

**ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ ХЕЛАТАМИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ
ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ**

*V.V. Popova, N.V. Goman,
I.A. Bobrenko, A.A. Gaydar*

**THE EFFECT OF FOLIAR FEEDING WITH MICROELEMENT CHELATES ON THE YIELD OF SPRING
WHEAT WHEN CULTIVATED ON MEADOW-BLACK SOIL**

Попова Валентина Владимировна – ст. преп. каф. природообустройства, водопользования и охраны водных ресурсов Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: vv.popova@omgau.org

Гоман Наталья Викторовна – канд. с.-х. наук, доц. каф. агрохимии и почвоведения, декан факультета агрохимии, почвоведения, экологии, природообустройства и водопользования Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск.

E-mail: nv.goman@omgau.org

Бобренко Игорь Александрович – д-р с.-х. наук, доц., зав. каф. агрохимии и почвоведения Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск.

E-mail: ia.bobrenko@omgau.org

Гайдар Александр Анатольевич – канд. с.-х. наук, зав. лаб. первичного семеноводства Омского аграрного научного центра, г. Омск.

E-mail: aa.gaydar@bk.ru

Popova Valentina Vladimirovna – Senior Lecturer, Chair of Environmental Engineering, Water Use and Protection of Water Resources, Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Omsk. E-mail: vv.popova@omgau.org

Goman Natalya Victorovna – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agrochemistry and Soil Science, Dean, Faculty of Agrochemistry, Soil Science, Ecology, and Environmental Engineering and Water Use, Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Omsk.

E-mail: nv.goman@omgau.org

Bobrenko Igor Alexandrovich – Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Agrochemistry and Soil Science, Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Omsk.

E-mail: ia.bobrenko@omgau.org

Gaydar Alexander Anatolyevich – Cand. Agr. Sci., Head, Lab. of Primary Seed Farming, Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk.

E-mail: aa.gaydar@bk.ru

Цель исследований – изучить влияние некорневой подкормки хелатами цинка и меди в фазу кущения на урожайность и качество урожая пшеницы яровой в условиях южной лесостепи Омского Прииртышья. Представлены результаты экспериментов по применению хелатов цинка и меди при возделывании мягкой яровой пшеницы (сорт Памяти Азиева) в условиях южной лесостепи Омского Прииртышья способом некорневой подкормки. В полевом опыте, проводимом в 2017–2019 гг. на полях Омского аграрного научного центра, применялись хелаты цинка в дозе действующего вещества 10 г/га, 20, 30 г/га, хелаты меди в той же дозе. Формирование урожая яровой пшеницы изменяется при применении хелатов цинка и меди, что

обеспечило увеличение урожайности от 0,10 до 0,23 т/га зерна. Сбор белка при этом увеличился с 295 в контроле до 322–344 кг/га при применении хелатов, энергия прорастания полученных семян увеличивалась с 93,3 в контроле до 94,8–98,0 % от некорневой подкормки в фазу кущения. Лучшим по массе 1000 зерен (32,45 г) и натуре зерна (717 г/л) был вариант Cu_{10} , что превышает показатели контроля (29,92 г и 693 г/л соответственно). Содержание клейковины составило 27,03–28,03 % (при ИДК 56,0–61,0 единиц), в лучших вариантах по урожайности (Zn_{20} и Cu_{10}) оно было на максимальном уровне – 27,66 и 27,60 % соответственно. Лучшими дозами цинка и меди при некорневой подкормке в фазу кущения являются 20 г/га

(прибавка урожая 0,20 т/га, в контроле 2,20 т/га) и 10 г/га (0,20 т/га) соответственно. Установлено положительное влияние микроудобрений на содержание белка в зерне, лабораторную всхожесть полученных семян.

Ключевые слова: цинк, медь, удобрения, хелат, яровая пшеница, урожайность.

