

Куколева С.С., Старчак В.И., Бычкова В.В., Подгорнов Е.В., Матюшин П.А. Лабораторный анализ набухания семян суданской травы в растворах с высоким осмотическим давлением

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

УДК 633.174:631.671.3

**Лабораторный анализ набухания семян суданской травы в растворах с
высоким осмотическим давлением**

Куколева С.С., Старчак В.И., Бычкова В.В., Подгорнов Е.В., Матюшин П.А.

*Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго
и кукурузы*

Аннотация

В статье представлены особенности влияния растворов-осмотиков (сахароза и нитрат калия) на набухание семян суданской травы в сравнении с контрольным вариантом (дистиллированная вода), для оценки засухоустойчивости. Образцы суданской травы, характеризующиеся относительной засухоустойчивостью в условиях искусственно смоделированного стресса, целесообразно использовать в селекции новых сортов с высоким адаптивным потенциалом, приспособленных к возделыванию в засушливых регионах РФ. В среднем за трехлетний период проведения опыта семена изученных образцов отличились различной интенсивностью водопоглощения. Процессы водопоглощения семенами всех изученных образцов характеризовались различной степенью интенсивности: в первые 1-2 часа и последние 24-48 часов эксперимента происходило более интенсивное набухание семян; в промежутке времени 4-6 часов скорость поглощения воды значительно не менялась. Интенсивность набухания в среднем за 48 ч в гипертонических растворах составила 72,9-100,1% по сравнению с 75,2-93,3% контрольного варианта. В результате исследований выделены засухоустойчивые образцы суданской травы – Зональская 6, Мечта Поволжья, Амбиция, Фаина, Лаура, для дальнейшей селекции на повышение стрессоустойчивости в условиях смоделированной засухи.

Ключевые слова: НАБУХАНИЕ СЕМЯН, СУДАНСКАЯ ТРАВА, ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ, САХАРОЗА, НИТРАТ КАЛИЯ

Введение

В селекции сельскохозяйственных культур в настоящее время особенно важно изучение устойчивости растений к различным абиотическим стрессам, что связано с глобальными климатическими изменениями. Участвовавшие засухи, недостаток осадков, колебания температуры и другие факторы негативно влияют на стабильное развитие растениеводства [1]. В условиях изменения климата необходимо увеличивать разнообразие культур, способных обеспечивать стабильные урожаи в засушливой обстановке. В этой связи особую актуальность приобретает выведение засухоустойчивых сортов сорговых культур.

Чтобы ускорить селекцию, требуются надежные методы для оценки исходного материала по конкретным показателям устойчивости к абиотическим факторам. Использование достижений физиологии растений в селекции возможно при глубоком анализе закономерностей их роста и развития, а также физиологических процессов в естественных и контролируемых условиях [2]. Применение селекционных, интродукционных и агротехнических методов для повышения устойчивости растений является ключевой задачей, что невозможно без эффективных методов диагностики.

Устойчивость растений к абиотическим воздействиям различна, так как она регулируется различными генетическими механизмами. Уменьшение источников с морфологическими и физиологическими признаками засухоустойчивости снижает эффективность селекционной работы, подчеркивая важность использования разнообразного исходного материала [3-5]. Лабораторные методы оценки набухания семян в растворе с повышенным осмотическим давлением, имитирующим водный стресс, позволяют выделять перспективные образцы для дальнейших исследований и формирования нового генофонда [6-7]. Проведены исследования по применению хелатных форм микроудобрений на интенсивность набухания и прорастания семян зернового сорго [8]. Набухание семян в условиях осмотического стресса суданской травы, пайзы [9-10]. В ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» при выведении гибридов F1 в скрещивания вовлекаются ЦМС-линии сорго с разными типами стерильных цитоплазм, что позволяет создавать новые комбинации с заданными параметрами хозяйственных признаков и биологических свойств. Также привлекаются сортообразцы зернобобовых, сорговых и просовидных культур разного эколого-географического происхождения. При этом сведения по данному

направлению фрагментарны и изучены не достаточно полно. Включение исходного материала в практическую селекцию на повышение засухоустойчивости является актуальным.

