

УДК 631.416.9:631.531]:633.111.1"324"

UDC 631.416.9:631.531]:633.111.1"324"

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

4.1.3. Agrochemistry, agrosil science, plant protection and quarantine (agricultural sciences)

**ВЛИЯНИЕ МЕДИ И КОБАЛЬТА НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ**

**INFLUENCE OF COPPER AND COBALT ON SOWING QUALITY OF SEEDS WINTER WHEAT**

Шалыпин Владимир Владимирович  
аспирант  
РИНЦ SPIN-код: 8559-8874  
shalyapin-v95@yandex.ru  
*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Shalyapin Vladimir Vladimirovich  
postgraduate student  
RSCI SPIN-code: 8559-8874  
shalyapin-v95@yandex.ru  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Онищенко Людмила Михайловна  
доктор с.-х. н., профессор  
РИНЦ SPIN-код: 5640-8133  
dekanatxp@mail.ru  
*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Onishchenko Lyudmila Mikhailovna  
Dr.Sci.Agr., professor  
RSCI SPIN-code: 5640-8133  
dekanatxp@mail.ru  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Репко Наталья Валентиновна  
доктор с.-х. н., доцент  
РИНЦ SPIN-код: 1264-9739  
natalja.repko@yandex.ru  
*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Repko Natalia Valentinovna  
Dr.Sci.Agr., associate professor  
RSCI SPIN-code: 1264-9739  
natalja.repko@yandex.ru  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Изучено действие меди и кобальта на посевные качества семян пшеницы мягкой озимой. Водные растворы CuSO<sub>4</sub> на непротравленных семенах, обработанных в концентрации 0,0001 и 0,00001 % положительно повлияли на энергию прорастания – 86,4 и 87,5 %, лабораторную всхожесть – 95,2 и 96,3 %, скорость и дружность прорастания – 2,4; 2,2 сут. и 5,9; 6,5 шт./сут. Относительно контроля при этих концентрациях увеличивалась средняя высота проростков 3,2 и 3,4 см (26,0 и 27,6 %), а средняя длина корешков 1,4 и 2,7 см (или 15,4 и 29,7 %). На протравленных семенах пшеницы максимально достоверные значения на их посевные качества обнаружены в концентрации 0,00001 % водного раствора меди: энергия прорастания – 54,9 %, лабораторная всхожесть – 95,3 %, скорость прорастания – 3,7 сут. и дружность – 3,4 %. Обработка семян пшеницы мягкой озимой водным раствором CoSO<sub>4</sub>, содержащим 0,01 и 0,001 % кобальта положительно повлияла на энергию прорастания. Предпосевная обработка семян повысила энергию прорастания, по сравнению с контрольным вариантом на 9,7 и 24,3 % соответственно. Анализ лабораторной всхожесть семян озимой пшеницы мягкой с концентрацией водного раствора содержащий 0,01 и 0,001 % кобальта уменьшил показатель всхожести на 1,4 % по сравнению с контролем

The work is devoted to the effect of copper and cobalt on the sowing qualities of soft winter wheat seeds. Aqueous solutions of CuSO<sub>4</sub> on untreated seeds treated at a concentration of 0,0001 and 0,00001 % positively affected germination energy – 86.4 and 87.5 %, laboratory germination – 95.2 and 96.3 %, germination rate and amity – 2.4; 2.2 days and 5.9; 6.5 pcs/day. Relative to the control at these concentrations, the average height of the seedlings was 3.2 and 3.4 cm (26.0 and 27.6 %), and the average length of the roots was 1.4 and 2.7 cm (or 15.4 and 29.7 %). On the treated wheat seeds, the most reliable values for their sowing qualities were found in the concentration of 0,00001 % of an aqueous solution of copper: germination energy – 54.9 %, laboratory germination - 95.3%, germination rate – 3.7 days and amity – 3.4 %. Treatment of wheat seeds with soft winter water solution CoSO<sub>4</sub> containing 0.01 and 0.001 % cobalt positively affected the germination energy. Pre-sowing seed treatment increased the germination energy by 9.7 and 24.3 %, respectively, compared with the control variant. Analysis of laboratory germination of soft winter wheat seeds with concentration of an aqueous solution containing 0.01 and 0.001 % cobalt reduced the germination rate by 1.4 % compared to the control

