

УДК 633.366 : 631.531.04(470.630)

ЛАБОРАТОРНЫЙ СКРИНИНГ СОРТОВ ДОННИКА БЕЛОГО ОДНОЛЕТНЕГО ПО УСТОЙЧИВОСТИ К СОЛЕВОМУ СТРЕССУ

© 2022 А.В. Казарина, Л.К. Марунова, И.С. Абраменко

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова,
г. Кинель, Россия

Статья поступила в редакцию 15.09.2022

Цель исследований заключалась в лабораторной диагностике устойчивости районированных сортов донника белого однолетнего к хлоридному засолению в ювенильной стадии развития на основе оценки изменчивости морфометрических показателей проростков. Объектом исследования служили сорта донника белого однолетнего, селекции Самарского федерального исследовательского центра РАН: Поволжский, Средневожский и Заволжский. Для определения солеустойчивости сортов донника использовался метод проращивания семян в растворах хлорида натрия. Установлено, что хлоридное засоление в значительной степени снижает показатели всхожести семян донника при концентрации опытного раствора 0,25 моль/л. При увеличении концентрации NaCl до 0,30 моль/л у изучаемых сортов количество проросших семян снижалось на 80,2 – 85,9% относительно контрольного варианта. По показателю всхожести семян под воздействием стрессового фактора выделился сорт Поволжский, сорт Заволжский отмечен, как наиболее устойчивый к отрицательному воздействию высокой степени засоления. При хлоридном засолении 0,10; 0,15 и 0,20 моль/л сорт Поволжский обеспечивал лучшие морфометрические показатели проростков. Уровень ростовых процессов при максимальном уровне засоления (0,25 и 0,30 моль/л) у сорта Заволжский был самым высоким. Использование метода лабораторной оценки солеустойчивости по прорастанию семян в солевых растворах, позволило дифференцировать изучаемые сорта донника белого однолетнего по чувствительности к воздействию стрессового фактора на начальных этапах онтогенеза. С учетом высокой полевой продуктивности и экологической пластичности изучаемых сортов, они могут быть рекомендованы к использованию в качестве исходного материала в селекционных программах для создания высокопродуктивных сортов, устойчивых к хлоридному засолению.

Ключевые слова: донник, солеустойчивость, сорт, всхожесть, проростки, хлоридное засоление.

DOI: 10.37313/2782-6562-2022-1-3-38-44

ВВЕДЕНИЕ

В Российской Федерации засоленные почвы занимают 36,0 миллионов гектаров, эти почвы широко распространены на юго-востоке европейской части страны. Значительные площади, засоленные почвы занимают в Поволжье. В Среднем Поволжье 6% пашни засолены и 17% осолонцованы [1, 2].

Из-за засоленности почв, ежегодно, сельскохозяйственное производство недополучает миллионы тонн продукции. Основная причина угнетения сельскохозяйственных культур при засолении – чрезмерное накопление солей, влекущее за собой повышение осмотического давления в клетках, изменение водного режима и

Казарина Александра Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией «Интродукция, селекция кормовых и масличных культур».

E-mail: kazarinaav@bk.ru

Марунова Людмила Константиновна, старший научный сотрудник лаборатории «Интродукция, селекция кормовых и масличных культур»

Абраменко Ирина Степановна, научный сотрудник лаборатории «Интродукция, селекция кормовых и масличных культур».

снижение общего содержания водных радикалов. По мнению ряда авторов, в основе угнетения и гибели растений от высокой концентрации солей в корнеобитаемом слое лежит не столько дефицит воды, связанный со снижением водного потенциала засоленного раствора, сколько необратимые нарушения физиолого-биохимических процессов, вызываемые поглощенными ионами [3, 4, 5]. Среди трех, распространенных типов засоления (сульфатное, карбонатное, хлоридное), наиболее токсично – хлоридное, вызывающее сильное угнетение ростовых процессов и гибель растений [6]. В условиях хлоридного засоления ионы Na и Cl при поступлении в клетки конкурируют с важнейшими элементами питания, прежде всего с ионами калия, кальция и магния, что вызывает токсический и метаболический стрессы у растений и приводит к их угнетению, а порой и к гибели уже на ранних этапах онтогенеза. Эффективным методом улучшения состояния засоленных почв служит фитомелиорация – рассоление посредством выращивания устойчивых видов растений [3, 7].