The aim of the research was to investigate the effect of foliar feeding of zinc and copper chelates in tillering phase on the yield and quality of foliar feeding the spring wheat harvest under the conditions of the southern forest steppes of the Omsk Irtysh region. The results of the experiments on the use of zinc and copper chelates in the cultivation of common wheat – in memory of Aziev – in the southern forest steppe of Omsk Irtysh region by the method of foliar feeding were presented. In field experiment in the fields of Omsk Research Center carried out in 2017–2019 zinc chelates were used in the dose of active ingredient of 10 g/hectare, 20, 30 g/hectare, and copper chelates also in the same dose. The formation of spring wheat crop changes with the use of chelates made of zinc and copper, which increased the yield from 0.10 to 0.23 t/hectare of grain. The protein collection using chelates increased from 295 in the control to 322 to 344 kg/hectare, the germination energy of obtained seeds increased from 93.3 in the control to 94.8 to 98.0 % of the foliar feeding in the tillering phase. The best mass of 1000 grains (32.45) and grain type (717 g/l) was Cu₁₀, exceeding the control indicators (29.92 g and 693 g/l). The gluten content was 27.03–28.03 % (with IDC of 56.0–61.0 units), in the best yield variants (Zn₂₀ and Cu₁₀) was at a maximum level of 27.66 and 27.60 %. The best doses of zinc and copper for foliar feeding in the tillering phase were 20 g/hectare (yield increase of 0.20 t/hectare, in control of 2.20 t/hectare) and 10 g/hectare (0.20 t/hectare). Positive effect of micronutrient fertilizers on the protein content in grain and laboratory germination of the obtained seeds was demonstrated.

Keywords: zinc, copper, fertilizers, chelate, spring wheat, yield.

Введение. Почвы Омской области в большинстве своем имеют недостаточное содержание доступных для растений цинка и меди [1, 2]. Исследование применения удобрений цинка и меди в регионе показало, что рациональное их исполь-

зование увеличивает продуктивность растений, улучшает качество продукции, также в литературе имеются сведения о применении удобрений способом некорневой подкормки [3–6].

Цинк играет важную роль в жизни сельскохозяйственных растений, являясь незаменимым элементом питания растений и животных. Принимает участие в белковом, липидном, азотном и фосфорном обмене. Входит в состав фермента карбоангидразы, участвующей в декарбоксилировании органических кислот в процессе дыхания. Цинковые удобрения повышают устойчивость растений к неблагоприятным метеороусловиям. При недостатке цинка растения плохо развиваются, на них могут совсем не образовываться семена. Значение меди в жизни растений связано с тем, что она входит в состав различных белков и ферментов оксидоредуктаз, участвующих в окислительно-восстановительных процессах, хлоропластов, активирует восстановление нитратов, входя в состав нитритредуктазы. Медь играет существенную роль в составе ряда окислительных ферментов, в том числе полифенолоксидазы, оказывает содействие росту устойчивости растений к неблагоприятным погодным условиям, повышению неустойчивости растений к различным болезням [7].

В настоящее время микроэлементы применяют в земледелии в основном в форме хелатов. Хелатные соединения упрощают процесс усвоения растениями микроэлемента, потому что они по своему устройству и свойствам близки к естественным для живых организмов соединениям. Органическая оболочка хелата способна проникать сквозь восковое покрытие листа внутрь, где хелат отдает питательные элементы растению, а неорганический элемент не может в такой же мере пройти сквозь защитную оболочку [7, 8].

Яровая пшеница – ведущая зерновая культура в мире, особенно в степных и лесостепных районах с умеренным климатом, увеличение производства продовольственного зерна высокого качества может быть достигнуто при применении микро- и макроудобрений. Микроудобрения ускоряют развитие растений и делают их более устойчивыми к недостатку атмосферных осадков и почвенной засухе. Некорневая подкормка яровой пшеницы микроэлементами позволяет обеспечить растения ими в нужный период и является интенсивным способом восполнения дефици-

та питания [9–11], применение для некорневой подкормки микроэлементов цинка и меди в хелатных формах в Омской области изучено недостаточно.