Ключевые слова: ПШЕНИЦА МЯГКАЯ  
ОЗИМАЯ, МИКРОЭЛЕМЕНТ, СЕМЕНА,  
ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА, МЕДЬ, КОБАЛЬТ

Keywords: WINTER SOFT WHEAT, MICRO-  
ELEMENT, SEEDS, SOWING QUALITY,  
COPPER, COBALT

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-190-018>

Научной основой производства продукции растениеводства являются разработанные агротехнологии, позволяющие получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур. С увеличением урожайности культуры возрастает вынос макро- и микроэлементов. Известно, что без применения азотных, фосфорных и калийных удобрений не возможно получить планируемый урожай. При этом проблемам обеспеченности растений микроэлементами уделяется недостаточное внимание. Кроме этого, использование не научно обоснованных норм высококонцентрированных минеральных удобрений может приводить к снижению подвижности доступных форм микроэлементов в почве [1, 3, 6].

Микроэлементы участвуют в окислительно-восстановительных процессах, синтезе белков и углеводов, обмене веществ, в процессах фотосинтеза и дыхания. Оптимизация минерального питания культуры микроэлементами и предпосевное протравливание повышает сопротивляемость растений к неблагоприятным климатическим условиям, а также некоторым неинфекционным заболеваниям, что повышает урожайность и качество зерна. Одним из экономических выгодных способов применения микроэлементов является предпосевная обработка семян [1, 4, 6, 7]. Поэтому роль микроэлементов в питании растений повышается и исследования по установлению их влияния – актуальны.

Для Краснодарского края, как и в целом для нашей страны, основной сельскохозяйственной и стратегической культурой является озимая пшеница. На Кубани в 2021 году, она возделывалась на площади в 1669 тыс. га., при этом 99,5 % посевных площадей удобрялись азотными,

<http://ej.kubagro.ru/2023/06/pdf/18.pdf>

фосфорными и калийными удобрениями, однако вопрос о применении микроудобрений в регионе остается по-прежнему открытым [2, 3].

*Цель исследований.* Установить действие различных концентраций медных и кобальтовых удобрений на посевные качества семян пшеницы озимой мягкой и при их совместном и раздельном применении с инсектофунгицидным протравителем.

*Методика исследований.* Лабораторный эксперимент выполняли в Центре искусственного климата Кубанского ГАУ. Объект исследования – семена пшеницы мягкой озимой сорта Безостая 100. Определение посевных показателей качества семян – лабораторную всхожесть, энергию, дружность и скорость прорастания осуществляли в соответствии с действующим ГОСТ 12038-84 – «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести». Энергию прорастания определяли по числу проросших семян на третьи сутки, всхожесть на седьмые.

Обработку семян проводили комбинированным инсектофунгицидным протравителем Селест Макс с нормой расхода препарата 1,75 л/т и расходом рабочей жидкости 10,0 л/т семян.

Предпосевная обработка семян проводилась в трех кратной повторности путем их полного погружения в водные растворы соединений  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{CoSO}_4$ , содержащих 0,01 %, 0,001 %, 0,0001 %, 0,00001 %, 0,000001 %, 0,0000001 %  $\text{Cu}$  и  $\text{Co}$  с последующим 7-дневным проращиванием семенного материала в чашках Петри (25 штук в каждой), помещенного в климатическую камеру при постоянной температуре 20,0 °С в темноте. Последующее доращивание растений проводили в увлажненном раствором микроудобрений стерильных рулонах фильтровальной бумаги размером 10×100 см. Семена раскладывали зародышами вниз на расстоянии 2 см от верхнего ее края. Контроль обрабатывали дистиллированной водой. Подсчет всхожих проросших

семян проводили ежедневно при наличии нормально развитого корешка и роста.

*Результаты опыта.* Анализ данных, полученных в ходе исследования показал, что предпосевная обработка как протравленных, так и непротравленных семян пшеницы мягкой озимой водным раствором меди в различных концентрациях оказала разнонаправленное влияние на показатели их качества (рисунок 1-4). Более выраженный положительный эффект наблюдался на непротравленном семенном материале относительно значений, полученных на семенах, обработанных инсектофунгицидным протравителем.

