

© О. А. Гридько

**ОЦЕНКА АДАПТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ СЕЛЕКЦИОННЫХ ФОРМ ПОПУЛЯЦИИ  
*LAGURUS OVATUS* L. В УСЛОВИЯХ ДОНБАССА**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»  
283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: grydko@mail.ru

**Гридько О. А.** Оценка адаптивных признаков селекционных форм популяции *Lagurus ovatus* L. в условиях Донбасса. – Приведены результаты индуцирования наследственной изменчивости *Lagurus ovatus* L. с получением новых селекционных форм. Наиболее широкий диапазон изменчивости морфологических признаков отмечен при использовании 0,005% раствора диметилсульфата с экспозицией в течение 18 часов. В результате химического мутагенеза получены селекционные формы 'Пухнастик', 'Велетень' и 'Вересень', обладающие однородностью, стабильностью и наследственностью декоративных признаков.

*Ключевые слова:* химический мутагенез, селекционная форма, *Lagurus ovatus* L., зеленое строительство.

### **Введение**

Одним из приоритетных направлений научных исследований в ботанических садах являются селекционно-генетические аспекты интродукции растений с применением методов отдаленной гибридизации, полиплоидии, мутагенеза для создания хозяйственно-ценных форм растений с повышенной способностью адаптации к региональным условиям [3].

Несмотря на то, что за последнее время появилось значительное количество новых сортов декоративных злаков зарубежного происхождения, поиск перспективных видов и сортов для почвенно-климатических условий Донбасса продолжается. Более того, наличие ассортимента данной культуры отечественного происхождения в настоящее время недостаточно разнообразен. Поэтому с целью пополнения ассортимента декоративных злаков сортами с повышенной адаптивной способностью к региональным условиям нами проведена селекция вида *Lagurus ovatus* L. (зайцехвост яйцевидный) донецкой популяции путем химического мутагенеза.

Цель работы – на основе сравнительной оценки выделить биоморфологическое разнообразие и адаптивные признаки селекционных форм *L. ovatus*, полученных в результате химического мутагенеза для пополнения ассортимента декоративных злаков отечественного производства.

### **Материал и методы исследования**

В качестве материала исследований использовали *L. ovatus* коллекции «Газонные и декоративные злаки» Государственного учреждения «Донецкий ботанический сад» 1988 года интродукции [3, 7].

*L. ovatus* – однолетнее средиземноморское декоративное растение, культивируемое из-за красивых мохнато-волосистых колосовидных метелок. Используется в озеленении как бордюрное растение и для составления сухих букетов [15].

В основу эксперимента по индуцированию наследственной изменчивости под влиянием химических мутагенов положена методика Н. Н. Зоз [5, 8, 9]. Описание полученных селекционных форм проведено по методике экспертизы зайцехвоста яйцевидного, разработанной Г. А. Кудиной [10]. Изучение качества семян (абсолютный вес, энергия прорастания и лабораторная всхожесть), семенной продуктивности проводили по общепринятым методикам [2, 11, 12]. Для анатомического анализа отбирали средние части пластинок второго сверху листа генеративных побегов в период цветения. Изготовление временных препаратов, измерение отдельных элементов и статистическую обработку результатов проводили по общепринятым методикам [4, 6, 13, 15]. Оценивание степени

засухоустойчивости полученных форм проводили согласно шкале Г. Н. Шестаченко, Т. В. Фалькова [17].

### Результаты и обсуждение

В экспериментальном мутагенезе успех работы во многом зависит от правильно выбранной дозы химических мутагенов, состоящей из концентрации и экспозиции. От дозы мутагенов зависит не только количество, но и качество мутаций. Частота жизнеспособных мутаций с увеличением дозы мутагена до определенного предела растет, после чего падает (видимо по причине гибели клеток, несущих рядом с жизнеспособными мутациями летальные перестройки хромосом) [1, 5].

Высокие дозы мутагенов, при которых в  $M_1$  погибает значительная часть растений (от 50 до 90%) использовать в селекции нецелесообразно, поскольку положительные мутации при этом часто сопровождаются стерильностью и другими нежелательными изменениями растений. Рационально использовать такие дозы, которые не вызывают значительной гибели растений, угнетение их роста и развития. Наибольший выход положительных мутаций чаще наблюдается при стимулирующем действии дозы мутагена.

