

ОСОБЕННОСТИ ПРОРАСТАНИЯ ЗЕРНОВОК *MELICA VIRGATA* (POACEAE) ПРИ ДЕЙСТВИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАСУХИ

© 2021

Пляскина И.Н., Бондаревич Е.А., Ларина Н.П., Чистякова Н.С.

Читинская государственная медицинская академия (г. Чита, Российская Федерация)

Аннотация. Статья посвящена изучению механизмов адаптации к засухе редкого для Восточного Забайкалья вида *Melica virgata* Turcz. ex Trin. на начальных этапах онтогенеза. Вид внесен в Красную книгу Забайкальского края и имеет первую категорию статуса редкости (находящийся на грани исчезновения). *M. virgata* встречается в особых фитоценозах на территории Восточного Забайкалья, находясь в таких микроклиматических условиях, которые соответствуют его ксеромезофитной природе. Для этого злака характерно размножение семенами. Исследования прорастания семян в условиях физиологической засухи, вызванной присутствием в среде осмотика, показали способность семян *M. virgata* прорасти в широком диапазоне влагообеспеченности, но ростовые процессы с увеличением осмотического давления сильно подавляются. Способность прорасти в условиях физиологической засухи может быть связана с обменом свободных аминокислот. В семенах злака преобладали кислые аминокислоты и их амиды, являющиеся субстратами для образования других аминокислот, нуклеотидов, а также после реакций дезаминирования, углеводов и компонентов липидов. Интенсивность аккумуляции свободных аминокислот при водном дефиците может изменяться вследствие использования этих аминокислот на синтез веществ, обладающих осморегулирующими свойствами. Быстрый переход к ростовым процессам у этого злака может быть связан с мобилизацией проламинов и глютелинов в первые сутки прорастания.

Ключевые слова: адаптация; начальные этапы онтогенеза; всхожесть семян; осмотический стресс семян; свободные аминокислоты; проламины; глютелины; злаки; *Melica virgata*; Восточное Забайкалье.

FEATURES OF *MELICA VIRGATA* (POACEAE) SEED GERMINATION IN NATURAL DROUGHT STRESS

© 2021

Plyaskina I.N., Bondarevich E.A., Larina N.P., Chistyakova N.S.

Chita State Medical Academy (Chita, Russian Federation)

Abstract. The paper studies mechanisms of adaptation of the rare species *Melica virgata* Turcz. ex Trin for Eastern Transbaikalia to drought at the initial stages of ontogenesis. The species is listed in the Red Data Book of Transbaikal Territory and has the first conservation status category (Endangered). *M. virgata* occurs in special phytocenoses on the territory of Eastern Transbaikalia, being in such microclimatic conditions that correspond to its xeromesophytic nature. This cereal is characterized by seed reproduction. Researches of seed germination in conditions of physiological drought, caused by the presence of osmotic, have shown the ability of *M. virgata* seeds to germinate in a wide range of moisture availability, but growth processes with an increase in osmotic pressure are strongly suppressed. The ability to germinate in conditions of physiological drought may be associated with the exchange of free amino acids. The seeds of cereals were dominated by acidic amino acids and their amides, which are substrates for the formation of other amino acids, nucleotides, as well as after deamination reactions, carbohydrates and lipid components. The intensity of accumulation of free amino acids in water deficit can vary due to the use of these amino acids for the synthesis of substances with osmoregulatory properties. The rapid transition to growth processes in this cereal may be associated with the mobilization of prolamins and glutelins on the first day of germination.

Keywords: adaptation; initial stages of ontogenesis; germinating seeds; osmotic stress; free amino acids; prolamines; glutelins; cereals; *Melica virgata*; Eastern Transbaikalia.