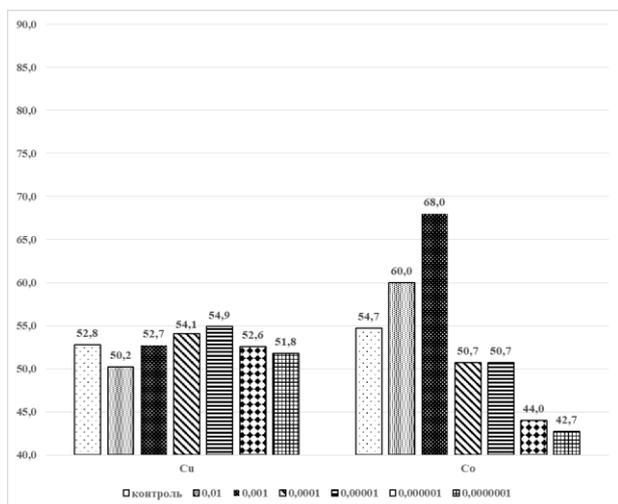


Рисунок 1 – Энергия прорастания протравленных семян, обработанных растворами Cu и Co, %

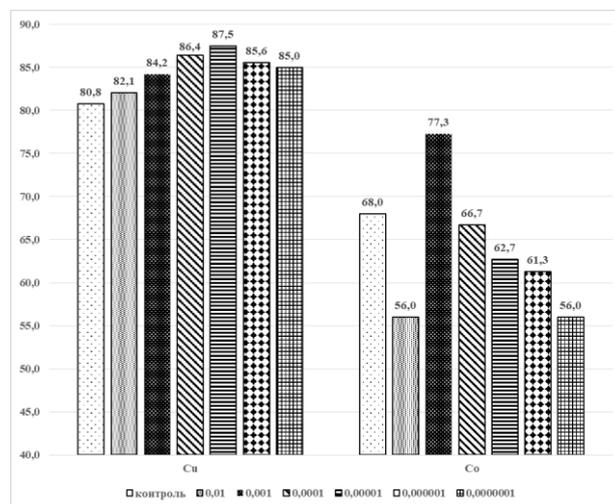


Рисунок 2 – Энергия прорастания непротравленных семян, обработанных растворами Cu и Co, %