Цель исследований – оценка образцов семян суданской травы по засухоустойчивости на начальных этапах онтогенеза с помощью осмотиков.

Материалы и методы

В качестве объектов исследований выделены сорта и линии суданской травы – Аллегория, Зональская 6, Амбиция, Мечта Поволжья, Лаура, Фаина, Л-30/17, Л-96-3/14, Л-96-3св/14. Определение набухания семян суданской травы проводили в растворах с повышенным осмотическим давлением, имитирующим недостаток влаги согласно [11]. Семена засухоустойчивых сортов в чистой воде поглощали воды меньше, а в растворах осмотиков больше, чем неустойчивые. Схема опыта состоит из 3 вариантов: 1 – контроль (раствор дистиллированной воды), 2 – раствор сахарозы ($C_{12}H_{22}O_{11}$ – 19 атм.), 3 – раствор нитрата калия (KNO_3 – 72 атм.). Степень поглощения воды и опытных растворов семенами изучали в динамике и контролировали через промежутки времени: 1 час, 2 часа, 4 часа, 6 часов, 24 и 48 часов. Набухание семян определено по изменению массы и выражено в процентах к исходной массе.

$$A = (M_1 - M_2) \times 100 / M_2,$$

где M_1 – масса семян после набухания в определенный момент времени, г; M_2 – масса сухих семян, г.

Семена изучаемых культур закладывали в чашки Петри на фильтровальную бумагу по 100 штук в трехкратной повторности и проращивали на дистиллированной воде в термостате при температуре 21-23°C. Для проведения исследований использовали 50 штук трехсуточных проростков. Контрольную группу проростков оставляли на дистиллированной воде, опытную переносили на водный раствор сахарозы: в каждую чашку Петри добавляли по 5 мл раствора $C_{12}H_{22}O_{11}$ или H_2O в зависимости от условий опыта. При моделировании осмотического стресса испытывали различные концентрации сахарозы: 8,3% (6 атм.), 12,4% (9 атм.), 16,5% (12 атм.), 20,7% (15 атм.), 24,8% (18 атмосфер). Проростки экспонировали при оптимальной температуре в течение 4-х суток в

термостате ТС-80М. У 7-суточных проростков определяли величину морфометрических показателей: длина проростка и длина корешка для оценки влияния различных концентраций препарата на повышение устойчивости изучаемых культур к осмотическому стрессу. Также оценивали интегральный параметр реакции растений на стресс по индексу root-shoot ratio – RSR, рассчитанному как соотношение между сухой массой корешков и проростков [12]. Статистическая обработка результатов исследований выполнена с помощью программы «AGROS 2.09» [13].

Результаты исследований

Исследования по оценке степени набухания семян сортов и селекционных линий суданской травы проводили в растворах осмотиков по сравнению с дистиллированной водой (табл. 1). Рассматривая набухание семян в течение 48 ч эксперимента, установлена высокая интенсивность процесса в начальный и конечный период, а лаг-фаза (значительное замедление роста массы зерновок) наступала через 4-6 часов [14].

По поглощению растворов семенами сортов и линий суданской травы в среднем за период испытания выявлена генотипическая дифференциация: в среднем за 48 часов эксперимента в контрольном варианте опыта набухание варьировало от 74,3% (линия Л-30/17) до 93,3% (сорт Мечта Поволжья); в сахарозе от 63,6% (линия Л-96-3св./14) до 88,2% (сорт Зональская 6); в нитрате калия от 67,0% (линия Л-96-3св./14) до 100,1% (сорт Зональская 6). Наибольшее водопотребление семян отмечено у сорта Зональская 6 (88,2-100,1%), наименьшее у линии Л-96-3св./14.