Цель исследований. Изучение возможного влияния некорневой подкормки хелатами цинка и меди в фазу кущения на урожайность и качество урожая пшеницы яровой в условиях южной лесостепи Омского Прииртышья.

Материалы и методы. Для решения поставленных задач на полях Омского аграрного научного центра проводились полевые опыты в течение 2017–2019 гг., лабораторные исследования – на кафедре агрохимии и почвоведения Омского ГАУ. Объект исследований – мягкая яровая пшеница, сорт Памяти Азиева. Расположение делянок на опытном участке систематическое. Площадь делянок – 16 м². Повторение вариантов в опыте четырехкратное, расположение повторений – в четыре яруса.

Опыт заложен по следующей схеме:

- Контроль.
- Zn 10 г/га.
- Zn 20 г/га.
- Zn 30 г/га.
- Cu 10 г/га.
- Cu 20 г/га.
- Cu 30 г/га.

Дозы микроэлементов (цинка и меди) – в граммах действующего вещества на 1 га в форме хелатов. Содержание в слое почвы 0–20 см

N-NO₃, подвижных P₂O₅ и K₂O – высокое, Zn и Cu – низкое. Предшественник – чистый пар, обработка почвы, проведение работ по уходу за посевами – общепринятые для зоны, закладку и проведение опыта проводили по общепринятым методикам.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ урожайности зерна показал различные значения по годам исследований: в 2018 г. урожайность яровой пшеницы была ниже, чем в 2017, 2019 гг. (в контроле соответственно 1,73 и 2,45; 2,41 т/га). Это объясняется неблагоприятными погодными условиями. Сумма осадков, существенно превышающая среднесезонные показатели в начале вегетации 2018 г. (май – июнь), и температуры ниже среднесезонных оказали неблагоприятное воздействие на развитие яровой пшеницы, что в последующем повлияло на формирование зерна, и как результат – на урожайность. Несмотря на разброс, вызванный погодными условиями, четко видно влияние некорневой подкормки яровой пшеницы в фазу кущения хелатами цинка и меди на урожайность яровой пшеницы.

В исследованиях на оптимальном макроэлементном фоне лугово-черноземной почвы улучшение питания яровой пшеницы применением некорневой подкормки в фазу кущения хелатами цинка и меди обеспечило увеличение урожайности от 0,10 до 0,23 т/га зерна (4,5–10,5 %) (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность зерна пшеницы яровой при некорневой подкормке хелатными микроудобрениями в фазу кущения (г д.в. /га) на лугово-черноземной почве (2017–2019 гг.)

Вариант	Урожайность зерна, т/га				Прибавка	
	2017	2018	2019	Средняя	т/га	%
Контроль	2,45	1,73	2,41	2,20	–	–
Zn ₁₀	2,59	1,86	2,46	2,30	0,10	4,5
Zn ₂₀	2,75	1,93	2,51	2,40	0,20	9,1
Zn ₃₀	2,80	1,97	2,52	2,43	0,23	10,5
Cu ₁₀	2,60	2,08	2,52	2,40	0,20	9,1
Cu ₂₀	2,62	2,00	2,50	2,37	0,17	7,7
Cu ₃₀	2,65	2,04	2,52	2,40	0,20	9,1
НСР ₀₅ т/га	0,11	0,08	0,10			

Некорневая подкормка яровой пшеницы в фазу кущения хелатами цинка оказала положительное влияние на формирование урожая яровой пшеницы. Наиболее эффективным оказалась использование 30 г/100 кг, что позволило сформировать прибавку урожая 0,30 т/га (в контроле 2,20 т/га), при этом использование Zn₁₀ способствовало увеличению урожайности на меньшую величину – 0,10 т/га. Применение медных удобрений в дозе 10 и 30 г/100 кг позволило образовать прибавку урожая на одном уровне 0,20 т/га (в контроле 2,20 т/га), а обработка Cu₂₀ сформировала прибавку урожая 0,17 т/га. Но в целом применение дозы меди в форме хелата 10 и 30 г более эффективно по сравнению с применением 20 г/га.