Донник перспективная кормовая, фитомелиоративная, лекарственная и медоносная культура. Он характеризуется высокой экологической пла-

стичностью, устойчивостью к стрессовым факторам среды, способностью экономно и эффективно использовать агроклиматические ресурсы региона. На практике доказана перспективность его использования на сено, сенаж, зеленый корм, в качестве пастбищного растения [8, 9].

Донник относится к одним из лучших фитомелиорантов в семействе Fabaceae, улучшающим водно-физические и химические свойства почвы вследствие выноса большого количества натрия. Это приводит к благоприятному изменению состава поглощенных оснований и солей в почве [10]. Различные виды донника растут на засоленных землях, где традиционные бобовые не выживают. Для него при хлоридно-сульфатном типе засоления концентрация солей, равная 0,8% (в слое 0 – 30 см), допустима, 1,4% – вредна, 2,8% – токсична [11].

Для диагностики устойчивости растений к засолению почвы применяют целый ряд методов, и все они имеют в своей основе одно необходимое условие – создание провокационного фона засоления. Это связано с тем, что уровень солеустойчивости растений закреплен на генетическом уровне и проявляется лишь при действии этого экстремального фактора [12, 13].

В настоящее время в селекционной и семеноводческой работе большое значение приобретает оценка сортов и перспективного селекционного материала по устойчивости к солевому стрессу. При определении солеустойчивости используется ряд методик, различающихся способом проращивания семян, концентрациями растворов солей и элементами учета (скорость набухания семян в солевых растворах, энергия прорастания, всхожесть семян, длина и масса проростков и т.д.) [12]. Рядом исследователей отмечается, что клеточные механизмы солеустойчивости могут значительно отличаться не только между видами и родами, но и между сортами одной культуры и наследственно сохраняют свой уровень устойчивости в поколениях [14, 15, 16].

Оценка перспективного селекционного материала и отбор толерантных к засолению генотипов должны стать надежным и эффективным инструментом для адресного подбора сортов в зависимости от климатических, химических и механических условий возделывания в конкретном регионе.

Цель исследований заключалась в лабораторной диагностике устойчивости районированных сортов донника белого однолетнего к хлоридному засолению на ранних этапах онтогенеза

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящее время в Государственном реестре селекционных достижений РФ зарегистрировано три сорта донника белого однолетнего (*Melilotus albus Medik.*): Поволжский, Средне-

волжский и Заволжский селекции Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН. Данные сорта были включены в изучение.

Сорт **Поволжский** выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции. Однолетнее бобовое растение высотой 140–180 см. Облиственность 30–35 %. Семена овальные, желтые. Масса 1000 семян 2,0–2,8 г. Сорт среднеспелый, вегетационный период до укосной спелости [10] 45–50 суток, до созревания семян 100–120 суток. Солеустойчив, засухоустойчив, устойчив к полеганию, мучнистой росой не поражается. Высокая урожайность зеленой массы 15–37 т/га, семян 0,6–0,8 т/га [17].

Сорт **Средневожский** выведен индивидуальным отбором из мутантной популяции. Однолетнее бобовое растение высотой 167–186 см. Семена овальные, светло-желтые. Масса 1000 семян 2,6–2,8 г. Среднеспелый, вегетационный период до укосной спелости 50–55 суток, до созревания семян 105–115 суток [10]. Урожайность сухого вещества в среднем по Средневожскому региону составляет 6–7 т/га, семенная продуктивность на уровне 0,5–0,6 т/га. Устойчивость к полеганию на уровне стандарта. Включен в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации и допущен к использованию во всех зонах возделывания культуры в РФ с 2010 г [17].

Сорт **Заволжский** выведен методом индивидуального отбора из образца К-33615 (Канада). Куст прямостоячий, компактный, высотой 135–171 см [10]. Семена овальные, желтые. Масса 1000 семян 2,6–2,7 г [10]. Сорт относится к группе среднеспелых, вегетационный период до укосной спелости 40–45, до созревания семян 100–110 суток. За годы испытания показал среднюю урожайность сухого вещества 7,1 т/га, семян – 0,67 т/га. Включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ и допущен к использованию во всех зонах возделывания культуры в Российской Федерации с 2019 года [17].

Оценку сортов донника белого однолетнего проводили согласно методике ВИР [13].

Для создания опытных вариантов по различной степени засоления готовили растворы соли хлорида натрия в дистиллированной воде с концентрациями от 0,1 моль/л до 0,3 моль/л с градацией 0,05, что соответствует осмотическому давлению растворов 5,0; 7,0; 10,0; 12,5 и 15 атмосфер. Закладку семян на проращивание проводили в стерильных чашках Петри на фильтровальной бумаге. В контрольном (бессолевом) варианте для увлажнения использовали дистиллированную воду, в опытных вариантах – растворы хлорида натрия. Объем выборки 100 семян в четырехкратной повторности для каждого варианта.

