Обзорные статьи

УДК 633.854.78: 631.531.011

DOI: 10.25230/2412–608X–2020–2–182–121–127

Совершенствование методов оценки посевных качеств семян подсолнечника в связи с изменением климата (обзор)

А.Д. Бочковой,

доктор сельскохозяйственных наук

В.А. Камардин,

кандидат сельскохозяйственных наук

Д.А. Назаров,

аспирант

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 254-23-33

E-mail: vniimk@vniimk.ru

Для цитирования: Бочковой А.Д., Камардин В.А., Назаров Д.А. Совершенствование методов оценки посевных качеств семян подсолнечника в связи с изменением климата (обзор) // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 2 (182). – С. 121–127.

Ключевые слова: подсолнечник, семеноводство, качество семян, методика.

На основании анализа отечественных и зарубежных источников научной литературы приведены сведения о дополнительных приемах оценки посевных качеств семян подсолнечника. Приводится описание методики проведения тестов на ускоренное старение, на проращивание в холодной почве, на физическое стрессовое воздействие, на изменение осмотического давления и засоленности. Рассматриваются процессы, связанные с изменением климата и возможные пути компенсации влияния неблагоприятных погодных условий. Обсуждается вопрос о целесообразности внедрения новых методов оценки всхожести семян для повышения эффективности производства подсолнечника.

UDC 633.854.78:631.531.011

Perfection of estimation methods of sowing qualities of sunflower seed depending on climate changes (review).

A.D. Bochkovoy, doctor of agriculture

V.A. Kamardin, PhD in agriculture

D.A. Nazarov, post-graduate student

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK)

17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 254-23-33

E-mail: vniimk@vniimk.ru

Key words: sunflower, seed growing, seed quality, methodology.

There are presented data about additional methods of estimation of sowing qualities of sunflower seeds basing on analysis of Russian and foreign scientific literary sources. There is described a methodology of test conducting on accelerated ageing, germinating in cold soil, physical stress effect, changing of osmotic pressure and salinity. There are considered processes connecting with climate changes and possible ways of compensation of unfavorable weather conditions impact. A question of reasonability of introduction of new estimation methods to increase efficiency of sunflower production is discussed.

Введение. Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.) на своей родине в Северной Америке является одним из наиболее изменчивых видов растений и распространен от регионов с жарким засушливым климатом юго-западных штатов США до очень холодных регионов восточной Канады. Под влиянием экстремальных почвенно-климатических условий сформировалось уникальное сочетание географических, морфологических и экологических признаков. Одной из таких особенностей является выдающаяся толерантность подсолнечника к воздействию как предельно высоких, так и низких температур при прорастании семян [1; 2].

Посевные качества семян имеют большое значение в производстве подсолнечника. Всхожесть – это период перехода семян из стадии покоя в стадию формирования растения. Неблагоприятные условия, такие как низкая или высокая температура почвы, повышенная лузжистость, почвенная корка, тяжелый механический состав почвы, засоленность, кислотность, сухость почвы и т.д., вызывают у семян стресс, приводящий к неоднородной и пониженной всхожести [3]. Семена, имеющие проблемы со всхо-

жестью, являются причиной неравномерности развития растений в посевах и становятся источником значительного недобора урожайности.

Происходящее в настоящее время изменение климата заключается в повышении температуры и увеличении концентрации CO_2 , резких климатических аномалиях и меньшей влагообеспеченности сельского хозяйства. Так, например, в период с 1901 по 2005 гг. средняя температура в странах Европы поднялась на $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в отдельных регионах увеличение температуры выявлено в значительно большей степени [4]. В Средиземноморском регионе засуха может начаться раньше и продолжаться дольше. В связи с потеплением предполагается, что граница возможного выращивания подсолнечника будет сдвигаться на север с интенсивностью 120–150 км на каждый градус увеличения температуры.

По мнению зарубежных исследователей, в условиях изменяющегося климата стратегия селекции подсолнечника будет заключаться в отборе форм с улучшенным использованием влаги, устойчивых к засухе, высокой температуре воздуха и повышенной концентрации CO_2 [4]. При этом предстоит разработать новые, более эффективные агротехнические приемы – изменение сроков посева, отбор раннеспелых форм, совершенствование приемов обработки почвы, применения удобрений и средств защиты растений.