Таким образом, использование некорневой подкормки яровой пшеницы при возделывании на лугово-черноземной почве хелатами цинка и

меди в фазу кущения является действенным. Лучшей дозой цинка и меди при некорневой подкормке в фазу кущения является 30 и 10, 30 г/га соответственно.

Почвенно-климатические условия, агротехника, вид и сорт культуры оказывают влияние на качество зерна, воздействуют на него и микроудобрения [7]. Максимальное содержание белка получено при некорневой подкормке в фазу кущения Zn₂₀ – 14,35 % и Cu₃₀ – 13,95 % (табл. 2). В целом микроэлементы существенно увеличивали этот показатель, что ранее отмечали и другие ученые [3, 5, 8]. Вероятно, это можно пояснить участием цинка и меди в реакциях, обеспечивающих азотный обмен в растениях. Сбор белка при этом увеличился с 295 в контроле до 322–344 кг/га при применении хелатов микроэлементов.

Таблица 2

Показатели качества зерна пшеницы яровой при применении хелатных микроудобрений в фазу кущения (г д.в./га) на лугово-черноземной почве (среднее 2017–2019 гг.)

Вариант	Стекловидность, %	Белок, %	Сбор белка, кг/га	Клейковина, %	ИДК, ед.
Контроль	50,0	13,39	295	26,50	59,0
Zn ₁₀	51,0	13,99	322	27,40	61,0
Zn ₂₀	51,7	14,35	344	27,66	58,3
Zn ₃₀	50,3	13,68	332	27,03	56,0
Cu ₁₀	49,0	13,79	331	27,60	57,7
Cu ₂₀	49,7	13,67	324	27,30	57,3
Cu ₃₀	50,3	13,95	335	28,03	57,0
НСР ₀₅	2,0	0,52	25,2	0,55	3,50

Для хлебопечения важнейшим показателем качества зерна является количество и качество клейковины. Содержание клейковины составило 27,03–28,03 % (при ИДК 57,0–61,0 единиц), в лучших вариантах по урожайности (Zn₃₀ и Cu₁₀, Cu₃₀) оно было на уровне 27,03 и 27,6; 28,03 % соответственно (ИДК 56 и 57,7; 57).

При анализе линий тренда действия хелата цинка на урожайность и качество зерна яровой пшеницы можно отметить (рис. 1), что клейковина и концентрация белка были максимальными при дозе 20 г/га (увеличение параметров при возрастании доз недостоверно). Вместе с тем урожайность возросла до наибольшей величины при применении Zn₃₀.

