

УДК 631.81.095.337

И.А. Удодов¹, С.А. Приходько², В.О. Громенко¹, С.В. Журавлёв¹,
Д.В. Сыщиков², И.В. Агурова²

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН КУКУРУЗЫ ЖИДКИМИ КОМПЛЕКСНЫМИ ХЕЛАТНЫМИ МИКРОУДОБРЕНИЯМИ

¹Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт «Реактивэлектрон»

²Государственное учреждение «Донецкий ботанический сад»

Исследовано влияние новых составов жидких комплексных хелатных микроудобрений, разработанных ГУ «НИИ «Реактивэлектрон», одним из компонентов которых являются отходы промышленных предприятий, на всхожесть семян кукурузы и основные морфологические показатели проростков. Наиболее эффективным для предпосевной обработки является применение 2-часового замачивания семян. Рекомендовано использование составов жидких комплексных микроудобрений для предпосевной обработки семян кукурузы.

Ключевые слова: хелатные микроудобрения, всхожесть, энергия прорастания, кукуруза, проростки

Введение

По данным Министерства агропромышленной политики и продовольствия Донецкой Народной Республики, в 2019 году по объему производства зерна среди зерновых и зернобобовых культур кукуруза занимала второе место. Так, по итогам 2019 г. в агрофирмах ДНР было собрано зерна пшеницы 249,1 тыс. т, кукурузы – 73,2 тыс. т, ячменя – 66,2 тыс. т, других зерновых и зернобобовых культур – 8,6 тыс. т [7]. В связи с этим актуальной задачей является повышение урожайности кукурузы как одной из наиболее важных технических и кормовых культур.

Одним из эффективных и малозатратных способов повышения урожайности сельскохозяйственных культур, который широко применяется в мировой практике растениеводства, является использование микроудобрений. Следует отметить, что ранее нами производилась разработка жидких комплексных хелатных микроудобрений (далее – ЖКМУ) для кукурузы с учетом почвенно-климатических особенностей Донбасса. Применение ЖКМУ по данным, полученным нами в лабораторных и микрополевых экспериментах, способствует увеличению всхожести на 9,35 % и массы семян кукурузы на 11,45 % [2, 6].

В проводимых ранее исследованиях в качестве сырьевых компонентов для синтеза ЖКМУ для кукурузы были использованы вещества реактивной квалификации [2–4, 6]. В связи с тем, что в ДНР отсутствует производство химических реактивов, актуальной в настоящее время представляется также разработка новых эффективных составов ЖКМУ для предпосевной обработки семян кукурузы, которые могут быть получены из техногенных отходов промышленных предприятий.

Цель и задачи исследований

Основной целью проводимых исследований было выявление оптимального времени предпосевной обработки ЖКМУ семян кукурузы. Для реализации поставленной цели предусматривалось решение следующих задач: изучение влияния микроудобрений на морфологические параметры проростков кукурузы, а также на основные показатели качества семян; оценка эффективности различных составов ЖКМУ; выявление оптимального времени замачивания для предпосевной обработки семян кукурузы.

Объекты и методики исследований

Объектами исследований были проростки кукурузы *Zea mays* L. При изучении влияния микроудобрений использовались ЖКМУ на основе комплексонатов цинка, марганца с этилендиаминтетрауксусной кислотой и растворимых молибдатов.

Лабораторные вегетационные опыты проводили в соответствии с общепринятыми методиками [4]. Определение эффективности ЖКМУ проводили на водных культурах при комнатных температурах +15–20 °С. Контрольные образцы семян замачивали в водопроводной воде, тогда как опытные образцы семян – в растворе хелатных микроудобрений состава I (N – 30±2 г/л; P – 10±2 г/л; K – 19±2 г/л; Zn – 15±1 г/л; Mo – 4,0±1 г/л) и состава II, отличающегося от предыдущего наличием соединений марганца (N – 30±2 г/л; P – 10±2 г/л; K – 19±2 г/л; Zn – 15±1 г/л; Mn – 10±1 г/л; Mo – 4,0±1 г/л).

Замачивание контрольных и опытных образцов семян проводили с различной вариацией времени 2, 4 и 6 часов. Семена опытных образцов замачивали в рабочем растворе, который был приготовлен путем разбавления ЖКМУ водопроводной водой в соотношении 1:200. Далее семена переносили в чашки Петри с фильтровальной бумагой, где они проращивались при естественном уровне освещенности и температуре +15–20 °С. В одну чашку Петри закладывали по 10 семян кукурузы. Исследования проводились в 3-х кратной биологической повторности.

Корневой индекс (далее – КИ) рассчитывали согласно методу D. Wilkins [8], по формуле:

$$КИ = L_{me}/L_c,$$

где L_{me} – прирост корней на растворе с хелатами микроэлементов (мм), L_c – прирост на контрольном растворе (мм).

Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась по общепринятым методам параметрической статистики на 95 % уровне значимости [5].

Результаты исследований и их обсуждение

При разработке химического состава комплексных хелатных микроудобрений учитывались такие факторы, как число необходимых микроэлементов для питания кукурузы, содержание подвижных форм биогенных микроэлементов, а также pH почвенного раствора [1, 3, 4].

В отличие от разработанных ранее микроудобрений [2, 6], в состав новых ЖКМУ входят только наиболее значимые при выращивании кукурузы в почвенно-климатических условиях Донбасса микроэлементы, а именно Zn, Mn и Mo. Другим существенным отличием настоящей работы является использование в качестве сырьевых компонентов для синтеза ЖКМУ отходов промышленных предприятий – цинковой изгари и отработанных алюмомолибденкобальтовых катализаторов.

В серии предварительных опытов показано, что при разбавлении хелатных микроудобрений в соотношении 1:100 как при использовании состава I, так и при использовании состава II в пределах погрешности существенный положительный эффект не наблюдается, что, возможно, связано с влиянием сульфат-иона и катионов натрия [2, 6]. В связи с этим в данной работе использовались составы I и II в соотношении 1:200.

При изучении влияния времени замачивания на энергию прорастания и всхожесть семян кукурузы показан неоднозначный эффект (как стимулирующий, так и индифферентный, а в некоторых случаях – угнетающий) (рис. 1).

Наибольшее стимулирующее действие на показатели энергии прорастания и всхожести семян кукурузы оказало 2-часовое замачивание с ЖКМУ

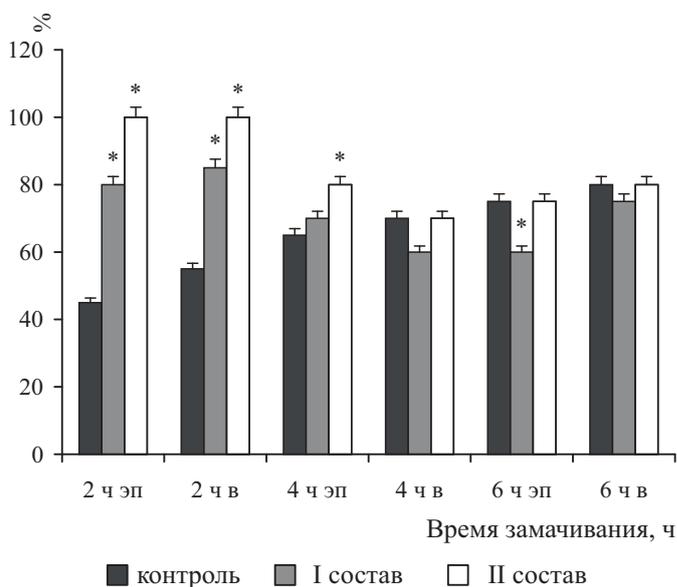


Рис. 1. Влияние времени замачивания на всхожесть и энергию прорастания семян кукурузы в лабораторных условиях, * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$, эп – энергия прорастания, в – всхожесть

Fig. 1. The effect of soaking time on germination and germination energy of corn seeds in laboratory conditions, * – differences are statistically reliable at $p < 0.05$, эп – germination energy, в – germination

(составы I и II). Для состава II зафиксировано повышение как всхожести, так и энергии прорастания до 100 %, существенное достоверное повышение посевных качеств семян показаны и для состава I. В последнем случае энергия прорастания увеличивается с 45 % до 80 %, а всхожесть – с 55 % до 85 %. Все это свидетельствует о позитивном влиянии ЖКМУ, что позволяет использовать 2-часовое замачивание семян в качестве перспективного способа для стимуляции и повышения скорости их прорастания.

Увеличение времени замачивания семян до 4-х часов не оказывает такого существенного положительного эффекта на всхожесть и энергию прорастания семян, а в некоторых случаях фиксировалось даже понижение показателей. Наибольший положительный эффект в случае с 4-часовым замачиванием показан при влиянии состава II на энергию прорастания семян кукурузы (энергия прорастания возростала с 65 % до 80 %).

В остальных вариантах показатели всхожести и энергии прорастания достоверно не отличались от контроля. По результатам предварительных исследований можно сделать вывод об отсутствии необходимости использования 4-часового замачивания семян, поскольку оно не оказывает существенного влияния на качественные посевные показатели семян кукурузы.

При увеличении длительности замачивания до 6-ти часов зафиксирована схожая тенденция: показатели всхожести и энергии прорастания достоверно не отличались от контрольных вариантов, а в некоторых случаях даже были снижены по сравнению с замачиванием семян в водопроводной воде. Таким образом, по результатам проведенных исследований можно утверждать, что наиболее оптимальным вариантом для увеличения всхожести и энергии прорастания семян кукурузы является 2-часовое замачивание семян в растворах составов I и II.