Уже давно в некоторых средиземноморских странах подсолнечник высевается осенью или зимой и дает более высокий урожай по сравнению с весенним сроком посева [5; 6; 7; 8]. Дальнейшее повышение температуры может вызвать снижение урожайности подсолнечника в этом регионе на 14–34 %. Основное влияние при этом оказывает тепловой стресс в период цветения и засуха в период вегетации [4]. Простая модель адаптации к изменяющимся условиям внешней среды основывается на использовании сортообразцов с укороченным периодом вегетации, засухоустойчивых и нечувствительных к тепловому стрессу.

Изменение климата может повлиять и на развитие патогенов. С уменьшением количества выпадающих осадков может уменьшиться инфекционная нагрузка таких патогенов, как ложная мучнистая роса, склеротиния и фомопсис. В то же время для фомоза и пепельной гнили низкое содержание влаги в сочетании с температурой воздуха $28\text{--}30\text{ }^{\circ}\text{C}$ будет являться стимулирующим фактором [4]. Предполагается, что в новых регионах возделывания подсолнечника, где отсутствовало инфекционное начало основных патогенов, в первое время инфекционная нагрузка будет незначительной.

Изменяющиеся условия внешней среды оказывают существенное влияние на состояние производства подсолнечника и требуют постоянного совершенствования методики оценки посевных качеств семян.

Общепринятая методика определения всхожести (ГОСТ Р 52325-2005) в настоящее время должна быть дополнена определением жизненной силы семян [3]. Тест на жизненную силу имеет своей целью определить посевную ценность семян в широком диапазоне условий внешней среды. При этом изучается степень влияния неблагоприятных условий применительно к конкретной партии семян, а также ее потенциал сохранения качественных показателей в процессе хранения [9].

Определение жизненной силы семян предусматривает проведение различных специфических анализов, таких как электропроводность, контролируемая порча, холодный тест, тест на ускоренное старение и другие [9].

Тест на ускоренное старение предусматривает оценку всхожести при повышенной температуре $41\text{ }^{\circ}\text{C}$ в то время, как в соответствии с методикой, утвержденной Международной ассоциацией по ис-

питанию семян (ISTA), температурные условия не превышают 30 °C [3].

Тест на ускоренное старение проводится с использованием специальных контейнеров, состоящих из внешней коробки размером 11 × 11 × 4 см и внутреннего сита размером 10 × 10 × 3 см, а также крышки. Для достижения высокой относительной влажности вливают 40 мл дистиллированной воды во внешнюю коробку. Семена размещают на сите в один слой, и сито помещают во внешнюю коробку. После этого крышка закрывается. Выборка семян для анализа составляет 100 штук, закладывается в 4-кратной повторности. Контейнеры помещают в ростовую камеру (термостат) при температуре 41 °C. Оценка всхожести может проводиться через 1, 2, 3 или 4 суток. Для этого в течение часа после извлечения семян из высокотемпературного термостата они переносятся на проращивание по обычной методике при температуре 25–30 °C. Установлено [9], что при воздействии фактора ускоренного старения продолжительностью более четырех суток будет наблюдаться резкое снижение всхожести вплоть до полной ее потери. Поэтому для подсолнечника тест на ускоренное старение рекомендуется проводить с экспозицией 96 часов (четверо суток). Если после воздействия приема ускоренного старения партия семенного материала сохраняет высокие показатели по всхожести, можно утверждать, что эти семена будут хорошо сохранять свои качественные показатели в процессе хранения, а также будут иметь более высокую полевую всхожесть.

Перспективность отбора биотипов подсолнечника по толерантности к тепловому стрессу была установлена в работах пакистанских ученых [10]. Отборы были проведены в расщепляющихся популяциях четвертого поколения инцухта. Преимущество отборов над исходной популяцией составило: по масличности – на 5 %, по массе 1000 семян – на 47 %, по выживаемости всходов – на 45 %. В то же

время пустозерность растений была меньше на 62 %, а стерильность пыльцы – на 75 %. Лучшие потомства отобранных линий были переведены на ЦМС-основу и скрещены с отцовскими линиями-восстановителями фертильности пыльцы. В результате была получена серия высокопродуктивных простых гибридов с повышенной жизнеспособностью пыльцы (гаметофитной толерантностью к тепловому стрессу).

