

Научная статья

УДК 633.15:631.671.3

DOI: 10.36508/journal.2026.99.98.002

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (Сельскохозяйственные науки. Биологические науки)

4.1.1. General Agriculture and Crop Science (Agricultural Sciences. Biological Sciences)

АНАЛИЗ УРОВНЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ К ВОЗДЕЙСТВИЮ МОДЕЛИРОВАННОЙ ЗАСУХИ

Сучкова Мария Геннадиевна^{✉ 1}, Асташов Александр Николаевич²,
Асташова Татьяна Владимировна³, Бударина Вера Сергеевна⁴

^{1,2,3,4} Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», г. Саратов, Россия

[✉]drygina.mari@internet.ru

Аннотация. В статье приведены результаты опыта с моделированной засухой для установления устойчивости расторопши пятнистой для дальнейшей селекции на повышение стрессоустойчивости.

Проблема и цель. Целебные свойства растений играют значительную роль не только в терапевтическом воздействии на патологические состояния, но и в превентивных мерах. Тем не менее, отечественная фармацевтическая отрасль сталкивается с существенным дефицитом сырьевых ресурсов. Ключевым фактором для достижения стабильно высоких урожаев является способность растений противостоять неблагоприятным условиям среды, среди которых особое место занимает засуха. Целью настоящих исследований является выделение исходного материала для дальнейшей селекции на повышение стрессоустойчивости в условиях смоделированной засухи.

Методология. Оценка засухоустойчивости проведена согласно методике, предложенной Г.В. Удовенко и др. Семена расторопши в количестве 50 штук закладывали в чашки Петри и проращивали трое суток на дистиллированной воде в термостате при температуре 25°C. Затем их перенесли на раствор сахарозы с различным осмотическим давлением (6, 9, 12, 15, 18 атмосфер), а контрольную группу проростков оставили на дистиллированной воде. На седьмые сутки проводили измерения длины проростка и корешка.

Результаты. В результате установлена дифференцированная реакция сортов на физиологическую засуху в лабораторных условиях. Количество проросших семян на 7 сутки в среднем составило от 36,1 шт. у сорта Старт до 47,2 шт. у сорта Молодежная 40. Наиболее интенсивным ростом проростков и корешков в контрольном варианте отличился сорт расторопши Старт.

Отмечено уменьшение показателей длины проростков и корешков в среднем по образцам при проращивании семян в гипертонических растворах сахарозы с возрастающим осмотическим давлением.

Заключение. Было установлено, что различные сорта обладают разной степенью устойчивости к засухе. Эксперименты с осмотическими растворами показали, что увеличение их концентрации приводит к сокращению длины проростков и корешков по сравнению с контролем. Наиболее устойчивыми к засухе оказались сорта Молодежная 40, Дебют и Старт.

Ключевые слова: расторопша пятнистая, осмотическое давление, стресс, засухоустойчивость, дефицит влаги.

Original article

ANALYSIS OF THE RESISTANCE LEVEL OF MILK THISTLE TO SIMULATED DROUGHT

Suchkova Maria Gennadievna^{✉ 1}, Astashov Alexander Nikolaevich², Astashova Tatiana Vladimirovna³, Budarina Vera Sergeevna⁴

^{1,2,3,4} *Federal State Budgetary Scientific Institution Russian Research and Design Institute of Sorghum and Corn, Saratov, Russia*

✉ ¹drygina.mari@internet.ru

Abstract.

Problem and purpose. The healing properties of plants play a significant role not only in the therapeutic effect on pathological conditions, but also in preventive measures. However, the domestic pharmaceutical industry faces a significant shortage of raw materials. The key factor for achieving consistently high yields is the ability of plants to withstand adverse environmental conditions, including drought. The purpose of this research was to identify the source material for further selection to enhance stress tolerance in simulated drought conditions.