На рисунке 2 визуально отмечается разница между контрольным и опытным вариантами.

При анализе влияния ЖКМУ с предварительным 2-часовым замачиванием семян был отмечен неоднозначный эффект на некоторые биометрические показатели проростков по сравнению с контролем (как в случае состава I, так и состава II) (рис. 3).

На длину корня проростков при 2-часовом замачивании не было оказано существенного влия-

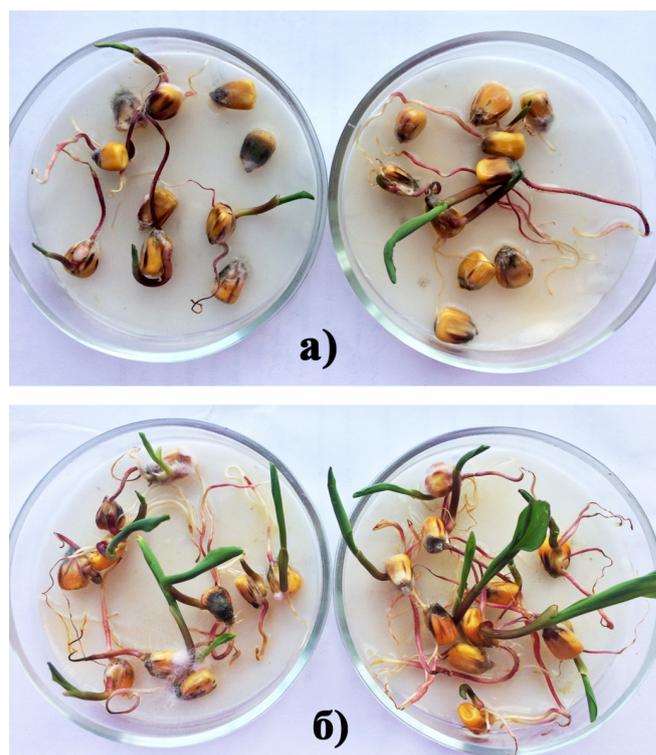


Рис. 2. Проращивание семян кукурузы в лабораторных условиях, а – контроль, б – рабочий раствор состава II
Fig. 2. The process of germination of corn seeds in laboratory conditions, a – control, b – the working solution of the composition II

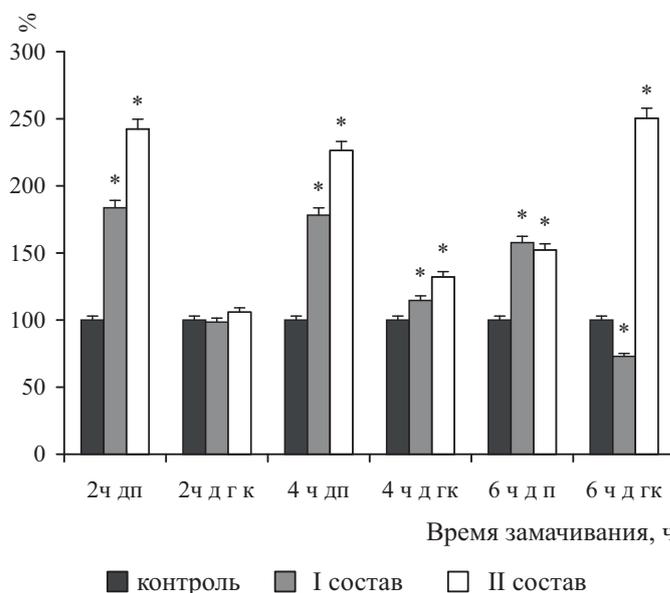


Рис. 3. Влияние времени замачивания на длину главного корня и длину проростков кукурузы, * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$, дп – длина проростка, дгк – длина главного корня

Fig. 3. The effect of soaking time on the length of main root and corn seedlings, * – differences are statistically reliable at $p < 0.05$, дп – the length of seedlings, дгк – the length of main root

ния (не зафиксировано достоверных различий). Исследование значений длины проростков показало их увеличение по сравнению с контролем в 1,8 и 2,4 раза при использовании составов I и II соответственно. Замачивание в растворах с ЖКМУ обоих составов не привело к статистически достоверным изменениям значений показателя КИ.

При 4-часовом замачивании семян отмечено существенное влияние ЖКМУ (как и в случае с 2-часовым замачиванием) на значения длины проростков кукурузы. При использовании состава I длина проростков возрастала в 1,8 раза, а состава II – в 2,3 раза. При изучении влияния 4-часового замачивания на параметры корневой системы зафиксированы достоверные различия по отношению к контролю. Так, длина главного корня при использовании состава I увеличивается в 1,14 раза, а при применении состава II – в 1,32 раза. Несущественные различия (возрастание КИ) до 1,15 и 1,32 были зафиксированы при использовании составов I и II соответственно.