Таблица 1. Степень набухания семян суданской травы в растворах осмотиков (%)

Сорт, линия	Вариант опыта	Время набухания семян, час						Среднее
		1	2	4	6	24	48	
Аллегория	H ₂ O	51,3	64,7	72,5	74,4	93,7	114,5	78,5 hij
	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	52,0	62,6	67,8	69,2	88,0	102,6	73,7 fg
	KNO ₃	59,6	63,1	69,5	72,3	84,9	92,6	73,7 efg
Зональская 6	H ₂ O	67,1	69,7	82,7	85,2	109,0	122,3	89,3 no
	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	67,5	72,6	80,9	82,5	103,5	122,3	88,2 mno
	KNO ₃	80,1	87,6	97,6	100,2	112,6	122,6	100,1 q
Амбиция	H ₂ O	51,7	64,2	68,6	71,7	94,5	112,9	77,3 g-j
	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	49,9	65,7	70,3	70,8	86,7	113,4	76,1 f-j
	KNO ₃	57,7	64,1	69,7	75,2	83,5	89,3	73,2 d-g

Сорт, линия	Вариант опыта	Время набухания семян, час						Среднее
		1	2	4	6	24	48	
Мечта Поволжья	H ₂ O	64,4	75,0	78,4	89,8	110,9	141,7	93,3 p
	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	50,4	62,3	71,6	78,2	94,0	106,5	77,2 g-j
	KNO ₃	77,0	78,5	87,9	88,9	102,3	108,1	90,4 op
Фаина	H ₂ O	53,8	66,8	71,1	75,5	101,9	126,5	82,6 k
	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	54,9	65,7	70,7	77,4	95,1	114,4	79,7 jk
	KNO ₃	64,1	70,0	77,4	80,4	88,3	95,6	79,3 ijk
Лаура	H ₂ O	51,3	60,4	65,5	68,2	91,1	115,0	75,2 fgh
	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	54,4	58,8	62,1	65,3	80,2	95,7	69,4 bc
	KNO ₃	59,1	64,6	66,2	71,3	86,3	89,8	72,9 c-f
Л-30/17	H ₂ O	51,5	60,8	63,0	73,6	92,8	103,8	74,3 fg
	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	52,6	57,6	62,7	62,3	81,0	102,5	69,8 bcd
	KNO ₃	59,2	62,7	64,9	66,1	76,0	83,8	68,8 b
Л-96-3/14	H ₂ O	46,4	68,5	80,4	81,7	109,9	140,1	87,8 mno
	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	45,3	61,0	71,3	76,9	92,1	106,0	75,4 f-i
	KNO ₃	53,6	60,2	66,0	75,5	87,1	100,0	73,8 fg
Л-96-3св./14	H ₂ O	41,6	56,1	64,5	65,5	93,2	139,9	76,8 f-j
	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	42,8	51,7	60,8	63,7	75,6	86,8	63,6 a
	KNO ₃	51,9	61,8	64,8	65,5	76,6	81,3	67,0 ab
F _{факт(A)} =49,95*; F _{факт(B)} =1113,4*; F _{факт(AB)} =5,62*; HCP _{05 (A)} =3,39; HCP _{05 (B)} =1,60; HCP _{05 (AB)} =8,30								

Примечание: * $p \leq 0,05$. Данные, обозначенные разными буквами, значимо различаются в соответствии с тестом множественных сравнений Дункана

В результате испытаний выявлены образцы, у которых водопотребление оказалось на уровне контроля или превышало его. К таким сортам относятся Зональская 6, Амбиция, Мечта Поволжья, Фаина и Лаура (рис. 1). При этом, у линии Л-96-3/14 набухание в осмотиках значительно ниже, чем в дистиллированной воде.

У двух образцов (сорт Зональская 6 и линия Фаина) показана относительная засухоустойчивость в обоих вариантах опыта. Так, у сорта Зональская 6 в течение 48 ч более интенсивное набухание семян происходило в нитрате калия: от 80,1% до 122,6%, что в среднем за период опыта составило 100,1%; в сахарозе: от 67,5% до 122,3%, в среднем – 88,2%; в дистиллированной воде: от 67,1% до 122,3%, в среднем – 89,3%.