Чашки Петри помещали в термостат с температурой 21 – 22 °С. На четвертые сутки опре-

деляли энергию прорастания, на десятые – лабораторную всхожесть, длину ростков и корней. Математический анализ экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа по методике полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследования Б.А. Доспехова (1985 г.) с использованием программ для статистической обработки данных Statistica 6.0, Microsoft Exel 2007.

Для каждого варианта опыта рассчитывали среднее значение признаков, стандартную ошибку среднего ($M \pm m$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для оценки общей солеустойчивости сортов донника белого однолетнего определяли всхожесть семян при воздействии возрастающих концентраций раствора NaCl.

Для изучения были взяты оригинальные семена сортов донника белого однолетнего, всхожесть в контрольном варианте составила 85,0 – 87,5%, что удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 52325 – 2005 «Семена сельскохозяйственных растений. Сортные и посевные качества».

Энергия прорастания семян изучаемых сортов в контрольном варианте составляла $49,3 \pm 1,31\%$ – $58,5 \pm 0,95$, наиболее интенсивным первоначальным ростом отличался сорт Заволжский (табл. 1). По мере нарастания воздействия осмотического давления энергия прорастания достоверно снижалась до $20,8 \pm 1,65$ – $41,5\% \pm 1,47$ в варианте 0,15 моль/л и до $1,0 \pm 0,2$ – $1,6 \pm 0,14$ в варианте с наибольшей концентрацией NaCl (0,3 моль/л). Резкое снижение показателя энергии прорастания наблюдалось при достижении концентрации растворов хлористого натрия до 0,25 моль/л, на 67,5% у сорта Средневожский, на 92,3% у Заволжского и 95,9% у Поволжского относительно контрольного варианта.

В результате наших исследований установлено, что всхожесть изучаемых сортов донника при воздействии фактора засоление снижалась по мере увеличения концентрации солей в растворах, однако, оставалась достаточно высокой и составляла от 45,9% (Средневожский) до 53,6% (Поволжский) при концентрации раствора 0,20 моль/л, что соответствует осмотическому давлению 10,0 атм. Дальнейшее повышение концентрации раствора соли до 0,30 моль/л

Таблица 1. Влияние хлоридного засоления на посевные качества семян донника белого однолетнего

Вариант	Энергия прорастания $\pm m, \%$	Всхожесть $\pm m, \%$	% к контролю
Средневожский			
контроль	$53,3 \pm 1,43$	$85,9 \pm 0,35$	-
5 атм.	$46,5 \pm 0,50$	$55,8 \pm 1,25$	65,0
7 атм.	$41,5 \pm 1,47$	$52,8 \pm 0,75$	61,5
10 атм.	$27,8 \pm 1,11$	$45,8 \pm 0,48$	53,3
12,5 атм.	$17,3 \pm 0,62$	$38,0 \pm 1,08$	44,2
15 атм.	$1,5 \pm 0,28$	$12,0 \pm 1,15$	14,0
НСР ₀₅	3,18	2,50	-
Заволжский			
контроль	$58,5 \pm 0,95$	$87,5 \pm 0,64$	-
5 атм.	$49,0 \pm 0,91$	$60,6 \pm 1,04$	69,3
7 атм.	$39,0 \pm 1,08$	$55,8 \pm 1,10$	63,8
10 атм.	$37,3 \pm 1,11$	$51,6 \pm 1,55$	59,0
12,5 атм.	$4,5 \pm 0,28$	$45,3 \pm 0,62$	51,8
15 атм.	$1,0 \pm 0,20$	$17,3 \pm 0,85$	19,8
НСР ₀₅	1,91	3,29	-
Поволжский			
контроль	$49,3 \pm 1,31$	$85,1 \pm 0,70$	-
5 атм.	$35,8 \pm 1,25$	$75,1 \pm 0,91$	88,2
7 атм.	$20,8 \pm 1,65$	$66,3 \pm 0,85$	77,9
10 атм.	$19,3 \pm 0,47$	$53,3 \pm 0,75$	62,6
12,5 атм.	$2,0 \pm 0,40$	$33,5 \pm 1,04$	39,4
15 атм.	$1,6 \pm 0,14$	$12,6 \pm 0,96$	14,8
НСР ₀₅	2,80	2,57	-

(15,0 атм.) вызывало значительную задержку в прорастании семян, уровень всхожести в этом варианте был в пределах 12,0 – 17,3%.