Methodology. The assessment of drought resistance was carried out according to the method proposed by G.V. Udovenko et al. 50 milk thistle seeds were placed in Petri dishes and germinated for three days in distilled water in a thermostat at a temperature of 25°C. Then they were transferred to a solution of sucrose with different osmotic pressures (6, 9, 12, 15, and 18 atmospheres), while the control group of seedlings was left in distilled water. On the seventh day, the length of the sprout and root was measured.

Results. As a result, a differentiated reaction of varieties to physiological drought in laboratory conditions was established. The number of germinated seeds on the 7th day averaged from 36.1 pieces. in the Start variety to 47.2 pieces. in the Molodezhnaya 40 variety. The most intensive growth of seedlings and roots in the

control variant was distinguished by the Start variety of milk thistle. The average length of seedlings and roots was reduced when seeds were germinated in hypertonic solutions of sucrose with increasing osmotic pressure.

Conclusion. *It was found that different varieties have different degrees of drought resistance. Experiments with osmotic solutions showed that increasing their concentration leads to a reduction in the length of seedlings and roots compared to the control. The varieties Molodezhnaya 40, Debyut, and Start were the most resistant to drought.*

Key words: *milk thistle spotted, osmotic pressure, stress, drought resistance, and moisture deficiency.*

Введение

В последние годы большой проблемой регионов нашей страны с возделыванием зерновых культур является аридизация климата, которая проявляется, по мнению многих исследователей [1, 7, 10], уменьшением годового количества осадков, положительными аномалиями температур, засухами, суховеями, пыльными бурями. Все перечисленные явления могут привести к деградации почв, в частности, опустыниванию [9]. В конечном итоге, неблагоприятное изменение климата приведет к значительному ущербу экономике [4]. Г.Ф. Ивановой с соавт. [2], которые провели многолетние мониторинговые исследования в разных зонах Саратовской области, на основе статистических методов дана оценка засушливых явлений. Шкала интенсивности засух разработана Селяниновым и представлена гидротермическим коэффициентом (ГТК) в наиболее важные месяцы с апреля по сентябрь, когда у большинства культур идет рост и развитие. Градации этого показателя следующие: ГТК < 0,4 — сухо; 0,4–0,7 — очень засушливо; 0,7–1,0 — засушливо; 1,0–1,3 — недостаточное увлажнение; 1,3–1,6 — достаточное увлажнение; больше 1,6 — избыточное увлажнение. При ГТК = 1 наблюдается оптимальный баланс тепла и влаги для роста растений.

Исследователями установлена в черноземностепных и сухостепных районах Саратовской области частая повторяемость сильных и средних засух [2]. К примеру, сейчас засушливые периоды в регионе длятся в течение всей вегетации [2, 6]. При этом установлены следующие особенности, во-первых, повторяемость засух в левобережных районах области была в 1,4–1,9 раза чаще, чем в правобережных; во-вторых, во внутригодовой структуре засух максимум их повторяемости во всех природных зонах области приходится на июль–август.

Снизить негативное влияние засухи можно за счет селекции новых засухоустойчивых сортов, оптимального размещения культур по микрорайонам области с учетом их адаптивных способностей, внедрения и освоения правильных севооборотов, применения рациональных систем обработки почвы, лесомелиоративных мероприятий и т. д. [3, 6, 7].

Так, во многих регионах РФ интерес к альтернативным масличным культурам неуклонно растёт, что объясняется их засухоустойчивостью и

универсальностью применения [8]. Среди них перспективными являются масличные культуры семейства Asteraceae: сафлор красильный (*Carthamus tinctorius* L.), расторопша пятнистая (*Silybum marianum* (L.) Gaertn) и гвизоция абиссинская (*Guizotia abyssinica* (L.) Cass) [6, 8].

