопекарная оценка – 4,4 балла. По качеству зерна сорт отнесен к группе сильных пшениц [14].

3 Система применения удобрений под яровую мягкую пшеницу

Проведенными исследованиями установлено, что существенное влияние на показатели урожайности и качества зерна яровой пшеницы наряду с изучаемыми факторами (микроэлементы в хелатной форме, стимуляторы роста) оказывают погодные условия, складывающиеся в течение вегетационных периодов.

Выявлено, что прирост урожайности от применения некорневых подкормок определяется уровнем минерального питания. Использование некорневых подкормок эффективно в комплексе с минеральными удобрениями, или на фонах с высоким содержанием основных макроэлементов. На естественном фоне плодородия эффективность данных препаратов низкая. Некорневая подкормка раствором хелата меди (Cu-ЭДТА) в концентрации 0,05% и препаратом МикроМикс на фоне внесения азотно-фосфорного удобрения в дозе N₁₈P₄₂ кг д.в на 1 га севооборотной площади обеспечивает прибавку соответственно 0,57 и 0,51 т/га зерна (таблица 4).

Таблица 4

Влияние некорневой подкормки микроэлементами в хелатной форме на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы сорта Омская 36 (среднее за 2018-2019 гг.)

Вариант	Урожайность	Прибавка	Содержание		Натура
			белка	клейковины	
	т/га	%		г/л	
Контроль (без удобрений)	2,20	-	12,4	26	715
Раствор Cu-ЭДТА в концентрации 0,05%	2,33	0,13	12,8	27	714
МикроМикс	2,23	0,03	13,2	27	709
N ₁₈ P ₄₂ *	2,65	0,45	13,4	26	726
N ₁₈ P ₄₂ * + раствор Cu-ЭДТА в концентрации 0,05%	3,09	0,89	13,7	27	736
N ₁₈ P ₄₂ * + МикроМикс	3,16	0,96	13,4	27	735

Примечание* - доза минеральных удобрений представлена в килограммах действующего вещества на 1 га севооборотной площади

Применение некорневой подкормки микроэлементами оказывает положительное влияние на синтез белка в зерне. При некорневой подкормке микроэлементами содержание белка в зерне яровой пшеницы варьирует в пределах 12,8-13,7%. Наибольшая концентрация белка получена в варианте с применением комплексного препарата МикроМикс – 13,2% с клейковиной 27%.

Применение подкормки стимуляторами роста – раствором янтарной кислоты в концентрации 0,02% и препаратом Биостим Зерновой увеличивает урожайность зерна яровой пшеницы на 0,20 и 0,27 т/га, соответственно (таблица 5).

Наилучший эффект от применения некорневой подкормки стимуляторами роста отмечен на фоне основного внесения азотно-фосфорного удобрения ($N_{18}P_{42}$). На естественном фоне (без удобрений) прибавка от некорневой подкормки янтарной кислотой в концентрации 0,02% составила 0,17 т/га зерна, тогда как на фоне $N_{18}P_{42}$ – 0,29 т/га зерна. При использовании препарата Биостим Зерновой на минеральном фоне – 0,24 т/га.

Таблица 5

Влияние некорневой подкормки стимуляторами роста на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы сорта Омская 36

Вариант	Урожайность	Прибавка	Содержание		Натура
			белка	клейковины	
	т/га		%		г/л
Контроль (без удобрений)	2,42	-	12,8	26	726
Раствор янтарной кислоты в концентрации 0,02%	2,59	0,17	13,0	27	716
Биостим Зерновой	2,40	0,02	12,7	26	717
$N_{18}P_{42}^*$	2,74	0,32	13,3	26	729
$N_{18}P_{42}^*$ + раствор янтарной кислоты в концентрации 0,02%	3,02	0,60	13,6	26	750
$N_{18}P_{42}^*$ + Биостим Зерновой	2,98	0,56	13,3	27	742

Примечание* - доза минеральных удобрений представлена в килограммах действующего вещества на 1 га севооборотной площади

Применение некорневой подкормки стимуляторами роста обеспечивает содержание белка в зерне яровой пшеницы – 13,0-13,6% с увеличением на минеральном фоне ($N_{18}P_{42}$). Максимальные концентрации белка получены при использовании янтарной кислоты – 13,6% с клейковиной 26%.