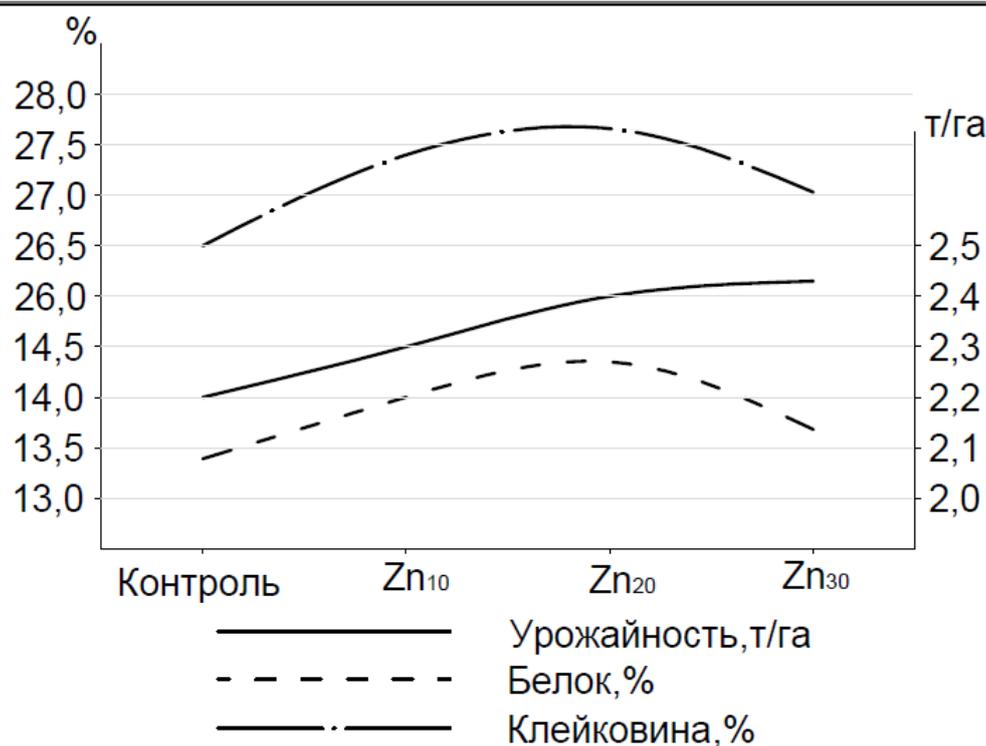


Рис. 1. Урожайность и качество зерна пшеницы яровой при применении хелатных цинковых удобрений в фазу кущения на лугово-черноземной почве (среднее 2017–2019 гг.)

При анализе же линий тренда действия хелата меди на такие же показатели изучаемой культуры можно отметить (рис. 2), что концентрация белка возрастала по мере увеличения дозы до 30 г/га, содержание клейковины и урожайность были максимальными также при дозе 30 г/га.

Стекловидность зерна сорта Памяти Азиева в наших исследованиях находилась в пределах 49,0–51,7 % (табл. 2), поэтому данный сорт яровой пшеницы относится к среднестекловидным и его зерно обладает достаточно высоким содержанием белка, клейковины и хорошими хлебопекарными качествами.

Энергия прорастания является важным признаком посевных качеств семян, высокие ее значения способствуют одновременности роста и развития растений, созреванию и наливу зерна, это улучшает качество зерна и облегчает уборку урожая (табл. 3). Она достоверно увеличивалась при некорневой подкормке в фазу кущения с 93,3 в контроле до 94,8–98,0 % при применении хелатов микроэлементов. На-

большая энергия прорастания семян была при некорневой подкормке хелатными формами в дозах Zn₃₀, Cu₁₀, Cu₂₀ соответственно 96,8; 96,8 и 98,0 %.

Лабораторная всхожесть семян является основным показателем их жизнеспособности и характеризует качество посевного материала. Для правильного определения нормы высева необходимо знать лабораторную всхожесть семян. При лабораторных исследованиях всхожесть достоверно увеличилась при некорневой подкормке в фазу кущения с 97,3 в контроле до 98,2–98,8 % при применении хелатов микроэлементов. Наилучшая всхожесть выявлена при некорневой подкормке хелатными формами в дозах Zn₁₀ (98,8 %), при некорневой подкормке дозами Zn₃₀, Cu₁₀, Cu₂₀ лабораторная всхожесть одинаковая и составила 98,75 %

В целом можно отметить по результатам исследований достоверное влияние хелатов микроэлементов на энергию прорастания семян и всхожесть семян пшеницы яровой.