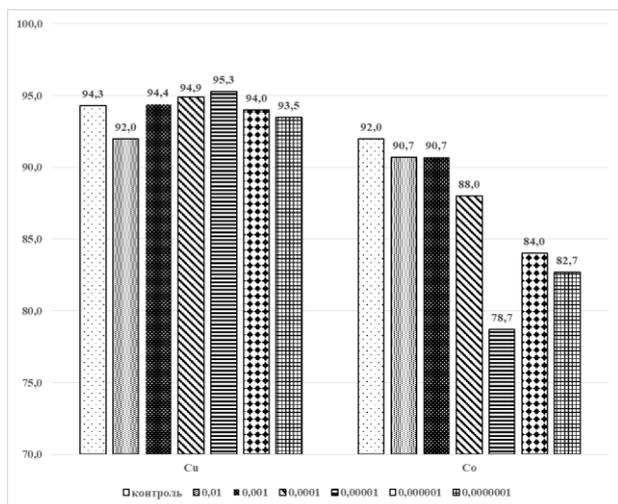


Рисунок 3 – Лабораторная всхожесть протравленных

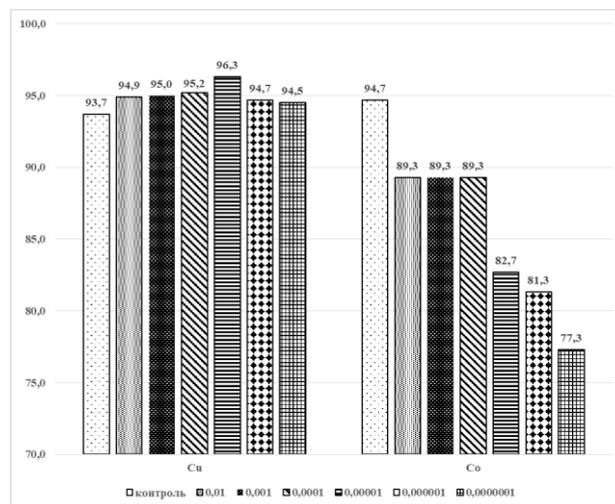


Рисунок 4 – Лабораторная всхожесть

семян, обработанных растворами Cu и Co, %

непротравленных семян, обработанных растворами Cu и Co, %

Без использования меди показатели энергии прорастания, лабораторной всхожести, скорости и дружности прорастания были равны 80,8 %; 93,7 %; 3,0 сут. и 3,6 шт./сут. соответственно. Следует заметить, что определяемые показатели под воздействием водных раствором меди в различных концентрациях неравнозначно повлияли на показатели. Выявлена закономерность поступательного увеличения от высоких к низким концентрациям микроэлемента (0,01-0,001 % и 0,000001-0,0000001 %). Наметилась тенденция повышения энергии прорастания (1,3-3,4 % и 4,8-4,2 %), лабораторной всхожести (1,2-1,3 % и 1,0-0,8 %), скорости прорастания (11,1 и 20,0 %) и дружности прорастания (36,1-41,7 % и 50,0-30,6 %). Достоверное увлечение показателей посевных качеств семян определено при их предпосевной обработки водным раствором меди в диапазоне концентраций 0,0001 и 0,00001 %. При этом наблюдалась наибольшая энергия прорастания – 86,4 и 87,5 %, лабораторная всхожесть – 95,2 и 96,3 %, скорость и дружность прорастания – 2,4; 2,2 сут. и 5,9; 6,5 шт./сут. соответственно. Такие значения показателей могут быть одним из решающих факторов, оказывающих повышенную устойчивость растений к неблагоприятным условиям выращивания пшеницы мягкой озимой.

Дальнейшее проращивания семян в рулонах фильтровальной бумаги показало, что у непротравленных семян проявляется такая же тенденция – повышение средней высоты проростков и средней длины корешков (рисунок 5-8). При оценке дальнейшего влияния меди необходимо отметить ее максимальное положительное действие в концентрации 0,0001 и 0,00001 %. Относительно контроля при этих концентрациях увеличивалась средняя высота проростков – 3,2 и 3,4 см (или 26,0 и 27,6 %), а средняя длина корешков – 1,4 и 2,7 см (или 15,4 и 29,7 %).

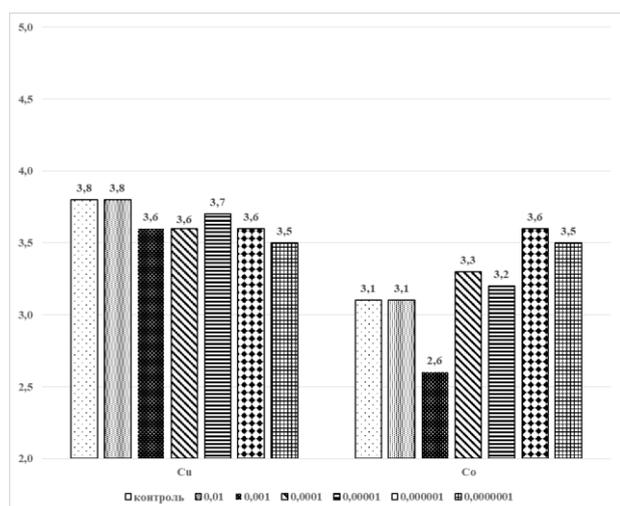


Рисунок 5 – Скорость прорастания протравленных семян, обработанных растворами Cu и Co, сут.