Наибольшей чувствительностью к хлоридному засолению отличался сорт Средневожский, у которого снижение всхожести относительно контроля было максимальным (34,4%) при воздействии минимальной концентрации NaCl – 0,10 моль/л.

Высокую лабораторную всхожесть на фонах 0,10; 0,15 и 0,20 моль/л обеспечивал сорт донника Поволжский. Однако при дальнейшем увеличении концентрации раствора NaCl до 0,25 и 0,30 моль/л количество взошедших семян резко снижалось и составляло 39,4% и 14,8% относительно контроля соответственно.

У сорта Заволжский в вариантах опыта с концентрацией растворов 0,1 – 0,2 моль/л всхожесть варьировалась не значительно и составляла – 60,6 – 51,6% соответственно. При усилении воздействия солевого стресса интенсивность прорастания семян снижалась, однако превышала остальные сорта, что указывает на большую устойчивость данного сорта к высокой степени засоления.

Таким образом, в нашем эксперименте установлено, что хлоридное засоление в значительной степени снижает показатели всхожести семян донника при концентрации опытного раствора 0,25 моль/л. При увеличении концентрации NaCl до максимального осмотического давления 15,0 атм. (0,30 моль/л) у изучаемых сортов количество проросших семян снижалось на 80,2 – 85,9% относительно контрольного варианта.

В целом по показателю всхожести семян на провокационном фоне выделился сорт Поволжский, Заволжский отмечен, как наиболее устойчивый к отрицательному воздействию высокой степени засоления.

Одним из видимых индикаторов влияния засоления является нарушение роста и развития проростков. Несмотря на разную степень воздействия на различные процессы роста, результатом во всех случаях в конечном итоге является ингибирование роста корня и побега [16]. В надземной части проростков в большей степени действию солей подвержены клетки проводящей системы, по которым раствор солей поднимается к надземным органам, для NaCl засоления характерны короткие побеги, быстро заканчивающие свой рост [18]. По силе проявления этих показателей можно судить о степени токсичности соли для изучаемых сортов.

С целью оценки действия засоления хлоридного типа на показатели ростовых процессов растений донника белого однолетнего на ранних (ювенильных) этапах онтогенеза, нами были проанализированы морфометрические показатели проростков на фоне действия растворов NaCl в широком диапазоне концентраций.

В наших исследованиях действие хлоридного засоления оказывало значительное влияние на варьирование линейных размеров проростков донника изучаемых сортов.

В контрольных условиях (отсутствие засоления) наиболее интенсивным первоначальным ростом корней отличался сорт Поволжский, показатель длины корня которого был на уровне $12,8 \pm 0,29$ мм, против $10,1 \pm 0,31$ – $10,7 \pm 0,30$ мм у остальных сортов. Высокие показатели длины ростка обеспечивал сорт Средневожский – $30,6 \pm 0,23$, превысив сорта Заволжский и Поволжский на 16,3 – 17,3%.

У всех представленных сортов в условиях низкого уровня засоления 0,10 моль/л (5,0 атм.) отмечено статистически значимое увеличение интенсивности развития проростков, что указывает на способность данных сортов адаптироваться к изменению напряженности неблагоприятного фактора среды (рисунок 1). Так, наибольшее увеличение линейных размеров проростков отмечено у сорта Поволжский, длина корней которого составила 24,2 мм, против 12,8 мм в контрольном варианте, длина ростка была на уровне 37,4 мм, в контроле – 25,6 мм.

Тенденция к ингибированию развития проростков донника наблюдалась при концентрации раствора хлорида натрия 0,15 моль/л (7,0 атм.), существенные различия с контролем отмечались в варианте 0,20 моль/л, как по длине корня, так и ростков. У сорта Средневожский снижение линейных размеров проростков относительно контроля было более значительным и составило 30,8% по корням и 66,3% по надземной части. Наименьшее отклонение от контрольного варианта при концентрации NaCl 0,20 моль/л отмечено у сорта Поволжский (корни – 12,5%, росток – 33,6%).

С увеличением концентрации солевого раствора до 0,30 моль/л наблюдалось снижение параметров роста корней на 41,2% (Средневожский) – 53,9% (Поволжский), ростков на 84,4% (Поволжский) – 85,4 (Заволжский). У сорта Средневожский при максимальном осмотическом давлении (0,30 моль/л) рост надземной части проростка прекращался.