Продолжительность обработки семян мутагенами сильно влияет на выход мутаций и во многом зависит от качества семян. Экспозиция в 24 часа часто оказывается менее эффективной, чем более короткая, что объясняется распадом мутагена в водном растворе и образованием при этом токсичных веществ. Кроме того, для некоторых культур во время длительного замачивания семян нарушается целостность семян или семена сильно слипаются.

Так, получению селекционных форм *L. ovatus* способствовала обработка зерновок мутагеном 0,005% и 0,01% раствором диметилсульфата (ДМС) с длительностью экспозиции, соответственно, 6 и 18 часов. Экспозиция мутагенов в течение 18 часов, особенно в первый год жизни, ингибирует всхожесть и энергию прорастания зерновок, жизнеспособность сеянцев [8, 9] (табл. 1).

Таблица 1

#### Влияние диметилсульфата на зерновки *Lagurus ovatus* L.

Варианты эксперимента (концентрация, экспозиция)	Всхожесть, %	Жизне- способность, %	Количество измененных форм в $M_1$ , %	Селекционная форма
Вода – контроль	32,7	20,7	0	контроль
ДМС 0,01 %, 6 часов	52,0	43,3	4,35	'Велетень'
ДМС 0,005 %, 18 часов	22,0	13,3	66,7	'Пухнастик', 'Вересень'

Обработка зерновок 0,005% раствором ДМС с экспозицией 18 часов расширило спектр variability признаков по высоте генеративных побегов, форме и размерам соцветия. Наиболее часто в первом поколении ( $M_1$ ) встречались следующие изменения: габитус куста, размеры генеративных побегов и метелок, размеры и окраска листьев, количество генеративных побегов. Также выделены низкорослые и высокорослые формы *L. ovatus* с короткой яйцевидной и удлиненной цилиндрической плотно сжатой колосовидной метелками, с узкими короткими и широкими длинными листьями, с ранним и поздним сроками начала колошения.

Среди выделенных форм наиболее интересными были ветвящиеся [8]. Большинство этих растений имели дополнительные побеги второго и третьего порядков, выходящие из пазух листьев на высоте 2,5-5,0 см над уровнем почвы. В отличие от исходного материала, более 70% низкорослых селекционных форм *L. ovatus* приобрели ветвистость, причем у некоторых растений наблюдалась ветвистость не только второго, но и третьего порядка.

Известно, что ветвление побегов у злаков осуществляется в зоне кущения. Ветвление стеблей в верхней и средней части у злаков внетропических стран – явление редкое. По мнению Н. Н. Цвелева [16], стебли злаков способны формировать боковые побеги, но у более примитивных групп они располагаются в зоне кущения, для более прогрессивных групп боковые побеги формируются в пазухах отставленных друг от друга стеблевых листьев. Следовательно, можно предположить, что появляющиеся под действием мутагенов ветвистые формы эволюционно более продвинуты, чем исходные.

Таким образом, использование 0,005% и 0,01% раствора химического мутагена ДМС с экспозицией 6 и 18 часов, соответственно, расширило спектр изменчивости и количество видимых морфологических признаков за счет мутации слабомутагенных локусов. Явление изменения ряда признаков у мутантов обусловлено либо плейотропным действием мутировавшего гена, либо одновременным мутированием нескольких генов [8].

Изучение второго ( $M_2$ ) и третьего ( $M_3$ ) поколений, выделенных в  $M_1$  форм показало, что большинство видимых изменений являются модификациями, но некоторые из них (ветвистость, низкорослость и высокорослость, количество генеративных побегов, размеры листьев, размеры генеративных побегов и соцветий) наследовались в следующих ( $M_2$  и  $M_3$ ) поколениях. Появление измененных форм в контрольном варианте говорит о мутабельности генотипа *L. ovatus*, у которого под действием экстремальных факторов среды могут появляться спонтанные мутации или морфозы. Используя в течение 2003-2009 гг. метод, заключающийся в многократном индивидуальном отборе растений по желаемым качественным признакам, получили три селекционные формы *L. ovatus*: 'Пухнастик', 'Велетень' и 'Вересень'.

Селекционная форма 'Пухнастик' отличается от исходного материала низкорослостью (высота дерновины  $9,0 \pm 0,54$  см), мелкими размерами флагового листа ( $1,5 \pm 0,15$  см и  $0,2 \pm 0,04$  см соответственно по длине и ширине) и листа генеративного побега ( $3,8 \pm 0,47$  см и  $0,3 \pm 0,41$  см). От контроля селекционная форма отличается яйцевидной формой соцветия, его размерами ( $1,4 \pm 0,08$  см и  $0,9 \pm 0,03$  см), а также формой и длиной ости нижней цветочной чешуи (табл. 2).