Таким образом, было установлено, что потенциал урожайности гибридов подсолнечника имеет положительную корреляцию с жизнеспособностью пыльцы в условиях теплового стресса. Такие гибриды имели также пониженную проницаемость клеточных мембран на стадии семядольных листьев [10].

Имитации стрессовых условий, происходящих при засухе, можно добиться путем обработки предварительно замоченных семян в растворе полиэтиленгликоля с различным осмотическим давлением (-0,3; -0,6 и -0,9 МПа). Для этого предварительное замачивание семян проводят в растворе дистиллированной воды в течение 24 часов в темноте при температуре 25 °C [11]. Затем семена слегка подсушивают на фильтровальной бумаге. Всхожесть определяют в чашках Петри (50 семян в чашке) на фильтровальной бумаге с добавлением 10 мл раствора полиэтиленгликоля нужной концентрации. Температура в термостате составляет при этом 25 °C, проращивание проводят в темноте. Проростки учитывают при длине корешка не менее 2 мм [12; 13; 14]. В опытах без использования растворов, создающих дополнительное осмотическое давление, учетная длина проростков должна составлять не менее 10 мм [1]. Под влиянием осмотического стресса, вызванного растворами этиленгликоля, всхожесть семян подсолнечника снижалась на 2,5 % при концентрации 0,4 МПа, до 65,4 % при концентрации -1 МПа. Минимальная всхожесть – 31,1 % – была от-

мечена при осмотическом давлении -1,6 МПа [17].

Помимо полиэтиленгликоля, в качестве фона отбора на толерантность к засолению используется раствор NaCl в концентрации от 50 до 115 мкМ [18; 19]. Такой тест также может использоваться в качестве оценки материала на толерантность и к другим неблагоприятным условиям внешней среды. Показателем повышенной адаптивности здесь, как и в опытах с полиэтиленгликолем, является наличие преимуществ по всхожести у конкретного селекционного материала. При изучении механизма солеустойчивости у подсолнечника отмечено существенное значение генетической изменчивости [20].

Результаты исследований, проведенных на подсолнечнике и сое, показали, что всхожесть семян, определенная методом ускоренного старения, практически полностью соответствовала всхожести тех же партий семян после 12 месяцев хранения. Коэффициент корреляции при этом составил 0,93 [15]. Это позволяет рекомендовать данный метод для прогнозирования длительности хранения семян. Отмечено также, что, по сравнению с подсолнечником, семена сои более чувствительны к повреждению и снижают всхожесть при хранении в значительно большей степени. Генетические особенности сорта также оказывают существенное влияние на степень и скорость снижения качества семян при хранении. Это открывает перспективы улучшения данного признака селекционным путем [16].

Помимо теста на ускоренное старение семян, теста на изменение осмотического давления и теста на солеустойчивость, для оценки жизненной силы используется метод оценки всхожести посредством проращивания семян в холодной почве. Этот тест является одним из старейших и наиболее информативным для оценки силы роста семян в условиях высокой влажности почвы в сочетании с низкой температурой и микробиологической ак-

тивностью [21]. Методика определения всхожести при этом включает в себя период воздействия на семена низкотемпературного стресса в течение 10 суток при 8 °С и последующее проращивание их при температуре 21 °С в течение 10 суток. Семена высевают в пластиковые контейнеры, заполненные почвосмесью, и поливают водой до 70 % ППВ. Как почвосмесь, так и поливная вода должны иметь температуру 8 °С, после чего растения помещают в термостат с аналогичным температурным режимом. После окончания периода стрессового воздействия низкой температурой производят определение всхожести стандартным методом при температуре 21 °С. Зачастую используют модификации метода, при которых семена высевают в почву, увлажненную до 40 % от ППВ, и помещают в термостат на 7 дней при температуре 5–8 °С, а дальнейшее проращивание проводят при температуре 25 °С [22].

