

Лабораторная оценка устойчивости коллекционных образцов овса к хлоридному засолению

Черепанов А.В. *, Боме Н.А., д.с-х.н.

ФГАОУ ВО Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

*email: stud0000105050@utmn.ru

*Проведено изучение изменчивости морфометрических признаков 10 коллекционных образцов овса (*Avena sativa* L.). Лабораторный опыт осуществлен в вегетационных сосудах на фитостеллаже при температуре воздуха 22–24 °С, освещении 5 тыс. люкс. Повторность опыта 3-кратная. Ответная реакция исследуемых образцов проявилась в угнетении надземной части растений в 3-х вариантах и смешанном эффекте на корневую систему (стимулирование – 2 образца, угнетение – 2 образца), неоднозначной реакции на изменение биомассы надземной части и корневой системы корневой системы растений.*

*Ключевые слова: *Avena sativa* L., NaCl, солеустойчивость, индекс длины побега, индекс длины корней.*

Laboratory evaluation of resistance of oat collection samples to chloride salinity

Cherepanov A.V. *, Bome N.A.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Tyumen State University, Tyumen, Russia

*email: stud0000105050@utmn.ru

*The variability of morphometric traits of 10 collection samples of oats (*Avena sativa* L.) was studied. The laboratory experiment was carried out in vegetation vessels on a phytostack at a temperature of 22–24 °C, illumination 5 thousand lux. Repetition of the experiment is 3-fold. The response of the tested samples was manifested in the suppression of the aboveground part of plants in 3 variants and mixed effect on the root system (stimulation – 2 samples, suppression – 2 samples), which was not expressed in the change of the share in the biomass structure of the aboveground part and root system in the samples.*

*Key words: *Avena sativa* L., NaCl, salt tolerance, shoot length index, root length index.*

Учащение погодных аномалий в глобальном и локальном масштабах, связанных с повсеместным изменением климата в совокупности с интенсификацией сельского хозяйства – увеличивают негативное влияние биотических и абиотических факторов среды, отражающихся на адаптации культурных растений [1]. Засоление почв относится к числу подобных стресс-факторов, отрицательно сказывающихся на ростовых процессах и способствуя аномалиям роста, что способно приводить к

снижению продуктивности [2]. Одной из важнейших задач сельскохозяйственного производства является создание сортов, обладающих устойчивостью к подобным неблагоприятным факторам среды с сохранением высокой продуктивности и урожайности. Оценка начальных этапов онтогенеза в лабораторных условиях на провокационных фонах позволяет в краткие сроки оценить устойчивость исследуемого растительного объекта к различным стрессам [3].

Исследовательская работа по солеустойчивости растительных организмов проведена в лаборатории биотехнологических и микробиологических исследований Института биологии Тюменского государственного университета.

Объектом исследования послужили 10 образцов овса различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР). Семь образцов *Avena sativa* L. относились к пяти ботаническим разновидностям, из них *aurea* – 2, *aristata* – 1, *krausei* – 1, *mutica* – 1, *inermis* – 2; три образца – *Avena byzantine*. Семена урожая 2022 года были выращены на экспериментальном участке биостанции Тюменского государственного университета «Озеро Кучак».

Выращивание растений осуществлено в вегетационных сосудах из инертного материала емкостью 1,4 л. В качестве субстрата использовался универсальный почвенный грунт (расчет – 300 г на один сосуд). В каждый сосуд равномерно раскладывали по 20 неповрежденных семян на глубину 2 см. Для создания провокационного фона в сосуды с опытными образцами вносили 80 мл хлорида натрия (NaCl) с концентрацией 0,98 %, с контрольными образцами – 80 мл дистиллированной воды. Повторность опыта 3-кратная, размещение вегетационных сосудов на фитостеллаже выполнено в случайном порядке. Продолжительность опыта – 14 суток. Учеты проводились на 3, 5, 7, 10, 12 и 14 сутки.

Для комплексной оценки солеустойчивости коллекционных образцов овса в раннем онтогенезе осуществлялось наблюдение за ростом и развитием растений с учетом 10 морфофизиологических признаков [4]. В данной статье рассматриваются 3 параметра: длина побега, длина корней и определение структуры сырой биомассы по соотношению надземной части и корней растений.