Особенностью этих видов является их приспособленность к возделыванию в районах с дефицитом влаги в почве и ее достаточным количеством. К тому же, эти культуры обладают высоким потенциалом продуктивности и качеством маслосемян, что подразумевает высокое процентное содержание жира в семенах, оптимальный жирнокислотный состав (соотношение насыщенных, моно- и полиненасыщенных жирных кислот), низкое содержание нежелательных примесей (свободных жирных кислот, фосфолипидов) и антипитательных веществ. Растительные масла являются необходимым сырьем для различных отраслей промышленности [4, 8]:

- пищевой - производство маргарина, майонеза, кондитерских жиров, использование в качестве салатных масел (подсолнечное, оливковое, рапсовое), для получения заменителей молочного жира;
- технической – как основы для лакокрасочных материалов, олиф, смазочных масел, биодизельного топлива, гидравлических жидкостей, мыловарения, производства линолеума и клеенок. В химической промышленности они используются как сырье для синтеза поверхностно-активных веществ (ПАВ) и алкидных смол.
- фармацевтике и косметике - получение масляных растворов витаминов (А, Е), создание кремов, мазей, лечебных бальзамов и средств по уходу за кожей. Так, расторопша пятнистая хорошо приспосабливается к различным почвенно-климатическим условиям, что позволяет возделывать ее на территории как умеренного, так и климата с наличием дефицита влаги в почве [6]. Это объясняется хорошо развитой стержневой корневой системой, способной усваивать воду из глубьлежащих слоев почвы, и наличием воскового налета на листьях, уменьшающего испарение воды. Играет роль и тот факт, что образование семян приходится на середину и конец лета — самое жаркое и сухое время года в основных регионах ее возделывания. Устойчивость к дефициту влаги именно в этот фазе гарантирует стабильную урожайность даже при отсутствии осадков, когда многие другие культуры (например, кукуруза или подсолнечник) испытывают стресс.

В большей степени важным для культуры является порог в 160 безморозных дней для полного цикла развития и формирования и созревания корзинок. Маслосемена культуры достигают технологической спелости поздно. Расторопша имеет еще одно превосходство по сравнению с другими культурами содержанием в семенах, помимо масла, активно действующих веществ (селимарин) – ценных для фармацевтики [1, 6, 9].

В тоже время растение крайне требовательно к чистоте полей. Из-за невысокого коэффициента кустистости и медленного роста на начальных этапах оно сильно угнетается сорняками, поэтому технология ее возделывания обязательно должна включать эффективные меры по борьбе с ними.

Современная селекция активно использует лабораторные методики для изучения и улучшения засухоустойчивости новых сортов. Эти методы, применяемые к семенам и проросткам, обладают значительными преимуществами: они позволяют проводить диагностику в любое время года и анализировать большое количество образцов. Среди них выделяется простой и эффективный метод, идеально подходящий для первичного массового отбора засухоустойчивых растений, основанный на оценке их роста в условиях искусственного дефицита влаги (растворы осмотики) [3, 5].

Исследование лабораторных методов показало, что селекционеры чаще всего используют проращивание семян сельскохозяйственных культур в концентрированных гипертонических растворах [1, 2, 4]. Это связано с тем, что способность проростков и корешков развиваться в таких условиях коррелирует с засухоустойчивостью растений. Кроме того, данный подход позволяет оценить адаптационный потенциал организма, проявляющийся в его росте и развитии [5].

Материалы и методы исследований

На сегодняшний день в Государственный реестр селекционных достижений включено шесть сортов расторопши пятнистой (*Silybum marianum* L.), пять из которых допущены к использованию во всех регионах Российской Федерации. Селекцию этой культуры ведут две государственных научных организации и одно физическое лицо. О временном замедлении работ по селекции данной культуры свидетельствует тот факт, что за период с 2011 г. по 2021 г. не было зарегистрировано ни одного сорта [5-6].

Объектом исследования в 2025 году являлись сорта собственной и иннорайонной селекции: Дебют, Старт, Прометей, Амулет, St – Молодежная 40 коллекционного питомника расторопши пятнистой (таблица 1 и рисунок 1).