Введение

Особенности климатических условий на территории Восточного Забайкалья обусловили формирование специфического состава флоры региона. На распределение растений в фитоценозах оказывают влияние также микроклиматические условия. Так, неоднородность рельефа приводит к созданию разнообразных микроклиматических условий, которые выражаются в неравномерности распределения влаги, питательных веществ, в количестве солнечной радиации получаемыми склонами разной экспозиции и крутизны [1–3]. Эти особенности позволили сохраниться в составе растительного покрова узколокальным видам растений. Одним из таких растений является перловник прутьевидный *Melica virgata* Turcz. ex Trin. При семенном возобновлении важны адапта-

ции, обеспечивающие устойчивость проростков на начальных этапах онтогенеза, так как условия произрастания характеризуются длительным дефицитом влаги и очень низкой влажностью воздуха в значительный период вегетации [4]. Одним из маркеров уровня сформированности адаптационных механизмов у растений является количественное и качественное изменение в составе тканей свободных аминокислот [5; 6]. Эта группа соединений выполняет множество функций в живых организмах, в том числе принимает участие в синтезе белков и пептидов, метаболизме азота, серы и многих микроэлементов, в энергетическом обмене, регуляции гомеостаза. Кроме того, аминокислоты и белки являются осмотически активными соединениями, градиент концентрации которых обеспечивает водный обмен и мем-

бранный потенциал клеток живых организмов [7]. Изучение механизмов адаптаций, которые присутствуют у данного злака на ранних этапах онтогенеза, важно для разработки мер по сохранению этого редкого растения.

Цель исследования: изучить особенности адаптации *M. virgata* на начальных этапах онтогенеза к условиям физиологической засухи.

Объекты и методы

Объектом исследования был выбран перловник прутьевидный *Melica virgata* Turcz. ex Trin. Род *Melica* насчитывает около 80 видов, которые разделены на несколько секций, распространены главным образом в субтропических и умеренно теплых странах обоих полушарий, но отчасти также в горных районах тропиков [8; 9]. На территории бывшего СССР произрастает 17 видов преимущественно на лесных полянах, среди кустарников, на каменистых склонах и скалах. На территории Восточного Забайкалья встречаются два вида: *Melica turczaninowiana* Ohwi и *M. virgata*. *M. virgata* – многолетнее растение, образующее густые дерновины и произрастающее по каменистым степным склонам и их вершинам [8; 10]. Злак является узколокальным маньчжуро-даурским горностепным видом [11] и в Восточном Забайкалье пролегает северная граница его ареала. Относится к реликтам древнесредиземноморской (миоцен-плиоценовой) флоры [12]. В Забайкальском крае отмечался в окрест. сс. Кыра, Акша, Усть-Иля [10; 13], а также в заказнике «Горная степь» и в Могойтуйском районе. Также вид отмечен в Красночикойском районе по прогреваемым склонам в глубоких межгорных депрессиях [14; 15]. Изучение этих фитоценозов показало, что они отличаются уникальным видовым составом, включают редкие, эндемичные и реликтовые виды, которые смогли сохраниться на ограниченных территориях долины реки Чикой [16]. *M. virgata* включен в Красную книгу Забайкальского края, категория статуса 1 (находящиеся под угрозой исчезновения) [13].

Семена злака для исследований были собраны в популяции в Красночикойском районе. После подготовки семян [17] помещали семена в чашки Петри на фильтровальную бумагу, добавляли дистиллированную воду (контроль) или раствор осмотика и проращивали в термостате при температуре +21°C в течение 10 дней. Осмотический стресс разной силы ($p_{осм.} = 3, 5, 7, 10, 13, 15$ и 18 атм.) создавали раствором маннита в дистиллированной воде [18]. Метод позволяет на ранних этапах онтогенеза определить относительную засухоустойчивость различных видов растений. Ежедневно подсчитывали количество проросших семян. Для оценки влияния физиологической засухи на рост проростков использовали морфометрические исследования, для этого измеряли длину листовых пластинок проростков и рассчитывали среднюю длину и ошибку среднего. Аналогичные расчеты были проведены и для корня.

Для оценки использования проростком растворимых фракций запасных белков определили содержание четырех фракций (альбумины, глобулины, проламины, глютелины) в сухих семенах и при прорастании [6]. Концентрацию белковых фракций определяли фотометрически по методу Lowry при $\lambda = 626$ нм (фотометр «Эксперт 003»).

Для изучения воздействия осмотического стресса на динамику свободных аминокислот в проростках

контрольную группу зерновок проращивали на фильтровальной бумаге, смоченной дистиллированной водой, а опытные – в присутствии осмотика (маннит, $p_{осм.} = 5$ атм.). Количественное содержание свободных аминокислот определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [19]. В ходе исследования определяли содержание 20 аминокислот (18 протеиногенных (кроме *пролина* и *цистеина*) и 2 непротеиногенных – *таурин* и *орнитин*) в сухих и прорастающих семенах злака в контроле и при осмотическом стрессе [20]. Полученные данные были подвергнуты статистической обработке методами описательной статистики (MS Excel 2010, PAST 3.0).

