ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ИНТЕНСИФИКАЦИЮ СТАРТОВЫХ РЕАКЦИЙ СЕМЯН САХАРНОЙ КУКУРУЗЫ

Иванова Р., Боровская А., Михайлов М., Мащенко Н.

*Институт генетики, физиологии и защиты растений, Кишинев, Республика Молдова
e-mail: ivanova_raisa@yahoo.com*

Abstract: The aim of the study was to determine the effect of seeds encrustation of sweet corn with a complex based on sodium salt of carboxymethylcellulose (CMC) containing

biologically active substances isolated from *Linaria genistifolia* L. (SG) on laboratory and field germination rates.

Treatment of sweet corn seeds with SG solution and encrustation with a complex mixture (CMC 1.0% + SG 0.01%) enhanced the starting reactions of germination processes, to increase the germination energy and roots growth in laboratory tests, as well as to improve resistance to adverse climatic conditions in the field.

Key words: *Linaria genistifolia*, carboxymethylcellulose, sweet corn, encrustation, germination.

Введение

Разработка технологии получения семян с высокими посевными качествами такой важной культуры как сахарная кукуруза имеет большое значение для хозяйств Республики Молдова. Сахарная кукуруза является одной из биологически ценных овощных культур с высокими потребительскими качествами. Однако специалисты отмечают тенденцию к сокращению площадей посевов под сахарной кукурузой, а также снижение ее урожайности. По оценке Ассоциации производителей плодоовощных консервов «Speranta-Con» посевы сахарной кукурузы в Республике Молдова составляли в 2018 году 2,5 тыс. га, а в 2019 г - не более 2,3 тыс. га с урожайностью в пределах 2-3 т/га (при норме на уровне 4-5 т/га). В этой связи, основной задачей является выведение высокоурожайных выровненных гибридов с хорошим качеством, для создания которых необходимы родительские формы способные противостоять стрессам, эффективно использующие влагу, с высокой толерантностью к засухе, полеганию, хорошей всхожестью и продуктивностью (Кравцов и Федоткин, 2001; Капустин, 2009). Одним из приемов повышения устойчивости сахарной кукурузы к неблагоприятным условиям выращивания является предпосевная обработка (инкрустирование) семян пленкообразующими составами на основе биоразлагаемых полимеров и регуляторов роста (Struminska et al., 2014; Suo et al, 2017). Такая обработка позволяет прочно закрепить защитно-стимулирующие вещества на поверхности семян с помощью прилипателя и нацелена на локализацию вокруг семени не только защитных, но и ростактивирующих веществ. Ранее нами было показано (Боровская и др., 2018; Иванова и др., 2020), что инкрустирование семян оказывает положительное влияние на рост и развитие растений кукурузы зубовидного типа как в лабораторных условиях (повышение энергии прорастания, общей всхожести, увеличении показателей длины корешков и проростков), так и в полевых условиях (улучшение развития корневой системы, увеличение зеленой массы надземной части растений и массы 1000 зерен).

Целью данного исследования было выявление эффекта инкрустирования семян, линии сахарной кукурузы, комплексом на основе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) с содержанием биологически активных веществ иридоидной природы, выделенных из *Linaria genistifolia* L., генистифолиозидов на показатели лабораторной и полевой всхожести.

Материалы и методы

В опытах использовали семена сахарной кукурузы линии suMK01, которая является влаго-, тепло- и светолюбивой, чувствительной к субоптимальным температурам и засухе. Биологически активные соединения из *Linaria genistifolia* L., сумма генистифолиозидов (СГ) в виде сухого экстракта, были получены путем исчерпывающей экстракции надземной части растений водным этанолом на кипящей водяной бане с последующей очисткой полученных экстрактов адсорбционно-

распределительной хроматографией на колонках с сорбентом (Mascenco et al., 2015). Для получения инкрустирующего комплекса использовали водный раствор КМЦ в концентрации 1,0%. В лабораторных условиях показатели всхожести интактных, обработанных растворами СГ различной концентрации и инкрустированных семян сахарной кукурузы изучали согласно общепринятой методике (International Rules for Seed Testing, 2019), повторность каждого варианта 4х-кратная. Среднюю длину измеренных проростков рассчитывали согласно методике (Алексейчук и Ламан, 2005) по следующей формуле:

$$L = (n \cdot 1\text{см} + n \cdot 2\text{см} + \dots + n \cdot 15\text{см}) / N$$
, где L - средняя длина проростков в см; n - количество проростков между центральной линией и очередной параллельной линией; 1,2....15см - расстояние от центральной линии до очередной параллельной; N - общее количество семян, разложенных на проращивание.