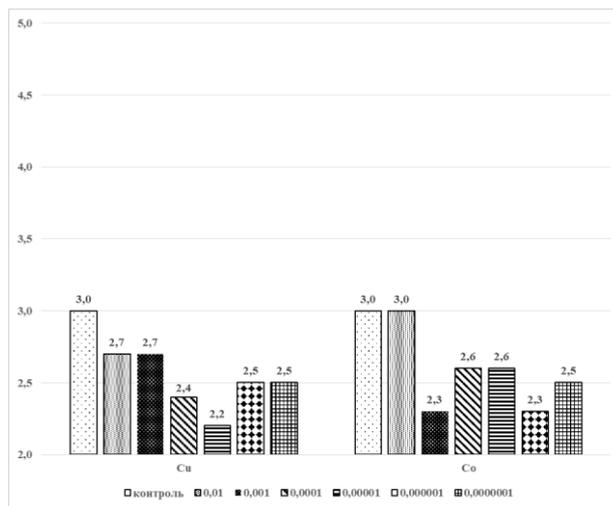


Рисунок 6 – Скорость прорастания непротравленных семян, обработанных растворами Cu и Co, сут.

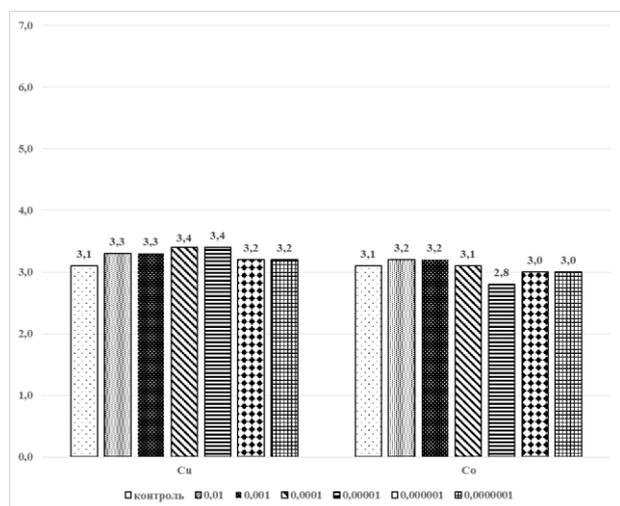


Рисунок 7 – Дружность прорастания протравленных семян, обработанных растворами Cu и Co, шт./сут.

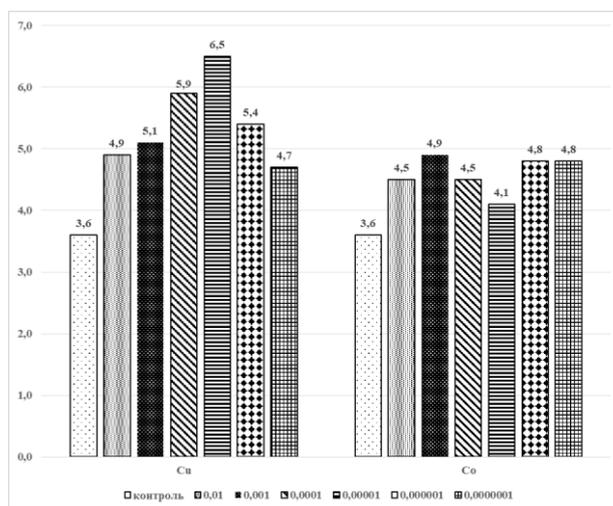


Рисунок 8 – Дружность прорастания непротравленных семян, обработанных растворами Cu и Co, шт./сут.

Влияние водных растворов меди в различных концентрациях на протравленных семенах несколько отличается. Здесь от действия высоких концентраций наблюдаем некоторую тенденцию снижения энергии прорастания и лабораторной всхожести семян. Выявлено отрицательное влияние 0,01 % водного раствора меди на энергию прорастания (- 5 %) и лабораторную всхожесть (- 2,5 %). При этом показатели скорости и дружности прорастания были на уровне контроля – 3,8 сут. и 3,1 шт./сут. Протравленные семена пшеницы мягкой озимой положительно отзывались

на предпосевную обработку водным раствором меди в концентрации 0,0001 и 0,00001 %. Максимально достоверные значения посевных качеств семян пшеницы обнаружены в концентрации 0,00001 % водным раствором меди: энергия прорастания – 54,9 %, лабораторная всхожесть – 95,3 %, скорость прорастания – 3,7 сут. и дружность – 3,4 %.