Результаты и их обсуждение

В ходе проведения эксперимента изучено прорастание семян *M. virgata* в условиях осмотического стресса, результаты представлены на рис. 1. Наибольшее значение всхожести семян отмечено в условиях контроля и при небольшом уровне осмотического стресса (3, 5 и 7 атм.), всхожесть 95–97%. Присутствие в среде осмотика замедляет скорость прорастания. Так, если в контроле и при 3 атм. всхожесть достигла своего максимума уже на третьи сутки, то при 5 атм. и 7 атм. – на седьмые сутки. Дальнейшее увеличение осмотического давления привело к снижению как скорости прорастания, так и проценту всхожести. Если при 10 и 13 атм. семена к концу проведения опыта имели средние показатели всхожести (80 и 70% соответственно), то при 15 и 18 атм. – только 30 и 10%. Осмотический стресс влияет на рост вегетативных органов, поэтому в ходе эксперимента определяли морфометрические показатели проростков (рис. 2 и 3). Значительное угнетение ростовых процессов отмечено при осмотическом давлении в 13, 15 и 18 атм. Высокая концентрация осмотика практически полностью останавливает ростовые процессы. На десятые сутки при 18 атм. средняя длина листовой пластинки и корня составила 2 и 1 мм соответственно.

Результаты определения фракций запасных белков в семенах *M. virgata* представлены в табл. 1. Белковость семян *M. virgata* достигает 100,01 мг/г сырой массы. Преобладающей фракцией в белковом комплексе этого злака являются глютелины (68,33 мг/г сырой массы). Особый интерес представляет определение количества проламинов в семенах исследуемых злаков, так как синтез этих адаптивных белков для злаков считается уникальной физиолого-биохимической особенностью [21]. Для развивающегося проростка злаков проламины выполняют функцию быстро реализуемого (в течение 4–6 суток) запаса аминокислот и азота [22; 23]. Концентрация проламинов в семенах *M. virgata* оказалась значительной (22,77 мг/г сырой массы), а концентрация альбуминов и глобулинов небольшой (3,67 и 5,24 мг/г сырой массы соответственно). Результаты определения концентрации белковых фракций при прорастании семян *M. virgata* показали, что в течение первых суток начинается процесс мобилизации белков, хотя видимого прорастания еще не отмечается. Расходятся все фракции белков, особенно велик вклад в запуск ростовых процессов проламинов (концентрация уменьшилась в 2 раза) и глютелинов (концентрация уменьшилась в 1,6 раз). Далее концентрации этих двух фракций продолжили снижаться, к седьмым

суткам проращивания проламинаы почти израсходовались. Начиная со вторых суток проращивания, концентрация альбуминов и глобулинов начинает возрастать. Это свидетельствует о синтетических

процессах, происходящих в проростке. Видимое прорастание семян этого злака начинается на третьи сутки, с этого момента отмечается значительный рост количества альбуминов и глобулинов.