Анализ экономической эффективности применения некорневых подкормок микроэлементами показал, что наименьшая себестоимость, наибольшая прибыль и рентабельность (55%) отмечены в варианте с некорневой подкормкой раствором хелата меди в концентрации 0,05% на фоне с применением основного удобрения, за счет увеличения урожайности зерна яровой пшеницы (таблица 6).

Экономическая эффективность применения некорневых подкормок микроэлементами в хелатной форме

Показатели	Варианты				
	без удоб- рений	N ₁₈ P ₄₂	раствор Cu-ЭДТА в концентрации 0,05%	раствор Cu-ЭДТА в концентрации 0,05% +N ₁₈ P ₄₂	МикроМикс + N ₁₈ P ₄₂
Урожайность, т/га	2,20	2,65	2,33	3,09	3,16
Стоимость удобрений, руб./га	-	2838,0	483	3321,0	4400,5
Всего затрат на 1 га, руб.	11338	14372	11863	14919	15998,5
Себестоимость 1 т, руб.	5154	5423	5091	4828	5063
Прибыль с 1 га, руб.	5162	5503	5612	8256	7702
Рентабельность, %	46	38	47	55	48

Примечание: цена реализации зерна - 7500 руб./т

При применении некорневых подкормок стимуляторами роста наименьшие затраты, себестоимость и наибольшая рентабельность (70%) получены в варианте с применением раствора янтарной кислоты в концентрации 0,02%, что объясняется низкой ценой данного препарата. При совместном использовании раствора янтарной кислоты (0,02%) и минеральных удобрений (N₁₈P₄₂) затраты на 1 га возросли, но при этом наблюдается рост урожайности и прибыли с одного гектара, рентабельность составила 56% (таблица 7).

Применение минеральных удобрений (N₁₈P₄₂) увеличивает затраты на получение с.-х. продукции при одновременном существенном росте урожайности и прибыли с одного гектара.

Применение некорневых подкормок микроэлементами и стимуляторами роста в фазу кущения обеспечивает прибыль с 1 га 5612 – 8256 руб. с рентабельностью 47-70%.

По результатам проведенных исследований в целях повышения урожайности на 10-19% и получения зерна яровой мягкой пшеницы с содержанием белка 13,0-13,7% в условиях южной лесостепной зоны Омской области рекомендуется в фазу кущения проведение некорневой подкормки одним из указанных препаратов: раствором хелата меди (Cu-ЭДТА) в концентрации 0,05%, комплексным препаратом Мик-

роМикс, стимулятором роста Биостим Зерновой, раствором янтарной кислоты в концентрации 0,02%.

Эффективность некорневых подкормок проявляется на фонах с применением минеральных удобрений.

Таблица 7

Экономическая эффективность применения некорневых подкормок стимуляторами роста

Показатели	Варианты				
	без удобрений	N ₁₈ P ₄₂	раствор янтарной кислоты в концентрации 0,02%	раствор янтарной кислоты в концентрации 0,02%+ N ₁₈ P ₄₂	Биостим Зерновой + N ₁₈ P ₄₂
Урожайность, т/га	2,42	2,74	2,59	3,02	2,98
Стоимость удобрений, руб./га	-	2838,0	42,0	2880,0	4422,0
Всего затрат на 1 га, руб.	11338	14372	11444,2	14478,6	16020,6
Себестоимость 1 т, руб.	4685	5245	4419	4794	5376
Прибыль с 1 га, руб.	6812	6178	7981	8171	6329
Рентабельность, %	60	26	70	56	54

Примечание: цена реализации зерна - 7500 руб./т

4 Экологическое состояние растениеводческой продукции при применении некорневых подкормок микроэлементами

Содержание микроэлементов в растениях определяется рядом факторов, важнейшими из которых являются биологические особенности самого растения и содержание подвижной формы микроэлемента в почве.