Проращивание протравленных семян, обработанных медью, показало, что сохранилась та же направленность, что и при предпосевной обработке семян – ингибирующее влияние на наибольших концентрации меди на среднюю длину корешков 9,0-9,3 см (контроль – 10,0 см). Средняя высота проростков пшеницы мягкой озимой была равна 11,9 см. Предпосевная обработка семян медью в высокой концентрации (0,01 и 0,001 %) несколько снижала показатель до 11,0 и 11,6 см. При это максимальный эффект при проращивании семян наблюдается на вариантах с концентрацией меди (0,0001 и 0,00001 %). Здесь отмечено увеличение средней высоты проростков более чем на 3,0 и 3,4 см (или 26,0 и 28,6 %) соответственно.

Результаты проведенного исследования показали, что обработка семян пшеницы мягкой озимой водным раствором  $\text{CoSO}_4$  содержащим 0,01 и 0,001 % кобальта положительно повлияла на энергию прорастания. Предпосевная обработка семян повысила энергию прорастания по сравнению с контрольным вариантом на 9,7 и 24,3 % соответственно. Однако дальнейшее уменьшение концентрации кобальта в растворе приводит к снижению энергии прорастания.

Обработка водным раствором кобальта во всех концентрациях снижает лабораторную всхожесть семян пшеницы мягкой озимой. Концентрация (0,01 % и 0,001 %) водного раствора кобальта, способствует незначительному уменьшению показателя всхожести на 1,4 % по сравнению с контролем. Кроме этого нами наблюдается снижение этого показателя по мере разбавления водного раствора сульфата кобальта (II).

На обработанных семенах пшеницы мягкой озимой протравителем, но без применения кобальта энергия прорастания на контрольном варианте составила 68,0 %. Лабораторная всхожесть вышеуказанных семян 94,7 %. Обработка семян водным раствором кобальта в концентрации 0,001 % повысила энергию прорастания на 13,7 %, на этом варианте отмечено снижение лабораторной всхожести на 5,7 % по сравнению с контрольным вариантом. Видимо, снижение лабораторной всхожести связано с наличием кобальта, который может подавлять митоз, повреждать хромосомы и эндоплазматические ретикулумы [6].

Скорость и дружность прорастания семян пшеницы мягкой озимой на контрольном варианте без протравителя составила 3,1 сут. и 4,1 шт./сут. соответственно. На варианте с концентрацией 0,001 % отмечено снижение скорости прорастания одного семени на 16,1 % по сравнению с контрольным вариантом.

На контрольном варианте с протравителем скорость прорастания составила 3,0 сут., а дружность – 3,6 шт./сут. Обработка 0,001 % водным раствором семян пшеницы мягкой озимой положительно повлияла на дружность и скорость прорастания, и она составила 2,3 сут. и 4,9 шт./сут.

Сравнивая действия различных концентраций микроэлементов, содержащих от 0,01 % до 0,0000001 % Cu и Co, на высоту проростков и среднюю длину корешков семян пшеницы озимой мягкой следует отметить разнонаправленность влияния вышеуказанных элементов (рисунок 9-12).

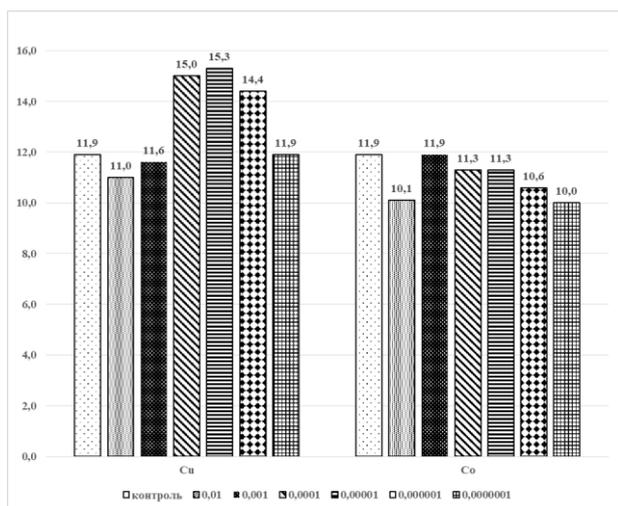


Рисунок 9 – Средняя высота проростков протравленных семян, обработанных растворами Cu и Co, см