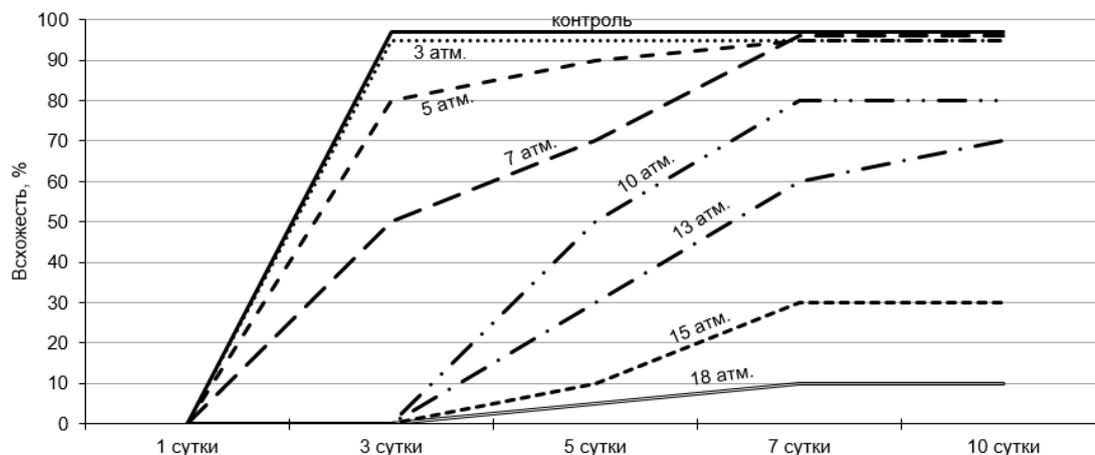


Рисунок 1 – Динамика прорастания семян *M. virgata* в условиях осмотического стресса

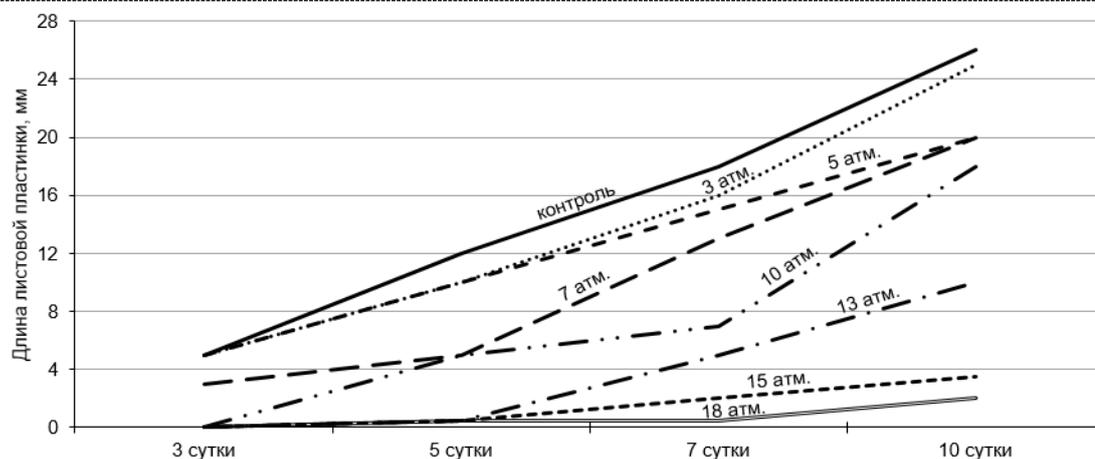


Рисунок 2 – Динамика средней длины листа проростков *M. virgata* в условиях осмотического стресса

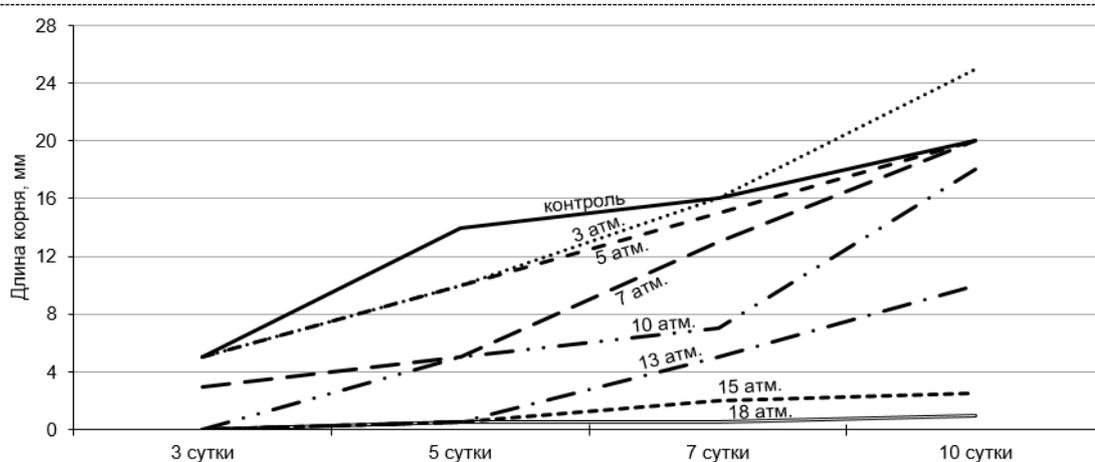


Рисунок 3 – Динамика средней длины корня проростков *M. virgata* в условиях осмотического стресса