Микроэлементы и тяжелые металлы – понятия, которые отражают одни и те же химические элементы. В научных работах применяется тот или иной термин в зависимости от концентрации элемента. Если необходимые растениям тяжёлые металлы содержатся в растениях, почве, воздухе в оптимальном количестве – их называют микроэлементами. Если же концентрация их слишком высока, их называют тяжёлыми металлами – загрязнителями. Химический состав кормов и продуктов питания можно считать отражением химического загрязнения окружающей среды вообще и почвы в частности. Поэто-

му контроль уровня содержания микроэлементов в производимых в растениеводстве кормах – это важный этап оценки качества получаемой продукции и уровня экологической безопасности агроприема. В Российской Федерации предельные значения содержания некоторых микроэлементов установлены во «Временном максимально допустимом уровне (МДУ) содержания некоторых химических элементов в кормах для сельскохозяйственных животных».

Исследованиями подтверждено, что некорневая подкормка препаратами, содержащими микроэлементы, не оказала существенного влияния на содержание микроэлементов в зерне и соломе яровой пшеницы (таблицы 8, 9).

Таблица 8

Влияние некорневой подкормки яровой пшеницы «Омская 36» хелатными микроудобрениями на содержание тяжелых металлов в зерне

Вариант	Содержание тяжелых металлов**, мг/кг возд-сухого вещества			
	Zn(ПДК=50,0)	Cu(ПДК=10,0)	Mn*	Ni*
Контроль	36,19±1,31	4,41±0,02	30,48±0,14	0,01
МикроМикс	36,48±2,36	3,62±0,00	33,46±0,52	-
Раствор Cu-ЭДТА в концентрации 0,05%	40,35±0,50	4,04±0,02	13,39±0,11	0,02
N ₁₈ P ₄₂	20,85±1,36	2,42±0,04	23,71±0,13	-
N ₁₈ P ₄₂ + МикроМикс	47,85±0,95	3,26±0,02	50,76±0,13	-
N ₁₈ P ₄₂ + раствор Cu-ЭДТА в концентрации 0,05%	19,01±0,55	2,70±0,03	30,33±0,24	0,01

Примечание: * - не нормируется СанПиН № 42-123-4089-86; **Cd, Pb в зерне не обнаружено

Таблица 9

Влияние некорневой подкормки яровой пшеницы «Омская 36» хелатными микроудобрениями на содержание тяжелых металлов в соломе

Вариант	Содержание тяжелых металлов *в соломе, мг/кг возд-сухого вещества			
	Zn	Cu	Mn	Ni
Контроль	5,21±0,01	2,00±0,02	10,00±0,18	-
МикроМикс	4,74±0,03	2,05±0,01	15,50±0,09	0,90±0,01
Раствор Cu-ЭДТА в концентрации 0,05%	4,71±0,01	2,32±0,00	14,44±0,08	0,48±0,07
N ₁₈ P ₄₂	3,62±0,36	1,90±0,01	15,57±0,27	0,09±0,02
N ₁₈ P ₄₂ + МикроМикс	2,31±0,03	1,99±0,01	21,55±0,27	-
N ₁₈ P ₄₂ + раствор Cu-ЭДТА в концентрации 0,05%	2,88±0,02	2,25±0,01	19,51±0,29	-

Примечание: * - Cd, Pb в соломе не обнаружено

Исследованиями установлено, что содержания всех изучаемых микроэлементов значительно ниже допустимых нормативными документами концентраций, то есть по содержанию тяжелых металлов качество корма не ухудшается, а значит прием использования некорневой подкормки на яровой пшенице препаратами, содержащими микроэлементы, экологически безопасен.

5 Агротехнические требования к проведению некорневой подкормки

Некорневую подкормку микроэлементами в хелатной форме и стимуляторами рекомендуется проводить в фазу кущения культуры. В целях снижения затрат на 1 гектар возможно совмещение с гербицидной обработкой посевов.