Таблица 1 - Сорта расторопши пятнистой, допущенные к использованию на территории РФ

Код	Сорт	Год районирования	Оригинатор/патентообладатель	Регион допуска	Высота растения, см	Урожайность семян, т/га	Вегетация, дн.
1	2	3	4	5	6	7	8
8954188	Амулет	2011	ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы»	все	120-125	0,68-1,24	97-102

продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
8852922	Старт	2011	ФГБНУ «Всероссийский научно- исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»	все	80-87	1,06	90- 110
7853252	Прометей	2023	ФГБНУ «Всероссийский научно- исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»	все	88	1,02	87
9403434	Дебют	1994	ФГБНУ «Всероссийский научно- исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»	все	100- 150	0,6- 1,10	71-95
	St – Молодежная 40	2024	ФГБНУ «Российский научно- исследовательский и проектно- технологический институт сорго и кукурузы»	Нижне- Волжский	132	0,98	105



Рисунок 1 – Опытные посевы расторопши пятнистой
Figure 1 – Experimental crops of milk thistle

В соответствии с методикой Г.В. Удовенко и соавт. «Методика диагностики устойчивости растений (засухо-, жаро-, соле- и морозоустойчивости)» (1970) была проведена оценка засухоустойчивости семян рапсостросты. Эксперимент включал следующие этапы:

1. Первоначальное проращивание. 50 семян на фильтровальной бумаге в чашке Петри проращивали 3-е суток при 25°C в термостате ТС-80М на дистиллированной воде (трёхкратная повторность) [10]. Результат: от 9,8 шт. (сорт Амулет) до 19,8 шт. (сорт Дебют) проросших семян.

2. Создание осмотического стресса. Опытные образцы переносили на растворы сахарозы с давлением 6, 9, 12, 15, 18 атмосфер; контроль – на дистиллированную воду.

3. Фиксация результатов. На 7-е сутки измеряли длину проростков и корешков.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследование процесса проращивания семян рапсостросты в растворах сахарозы с разным осмотическим давлением позволило выявить сортозависимую реакцию растений на искусственно созданную физиологическую засуху (рисунок 2).

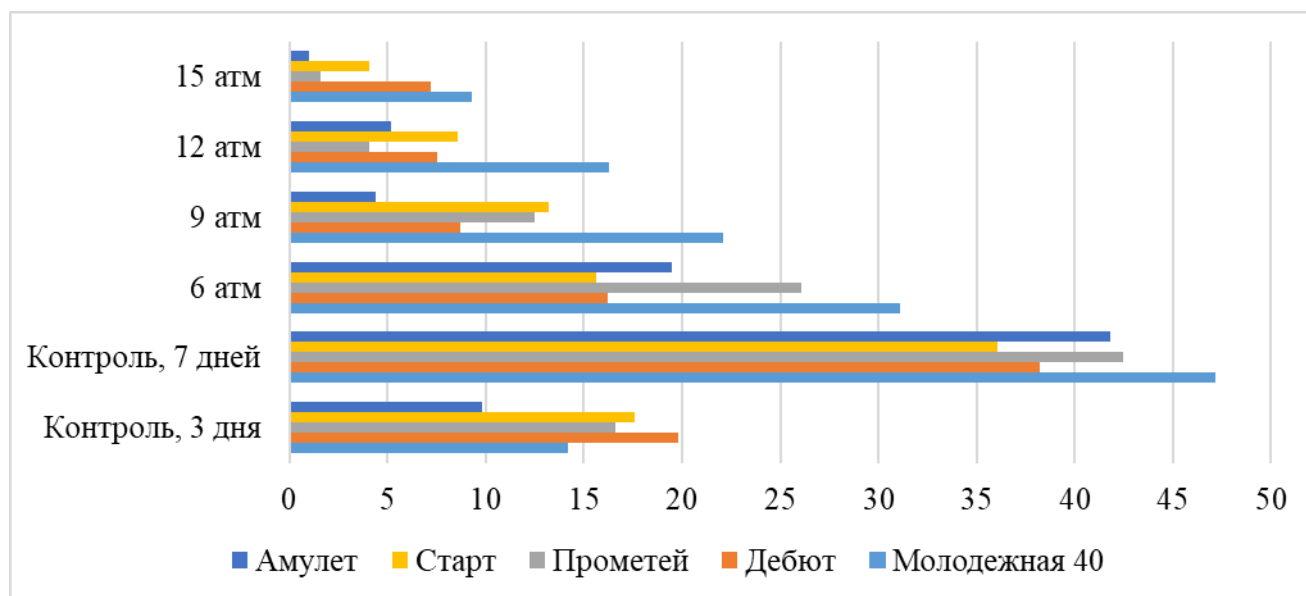


Рисунок 2 – Влияние различных концентраций растворов сахарозы на количество проросших семян, шт.