Такие исследования позволяют получить данные о жизнеспособности семян в широком диапазоне условий прорастания. Считается, что это один из наиболее информативных показателей возможного повреждения семян в процессе хранения и реакции семян в полевых условиях. Так, например, коэффициент корреляции между показателями исходной всхожести семян и всхожести после длительного хранения, определенными с помощью теста на холодную почву, составляет 0,92–0,98 [22]. Этот метод используется при оценке эффективности действия фунгицидов, а также при определении физиологического состояния семян, поврежденных в процессе уборки или сушки, недозрелых, морозобойных и в ряде других случаев [21]. Партии семян, которые быстро прорастают в условиях низкой температуры, будут менее восприимчивы к инфекции почвенных патогенов в условиях повышенной влажности почвы.

В ряде работ отечественных и зарубежных исследователей отмечены значи-

тельная генетическая изменчивость между сортообразцами подсолнечника по устойчивости или толерантности к холоду и возможность получения исходного материала, приспособленного к очень раннему посеву [1; 4; 5; 6; 7; 23; 24].

В дополнение к описанным методам оценки жизнеспособности семян подсолнечника, основанным на воздействии экстремальных температур, имеются технологии, использующие явление физического стрессового воздействия на семена. При этом искусственно создаются условия возникновения корки на поверхности почвы [9; 22]. По этой методике семена помещают в растильни на увлажненный песок, а сверху насыпают слой (3 см) размолотой, предварительно стерилизованной кирпичной крошки. Всхожесть в дальнейшем определяют по стандартной методике при температуре 25 °С в течение 10 суток.

Таким образом, совокупность дополнительных приемов оценки жизненной силы семян, включающих в себя воздействие температурных, осмотических и физических стрессов, позволяет существенно расширить информацию о качестве семенного материала подсолнечника. Это также позволяет провести отбор партий семян, которые лучше проявляют себя в жестких почвенно-климатических условиях, уточнить нормы посева и определить потенциал сохранения качественных показателей семян в процессе хранения. В условиях изменяющегося климата внедрение таких приемов в сочетании с отбором адаптированных сортообразцов позволит компенсировать влияние неблагоприятных погодных условий.

Список литературы

1. Khalifa F.M., Schneiter A.A., Eltayeb E.I. Temperature – germination responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes // *Helia*. – 2000. – V. 23. – No 33. – P. 97–104.
2. Carter F. Sunflower Science and Technology. – American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, 1978. – 505 p.

3. Basalma D., Karaman B. A study on the standard germination and seedling growth of some confectionary and oil seed sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Turkey, Edirne, 29 May – 2 June, 2016. – P. 200–205.

4. Debaeke P., Casadebaig P., Flenet F., Langlade N. Sunflower crop and climate change in Europe: vulnerability, adaptation and mitigation potential // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Turkey, Edirne, 29 May – 2 June, 2016. – P. 71–87.

5. Gimeno V. Variation in rate of germination at low temperature as a basic for selection in sunflowers // Proc. of 6th Intern. Sunfl. Conf., Romania, Bucharest, July 22–24, 1974. – P. 471–472.

6. Downes R.W. Factors affecting germination of sunflower under low temperature conditions // Proc. of 11th Intern. Sunfl. Conf., Argentina, Mar del Plata, March 10–13, 1985. – V. 1. – P. 87–92.

7. Macchia M., Benvenuti M., Baldanzi M. Temperature requirements during germination in sunflower // Proc. of 11th Intern. Sunfl. Conf., Argentina, Mar del Plata, March 10–13, 1985. – V. 1. – P. 93–97.

8. Losavio N., Ventrella D., Vonella A. Yield response of early-sown sunflower in Mediterranean conditions // Proc. of 15th Intern. Sunfl. Conf., France, Toulouse, June 12–15, 2000. – V. 1. – P. 19–24.

9. Basalma D., Karaman B. Determination of accelerated aging and field germination test values of some confectionary and oilseed sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Turkey, Edirne, 29 May – 2 June, 2016. – P. 206–212.

10. Khan M., Kausar M., Rauf S., Hussain M. Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) single cross hybrids under heat stress condition // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Turkey, Edirne, 29 May – 2 June, 2016. – P. 118–128.

11. Sheidaei S., Sadeghi H., Oskouei B., Rahmani M. Seed priming application effect on alleviation of drought stress impacts during germination in sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Turkey, Edirne, 29 May – 2 June, 2016. – P. 801–808.