Рабочий раствор для подкормки готовят непосредственно перед внесением. Бак опрыскивателя на 300 л заполняют на 2/3 водой и при включенной мешалке добавляют микроудобрения. Если используется пестицид, то его норму нужно предварительно растворить в воде в отдельной посуде и залить этот раствор в опрыскиватель. В бак заливают воду до полного объема. На 1 га расход раствора должен составлять 300 л/га, соответственно должны использоваться распылители с большим диаметром (калибром), чем при обычной работе с пестицидами.

Обработку необходимо проводить в периоды с минимальной инсоляцией (утро и вечер) и температурой воздуха не более 20°C при отсутствии росы, с учетом скорости ветра.

Для приготовления рабочего раствора Cu-ЭДТА с концентрацией 0,05% в количестве 300 л (норма расхода на 1 га), необходимо в 300 литрах воды растворить 338 г соли – сульфата меди (медного купороса) (CuSO_4) и 1340 г трилона Б.

Стоимость 1 кг CuSO_4 – 180 руб., 1 кг трилона Б – 315 руб.

Затраты на приготовление 0,05% раствора Cu-ЭДТА 0,05% составляют: 483 руб. на 1 га.

Для приготовления рабочего раствора янтарной кислоты с концентрацией 0,02% в количестве 300 л (норма расхода на 1 га), необходимо в 300 литрах воды растворить 60 г янтарной кислоты.

Стоимость 100 г янтарной кислоты – 70 руб.

Затраты на приготовление раствора 0,02% составляют: 42 руб. на 1 га.

Рекомендации по приготовлению рабочих растворов препаратами МикроМикс и Биостим Зерновой приведены в Приложении 1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 229 с.
2. Анспок П.И. Микроудобрения. – М.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
3. Аристархов А.Н., Сафонова К.Г., Волков А.В. Рекомендации по применению микроудобрений под озимую и яровую пшеницу в различных природно-сельскохозяйственных зонах России. – М.: ВНИИА, 2012. – 24 с.
4. Аристархов А.Н., Толстоусов В.П., Харитонов А.Ф. и др. Действие микроудобрений на урожайность, сбор белка, качество продукции зерновых и зернобобовых культур. // Агрoхимия, 2010 – №9. – С. 36-49.
5. Волкова В.А., Воронкова Н.А., Цыганова Н.А. и др. Эффективность и экологическая безопасность применения микроэлементов в растениеводстве в зависимости от предшественника: сборник материалов междунар. научно-практ. конф. посвященной 100-летию образования Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина. «Экологические чтения» 2018 – Омск: Литера, 2018. – С.66-69.
6. Гайсин И.А., Пахомова В.М. Хелатные микроудобрения: практика применения и механизм действия. Казань, 2016. – 316 с.
7. Гайсин И.А., Муртазин М.Г. Хелатные микроудобрения препараты (ЖУСС) на посевах яровой пшеницы // Агрoхимический вестник. – 2006. - №4. – С. 2-4.
8. Крамарев С. М., Артеменко С.А., Куталай Д.А.и др. Хелатные удобрения и их перспективы // Зерно. – 2012. - №1. – С. 91-110.
9. Вакуленко В. В., Шаповал О. А. Регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве // Плодородие. – 2001. – № 2. – С. 27-29.
10. Егоренко Е.В. Безручко Е.В. Микроудобрения. Назначение и эффективность. Основные заблуждения и ошибки: сборник материалов научно-практ. конф. «Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур – Анапа. 2018. С. 54-56.
11. Агрoклиматические ресурсы Омской области. – Л: Гидрометеoиздат, 1971. – 187 с.
12. Мищенко Л.Н., Мельников А.Л. Почвы Западной Сибири. Учеб. пособие – Омск: Изд-во: ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 248 с. 152.
13. Коломейченко В.В. Растениеводство. Учебник. – М.: Агробизнесцентр, 2007. — 600 с.
14. Сорта сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» – Омскбланкиздат, 2019. – 156 с.