Figure 2 – Effect of different concentrations of sucrose solutions on the number of germinated seeds, units

К седьмым суткам эксперимента среднее количество проросших семян варьировалось от 36,1±1,2 шт. у сорта Старт до 47,2±1,4 шт. у сорта Молодежная 40. Наблюдалась четкая тенденция: по мере роста осмотического давления доля проросших семян снижалась. При достижении давления в 18 атмосфер ростки полностью погибли.

В контрольной группе, где использовалась дистиллированная вода, длина проростков варьировала от $1,7 \pm 0,3$ до $3,2 \pm 0,7$ см, а корешков – от $1,3 \pm 0,1$ до $5,1 \pm 0,9$ см (рисунок 3).

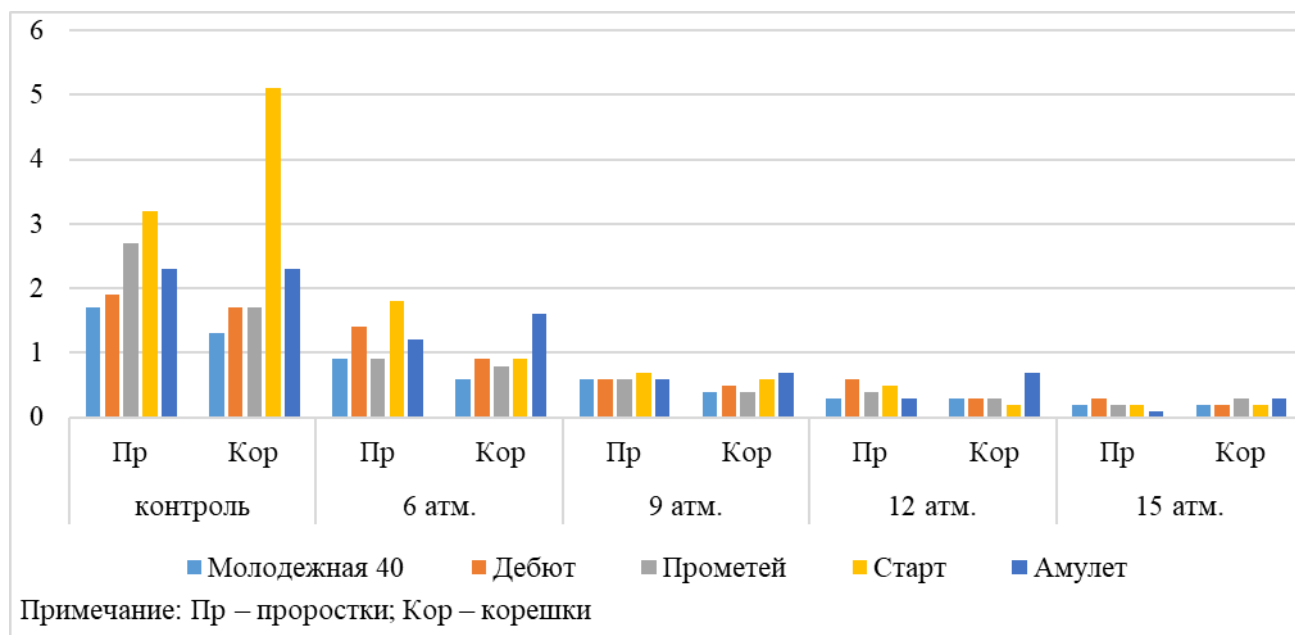


Рисунок 3 – Влияние различных концентраций растворов сахарозы на прорастание семян на седьмые сутки, см

Figure 3 – Effect of different concentrations of sucrose solutions on seed germination on the seventh day, cm

Наибольшую активность роста проявил сорт расторопши Старт.