Таблица 1 – Динамика фракций растворимых белков в семенах *Melica virgata* при прорастании, мг/г сырого веса

	Альбумины	Глобулины	Проламинаы	Глютелины
Сухие семена	3,67 ± 0,03	5,24 ± 0,03	22,77 ± 0,1	68,33 ± 0,3
1 сутки	1,75 ± 0,02	3,21 ± 0,01	10,52 ± 0,02	42,34 ± 0,03
2 сутки	5,38 ± 0,01	4,71 ± 0,02	10,23 ± 0,03	37,56 ± 0,2
3 сутки	7,23 ± 0,04	7,63 ± 0,05	9,91 ± 0,1	24,57 ± 0,05
7 сутки	13,58 ± 0,03	10,32 ± 0,04	2,81 ± 0,01	10,54 ± 0,3

Помимо мобилизации запасных белков при прорастании семян проанализировали динамику свободных аминокислот (табл. 2). Поскольку в литературе имеются данные об изменении общего количества свободных аминокислот при действии стрессоров различной природы, то проанализируем сначала изменение суммы свободных аминокислот в условиях осмотического стресса по сравнению с контролем. При анализе полученных данных было выявлено значительное отличие в суммарном содержании свободных аминокислот в зависимости от действия осмотического стресса. По сравнению с количеством свободных аминокислот в сухих семенах *M. virgata* наблюдается значительное увеличение их концентрации в течение первых суток проращивания (и в контроле, и при осмотическом стрессе 5 атм. в 23,5 раза). Такое увеличение концентрации свободных аминокислот (в контроле 7739, при 5 атм. – 7754,41 мкг/г сырой массы) можно объяснить гидролизом резервных белков. В условиях действия осмотика на вторые сутки произошло еще небольшое выделение свободных аминокислот, в контроле же наблюдалось уменьшение концентрации в 2 раза. Образующиеся в первые сутки свободные аминокислоты включаются в синтез полипептидов, необходимых для процесса прорастания, и, как показало исследование, начало видимого прорастания (3 сутки) в контроле и при 5 атм. характеризуется снижением концентрации свободных аминокислот. Несмотря на тенденцию к снижению количества свободных аминокислот к третьим суткам, концентрация их в условиях осмотического стресса больше чем в контроле в 1,6 раз. Таким образом, обнаружено заметное увеличение пула свободных аминокислот в первые сутки проращивания семян *M. virgata*, особенно в растворе с осмотическим давлением 5 атм. Вероятно, одной из причин наблюдаемых явлений служит создание более высокого значения осмотического давления в зерновках для притока воды и активации процессов прорастания.

Кислые аминокислоты (*асп*, *глу*) и их амиды (*гли*, *асн*) в первые сутки проращивания и в контроле и при 5 атм. показали значительный рост концентрации (табл. 2). Так, содержание *асп* по сравнению с сухими семенами увеличивалось в 29 раз (1 сутки), еще значительно в растворе осмотика – более чем в 60 раз. Далее содержание этой аминокислоты будет уменьшаться, однако на вторые и третьи сутки имело схожие значения. Динамика *глу* была сходной. В первые сутки резко увеличивалась концентрация этой аминокислоты (в 29 и 56 раз соответственно). В дальнейшем происходило 2-кратное снижение количества с постепенным уменьшением концентрации к третьим суткам от момента начала прорастания. Количество *асн* и *гли* в первые сутки увеличивалось, однако в контроле количество *асн* уменьшалось, тогда как в растворе осмотика оставалось достоверно выше. Напротив, *гли* имел высокие цифры в контроле, а в растворе маннита значительно уменьшалась его концентрация.

Кислые аминокислоты (*асп*, *глу*) и их амиды (*гли*, *асн*) в первые сутки проращивания и в контроле и при 5 атм. показали значительный рост концентрации (табл. 2). Так, содержание *асп* по сравнению с сухими семенами увеличивалось в 29 раз (1 сутки), еще значительно в растворе осмотика – более чем в 60 раз. Далее содержание этой аминокислоты будет уменьшаться, однако на вторые и третьи сутки имело схожие значения. Динамика *глу* была сходной. В первые сутки резко увеличивалась концентрация этой аминокислоты (в 29 и 56 раз соответственно). В дальнейшем происходило 2-кратное снижение количества с постепенным уменьшением концентрации к третьим суткам от момента начала прорастания. Количество *асн* и *гли* в первые сутки увеличивалось, однако в контроле количество *асн* уменьшалось, тогда как в растворе осмотика оставалось достоверно выше. Напротив, *гли* имел высокие цифры в контроле, а в растворе маннита значительно уменьшалась его концентрация.