При засолении угнетение ростовых процессов у проростков донника усиливалось с увеличением воздействия стрессового фактора. Размах варьирования длины корня у сорта Поволжский был максимальным и составил 49,6%, у сорта Заволжский зафиксирован наименьший уровень изменчивости данного признака – 22,6%. Изменчивость длины ростка под воздействием различных уровней хлоридного засоления была выше и находилась в пределах 57,8 (Заволжский) – 80,4 (Средневожский).

Достоверное отрицательное влияние на длину ростка обнаруживалось при всех изучаемых концентрациях солевого раствора, за исключе-

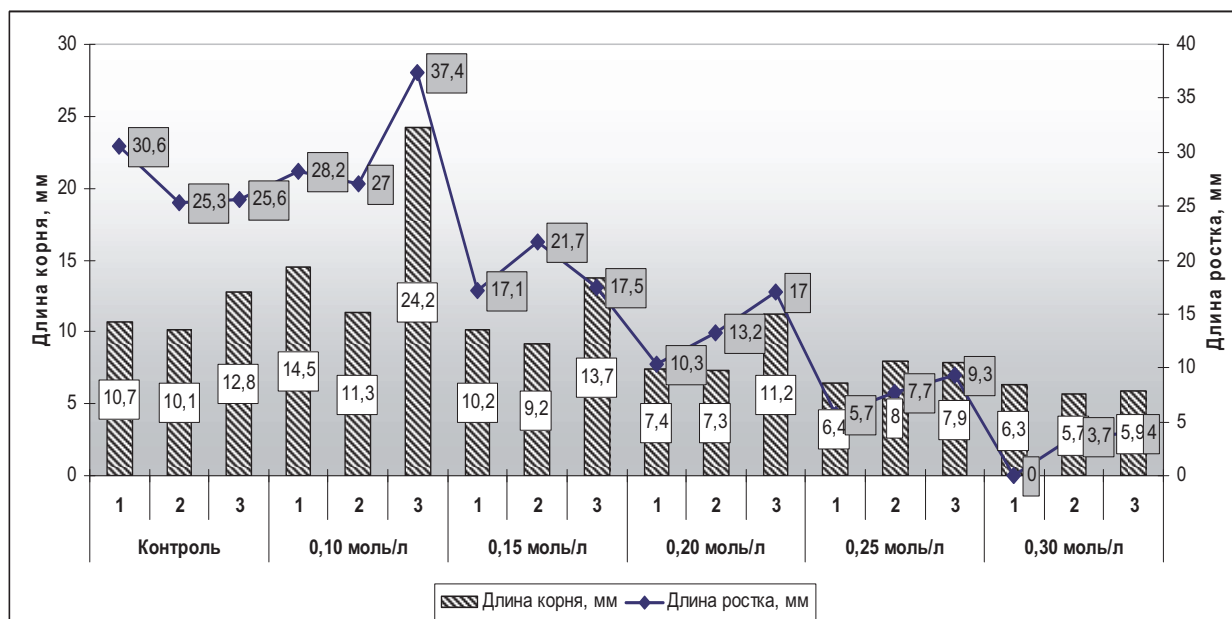


Рис. 1. Влияние солевого стресса на морфологические показатели проростков донника белого однолетнего (*Melilotus albus Medic*):

1 – Средневожский; 2 – Заволжский; 3 – Поволжский

Длина корней: HCP_{05} (Средневожский)–0,94; HCP_{05} (Заволжский)–0,57; HCP_{05} (Поволжский)–0,74
 Длина ростков: HCP_{05} (Средневожский)–2,13; HCP_{05} (Заволжский)–0,97; HCP_{05} (Поволжский)–1,53

нием 0,10 моль/л, из чего можно заключить, что рост корня угнетается при хлоридном засолении в меньшей степени, чем надземные органы.

Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что доминирующее влияние на линейные размеры ростка донника оказывает сила воздействия стрессового фактора (87,47%), на долю сорта приходится только 4,70%, взаимодействие данных факторов составляет – 7,11%.

Вклад сортовых особенностей в варьирование длины корня под воздействием различных концентраций растворов NaCl составил 17,90%, взаимодействие генотипа с уровнем засоления – 29,08%, на долю стрессового фактора приходилось – 46,69%.