Статистическая обработка проводилась по методике Б.А. Доспехова [5] с использованием программного обеспечения MS Excel 2016. Рассчитаны средняя арифметическая ($\bar{X}_{cp.}$), стандартная ошибка средней арифметической ($S_{\bar{x}}$), коэффициент вариации (CV, %) и достоверность различий между вариантами по критерию Стьюдента.

В лабораторном опыте для распределения образцов по реакции на воздействие хлорида натрия были исследованы средние значения признака и рассчитаны индексы ингибирования роста побегов и корней у растений, с помощью которых мо-

жет быть охарактеризована устойчивость растений по интенсивности ростовых процессов при любом типе стрессового воздействия [6]. Результаты представлены в таблице.

Морфометрические параметры растений коллекционных образцов овса (*Avena sativa* L.) в условиях хлоридного засоления, 2023 г.

Образец, № каталога ВИР	Вариант	Длина побега		ИДП	Длина корней		ИДК
		$X \pm m_x$, см	CV, %		$X \pm m_x$, см	CV, %	
K-15190, Kanton	1	$25,0 \pm 0,69$	15,11	0,94	$7,8 \pm 0,21$	14,71	1,00
	2	$26,7 \pm 0,77$	15,76		$7,8 \pm 0,29$	20,56	
K-15243, Envis	1	$17,8 \pm 0,58$	17,70	1,00	$8,8 \pm 0,22^*$	13,86	1,21
	2	$17,8 \pm 0,52$	15,95		$7,3 \pm 0,36$	26,74	
K-15206, 97106143	1	$27,0 \pm 0,78$	15,82	0,98	$10,9 \pm 0,34^*$	17,21	1,10
	2	$27,7 \pm 0,67$	13,34		$9,9 \pm 0,29$	16,24	
K-15148, Kuerle	1	$20,2 \pm 0,58^*$	9,07	0,91	$9,3 \pm 0,36$	12,38	0,94
	2	$22,2 \pm 0,41$	10,19		$9,9 \pm 0,25$	13,73	
K-15203, 97106126	1	$22,1 \pm 0,44^*$	10,91	0,92	$9,4 \pm 0,26^*$	15,34	0,89
	2	$24,0 \pm 0,72$	16,40		$10,6 \pm 0,36$	18,40	
K-15376, KWS Contender	1	$18,1 \pm 0,43$	10,56	1,00	$7,5 \pm 0,37$	22,15	1,07
	2	$18,1 \pm 0,35$	8,67		$7,0 \pm 0,43$	27,21	
K-15375, Canyon	1	$15,9 \pm 0,80$	24,22	0,99	$5,3 \pm 0,36$	32,46	0,86
	2	$16,1 \pm 0,88$	28,09		$6,2 \pm 0,35$	29,05	
K-15304, AC Ernie	1	$13,6 \pm 0,66$	20,55	0,96	$6,9 \pm 0,46$	28,11	0,91
	2	$14,1 \pm 0,72$	19,69		$7,6 \pm 0,23$	11,47	
Тюменский голозерный	1	$15,1 \pm 0,80^*$	29,19	0,85	$5,9 \pm 0,29^*$	26,93	0,76
	2	$17,7 \pm 0,52$	15,98		$7,8 \pm 0,31$	21,43	
Мегион	1	$18,2 \pm 0,51$	15,31	0,97	$9,2 \pm 0,31$	18,61	1,00
	2	$18,7 \pm 0,88$	25,80		$9,2 \pm 0,26$	15,40	

Примечание: * – статистически достоверные различия. ИДП – индекс длины побега, ИДК – индекс длины корней/

При анализе длины побегов на 14-е сутки отмечен угнетающий эффект у 3 опытных образцов овса от 7,9 % до 14,7 %. Наибольшее угнетение зафиксировано у сорта Тюменский голозерный, у которого наблюдалось снижение по данному признаку на 2,6 см (14,7 %) в сравнении с контрольным вариантом. Установлено, что наибольшей длиной побега на провокационном фоне обладал образец Kanton (к-15190, Германия) – $25,0 \pm 0,69$ см, наименьшей – AC Ernie (к-15304, Канада) – $13,6 \pm 0,66$ см.