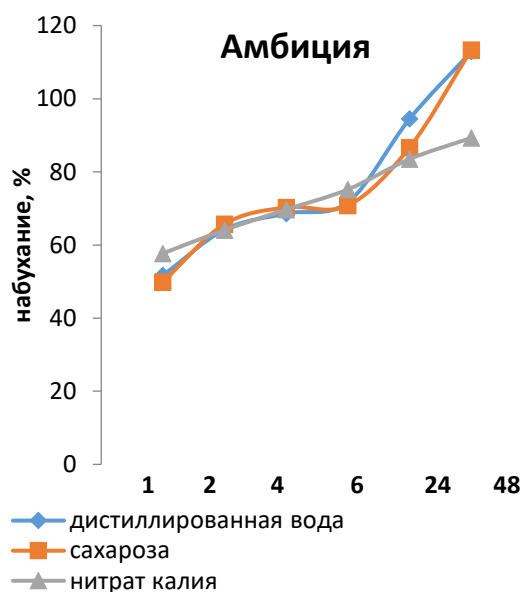
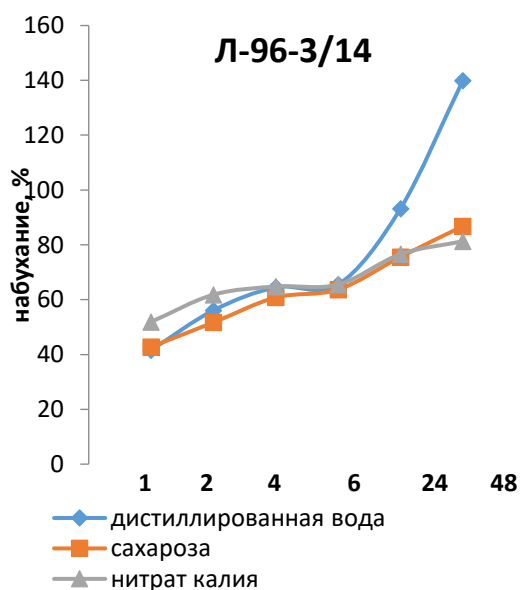
По средним значениям, водопотребление семян в сахарозе оказалось на уровне контроля и значительно превысило его в варианте с нитратом калия. У перспективной линии Фаина в среднем за период эксперимента показатели водопотребления в опытных и контрольных вариантах существенно не различались (79,3-82,6%). При этом, в первые 6 ч

более интенсивное набухание протекало в нитрате калия, а последующие 24-48 ч – в дистиллированной воде (101,9-126,5%).

У сорта Амбиция интенсивность набухания семян в опыте с сахарозой проходила практически аналогично контрольному варианту: 49,9-113,4% и 51,7-112,9%, соответственно. Через 48 ч в опытном варианте набухание составило 76,1%, в контрольном варианте – 77,3%.

Линия Лаура и сорт Мечта Поволжья проявили засухоустойчивость в варианте с нитратом калия. Так, водопотребление семян в опытном варианте оказалось в среднем за период эксперимента 72,9 и 90,4%, тогда как в контрольном – 75,2-93,3%, соответственно. Данные значения в пределах ошибки опыта и достоверно не различаются между собой. При этом интенсивность набухания проходила следующим образом: в опыте водопотребление семян варьировало от 59,1-77,0% до 89,8-108,1%, в контроле от 51,3-64,4% до 115,0-141,7%, соответственно. Особенность протекания набухания семян сорта Мечта Поволжья выявлена через 4 часа эксперимента: более высокие значения установлены в опыте (87,9% против 78,4% в контроле) и через 48 ч в дистиллированной воде (141,7% против 108,1% в нитрате калия); у линии Лаура только через 48 ч – 115,0% в дистиллированной воде против 89,8% в нитрате калия.

Таким образом, выделенные 5 образцов характеризуются относительной засухоустойчивостью в начальные фазы развития растений.