При замачивании семян в растворах сахарозы с повышенным осмотическим давлением наблюдалось снижение длины как проростков, так и корней. В среднем по всем образцам длина проростка в контроле составляла 2,56 см, тогда как при давлении 6 атм. она уменьшилась на 51,6%. Средний показатель длины корня в контроле равнялся 2,41 см, а в аналогичном растворе сахарозы он сократился на 60,2%. Дальнейшее повышение концентрации раствора приводило к еще большему угнетению данных признаков.

Заключение

Лабораторные испытания, направленные на раннее выявление устойчивости к дефициту влаги у семян и всходов сортов расторопши пятнистой (Молодежная 40, Дебют, Прометей, Старт, Амулет), продемонстрировали их разную реакцию на стресс. Было выявлено, что осмотический раствор оказывает подавляющее действие на рост: чем выше концентрация вещества, тем сильнее сокращаются длина побега и корня по сравнению с образцами контрольной группы. Лидерами по засухоустойчивости среди исследуемых оказались сорта Молодежная 40, Дебют и Старт.

Библиографический список

1. Асташов, А.Н. Перспективы селекции расторопши пятнистой (*Silybum marianum* L.) / А.Н. Асташов, Ю.В. Бочкарева, Т.В. Родина, О.В. Киреева // Агроэкоинфо. – 2023. - №5(59). – С. 5-12. DOI: 10.51419/202135509

2. Виноградова, Е.Г. Использование сахарозы и маннита для дифференциации генотипов льна по устойчивости к осмотическому стрессу / Е.Г. Виноградова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. № 3 (59). – С. 10-15. DOI 10.12737/2073-0462-2020-10-15
3. Иванова Г. Ф., Пространственно-временные особенности формирования засух в условиях меняющегося климата Саратовской области / Г.Ф. Иванова, Н. Г. Левицкая, И. И. Демакина // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. – 2016. – Т. 16. – Вып. 4. – С.201-205. DOI: 10.18500/1819-7663-2016-16-4-201-205
4. Кибальник, О.П. Оценка относительной засухоустойчивости образцов зернового сорго методом проращивания семян в растворе сахарозы / О.П. Кибальник, И.Г. Ефремова // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2024. – № 37 (200). – С. 76-84. EDN: EZJZIM
5. Кшникаткина, С.А. Экологически безопасная технология выращивания рапса пятнистой / С.А. Кшникаткина, П.Г. Аленин, И.А. Воронова, А.А. Поликарпова // Нива Поволжья. – 2021. № 3 (60). – С. 60-66. DOI 10.36461/NP.2021.60.3.020
6. Куколева, С.С. Оценка засухоустойчивости образцов суданской травы / С.С. Куколева, О.П. Кибальник, Д.А. Степанченко // Journal of Agriculture and Environment. – 2021. – № 4(20). – С. 32-40. DOI: 10.23649/jae.2021.4.20.1
7. Парфенова, А.В. Аридизация климата ростовской области / А.В. Парфенова, Л.В. Дашкевич // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. – 2021. – Т. 1. – № 6. – С. 131-138. DOI: 10.23885/2500-395X-2021-1-6-131-138
8. Прахова, Т.Я. Интродукция и продуктивность масличных культур семейства Asteraceae в условиях Среднего Поволжья / Т.Я. Прахова // Таврический вестник аграрной науки. – 2021. – № 1 (25). – С. 164-173. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-1-25-164-173
9. Савин, И. Ю. Может ли изменение климата привести к расширению посевов сельскохозяйственных культур в арктической зоне России? / И. Ю. Савин, С.А. Аветян, Н.В. Савицкая, О.Д. Кучер // Сетевой научный журнал РГАТУ. - 2024. - №4(6). – С. 41-58. DOI:10.36508/journal.2024.29.15.006
10. Gahtyari, N.C. Effect of osmotic stress and seed priming on wheat seed germination traits / J.P. Jaiswal, M.Talha, R. Choudhary, M. Uniyal, N. Kumar // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 6. – No. 4. – P. 2809. DOI:10.20546/ijcmas.2017.604.323