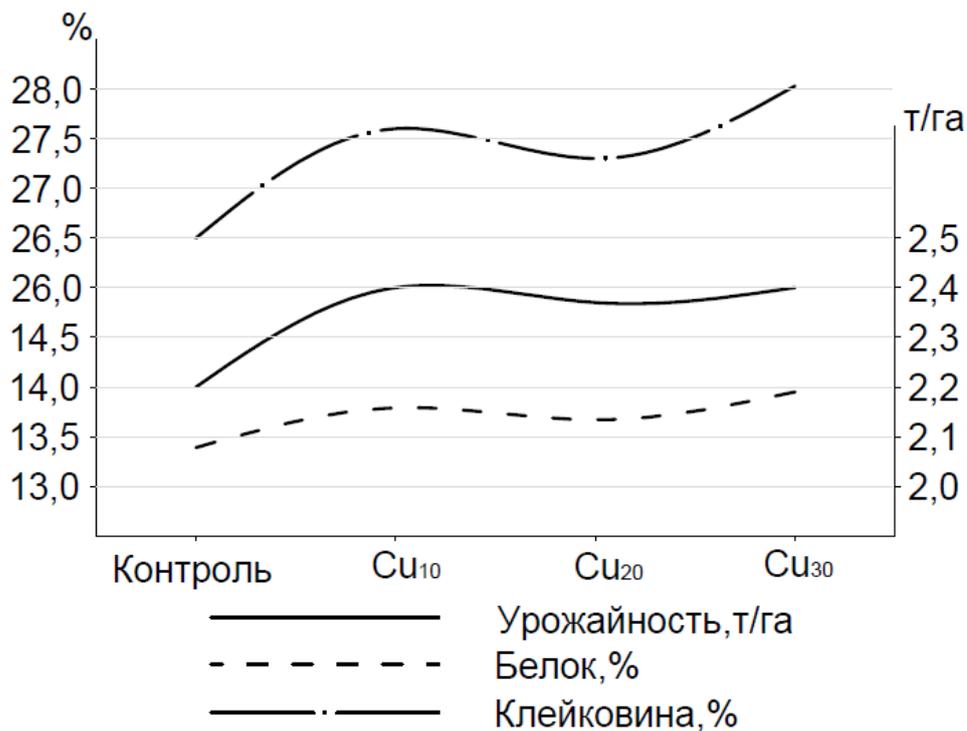


Рис. 2. Урожайность и качество зерна пшеницы яровой при применении хелатных медных удобрений в фазу кущения на лугово-черноземной почве (среднее 2017–2019 гг.)

Таблица 3

Посевные качества семян пшеницы яровой при применении хелатных микроудобрений в фазу кущения на лугово-черноземной почве (2017–2019 гг.), %

Вариант	Энергия прорастания				Всхожесть			
	2017	2018	2019	Среднее	2017	2018	2019	Среднее
Контроль	94,5	90,5	95,0	93,3	98,0	98,0	96,0	97,3
Zn ₁₀	95,5	97,0	95,0	95,8	99,5	99,0	98,0	98,8
Zn ₂₀	97,0	95,5	97,0	96,5	98,5	98,0	98,0	98,2
Zn ₃₀	96,5	98,0	96,0	96,8	100	99,0	97,0	98,7
Cu ₁₀	98,0	96,5	96,0	96,8	98,5	99,5	98,0	98,7
Cu ₂₀	99,5	96,5	98,0	98,0	99,5	98,5	98,0	98,7
Cu ₃₀	94,0	95,9	95,0	94,8	99,5	96,0	96,0	97,2
НСР ₀₅	4,90	4,80			4,40	4,30	3,30	

К физическим свойствам зерна и семян относятся: форма зерен, их линейные размеры и крупность, объем, выполненность и щуплость, масса 1000 зерен, выравненность, выход семян. Масса 1000 зерен как элемент структуры урожая определяет крупность и выполненность зерна. Высокое значение массы 1000 зерен свидетельствует о большом запасе питательных веществ в зерне. Одним из признаков, определяющих мучкомольные достоинства пшеницы, является на-

тура зерна. Она определяется однородностью размеров, выполненностью, плотностью зерна и его формой, при снижении натуре зерна обычно снижается выход муки.