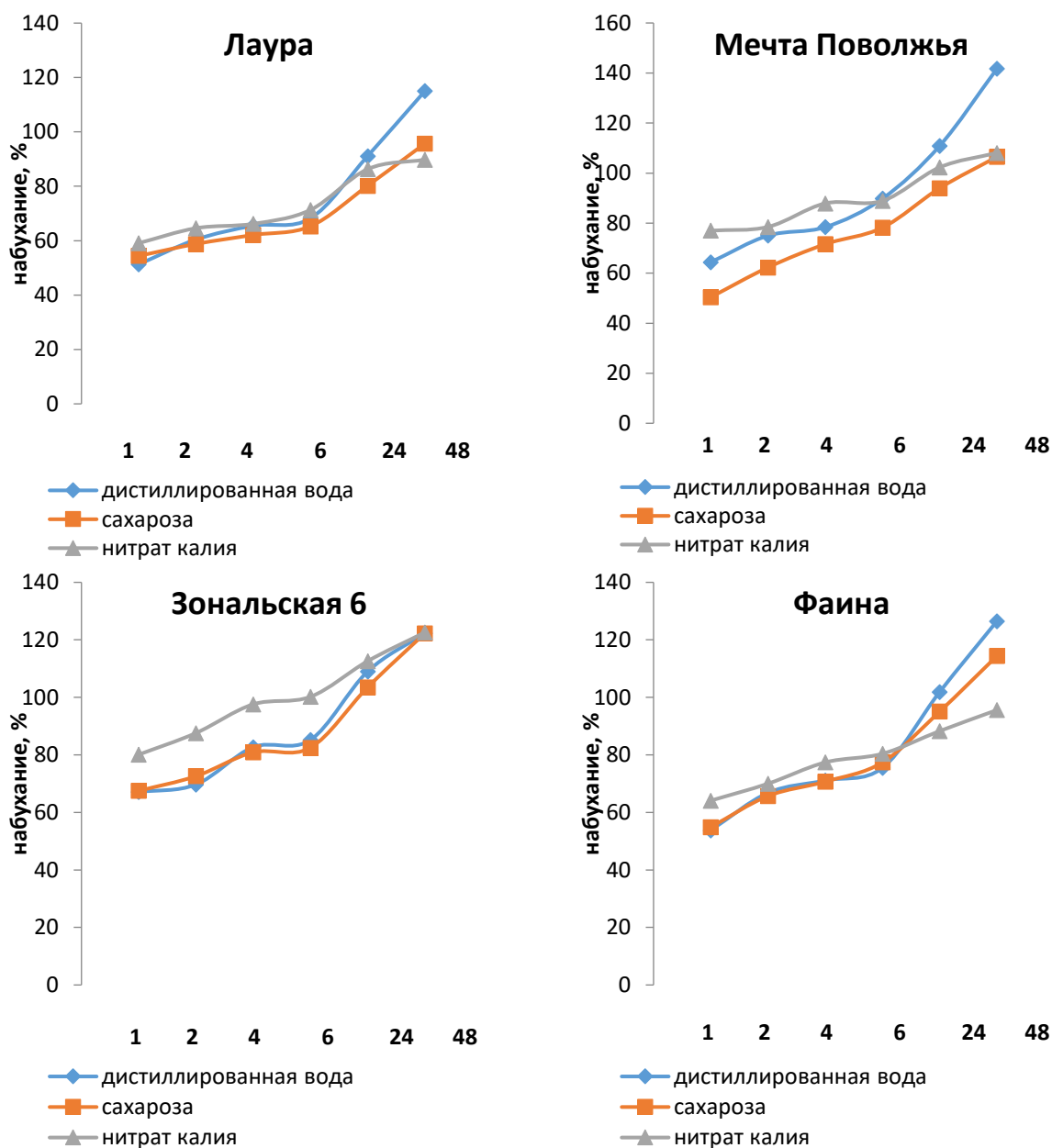


Рис. 1. Интенсивность набухания семян сортов и линий зернового сорго

Выводы

Относительную засухоустойчивость образцов суданской травы определили лабораторным методом по набуханию семян в гипертонических растворах (нитрат калия и сахароза). В результате проведенных исследований по выделению исходного материала для дальнейшей селекции на повышение стрессоустойчивости в условиях смоделированной засухи выделены 5 засухоустойчивых образцов суданской травы – сорта Зональская 6, Мечта Поволжья, Амбиция и селекционные линии Фаина, Лаура. Интенсивность набухания

в среднем за 48 ч в гипертонических растворах составила 72,9-100,1% по сравнению с 75,2-93,3% контрольного варианта.