Приложение 1

**Характеристика используемых агрохимических средств
для некорневой подкормки**

Препарат	Состав	Приготовление рабочего раствора	Норма расхода рабочего раствора
МИКРОМИКС «Август»	Fe(ДТПА) - 1.74%, Fe(ЭДТА) - 2.1%; Mn(ЭДТА) - 2.57%; Zn(ЭДТА) - 0.53%; Cu(ЭДТА) - 0.53%; Ca(ЭДТА) - 2.57%; B - 0.52%; Mo - 0.13%	20 г / 10 л воды	До увлажнения поверхности листьев
Ультрамаг Комби для Зерновых	N ₁₉₅ - 0 г/л MgO – 26.0 г/л SO ₃ – 58.5 г/л Cu – 11.7 г/л Fe – 10.4 г/л Mn – 14.3 г/л Mo – 0.065 г/л Zn – 13.0 г/л Ti – 0.3 г/л	1-2 л/га	200-300 л/га
Биостим Зерновой «Щелково Агрохим»	N - 5.5 % P ₂ O ₅ - 6.0 % K ₂ O - 4.0 % Mg - 2.0 % S - 2.0 % Fe - -0.3 % Mn - 0.7 % Zn - 0.6 % Cu - 0.4 % B - 0.2 % Mo - 0.02 % Co - 0.02 % Свободные аминокислоты - 7.0 %	0,5-2,0 л/га	200-400 л/га
Лигногумат	Солей гуминовых веществ - до 18%; K – 9%; S – 3 %; Fe – 0.2 %; Mn – 0.12 %; Cu – 0.12 %; Zn – 0,12 %; Mo – 0.15 %; B – 0.15 %; Co – 0.12 %; Ca, Cr, Mg - следы	5 мл / 5 л	До увлажнения поверхности листьев

Приложение 2

Технологические операции при возделывании яровой пшеницы

Перечень и последовательность технологических операций	Срок проведения операций	Агротехнические параметры	Примечание
Основная обработка почвы	Август-сентябрь	Глубина 25-27 см	После уборки предшественника
Закрытие влаги	Апрель-май	Глубина 4-5см	При достижении почвой физической спелости
Посев пшеницы	II-III декады мая	Норма высева 4,5-5,0 млн. всх. зер./га	
Прикатывание	После посева		
Борьба сорняками и некорневая подкормка агрохимическими средствами	Фаза кущения культуры	Гербицидная обработка от злаковых и двудольных сорняков. Некорневая подкормка см. рекомендации	Злаковые и двудольные сорняки при сильной засоренности посевов (> 20% по удельной массе)
Фунгицидная обработка	Фаза колошения культуры	В условиях эпифитотии	Бурая ржавчина 10% развития инфекции
Косовица, с одновременным измельчением соломы	Август-сентябрь	Высота среза 12-15 см	На чистых и равномерно созревших полях возможна прямая уборка в фазу восковой спелости

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Почвенно-климатические ресурсы зоны	6
2 Биологические особенности яровой мягкой пшеницы	8
3 Система применения удобрений под яровую мягкую пшеницу.....	12
4 Экологическое состояние растениеводческой продукции при применении некорневых подкормок микроэлементами.....	16
5 Агротехнические требования к проведению некорневой подкормки	18
Библиографический список	19
Приложение 1 Характеристика используемых агрохимических средств для некорневой подкормки	20
Приложение 2 Технологические операции при возделывании яровой пшеницы	21

Научное издание

**Усовершенствованная агротехнология яровой пшеницы
на основе применения некорневых подкормок микроэлементами
в хелатной форме и стимуляторами роста в условиях южной
лесостепи Западной Сибири**

Рекомендации

Компьютерная верстка В.П. Каштановой

Подписано к печати 11.03.2020 г. Формат бумаги 60 x 90 1/16.

Печать оперативная. Гарнитура «Times New Roman».

Усл. печ. л. 1.40. Тираж 50 экз.

Издательство ИП Макшеевой Е.А. Тел. 89083194462