Оценка семян пшеницы яровой при применении хелатных микроудобрений показала, что лучшие характеристики по массе 1000 зерен (32,45 г) и натуре зерна (717 г/л) имел вариант Cu₁₀ (табл. 4), а в контроле 29,92 г и 693 г/л соответственно. При применении хелата цинка наи-

большая масса 1000 зерен (32,33 г) и натура зерна (709 г/л) сформировались в варианте Zn₂₀. При использовании хелата меди наибольшим значением массы 1000 зерен характеризовался вариант Cu₁₀ (32,45 г), лучшим по натуре зерна

был вариант Cu₁₀ (717 г/л). При этом и по массе 1000 зерен, и по натуре, и по энергии прорастания 2017 г. эти показатели выше, чем в 2018 и 2019 гг.

Таблица 4

Физические качества семян пшеницы яровой при применении хелатных микроудобрений в фазу кущения на лугово-черноземной почве (2017–2019 гг.)

Вариант	Масса 1000 зерен, г				Натура, г/л			
	2017	2018	2019	Среднее	2017	2018	2019	Среднее
Контроль	31,40	28,70	29,67	29,92	720	690	669	693
Zn ₁₀	35,20	31,50	29,67	32,12	742	714	663	706
Zn ₂₀	35,50	31,50	30,00	32,33	748	712	668	709
Zn ₃₀	34,90	30,00	30,03	31,64	747	709	656	704
Cu ₁₀	35,70	30,60	31,04	32,45	754	719	677	717
Cu ₂₀	32,80	29,70	30,33	30,94	723	701	680	701
Cu ₃₀	33,20	30,10	30,70	31,33	732	697	685	705

Заключение. Применение хелатов цинка и меди в фазу кущения некорневой подкормкой растений в условиях южной лесостепи Омского Прииртышья положительно повлияло на урожайность, продовольственные и посевные качества зерна пшеницы яровой. Лучшими дозами цинка и меди на лугово-черноземной почве при некорневой подкормке в фазу кущения является 20 г/га (прибавка урожая 0,20 т/га, в контроле 2,20 т/га) и 10 г/га (0,20 т/га) соответственно.

При применении хелатов цинка и меди сбор белка увеличился с 295 в контроле до 322–344 кг/га, энергия прорастания полученных семян увеличивалась с 93,3 в контроле до 94,8–98,0 % от некорневой подкормки в фазу кущения. Содержание клейковины в лучших по урожайности вариантах Zn₂₀ и Cu₁₀ г/га составило 27,66 и 27,60 % соответственно. Лучшим по массе 1000 зерен (32,45 г) и натуре зерна (717 г/л) был вариант Cu₁₀, что превышает показатели контроля (29,92 г и 693 г/л соответственно).

Литература

1. Агроэкологический мониторинг в Омской области: учеб.пособие / В.М. Красницкий, И.А. Бобренко, В.И. Попова [и др.]. Омск: Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2016. 52 с.

2. Азаренко Ю.А., Ермохин Ю.И., Аксенова Ю.В. Цинк в почвах агроценозов Омского Прииртышья и эффективность применения цинковых удобрений // Земледелие. 2019. № 2. С.13–17.

3. Болдышева Е.П. Диагностика и оптимизация микроэлементного питания озимой ржи на лугово-черноземной почве Западной Сибири: дис. ... канд. с.-х. наук. Омск, 2018. 167 с.

4. Болдышева Е.П., Бобренко И.А., Гоман Н.В. Эффективность обработки семян медью, цинком и марганцем при возделывании озимой ржи на лугово-черноземной почве в условиях Западной Сибири // Омский научный вестник. 2015. № 1(138). С. 142–144.

5. Попова В.И. Оптимизация применения микроудобрений при возделывании озимой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири: дис. ... канд. с.-х. наук. Омск, 2018. 173 с.

6. Склярова М.А. Эффективность различных приемов применения цинка под кукурузу на лугово-черноземной почве Омской области // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2014. № 1 (13). С. 28–31.

7. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев [и др.]. М.: Изд-во ВНИИА им. Прянишникова, 2017. 854 с.