Селекционная форма 'Велетень', в отличие от исходного материала, характеризуется высокорослостью (высота дерновины  $30,5 \pm 2,70$  см), крупными размерами флагового листа ( $3,5 \pm 0,09$  см и  $0,9 \pm 1,12$  см соответственно, по длине и ширине) и листа генеративного побега ( $7,5 \pm 1,25$  см и  $0,7 \pm 0,05$  см). От контроля селекционная форма отличается цилиндрической формой соцветия, его размерами ( $3,5 \pm 0,95$  см и  $2,0 \pm 1,55$  см), а также формой и длиной ости нижней цветочной чешуи (см. табл. 2).

Селекционная форма 'Вересень' отличается от исходного материала высокорослостью (высота дерновины  $38,5 \pm 1,59$  см), крупными размерами флагового листа ( $3,5 \pm 0,25$  см и  $1,1 \pm 0,52$  см соответственно, по длине и ширине) и листа генеративного побега ( $8,9 \pm 1,4$  см и  $0,9 \pm 0,55$  см), цилиндрической формой соцветия, его размерами ( $4,5 \pm 0,05$  см и  $2,0 \pm 1,08$  см), а также формой и длиной ости нижней цветочной чешуи. Более того, селекционная форма 'Вересень', в отличие от исходного вида и других селекционных форм, обладает поздним сроком начала колошения, а также проявляет высокую устойчивость к засухе и действию сильных ливней (см. табл. 2).

Селекция *L. ovatus* по размерам соцветий и высоте растений привела к изменению типа и архитектоники дерновины. Так, полупрямой тип дерновины в фазе цветения отмечен у селекционных форм 'Пухнастик' и 'Велетень', полураскидистый – 'Вересень'. Увеличение или уменьшение высоты селекционных форм растений достигнуто не изменением количества междоузлий на генеративном побеге, а за счет длины отдельного междоузлия.

**Морфологическое разнообразие *Lagurus ovatus* L. и его селекционных форм  
'Пухнастик', 'Велетень' и 'Вересень'**

Признак	<i>Lagurus ovatus</i> L.	Селекционные формы		
		'Пухнастик'	'Велетень'	'Вересень'
Период формирования соцветия		M±m		
	ранний	ранний	ранний	поздний
Флаговый лист (в период колошения):				
- ширина, см	0,6±0,05	0,2±0,04***	0,9±1,12***	1,1±0,52***
- длина, см	2,5±0,03	1,5±0,15***	3,5±0,09**	3,5±0,25**
Лист генеративного побега:				
- ширина, см	0,8±0,50	0,3±0,41***	0,7±0,05*	0,9±0,55*
- длина, см	7,6±0,89	3,8±0,47***	7,5±1,25*	8,9±1,4**
Тип дерновины	полупрямой	полупрямой	полупрямой	полураскидистый
Высота растения в период цветения, см	25,1±3,15	9,0±0,54***	30,5±2,70***	38,5±1,59***
Форма соцветия (колосовидная метелка)	заостренно-яйцевидная	яйцевидная	цилиндрическая	цилиндрическая
Соцветие:				
- длина, см	2,6±0,10	1,4±0,08***	3,5±0,95***	4,5±0,05***
- ширина, см	1,3±0,08	0,9±0,03***	2,0±1,55*	2,0±1,08*
- форма ости нижней цветковой чешуи	согнутая	прямая	согнутая	согнутая
- длина ости нижней цветковой чешуи, мм	11,0±1,20	14,0±1,51**	14,5±1,13**	14,5±2,15**

Примечания:

1.  $M \pm m$  – среднее арифметическое значение и ошибка;

2. Различия по сравнению с контролем достоверны при  $P > 0,95$  (\*),  $P > 0,99$  (\*\*),  $P > 0,999$  (\*\*\*)

С изменением морфометрических параметров соцветия меняется семенная продуктивность полученных селекционных форм *L. ovatus*. Так, отмечено повышение семенной продуктивности селекционных форм 'Пухнастик', 'Велетень' и 'Вересень' по сравнению с контролем. Самый высокий показатель семенной продуктивности отмечен у селекционных форм 'Пухнастик', 'Велетень' (табл. 3), что, вероятно, связано с ранним цветением, развитием фертильной пыльцы и созреванием зерновок в благоприятный летний период. Также отмечено снижение семенной продуктивности селекционной формы 'Вересень' по сравнению с другими формами, что обусловлено поздним сроком цветения и формированием семенного материала.