References

1. Astashov, A.N. Prospects of milk thistle breeding (*Silybum marianum* L.) / A.N. Astashov, Yu.V. Bochkareva, T.V. Rodina, O.V. Kireeva // Agroecoinfo. – 2023. - №5(59). – Pp. 5-12. DOI: 10.51419/202135509
2. Vinogradova, E.G. Use of sucrose and mannitol for differentiation of flax genotypes by resistance to osmotic stress / E.G. Vinogradova // Bulletin of Kazan State Agrarian University. – 2020. – Vol. 15. No. 3 (59). – Pp. 10-15. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-10-15.

3. Ivanova G. F., *Spatial and temporal features of drought formation in the changing climate of the Saratov region* / G. F. Ivanova, N. G. Levitskaya, I. I. Demakina // *Izvestiya of Saratov University. New series. Series: Earth Sciences.* - 2016. - Vol. 16. - Issue 4. - Pp. 201-205. DOI: 10.18500/1819-7663-2016-16-4-201-205
4. Kibalnik, O.P. *Assessment of the relative drought resistance of grain sorghum samples by seed germination in a sucrose solution* / O.P. Kibalnik, I.G. Efremova // *Izvestiya of Agricultural Science of Tavrida.* – 2024. – No. 37 (200). – Pp. 76-84. EDN: EZJZIM
5. Kukoleva, S.S. *Assessment of Drought Resistance of Sudan Grass Samples* / S.S. Kukoleva, O.P. Kibalnik, and D.A. Stepanchenko // *Journal of Agriculture and Environment.* – 2021. – No. 4(20). DOI: 10.23649/jae.2021.4.20.1
6. Kshnikatkina, A.N. *Ecologically Safe Technology for Growing Silybum Marianum* / A.N. Kshnikatkina, P.G. Alenin, I.A. Voronova, and A.A. Polikarpova // *Niva Povolzhya.* – 2021. No. 3 (60). – Pp. 60-66. DOI : 10.36461/NP.2021.60.3.020
7. Parfenova, A.V. *Aridization of the Climate in the Rostov Region* / A.V. Parfenova, L.V. Dashkevich // *Ecology. Economics. Computer Science. Series: System Analysis and Modeling of Economic and Environmental Systems.* – 2021. – Vol. 1. – No. 6. – Pp. 131-138. DOI: 10.23885/2500-395X-2021-1-6-131-138
8. Prahova, T.Ya. *Introduction and productivity of oilseeds of the Asteraceae family in the conditions of the Middle Volga region* / T.Ya. Prahova // *Tavrishesky Bulletin of Agrarian Science.* – 2021. – No. 1 (25). – Pp. 164-173. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-1-25-164-173
9. Savin, I. Y. *Can climate change lead to an expansion of crops in the arctic zone of Russia?* / I. Y. Savin, S. A. Avetyan, N. V. Savitskaya, O. D. Kucher // *Network scientific journal of RSATU.* - 2024. - №4 (6). – S. 41-58. DOI:10.36508/journal.2024.29.15.006
10. Gahtyari, N.C. *Effect of osmotic stress and seed priming on wheat seed germination traits* / J.P. Jaiswal, M. Talha, R. Choudhary, M. Uniyal, N. Kumar // *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences.* – 2017. – Vol. 6. – No. 4. – P. 2809. DOI:10.20546/ijcmas.2017.604.323

Вклад авторов: Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Статья поступила в редакцию 19.07.2026; одобрена после рецензирования 12.08.2026; принята к размещению на сайте 14.08.2026.

Contribution of the authors: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest

The article was submitted 19.07.2026; approved after reviewing 12.08.2026; accepted for publication 14.08.2026