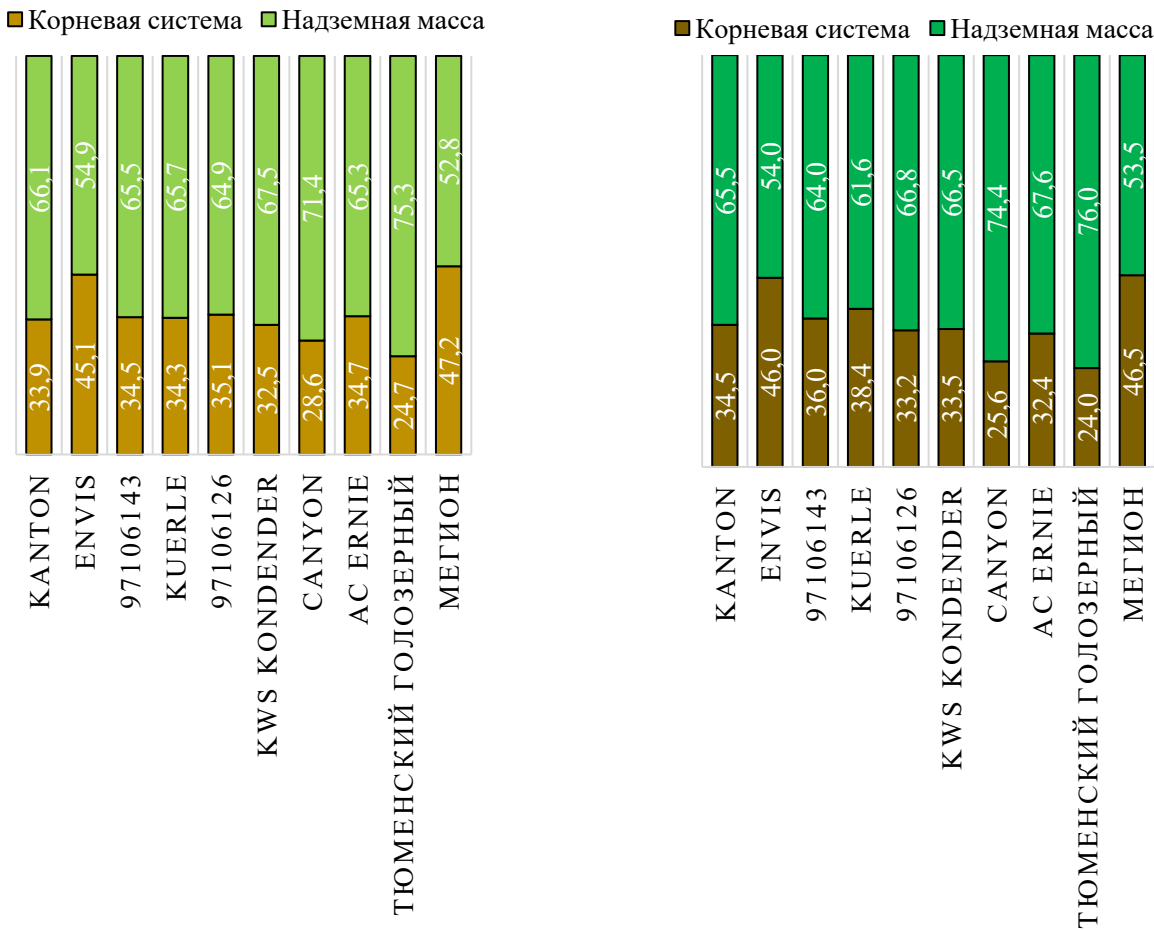
При расчете индекса длины побега (ИДП) наибольшие отличия от контроля по рассматриваемому признаку были обнаружены только у сорта Тюменский голозерный. Значение индекса в данном варианте составило 0,85, в остальных вариантах – 0,91–1,00.