Для полевого опыта семена инкрустировали комплексом КМЦ-СГ в концентрациях, выделившихся по стимулирующему эффекту при лабораторном изучении. Опыт был заложен на территории ИГФЗР в середине мая 2020 года в 3-х повторностях.

Результаты и их обсуждение

Выявлено, что семена сахарной кукурузы линии suMK01 имели средние показатели лабораторной всхожести, энергия прорастания не более 68,1% и общая всхожесть не более 81,2%. При лабораторном тестировании установили, что стимулирующий эффект стартовых реакций семян линии сахарной кукурузы от действия растворов суммы генистифолиозидов различной концентрации проявился во всех вариантах опыта. Наилучшими показателями выделился вариант с применением 0,01%-ного раствора СГ. В данном случае энергия прорастания семян кукурузы увеличилась в среднем на 21,7%, а общая всхожесть семян превысила контроль на 10,3% (табл. 1). Применение водного раствора биологически активных соединений из *Linaria genistifolia* в концентрации 0,01% способствовала также и значительному увеличению длины зародышевых корешков сахарной кукурузы. Рост корешков в данном варианте превзошел почти в 2 раза водный контроль. Необходимо отметить, что обработка семян 1,0% раствором КМЦ способствовала снижению показателей лабораторной всхожести на 11,0 и 15,7%, соответственно энергии прорастания и общей всхожести. Это, вероятно, можно объяснить задержкой в росте по времени, необходимого для высвобождения семени из КМЦ оболочки, так как окончательные учеты проводили строго на 7 день наблюдения. При этом в проросших семенах длина корешка в среднем не уступала контрольному варианту (табл.1).

Исходя из полученных результатов, для комплексной инкрустации семян был выбран состав, содержащий КМЦ в концентрации 1,0% и 0,01%-ный раствор СГ. Использование для обработки семян сахарной кукурузы инкрустирующей смеси такого состава способствовало компенсированию отрицательного воздействия чистого биополимера на процессы прорастания семян. Энергия прорастания и общая всхожесть инкрустированных семян сахарной кукурузы была на уровне или немного выше контроля, а показатель длины корешков превышал контроль на 34,4% (табл. 1).

Для полевых исследований семена сахарной кукурузы линии suMK01 перед посевом были обработаны: а) раствором СГ в концентрации 0,01%; б) инкрустирующим комплексом КМЦ 1,0%-СГ 0,01%.

Таблица 1. Влияние обработки семян сахарной кукурузы на показатели всхожести

Вариант	Энергия прорастания, %	Общая всхожесть, %	Длина зародышевого корешка, см
Контроль	61,0±7,1	77,0±4,2	3,76±1,79
СГ, 0,01%	82,7±3,0	86,7±7,6	6,47±2,61
СГ, 0,1%	64,7±4,2	88,7±3,1	4,90±2,07
КМЦ, 1,0%	50,0±3,1	61,3 ±8,9	3,72±1,51
СГ, 0,01% +КМЦ, 1,0%	66,7±3,1	71,3±5,1	4,60±1,96

Известно (Сотченко и Горбачева, 2001), что один из наиболее критических в онтогенезе сахарной кукурузы периодов является фаза прорастания и всходов. Полевые всходы в значительной степени метеозависимы, поэтому результаты наших полевых исследований необходимо увязывать с погодными условиями периода высева и прорастания семян кукурузы. Итак, в среднем всходы сахарной кукурузы в полевых условиях при оптимальной температуре 23-28°C появляются в течение 7-10 дней. Однако, именно в течение 7-10 дней после посева опытных образцов температурный режим погоды был аномально холодным, на 3-4°C ниже нормы, что отмечается в центральной зоне Республики Молдова в среднем один раз в 10-15 лет. Кроме того, запасы продуктивной влаги в почве в этот период составляли 45-75 мм, это всего лишь 40-70% от нормы. Природные факторы оказали значительное влияние на прорастании семян. Снижение температуры до 10-12°C и недостаток влаги привели к тому, что первые всходы стали появляться через 3 недели и были сильно изреженные.

Абсолютные показатели полевых всходов при учетах, проводимых в течение двух месяцев после посева, были существенно (более чем в 5 раз) меньше лабораторных показателей. Чтобы свести до минимума этот разрыв в лабораторном и полевом прорастании семян сахарной кукурузы родительских форм, необходимо создавать для их воспроизводства, более контролируемые условия, или хотя бы частично исключить метеозависимость. Несмотря на низкую полевую всхожесть, выявлено, что предпосевная обработка семян линии сахарной кукурузы способствовала повышению их жизнеспособности и устойчивости к неблагоприятным погодным явлениям. На участках, где были посеяны семена, обработанные раствором СГ и инкрустирующим комплексом, полевая всхожесть превышала контроль на 28,6% и 35,7%, соответственно. Об эффективности предварительной обработки биологически активными компонентами семян кукурузы, в том числе и сахарной, указывали и другие авторы (Abd El-Named et al., 2011; Tian et al., 2014). При этом сообщалось также (Welbaum et al., 2001), что полевая всхожесть сахарной кукурузы при прямом посеве не превышала 35%. Утверждается, что получение рассады сахарной кукурузы и её пересадка может быть использована как метод значительного повышения процента всходов (53%), улучшения приживления насаждений и ускорения созревания (Welbaum et al., 2001).