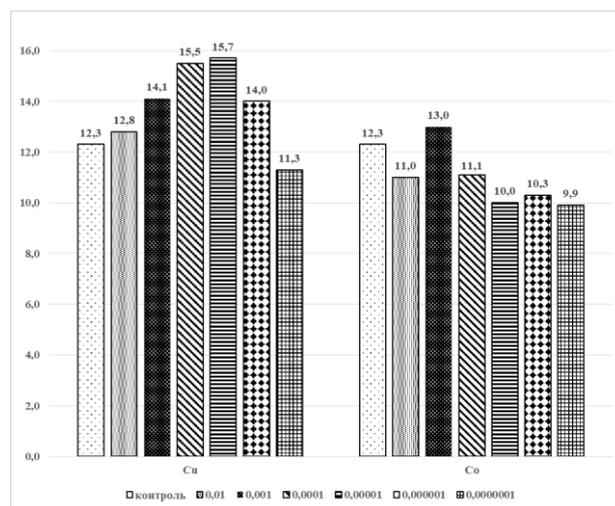


Рисунок 10 – Средняя высота проростков непротравленных семян, обработанных растворами Cu и Co, см

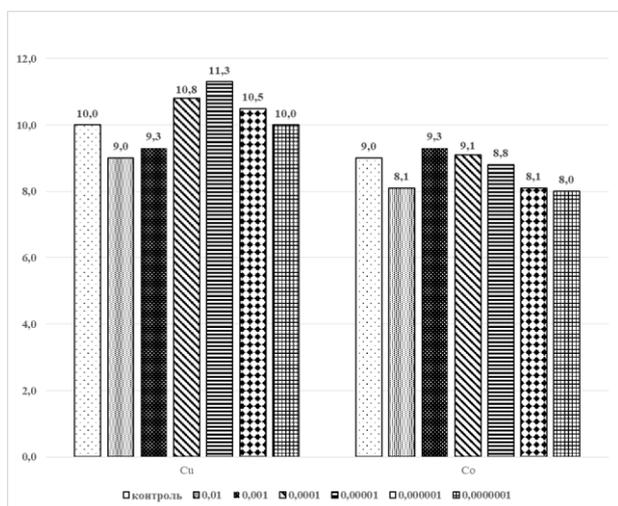


Рисунок 11 – Средняя длина корешков протравленных семян, обработанных растворами Cu и Co, см

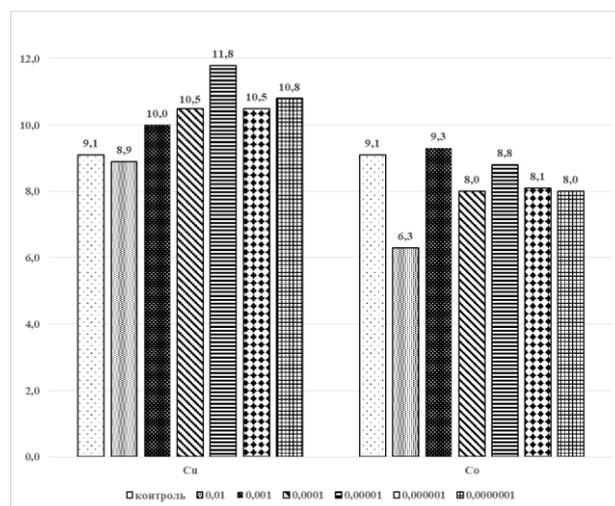


Рисунок 12 – Средняя длина корешков непротравленных семян, обработанных растворами Cu и Co, см

Кобальт, содержащейся в водных растворах на семенах с протравителем уменьшал среднюю высоту проростков и длину корешков. Так, на вариантах с наибольшей (0,01 %) и наименьшей (0,0000001 %) отмечено снижение высоты проростков на 1,8 и 1,9 см соответственно. Средняя длина корешком на этих вариантах несколько меньше контрольного варианта на 0,9 и 1,0 см. При этом, отмечено незначительное увеличение средней длины корешков на вариантах с концентрацией 0,001 % и 0,0001 %.