Таблица 2 – Содержание свободных аминокислот в сухих семенах и проростках *M. virgata*, мкг/г сырой массы

Аминокислоты	Сухие семена	Контроль			5 атм.		
		1 сут.	2 сут.	3 сут.	1 сут.	2 сут.	3 сут.
<i>Асп</i>	7,90	232	92,79	92,81	494,19	302,07	269,24
<i>Глу</i>	27,70	827	330,84	200,37	1555,84	844,73	546,61
<i>Асн</i>	23,10	533	213,20	263,61	1206,70	1060,41	487,34
<i>Гли</i>	63,80	1718	686,87	1545,73	698,29	365,29	52,42
<i>Сер</i>	29,25	698	279,15	146,50	441,25	846,91	68,30
<i>Гли</i>	23,98	633	253,23	147,88	903,03	653,42	89,90
<i>Тре</i>	8,70	162	65,11	60,76	172,03	189,68	144,53
<i>Ала</i>	29,35	749	299,73	41,58	20,70	685,27	89,87
<i>Гис</i>	12,05	334	133,75	84,07	402,62	306,19	2316,15
<i>Лиз</i>	4,93	152	60,78	25,79	90,07	171,06	127,54
<i>Арг</i>	6,38	165	66,32	18,75	73,50	192,33	29,24
<i>Фен</i>	8,54	149	59,87	143,31	382,73	222,96	229,58
<i>Тир</i>	12,05	203	81,23	98,26	142,72	347,53	155,38
<i>Трф</i>	6,14	162	64,83	95,50	145,82	206,28	229,44
<i>Вал</i>	18,38	382	152,73	15,99	245,98	2,14	260,02
<i>Иле</i>	8,20	209	83,78	110,81	190,42	219,32	147,39
<i>Лей</i>	16,07	365	146,25	107,52	260,18	410,13	150,62
<i>Мет</i>	2,78	28	11,32	73,25	83,27	563,79	70,71
<i>Орнитин</i>	2,97	38	19,30	64,70	132,57	74,79	29,27
<i>Таурин</i>	17,80	8	385,82	10,95	112,50	251,71	15,24
Сумма свободных аминокислот	329,50	7739	3486,92	3348,14	7754,41	7916,00	5508,79

Динамика основных аминокислот имела следующие особенности: в контроле максимальное количество всех аминокислот группы резко возрастало в первые сутки и в дальнейшие этапы прорастания имело тенденцию к снижению их содержания. В растворе осмотика, напротив, происходило значительное увеличение содержания *гис* к третьим суткам от начала эксперимента, тогда как содержание *лиз* и *арг* имело более скромный рост до вторых суток, в дальнейшем снижаясь. Содержание ароматических аминокислот в контроле имело максимальные концентрации в первые сутки прорастания, ко вторым суткам происходило их 2-кратное уменьшение, и вновь наблюдался рост к третьим суткам. В эксперименте прирост был существеннее (особенно по содержанию *фен* в 1 сутки – в 45 раз, в контроле – в 17,5 раз по сравнению с сухими зерновками). Рост концентрации аминокислот шикиматного пути (*тир* и *фен*), использующихся для синтеза веществ с антиоксидантными свойствами, может защищать проростки от воздействия свободных радикалов. В последующие периоды содержание *фен* уменьшилось, а *тир* и *три*, напротив, увеличивали свое содержание.

Непротеиногенные аминокислоты имели следующие тенденции в динамике: содержание *орнитина* в контроле постепенно увеличивалось к третьим суткам от начала эксперимента. Следует отметить значительное увеличение концентрации *орнитина* в условиях осмотического стресса, в первые сутки концентрация увеличивается в 44,6 раз. Ко вторым суткам содержание *орнитина* уменьшается наполовину, и далее к третьим суткам происходит значительное уменьшение. Количество *таурина* максимальных цифр достигало на момент вторых суток и в контроле, и в растворе осмотика. Однако далее его содержание вновь уменьшалось до уровня сухих зерновок.