В результате анализа морфометрических показателей проростков при различном уровне солевого стресса установлено, что большей чувствительностью к хлоридному засолению характеризовался сорт Средневожский, наименьшей – Поволжский. Сорт Заволжский отличался низким уровнем варибельности параметров проростка по мере увеличения концентрации солей в опытных растворах, относительно других сортов.

ВЫВОДЫ

Использование метода лабораторной оценки солеустойчивости по прорастанию семян в солевых растворах, позволило обнаружить различия между сортами донника белого однолетнего по степени устойчивости к воздействию стрессового фактора на начальных этапах онтогенеза. На основании полученных данных установлено, что

все изучаемые сорта показали достаточно высокую солеустойчивость в диапазоне концентрации растворов NaCl от 0,10 моль/л до 0,30 моль/л, что соответствует осмотическому давлению 5,0 – 15,0 атмосфер. Степень угнетения ростовых параметров проростков донника в большей степени зависела от силы воздействия стрессового фактора.

На основании оценки сортов донника по прорастанию на солевых растворах и анализа морфометрических показателей проростков установлено, что сорт Поволжский наименее чувствителен к негативному воздействию NaCl на ранних этапах развития растений и потенциально более солеустойчив. Сорт Заволжский способен адаптироваться к более высокому уровню засоления. На фоне высокой полевой продуктивности, экологической пластичности, данные сорта могут быть рекомендованы к возделыванию в качестве фитомелиорантов и служить перспективным исходным материалом для создания высокопродуктивных сортов, толерантных к хлоридному типу засоления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стаценко, А.П. Оценка солеустойчивости полевых культур / А.П. Стаценко, А.А. Блинохватов // Инновационная техника и технология. – 2019. – № 2. – С. 34-37.
2. Вальков В.Ф. Засоление почв / В.Ф. Вальков, С.И. Колесников. Ростов-на-Дону: Феникс, 2014. – 165 с.
3. Иванищев, В.В. Новые направления исследований в повышении солеустойчивости растений / В.В. Иванищев // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2021. – Вып. 2. – С. 47- 55.

4. Губанова, Н.Г. Изучение солеустойчивости ранних стадий развития хлопчатника и возможность селекции а солеустойчивость / Н.Г. Губанова, А.А. Абдуллаев, О.Д. Джураев и др. // Сельскохозяйственная наука и агропромышленный комплекс на рубеже веков. – 2016. – № 13. – С. 72-76.
5. Guo, H. Comprehensive assessment of drought resistance in seedlings of five alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars / H. Guo, Y.B. Gong, A.K. Bao // Applied ecology and environmental research. – 2019. – № 17(6). – Рр. 13253-13261.
6. Абдуллаев, Р.А. Лабораторный скрининг образцов ячменя из Дагестана по устойчивости к хлоридному засолению / Р.А. Абдуллаев, И.А. Косарева, Е.Е. Радченко // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 23. – № 7. – С. 24-26.
7. Дзюбенко, Н.И. Скрининг образцов белого и желтого донника (*Melilotus Adans.*) на устойчивость к хлоридному засолению / Н.И. Дзюбенко, О.В. Дук, Л.Л. Мальшев и др. // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53. – № 6. С. – 1294-1302.
8. Казарина, А.В. Урожайность сортов донника белого однолетнего в зависимости от действия препаратов для обработки семян и вегетирующих растений в лесостепи Самарского Заволжья / А.В. Казарина, Л.К. Марунова // Кормопроизводство. – 2020. – № 8. – С. 27 – 32.
9. Zong, X. Genome-wide profiling of the potential regulatory network of lncRNA and mRNA in *Melilotus albus* under salt stress / X. Zong, S. Wang, Y. Han et al. // Environmental and Experimental Botany. – 2021. – № 189. – 104548.
10. Казарина, А.В. Достоинства нового сорта донника белого однолетнего Заволжский / А.В. Казарина, Л.К. Марунова, И.С. Абраменко // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 11-1(38). – С. 54 – 57.
11. Мушинский, А.А. Ценность однолетнего донника как кормовой и мелиоративной культуры / А.А. Мушинский // Известия Оренбургского аграрного университета. – 2004. – № 4. – С. 29 – 31.
12. Куркиев, К.У. Устойчивость мягкой пшеницы и тритикале к высокому уровню хлоридного засоления / К.У. Куркиев, З.М. Алиева, С.К. Темирбекова и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 2. – С. 26 – 28.
13. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (методическое руководство) [под ред. Г.В. Удовенко]. – Л.: ВИР, 1988. – 228 с.
14. Марченкова, Л.А. Оценка селекционного материала яровой мягкой пшеницы по устойчивости к искусственно создаваемым стрессовым ситуациям / Л.А. Марченкова, Н.В. Давыдова, О.В. Павлова и др. // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 1(88). – С. 26 – 32.
15. Шихмурадов А.З. Внутрисортное разнообразие твердой пшеницы по солеустойчивости / А.З. Шихмурадов // Мат. II региональной науч.-практ. конф. Дербент, 2004. – С. 378 – 380.
16. Кононенко, Н.В. Оценка морфологических и биохимических параметров устойчивости различных генотипов пшеницы к хлоридному засолению / Н.В. Кононенко, Т.А. Диловарова, Р.В. Канавский и др. // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. – 2019. – Том. 14. – № 1. – С. 18-39.
17. Каталог сортов [Электронный ресурс] // Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова. Кинель, 2008 – 2021. – URL: <http://www.pniiss.ru/донник.html> (дата обращения: 14.11.2022).
18. Омарова, З.А. Лабораторная диагностика устойчивости сортов ячменя к хлоридному засолению / З.А. Омарова, М.Р. Абсалудинова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Том 18. – № 2 (2). – С. 605-608.