12. Kaya M.D., Okcu G., Atak M., Cirili Y., Kolsarici O. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // European Journal of Agronomy. – 2006. – No 24. – P. 914–916.

13. Mwale S.S., Hamusimbi C., Mwansa K. Germination, emergence and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in response to osmotic seed priming // Seed Sci. Technol. – 2003. – No 31. – P. 199–206.

14. Saadateyan B., Solamani F., Ahmadvand G., Vojdane S. Effect of hydro priming on germination index in sunflower under salt and drought stress conditions // National Conference in Oil Seed Crops in Iran, September 23–24, 2009. – P. 622–624.

15. Balesevic-Tubic S., Tatic M., Dordevic V., Nikolic Z., Dukic V. Seed viability of oil crops depending on storage conditions // Helia. – 2010. – V. 33. – No 52. – P. 153–160.

16. Balesevic-Tubic S., Malencic D., Tatic M., Miladinovic J. Influence of aging process on biochemical changes in sunflower seed // Helia. – 2005. – V. 28. – No 42. – P. 107–114.

17. Midaoui M.E., Talouizete A., Benbella M., Serieys H., Griveau Y., Berville A. Effect of osmotic pressure on germination of sunflower seeds (*Helianthus annuus* L.) // Helia. – 2001. – V. 24. – No 35. – P. 129–134.

18. Hardwick R., Ferguson D. Germination and hypocotyl growth in *Helianthus annuus* L. as influenced by differential salt treatments // Proc. of 8th Intern. Sunfl. Conf., USA, Minneapolis, 23–27 July, 1978. – P. 385–399.

19. Midaoni E.M., Benbella M., Talouizete A. Effect of sodium chloride on sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed germination // Helia. – 2002. – V. 25. – No 34. – P. 51–58.

20. Hebbara M., Rajakumar G.R., Ravishankar G., Raghavaiah C.V. Effect of salinity stress on seed yield through physiological parameters in sunflower genotypes // Helia. – 2003. – V. 26. – No 39. – P. 141–146.

21. Suzer S., Schneiter A.A. Seed treatments to improve emergence of sunflower and safflower seed lots of varying vigor levels from cold soils // Helia. – 1994. – V. 17. – No 21. – P. 57–62.

22. Tatic V., Balesevic-Tubic S., Dordevic V., Miklic V., Vujakovic M., Dukic V. Vigor of

sunflower and soybean aging seed // Helia. – 2012. – V. 35. – No 56. – P. 119–126.

23. Клюка В.И., Арасланова Н.М. Использование камер искусственного климата для оценки селекционного материала подсолнечника по ранневсхожести и скороспелости // Сб.: Использование фитотрона в селекции масличных культур. – Краснодар, 1984. – С. 41–44.

24. Demir I. Determination of the yield and yield components of some sunflower (*Helianthus annuus* L.) under rainfed conditions // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Edirne, Turkey, 29 May – 2 June, 2016. – P. 985–992.

References

1. Khalifa F.M., Schneiter A.A., Eltayeb E.I. Temperature – germination responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes // Helia. – 2000. – V. 23. – No 33. – P. 97–104.

2. Carter F. Sunflower Science and Technology. – American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, 1978. – 505 p.

3. Basalma D., Karaman B. A study on the standard germination and seedling growth of some confectionary and oil seed sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Turkey, Edirne, 29 May – 2 June, 2016. – P. 200–205.

4. Debaeke P., Casadebaig P., Flenet F., Langlade N. Sunflower crop and climate change in Europe: vulnerability, adaptation and mitigation potential // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Turkey, Edirne, 29 May – 2 June, 2016. – P. 71–87.

5. Gimeno V. Variation in rate of germination at low temperature as a basis for selection in sunflowers // Proc. of 6th Intern. Sunfl. Conf., Romania, Bucharest, July 22–24, 1974. – P. 471–472.

6. Downes R.W. Factors affecting germination of sunflower under low temperature conditions // Proc. of 11th Intern. Sunfl. Conf., Argentina, Mar del Plata, March 10–13, 1985. – V. 1. – P. 87–92.