8. Гайсин И.А., Пахомова В.М. Хелатные микроудобрения: практика применения и механизм действия: монография. Йошкар-Ола, 2014. 344 с.
9. Improving Competitiveness of the Wheat Production within the Siberian Region (in Terms of the Omsk region) / I.A. Bobrenko, O.V. Shumakova, N.V. Goman, Y.I. Novikov, V.I. Popova, O.A. Blinov // Journal of Advanced Research in Law and Economics. 2017. V. VIII, Is. 2(24). P. 426–436.
10. Increasing Economic Efficiency of Producing Wheat in the West Siberia and South Ural as a Factor of Developing Import Substitution / D.S. Nardin, I.A. Bobrenko, N.V. Goman, E.A. Vakalova, S.A. Nardina // International Review of Management and Marketing. 2016. 6(4). P. 772–778.
11. Болдышева Е.П., Попова В.И. Методологические аспекты исследования оптимизации применения микроудобрений под зерновые культуры // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2017. № 3 (10). С. 2.
4. Boldysheva E.P., Bobrenko I.A., Goman N.V. Jeffektivnost' obrabotki semjan med'ju, cinkom i margancem pri vzdelyvanii ozimoj rzhi na lugovo-chernozemnoj pochve v uslovijah Zapadnoj Sibiri // Omskij nauchnyj vestnik. 2015. № 1(138). S. 142–144.
5. Popova V.I. Optimizacija primenenija mikro-udobrenij pri vzdelyvanii ozimoj pshenicy v uslovijah juzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri: dis. ... kand. s.-h. nauk. Omsk, 2018. 173 s.
6. Skljjarova M.A. Jeffektivnost' razlichnyh priemov primenenija cinka pod kukuruzu na lugovo-chernozemnoj pochve Omskoj oblasti // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agramogo universiteta. 2014. № 1 (13). S. 28–31.
7. Agrohimiya: uchebnik / V.G. Mineev [i dr.]. M.: Izd-vo VNIIA im. Prjanishnikova, 2017. 854 s.
8. Gajsin I.A., Pahomova V.M. Helatnye mikro-udobrenija: praktika primenenija i mehanizm dejstvija: monografija. Joshkar-Ola, 2014. 344 s.
9. Improving Competitiveness of the Wheat Production within the Siberian Region (in Terms of the Omsk region) / I.A. Bobrenko, O.V. Shumakova, N.V. Goman, Y.I. Novikov, V.I. Popova, O.A. Blinov // Journal of Advanced Research in Law and Economics. 2017. V. VIII, Is. 2(24). P. 426–436.

Literatura

1. Agrojekologicheskij monitoring v Omskoj oblasti: ucheb. posobie / V.M. Krasnickij, I.A. Bobrenko, V.I. Popova [i dr.]. Omsk: Izd-vo FGBOU VO Omskij GAU, 2016. 52 s.
2. Azarenko Ju.A., Ermohin Ju.I., Aksenova Ju.V. Cink v pochvah agrocenozov Omskogo Priirtysh'ja i jeffektivnost' primenenija cinkovyh udobrenij // Zemledelie. 2019. № 2. S.13–17.
3. Boldysheva E.P. Diagnostika i optimizacija mikrojelementnogo pitanija ozimoj rzhi na lugovo-chernozemnoj pochve Zapadnoj Sibiri: dis. ... kand. s.-h. nauk. Omsk, 2018. 167 s.
10. Increasing Economic Efficiency of Producing Wheat in the West Siberia and South Ural as a Factor of Developing Import Substitution / D.S. Nardin, I.A. Bobrenko, N.V. Goman, E.A. Vakalova, S.A. Nardina // International Review of Management and Marketing. 2016. 6(4). P. 772–778.
11. Boldysheva E.P., Popova V.I. Metodologicheskie aspekty issledovanija optimizacii primenenija mikro-udobrenij pod zernovye kul'tury // Jelektronnyj nauchno-metodicheskij zhurnal Omskogo GAU. 2017. № 3 (10). S. 2.