Заключение

Изучение прорастания зерновок *M. virgata* в условиях физиологической засухи показало, что вид хорошо приспособлен к подобным условиям и имеет возможности для интенсификации ростовых процессов до высоких значений осмотического давления (до 13 атм.). Но в таких условиях даже эуксерофиты испытывают значительные трудности на этапе прорастания [24]. Поэтому, судя по полученным данным, можно говорить о высоком адаптивном потенциале изучаемого злака к условиям физиологической засухи на начальных этапах онтогенеза. Этот потенциал может быть связан с повышением уровня свободных аминокислот в условиях физиологической засухи, которые могут способствовать улучшению поступления воды в семя и защите от окислительного стресса.

Список литературы:

1. Дулепова Б.И. Степи горной лесостепи и их динамика. Чита: Изд-во ЧГПИ, 1993. 296 с.
2. Попова О.А. Биоразнообразие и особенности адаптогенеза раннецветущих растений Байкальской Сибири (Восточное Забайкалье). Чита: Изд-во ЗабГПУ, 2005. 243 с.
3. Бондаревич Е.А., Борискин И.А., Якимова Е.П. Эколого-биологические особенности злаков Восточного Забайкалья. Чита: Экспресс-издательство, 2013. 184 с.

4. Пляскина И.Н., Бондаревич Е.А. Прорастание семян и начальные этапы онтогенеза *Tripogon chinensis* (Poaceae) // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. 2019. Т. 12, № 1. С. 71–85. DOI: 10.17516/1997-1389-0289.
5. Яхин О.И., Лубянов А.А., Калимуллина З.Ф., Батраев Р.А. Влияние регуляторов роста на стрессиндуцируемое накопление свободных аминокислот в растениях пшеницы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1 (33). С. 38–40.
6. Хелдт Г.-В. Биохимия растений / пер. с англ. М.А. Брейгиной и др.; под ред. А.М. Носова, В.В. Чуба. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. 471 с.
7. Бондаревич Е.А. Изменения содержания свободных аминокислот в зерновках дикорастущих злаков Восточного Забайкалья при прорастании в условиях осмотического стресса // Химия растительного сырья. 2018. № 3. С. 83–89. DOI: 10.14258/jcprm.2018033705.
8. Цвелев Н.Н. Злаки СССР / отв. ред. А.А. Федоров. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1976. 788 с.
9. Стефанович Г.С. Интродукционное изучение рода *Melica* L. в условиях среднего Урала // Вестник ИрГСХА. 2011. № 44–2. С. 146–152.
10. Пешкова Г.А. *Melica* L. – Перловник // Флора Сибири. В 14 т. Т. 2. Poaceae (Gramineae) / сост. Г.А. Пешкова, О.Д. Никифорова, М.Н. Ломоносова и др. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1990. С. 216–219.
11. Галанин А.В. Флора Даурии (сосудистые растения). Т. 2: Злаковые, Ирисовые (Poaceae, Iridaceae) / А.В. Галанин, А.В. Беликович, О.В. Храпко; отв. ред. А.А. Галанин. Владивосток: Дальнаука, 2009. 280 с.
12. Семенова Г.П. Редкие и исчезающие виды флоры Сибири: биология, охрана / отв. ред. В.П. Седельников. Новосибирск: ГЕО, 2007. 407 с.
13. Красная книга Забайкальского края. Растения / ред. кол.: О.А. Поляков, О.А. Попова, О.М. Афонина и др. Новосибирск: ООО «Дом мира», 2017. 384 с.
14. Бутина Н.А. Классификация сообществ с *Ulmus pumila* L. в Восточном Забайкалье (Красночикойский район) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: мат-лы VI междунар. науч.-практ. конф. Барнаул, 2007. С. 120–125.
15. Попова О.А., Андриевская Е.А., Комиссарова С.С., Лесков А.П., Першина Н.А., Щеглова С.Н. Новые и редкие виды сосудистых растений в Забайкальском крае // Ботанический журнал. 2013. Т. 98, № 3. С. 382–386.
16. Бондаревич Е.А., Попова О.А. Особенности фитоценозов с участием *Melica virgata* Turcz. ex Trin. (Poaceae) Восточного Забайкалья в сравнении с сопредельными территориями // Turczaninowia. 2014. Т. 17, № 4. С. 97–109. DOI: 10.14258/turczaninowia.17.4.16.
17. Дмитричева Д.С., Япаров А.Х., Дегтярева И.А. Ризосферные аборигенные микроорганизмы, способствующие росту и развитию растений // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана. 2011. Т. 207. С. 186–190.
18. Илли И.Э., Назарова Г.Д., Половинкина С.В., Парыгин В.В. Физиология и биохимия растений. Иркутск, 2005. 110 с.
19. Terrlink T., van Leeuwen P.A., Houdijk A. Plasma amino acids determined by liquid chromatography within 17 minutes // Clinical Chemistry. 1994. Vol. 40, iss. 2. P. 245–249. DOI: 10.1093/clinchem/40.2.245.
20. Пляскина И.Н., Бондаревич Е.А. Влияние осмотического стресса на динамику аминокислот *Stipa krylovii* Roshev // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2018. № 17. С. 377–381.