LABORATORY SCREENING OF ANNUAL WHITE CLOVER VARIETIES ON SALT STRESS RESISTANCE

© 2022 A.V. Kazarina, I.S. Abramenko, L.K. Marunova

Samara Federal Research Scientific Center RAS,
Volga Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing named after P.N. Konstantinov,
Kinel, Russia

The purpose of the research was to laboratory diagnostics of the resistance of released varieties of white sweet clover to chloride salinization in the juvenile stage of development based on the assessment of the variability of the morphometric parameters of seedlings. The object of the study was the varieties of annual white sweet clover, bred by the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences: Povolzhsky, Srednevolzhsky and Zavolzhsky. To determine the salt tolerance of sweet clover varieties, the method of seed germination in sodium chloride solutions was used. It has been established that chloride salinization significantly reduces the germination of sweet clover seeds at a test solution concentration of 0.25 mol/l. With an increase in NaCl concentration to 0.30 mol/l in the studied varieties, the number of germinated seeds decreased by 80.2–85.9% relative to the control variant. In terms of seed germination under the influence of a stress factor, the Povolzhsky variety stood out, the Zavolzhsky variety was noted as the most resistant to the negative effects of a high degree of salinity. With chloride salinity of 0.10; 0.15 and 0.20 mol/l variety Povolzhsky provided the best morphometric parameters of seedlings. The level of growth processes at the maximum level of salinity (0.25 and 0.30 mol/l) in Zavolzhsky variety was the highest. The use of the method of laboratory assessment of salt tolerance by seed germination in saline solutions made it possible to differentiate the studied varieties of annual white sweet clover in terms of sensitivity to the impact of a stress factor at the initial stages of ontogenesis. Taking into account the high field productivity and ecological plasticity of the studied varieties, they can be recommended for use as a source material in breeding programs to create highly productive varieties resistant to chloride salinity.

Key words: sweet clover, salt tolerance, variety, germination, seedlings, chloride salinization.