При 6-часовом замачивании семян также зафиксировано возрастание значений длины проростка, однако достоверные различия в значениях этих показателей не были такими существенными, как при 2-х и даже 4-часовом замачивании семян. Так, длина проростка при использовании состава I возрастала почти в 1,6 раза, а состава II – в 1,5 раза. Применение замачивания в растворе состава I оказывало угнетающий эффект на длину главного корня, однако использование состава II привело к возрастанию значений в 2,5 раза по сравнению с контролем. Наибольший позитивный эффект 6-часовое замачивание семян оказало на значения КИ (в случае применения состава II), приводя к увеличению значений данного показателя в 2,5 раза.

Выводы

В результате проведенных исследований показано, что применение новых разработанных нами составов ЖКМУ для предпосевной обработки кукурузы оказывает неоднозначное влияние на всхожесть, энергию прорастания, длину проростка и главного корня, а также показатель корневого индекса проростков. Отмечено, что наиболее эффективным для предпосевной обработки семян кукурузы является применение 2-часового замачивания семян с ЖКМУ как I, так и II составов. Такая длительность замачивания ока-

зывает положительное влияние на энергию прорастания и всхожесть семян кукурузы – повышение до 100 % (в случае применения состава II) и до 85 % (при использовании состава I). Длина проростков увеличивалась по сравнению с контролем в 1,8 и 2,4 раза при использовании составов I и II соответственно. Наряду с этим, различная эффективность проявления положительного влияния применяемых составов ЖКМУ на изучаемые морфометрические параметры проростков и показатели качества семян не позволяет рекомендовать ни один из составов в качестве превалярующего для предпосевной обработки семян кукурузы.

В целом отмечено стимулирующее влияние ЖКМУ на биометрические показатели проростков кукурузы, а наиболее оптимальным является проведение предпосевной обработки (замачивание семян) в течение 2-х часов. Полученные экспериментальные данные дают основание рекомендовать оба разработанных состава ЖКМУ производства ГУ «НИИ «Реактивэлектрон» для предпосевной обработки семян кукурузы.

1. *Анспек П.И.* Микроудобрения. Л.: Агропромиздат. Ленингр. отделение, 1990. 272 с.
2. *Беликова А.А., Удодов И.А.* О перспективности применения комплексных микроудобрений при выращивании кукурузы в почвенно-климатических условиях Донбасса // Молодежная наука: вызовы и перспективы. Матер. II Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (8 апреля 2019 г.). Т. II. Макеевка: ГОУ ВПО Донбасская аграрная академия, 2019. С. 8–14.
3. *Катальмов М.В.* Микроэлементы и микроудобрения. Л.: Химия, 1965. 331 с.
4. *Минеев В.Г.* Агрохимия. М.: Изд-во МГУ; КолосС, 2004. 720 с.
5. *Приседський Ю.Г.* Статистична обробка результатів біологічних експериментів: навчальний посібник. Донецьк: Касіопія, 1999. 210 с.
6. *Сыщиков Д.В., Приходько С.А., Удодов И.А., Сыщикова О.В.* Влияние комплексных хелатов микроэлементов на ростовые показатели растений на начальном этапе онтогенеза // Промышленная ботаника. 2017. Вып. 17. С. 37–43.

7. Совет ДНР, 2019 [Электронный ресурс]. URL: <https://dnrsovet.su/artiom-kramarenko-rasskazal-ob-itogah-raboty-ministerstva-agropromyshlennoj-politiki-i-prodovolstviya-za-2019-god/> (дата обращения 12.10.2020)
8. Wilkins D.A. The measurement of tolerance to edaphic factors by means of root growth // *New Phytologist*. 1978. 80 (3). P. 623–633.

Поступила в редакцию: 07.12.2021

UDC 631.81.095.337

THE OPTIMIZATION OF PRE-SOWING TREATMENT OF CORN SEEDS WITH LIQUID CHELATED MICRONUTRIENT FERTILIZERS

I.A. Udodov¹, S.A. Prykhodko², V.O. Gromenko¹, S.V. Zhuravlev¹, D.V. Syschikov², I.V. Agurova²

¹*State Institution «Scientific Research Institute «Reactivelectron»*

²*Public Institution «Donetsk Botanical Garden»*

We investigated the influence of new compositions of liquid complex chelate microfertilizers developed by the State Institution «Scientific Research Institute «Reactivelectron», one of the components of which is waste of the industrial enterprises, on the germination of maize seeds and the main morphological indicators of seedlings. The most effective for pre-sowing treatment is the use of 2-hour soaking of seeds. It is recommended to use complexes of liquid complex chelate micro fertilizers for pre-sowing treatment of maize seeds.

Key words: chelated microfertilizers, germination, germination energy, maize, seedlings