Выводы

1. Изучено влияние инкрустирования семян сахарной кукурузы линии suMK01 комплексом на основе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) с содержанием биологически активных веществ иридоидной природы, выделенных из *Linaria genistifolia* L., генистифолиозидов на показатели лабораторной и полевой всхожести.

2. Установлено, что обработка семян комплексной инкрустирующей композицией в составе 0,01%-ного водного раствора суммы генистифоллозидов и 1,0% КМЦ оказывает положительное действие на показатели энергии прорастания, общей всхожести, изменяет интенсивность ростовых процессов на начальных этапах прорастания, стимулируя рост зародышевых корешков и полевую всхожесть линии сахарной кукурузы.

3. Предложенный способ рекомендуется применять в полевых условиях, поскольку инкрустирование способствует улучшению процента всхожести семян сахарной кукурузы, стимулируя их жизнеспособность.

4. Для значительного повышения полевой всхожести сахарной кукурузы родительских линий необходимо посев и культивирование проводить в оптимальных температурных условиях и контролируемой влажности почвы.

Библиография

1. Abd El-Hamed K.E., Elwan M.W.M., Shaban W.I. Enhanced sweet corn propagation: studies on transplanting feasibility and seed priming. *Vegetable Crops Research Bulletin*. 2011. 75: 31-50. DOI: 10.2478/v10032-011-0016-4
2. International Rules for Seed Testing, ISTA. 2019. <http://www.seedtest.org>
3. Mascenco N., Gurev A., Lupascu G., Gorincioi E. Iridoid glycosides from *Linaria genistifolia* (L.) Mill. In biological control of soil-borne fungal pathogens of wheat and some structure consideration. *Chemistry Journal of Moldova. General, Industrial and Ecological Chemistry*. 2015. 10 (1): 57-63.
4. Struminska O., Kurta S., Shevchuk L., Ivanyshyn S. Biopolymers for seed presowing treatment. *Chemistry and Chemical Technology*. 2014. 8(1):81-88. DOI: [10.23939/chcht08.01.081](http://dx.doi.org/10.23939/chcht08.01.081)
5. Suo H.C., Li W., Wang K.H. et al. Plant growth regulators in seed coating agent affect seed germination and seedling growth of sweet corn. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2017. 15(4):829-839. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1504_829839.
6. Tian Y., Guan B., Zhou D., et al. Responses of seed germination, seedling growth, and seed yield traits to seed pretreatment in maize (*Zea mays* L.). *The Scientific World J*. 2014. Article ID 834630, 8p. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/834630>.
7. Welbaum G.E., Frantz J.M., Gunatilaka M.K., Shen Z. 2001. A comparison of the growth, establishment and maturity of direct-seeded and trans-planted sh2 sweet corn. *Hort. Science*. 36(4): 687-690.
8. Алексейчук Г.Т., Ламан Н.А. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки. Минск: ИООО «Право и экономика», 2005. 48с.
9. Боровская А. Д., Мащенко Н. Е., Гурев А. С., Иванова Р.А. Применение ростовых веществ в инкрустации семян кукурузы. Материалы интернац. научно-практич. конференции «Инновационные аспекты улучшения сельскохозяйственных культур», Пашкань, 2018. С. 87-92. ISBN 978-9975-56-560-8.
10. Иванова Р.А., Боровская А.Д., Мащенко Н.Е., Мистрец С.И., Патлатый А.П. Биорегуляторы роста в инкрустации семян на примере кукурузы. *Materiale ale Conferinței științifice naționale cu participare internațională „Știința în nordul Republicii Moldova: probleme, realizări, perspective”* (ediția a patra), 26-27 iunie 2020. Bălți : S. n., 2020 (Tipogr. „Indigou Color”), p. 60-65. ISBN 978-9975-3382-6-4.
11. Капустин А. А. Сахарная кукуруза. Вестник овощевода. 2009. 3: 8-11.

12. Кравцов И.А., Федоткин И.В. Продуктивность родительских форм гибридов кукурузы и густота посева. Кукуруза и сорго. 2001. 3:12-13.
13. Сотченко В.С., Горбачева А.Г. Производство кукурузы и особенности ее семеноводства в России. Земледелие. 2011. 2: 3-6.