21. Семихов В.Ф. Спирторастворимые белки семян, их адаптивная роль в эволюции и распространении растений // Сибирский экологический журнал. 2006. Т. 13, № 6. С. 809–824.

22. Семихов В.Ф., Новожилова О.А. Таксономическая ценность аминокислотного состава семян // Ботанический журнал. 1982. Т. 67, № 9. С. 1207–1215.

23. Упелник В.П., Брежнева Т.А., Дадашев С.Я., Новожилова О.А., Молканова О.И., Семихов В.Ф. К вопросу использования аллелей глиадинкодирующих локусов в качестве возможных маркеров адаптивности у

сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в процессе прорастания зерна // Генетика. 2003. Т. 39, № 12. С. 1680–1686.

24. Пляскина И.Н., Бондаревич Е.А. Изучение активности пероксидазы у *Tripogon chinensis* (Franch.) Hack. (Poaceae) в условиях воздействия осмотического стресса // Структурно-функциональная организация и динамика растительного покрова: мат-лы III всерос. науч.-практ. конф., посв. 70-летию Самарского отделения Русского ботанического общества, Самара, 19–21 января 2018 года. Самара: СГСПУ, 2018. С. 151–155.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p>Пляскина Ирина Николаевна, ассистент кафедры биологии; Читинская государственная медицинская академия (г. Чита, Российская Федерация). E-mail: thebestdamnthing@mail.ru.</p> <p>Бондаревич Евгений Александрович, кандидат биологических наук, доцент кафедры химии и биохимии; Читинская государственная медицинская академия (г. Чита, Российская Федерация). E-mail: bondarevich84@mail.ru.</p> <p>Ларина Наталья Петровна, кандидат биологических наук, заведующий кафедрой биологии; Читинская государственная медицинская академия (г. Чита, Российская Федерация). E-mail: nat15398723@yandex.ru.</p> <p>Чистякова Наталья Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии; Читинская государственная медицинская академия (г. Чита, Российская Федерация). E-mail: chistyacovans@mail.ru.</p>	<p>Plyaskina Irina Nikolaevna, assistant of Biology Department; Chita State Medical Academy (Chita, Russian Federation). E-mail: thebestdamnthing@mail.ru.</p> <p>Bondarevich Evgeniy Aleksandrovich, candidate of biological sciences, associate professor of Chemistry and Biochemistry Department; Chita State Medical Academy (Chita, Russian Federation). E-mail: bondarevich84@mail.ru.</p> <p>Larina Nataliya Petrovna, candidate of biological sciences, head of Biology Department; Chita State Medical Academy (Chita, Russian Federation). E-mail: nat15398723@yandex.ru.</p> <p>Chistyakova Nataliya Sergeevna, candidate of biological sciences, associate professor of Biology Department; Chita State Medical Academy (Chita, Russian Federation). E-mail: chistyacovans@mail.ru.</p>

Для цитирования:

Пляскина И.Н., Бондаревич Е.А., Ларина Н.П., Чистякова Н.С. Особенности прорастания зерновок *Melica virgata* (Poaceae) при действии физиологической засухи // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10, № 4. С. 93–98. DOI: 10.17816/snv2021104114.