Корневая система растений на 14-ые сутки преимущественно проявила толерантность к действию солей хлорида натрия, что проявилось в отсутствии достоверно значимых изменений у большинства исследуемых образцов, за исключением

четырех. У образцов Envis (к-15243, Великобритания) и 97106143 (к-15206, Болгария) наблюдалось стимулирование роста корней по длине на 20,6 и 10,1 % соответственно. У образцов Тюменский голозерный и 97106126 (к-15203, Болгария) отмечена чувствительность к воздействию солей NaCl, проявившаяся в угнетении ростовых процессов на 24,4 и 11,3 % соответственно. Установлено, что наибольшую длину корней среди опытных вариантов имел 97106143 (к-15206, Болгария) – $10,9 \pm 0,34$ см, наименьшую – Canyon (к-15375, Германия) – $5,3 \pm 0,36$ см.

При расчете индекса длины корней отмечены отличия от контроля в сторону увеличения у KWS Contender (к-15376, Германия) (ИДК=1,07); 97106143 (к-15206, Болгария) (ИДК=1,10) и Envis (к-15243, Великобритания) (ИДК=1,21). Наименьшим значением ИДК по рассматриваемому признаку характеризовался сорт Тюменский голозерный (0,76), остальные варианты – 0,86–1,00.

Анализ структуры биомассы позволил оценить потенциальную приспособленность растений к меняющимся стрессовым условиям обитания (см. рисунок).



Соотношение сырой биомассы коллекционных образцов овса различного эколого-географического происхождения в контроле (1) и в опытных вариантах эксперимента (2)

В проводимом эксперименте в структуре биомассы растений отмечено изменение доли сырой биомассы побега и корневой системы на провокационном фоне у исследуемых образцов на 0,6 у Kanton (к-15190, Германия) – 4,1 % у Kuerle (к-15148,

Китай). Наибольшим развитием корневой системы и близкими к равнопропорциональному распределению надземной части и корневой систем характеризовались образцы Мегион (46,5 и 53,5 % соответственно) и Envis (к-15243, Великобритания) (46,0 и 54,0 %), наименьшей – Тюменский голозерный (24,0 и 76,0 %) и Canyon (к-15375, Германия) (25,6 и 74,4 %).

Отмечена неоднозначная ответная реакция на действие хлорида натрия, выраженная в изменении биомассы корневой системы: 4 образца характеризовались снижением на 0,7 % (у сортов Тюменский голозерный и Мегион), 3 % – Canyon (к-15375, Германия), 6 образцов – увеличением по данному показателю на 0,6 % (Kanton, к-15190, Германия) – 4,1 % (Kuerle к-15148, Китай).

Полученные результаты исследования показали, что ионы раствора NaCl достоверно способны оказывать ингибирующий и стимулирующий эффекты на развитие надземной части растения (длина побега) корневой системы на ранних этапах онтогенеза растительного организма. Скрининг в лабораторных условиях по признакам длина побега, длина корней, индексам перечисленных параметров и соотношению биомассы надземной и подземной частей растения на предселекционном этапе позволит повысить результативность отбора устойчивых форм овса в краткие сроки.

Список литературы

- 1 Оценка сортов зерновых культур по показателям качества семян и стрессоустойчивости / О.В. Павлова, Л.А. Марченкова, Р.Ф. Чавдарь [и др.] // Владимирский земледелец. 2021. № 2(96). С. 52–57.
- 2 Удовенко Г.В. Солеустойчивость культурных растений. Л.: Колос, 1977. 215 с.
- 3 Скочилова Е.А., Закамская Е.С. Влияние ионов хлора на содержание фотосинтетических пигментов в проростках овса посевного и горчицы белой // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. № 3 (27). С. 266–274.
- 4 Методические указания по определению солеустойчивости ячменя / ВАСХНИЛ, ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. Л.: ВИР, 1980. 14 с.
- 5 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотипное издание. Перепечатка с 5-го изд., доп. и перераб., 1985. М.: Альянс, 2014. 351 с.
- 6 Карманенко Н. М. Сортная реакция зерновых культур на низкие температуры, условия закисления и ионы алюминия // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 5. С. 66–77.