*Заключение.* Различные концентрации водных растворов меди неоднозначно оказывают влияние на посевные качества семян пшеницы мягкой озимой. На непротравленных семенах мы наблюдаем постепенное улучшение показателей от высокой концентрации 0,01 и 0,001 % и далее снижение к концентрации 0,0001 и 0,00001 % при этом увеличивается средняя высота проростков и средняя длина корешков. На протравленных семенах высокие концентрации меди оказывают ингибирующее действие. Наилучшее влияние на посевные качества семян оказывают концентрации меди – 0,0001 и 0,00001 %. Предпосевная обработка семян водными растворами меди в этих концентрациях положительно влияет на начальные этапы роста проростков и корешков, что в дальнейшем может послужить наиболее эффективным способом управления продукционным процессом.

Предпосевная обработка семян пшеницы мягкой озимой кобальтом без использования протравителя повлияла на ростовые процессы аналогично, как и на семенах с применением протравителя. В проведенном эксперименте нами зафиксировано наибольшее угнетающее действие на высоту проростка водного раствора кобальта с концентрацией 0,0000001 % (снижение составило на 2,4 см), а на длину корешка концентрация 0,01 %, снижение длины корешка до 6,3 см.

#### Литература

1. Коблянский А. С. Изменчивость посевных качеств семян озимого ячменя в зависимости от элементов технологии его возделывания / А. С. Коблянский, Н. В. Репко. – Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 76. – С. 109-115.
2. Онищенко Л. М. Действие марганцевого и молибденового удобрений на посевные качества семян озимой пшеницы / Л. М. Онищенко, Л. В. Карикова, Д. С. Кариков. – Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 170. – С. 80-92.
3. О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2021 году: Доклад / Краснодар. – 2021 – 424 с.
4. Шабанова И. В. Баланс микроэлементов в пахотном слое чернозема выщелоченного Кубани при использовании минеральных удобрений / И. В. Шабанова. – В сб.: Наука, технологии, общество – НТО-II-2022. – сб.: научных статей по материалам II Всероссийской научной конференции. – Красноярск. – 2022. – С. 67-71.

5. Шеуджен А. Х. Агрохимия чернозема. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ». – 2015. – 232 с.
6. Шеуджен А. Х. Биогеохимия. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея». – 2003. – 1028 с.
7. 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.
8. Шеуджен А. Х. Посевные качества семян риса при их обогащении цинком / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, И. А. Дорошев и др. – В сб: Энтузиасты аграрной науки. Сб. статей по материалам Международной конференции. Отв. за выпуск А. Х. Шеуджен. – 2018. – С. 106-118.

### References

1. Kobljanskij A. S. Izmenchivost' posevnyh kachestv semjan ozimogo jachmenja v zavisimosti ot jelementov tehnologii ego vozdeľvanija / A. S. Kobljanskij, N. V. Repko. – Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 76. – S. 109-115.
2. Onishhenko L. M. Dejstvie margancevogo i molibdenovogo udobrenij na posevnye kachestva semjan ozimoj pshenicy / L. M. Onishhenko, L. V. Karikova, D. S. Karikov. – Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – № 170. – S. 80-92.
3. O sostojanii prirodopol'zovanija i ob ohrane okruzhajushhej sredy Krasnodarskogo kraja v 2021 godu: Doklad / Krasnodar. – 2021 – 424 s.
4. Shabanova I. V. Balans mikrojelementov v pahotnom sloe chernozema vyshhelochennogo Kubani pri ispol'zovanii mineral'nyh udobrenij / I. V. Shabanova. – V sb.: Nauka, tehnologii, obshhestvo – NTO-II-2022. – sb.: nauchnyh statej po materialam II Vserossijskoj nauchnoj konferencii. – Krasnojarsk. – 2022. – S. 67-71.
5. Sheudzhen A. H. Agrohimiya chernozema. – Majkop: ОАО «Poligraf-JuG». – 2015. – 232 s.
6. Sheudzhen A. H. Biogeohimiya. – Majkop: GURIPP «Adygeja». – 2003. – 1028 s.
7. 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.
8. Sheudzhen A. H. Posevnye kachestva semjan risa pri ih obogashhenii cinkom / A. H. Sheudzhen, T. N. Bondareva, I. A. Doroshev i dr. – V sb: Jentuziasty agrarnoj nauki. Sb. statej po materialam Mezhdunarodnoj konferencii. Otв. za vypusk A. H. Sheudzhen. – 2018. – S. 106-118.