Список использованных источников:

1. Коровин А.И. Растения и экстремальные температуры. – Л., 1984. – 272 с.
2. Levitt J. Responses of plants to environmental stresses. Vol. 1. Chilling, freezing and high temperatures stresses. – New York. 1980. – 426 p.
3. Amelework B., Shimelis H., Tongoona P., Laing M. Physiological mechanisms of drought tolerance in sorghum, genetic basis and breeding methods: a review // African Journal Agricultural Research. – 2015. – V. 10(31). – P. 3029-3040.
4. Chaves M.M., Flexas J., Pinheiro C. Photosynthesis under drought and salt stress: Regulation mechanisms from whole plant to cell // Annals of Botany. – 2009. – V.103. – P. 551-560.
5. Terletskaia N.V., Shcherban A.B., Nesterov M.A., Perfilev, Salina E.A., Altayeva N.A., Blavachinskaya I.V. Drought Stress Tolerance and Photosynthetic Activity of Alloplasmic Lines *T. dicoccum* × *T. aestivum* // International Journal of Molecular Sciences. – 2020. – V.21. – P. 3356.
6. Emendack Y., Burke J., Sanchez J., Laza H.E., Hayes C. Agro-morphological characterization of diverse sorghum lines for pre- and post-flowering drought tolerance // Australian Journal of Crop Science. – 2018. – V. 12 (01). – P.135-150.
7. Родина Т.В., Асташов А.Н., Плаксина В.С. Изучение динамики набухания семян пайзы в условиях осмотического стресса в селекции на повышение засухоустойчивости // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2023. – Т. 10. – № 1. – С. 94-98.
8. Степанченко Д.А., Степанченко В.И., Бочкарева Ю.В., Семин Д.С., Ефремова И.Г. Влияние хелатных микроудобрений на интенсивность набухания и прорастания семян зернового сорго // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 5 (59). DOI: [10.51419/202135505](https://doi.org/10.51419/202135505)
9. Ефремова И.Г, Куколева С.С., Семин Д.С., Ларина Т.В., Немкина Е.С. Лабораторная диагностика засухоустойчивости образцов суданской травы методом набухания семян в растворах осмотиков// АгроЭкоИнфо. – 2023 – № 4 (58). DOI: <https://doi.org/10.51419/202134403>.
10. Родина Т.В., Асташов А.Н., Сафронов А.А. Оценка засухоустойчивости пайзы по набуханию семян в условиях осмотического стресса // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 3 (47). – С. 108-113. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-3-108-113
11. Методика диагностики устойчивости растений (засухо-, жаро-, соле- и морозоустойчивости) / Сост.: Удовенко Г.В., Олейникова Т.В., Кожушко Н.Н. и др. – Л., 1970. – 74 с.

Куколева С.С., Старчак В.И., Бычкова В.В., Подгорнов Е.В., Матюшин П.А. Лабораторный анализ набухания семян суданской травы в растворах с высоким осмотическим давлением

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

12. Agen G.I., Franklin O. Root-shoot ratio, optimization and nitrogen productivity // Annals of Botany. – 2003. – V. 92. – P. 795-800.

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М., 2011. – 352 с.

14. Кибальник О.П., Бычкова В.В., Калмыков Н.В. Особенности набухания семян сорго зернового в селекции на повышение засухоустойчивости // Агробиотехнология-2021: материалы Международной научной конференции. – Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2021. – С. 333-338.

=====

Цитирование:

Куколева С.С., Старчак В.И., Бычкова В.В., Подгорнов Е.В., Матюшин П.А. Лабораторный анализ набухания семян суданской травы в растворах с высоким осмотическим давлением [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/6/st_625.pdf DOI: <https://doi.org/10.51419/202146625>.