DOI: 10.37313/2782-6562-2022-1-3-38-44

REFERENCES

1. *Stacenko, A.P.* Ocenka soleustojchivosti polevykh kul'tur / A.P. Stacenko, A.A. Blinohvatov // *Innovacionnaya tekhnika i tekhnologiya*. – 2019. – № 2. – S. 34-37.
2. *Val'kov V.F.* Zasolenie pochv / V.F. Val'kov, S.I. Kolesnikov. Rostov-na-Donu: Feniks, 2014. – 165 s.
3. *Ivanishchev, V.V.* Novye napravleniya issledovaniy v povyshenii soleustojchivosti rastenij / V.V. Ivanishchev // *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki*. – 2021. – Vyp. 2. – S. 47- 55.
4. *Gubanova, N.G.* Izuchenie soleustojchivosti rannih stadij razvitiya hlochatnika i vozmozhnost' selekcii a soleustojchivost' / N.G. Gubanova, A.A. Abdullaev, O.D. Dzhuraev i dr. // *Sel'skohozyajstvennaya nauka i agropromyshlennyy kompleks na rubezhe vekov*. – 2016. – № 13. – S. 72-76.
5. *Guo, H.* Comprehensive assessment of drought resistance in seedlings of five alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars / H. Guo, Y.B. Gong, A.K. Bao // *Applied ecology and environmental research*. – 2019. – № 17(6). – Pp. 13253-13261.
6. *Abdullaev, R.A.* Laboratornyj skringing obrazcov yachmenya iz Dagestana po ustojchivosti k hloridnomu zasoleniyu / R.A. Abdullaev, I.A. Kosareva, E.E. Radchenko // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. – 2015. – T. 23. – № 7. – S. 24-26.
7. *Dzyubenko, N.I.* Skringing obrazcov belogo i zheltogo donnika (*Melilotus Adans.*) na ustojchivost' k hloridnomu zasoleniyu / N.I. Dzyubenko, O.V. Duk, L.L. Malyshev i dr. // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*. – 2018. – T. 53. – № 6. S. – 1294-1302.
8. *Kazarina, A.V.* Urozhajnost' sortov donnika belogo odnoletnego v zavisimosti ot dejstviya preparatov dlya obrabotki semyan i vegetiruyushchih rastenij v lesostepi Samarskogo Zavolzh'ya / A.V. Kazarina, L.K. Marunova // *Kormoproizvodstvo*. – 2020. – № 8. – S. 27 – 32.
9. *Zong, X.* Genome-wide profiling of the potential regulatory network of lncRNA and mRNA in *Melilotus albus* under salt stress / X. Zong, S. Wang, Y. Han et al. // *Environmental and Experimental Botany*. – 2021. – № 189. – 104548.
10. *Kazarina, A.V.* Dostoinstva novogo sorta donnika belogo odnoletnego Zavolzhskij / A.V. Kazarina, L.K. Marunova, I.S. Abramenko // *Medunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennykh nauk*. – 2019. – № 11-1(38). – S. 54 – 57.
11. *Mushinskij, A.A.* Cennost' odnoletnego donnika kak kormovoj i meliorativnoj kul'tury / A.A. Mushinskij // *Izvestiya Orenburgskogo agrarnogo universiteta*. – 2004. – № 4. – S. 29 – 31.
12. *Kurkiev, K.U.* Ustojchivost' myagkoj pshenicy i tritikale k vysokomu urovnyu hloridnogo zasoleniya / K.U. Kurkiev, Z.M. Alieva, S.K. Temirbekova i dr. // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. – 2017. – T. 31. – № 2. – S. 26 – 28.
13. *Diagnostika ustojchivosti rastenij k stressovym vozdeystviyam (metodicheskoe rukovodstvo)* [pod red. G.V. Udovenko]. – L.: VIR, 1988. – 228 s.
14. *Marchenkova, L.A.* Ocenka selekcionnogo materiala yarovoj myagkoj pshenicy po ustojchivosti k iskusstvenno sozdavaemym stressovym situacijam / L.A. Marchenkova, N.V. Davydova, O.V. Pavlova i dr. // *Vestnik agrarnoj nauki*. – 2021. – № 1(88). – S. 26 – 32.
15. *Shihmuradov A.Z.* Vnutrisortovoe raznoobrazie tverdoj pshenicy po soleustojchivosti / A.Z. Shihmuradov // *Mat. II regional'noj nauch.-prakt. konf. Derbent, 2004*. – S. 378 – 380.
16. *Kononenko, N.V.* Ocenka morfologicheskikh i biohimicheskikh parametrov ustojchivosti razlichnykh genotipov pshenicy k hloridnomu zasoleniyu / N.V. Kononenko, T.A. Dilovarova, R.V. Kanavskij i dr. // *Vestnik RUDN. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo*. – 2019. – Tom. 14. – № 1. – S. 18-39.
17. *Katalog sortov [Elektronnyj resurs] // Povolzhskij nauchno-issledovatel'skij institut selekcii i semenovodstva imeni P.N. Konstantinova. Kinel', 2008 – 2021*. – URL: <http://www.pniiss.ru/donnik.html> (data obrashcheniya: 14.11.2022).
18. *Omarova, Z.A.* Laboratornaya diagnostika ustojchivosti sortov yachmenya k hloridnomu zasoleniyu / Z.A. Omarova, M.R. Absaludinova // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*. – 2016. – Tom 18. – № 2 (2). – S. 605-608.

Aleksandra Kazarina, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Head of the Introduction, Breeding of Fodder and Oil Crops Laboratory. E-mail: kazarinaav@bk.ru
Ludmila Marunova, Senior Researcher of the Introduction, Breeding of Fodder and Oil Crops Laboratory.
Irina Abramenko, Researcher of the Introduction, Breeding of Fodder and Oil Crops Laboratory.