7. Macchia M., Benvenuti M., Baldanzi M. Temperature requirements during germination in sunflower // Proc. of 11th Intern. Sunfl. Conf., Argentina, Mar del Plata, March 10–13, 1985. – V. 1. – P. 93–97.

8. Losavio N., Ventrella D., Vonella A. Yield response of early-sown sunflower in Mediterranean conditions // Proc. of 15th Intern. Sunfl. Conf., France, Toulouse, June 12–15, 2000. – V. 1. – P. 19–24.

9. Basalma D., Karaman B. Determination of accelerated aging and field germination test values of some confectionary and oilseed sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Turkey, Edirne, 29 May – 2 June, 2016. – P. 206–212.

10. Khan M., Kausar M., Rauf S., Hussain M. Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) single cross hybrids under heat stress condition // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Turkey, Edirne, 29 May – 2 June, 2016. – P. 118–128.

11. Sheidaei S., Sadeghi H., Oskouei B., Rahmani M. Seed priming application effect on alleviation of drought stress impacts during germination in sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Turkey, Edirne, 29 May – 2 June, 2016. – P. 801–808.

12. Kaya M.D., Okcu G., Atak M., Cirili Y., Kolsarici O. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // European Journal of Agronomy. – 2006. – No 24. – P. 914–916.

13. Mwale S.S., Hamusimbi C., Mwansa K. Germination, emergence and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in response to osmotic seed priming // Seed Sci. Technol. – 2003. – No 31. – P. 199–206.

14. Saadateyan B., Solamani F., Ahmadvand G., Vojdane S. Effect of hydro priming on germination index in sunflower under salt and drought stress conditions // National Conference in Oil Seed Crops in Iran, September 23–24, 2009. – P. 622–624.

15. Balesevic-Tubic S., Tatic M., Dordevic V., Nikolic Z., Dukic V. Seed viability of oil crops depending on storage conditions // Helia. – 2010. – V. 33. – No 52. – P. 153–160.

16. Balesevic-Tubic S., Malencic D., Tatic M., Miladinovic J. Influence of aging process on biochemical changes in sunflower seed // Helia. – 2005. – V. 28. – No 42. – P. 107–114.

17. Midaoui M.E., Talouizete A., Benbella M., Serieys H., Griveau Y., Berville A. Effect

of osmotic pressure on germination of sunflower seeds (*Helianthus annuus* L.) // Helia. – 2001. – V. 24. – No 35. – P. 129–134.

18. Hardwick R., Ferguson D. Germination and hypocotyl growth in *Helianthus annuus* L. as influenced by differential salt treatments // Proc. of 8th Intern. Sunfl. Conf., USA, Minneapolis, 23–27 July, 1978. – P. 385–399.

19. Midaoni E.M., Benbella M., Talouizete A. Effect of sodium chloride on sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed germination // Helia. – 2002. – V. 25. – No 34. – P. 51–58.

20. Hebbara M., Rajakumar G.R., Ravishankar G., Raghavaiah C.V. Effect of salinity stress on seed yield through physiological parameters in sunflower genotypes // Helia. – 2003. – V. 26. – No 39. – P. 141–146.

21. Suzer S., Schreiner A.A. Seed treatments to improve emergence of sunflower and safflower seed lots of varying vigor levels from cold soils // Helia. – 1994. – V. 17. – No 21. – P. 57–62.

22. Tatic V., Balesevic-Tubic S., Dordevic V., Miklic V., Vujakovic M., Dukic V. Vigor of sunflower and soybean aging seed // Helia. – 2012. – V. 35. – No 56. – P. 119–126.

23. Klyuka V.I., Araslanova N.M. Ispol'zovanie kamer iskusstvennogo klimata dlya otsenki selektsionnogo materiala podsolnechnika po rannevskhozhesti i skorospelosti // Sb.: Ispol'zovanie fitotrona v selektsii maslichnykh kul'tur. – Krasnodar, 1984. – S. 41–44.

24. Demir I. Determination of the yield and yield components of some sunflower (*Helianthus annuus* L.) under rainfed conditions // Proc. of 19th Intern. Sunfl. Conf., Edirne, Turkey, 29 May – 2 June, 2016. – P. 985–992.

Получено: 05.12.2019 Принято: 27.05.2020
Received: 05.12.2019 Accepted: 27.05.2020