Таким образом, обработка семян *L. ovatus* мутагеном ДМС способствовала повышению производительности соцветия по сравнению с контролем в 1,06-1,12 раз. Более того, для исследованных селекционных форм нами выявлена прямая зависимость между реальной семенной продуктивностью и высотой растений в генеративной фазе развития ( $r = 0,75-0,81$ ), размерами колосовидной метелки ( $r = 0,83-0,87$ ).

**Биоморфологические особенности зерновок и семенная продуктивность *Lagurus ovatus* L. и его селекционных форм 'Пухнастик', 'Велетень' и 'Вересень'**

Параметр	<i>Lagurus ovatus</i> L.	Селекционные формы		
		'Пухнастик'	'Велетень'	'Вересень'
ПСП, шт.	M ± m			
	78,0±4,43	32,0±3,24**	266,0±10,61***	283,6±6,42***
РСП, шт.	58,0±3,81	26,0±3,17***	228,0±17,70***	222,6±5,60***
КС, %	74,2	79,9	83,0	78,6
Длина зерновки, M±m, см	2,2±0,04	2,1±0,05	2,3±0,01	2,3±0,04
Ширина зерновки, M±m, см	0,8±0,02	0,8±0,02	0,9±0,02	0,9±0,02
Абсолютный вес, M±m, г	0,3±0,02	0,4±0,01*	0,4±0,01*	0,4±0,01*
Энергия прорастания, %	44	60	51	40
Всхожесть зерновок, %	66	65	80	59
Длительность прорастания, сут.	4	3	3	3

Примечания:

1. M ± m – среднее арифметическое значение и ошибка;
2. ПСП – потенциальная семенная продуктивность, РСП – реальная семенная продуктивность, КС – коэффициент семенификации;
3. Различия по сравнению с контролем достоверны при P > 0,95 (\*), P > 0,99 (\*\*), P > 0,999 (\*\*\*).

В результате обработки семян мутагеном ДМС произошли изменения биоморфологических особенностей зерновки, энергии прорастания и всхожести. Почти во всех случаях 0,01% и 0,005% растворы ДМС стимулировали морфометрические показатели зерновок *L. ovatus*, энергию прорастания и лабораторную всхожесть (см. табл. 3). Энергия прорастания и всхожесть зерновок селекционной формы 'Вересень' уменьшилась по сравнению с контролем, что обусловлено ограниченным количеством завязавшихся зерновок по причине позднего периода цветения.

Таким образом, указанные биоморфологические особенности зерновок приобрели наследственный характер и могут быть использованы в качестве репродуктивной характеристики полученных селекционных форм.

С целью определения адаптационных возможностей и индикаторных признаков селекционных форм интродуцированного вида к засушливым условиям Донбасса, нами проведено сравнительное исследование особенностей анатомического строения листовой пластинки селекционных форм 'Пухнастик', 'Велетень' и 'Вересень' по сравнению с контролем.

Обработка 0,01% и 0,005% растворами ДМС способствовала изменению толщины листа, коэффициента ребристости, толщины верхнего и нижнего эпидермиса, количества и расстояния между ведущими пучками, а также количества и длины трихом (табл. 4).

**Особенности анатомического строения листа *Lagurus ovatus* L. и его селекционных форм 'Пухнастик', 'Велетень' и 'Вересень'**

Параметры	<i>Lagurus ovatus</i>	Селекционные формы		
		'Пухнастик'	'Велетень'	'Вересень'
Толщина листа, М±m, мкм		М±m		
	191,6±7,18	175,2±2,89	192,9±3,48	224,5±2,99
Толщина верхнего эпидермиса, М±m, мкм	31,7±1,34	28,2±1,31	30,6±1,31	31,1±0,75
Толщина нижнего эпидермиса, М±m, мкм	24,5±1,11	24,0±0,85	24,5±0,76	24,0±0,85
Расстояние между проводящими пучками, М±m, мкм	208,7±8,62	191,6±8,52	272,2±3,88	230,1±3,28
Количество проводящих пучков на 1 мм <sup>2</sup>	23–29	26–29	29–31	31–33
Длина трихом (min – max), мкм	52,2–238,7	72,6–574,7	46,2–659,9	145,5–669,3
Количество трихом на 1 мм <sup>2</sup> , М±m	14,5±1,00	10,9±0,93	11,7±1,52	15,4±2,15
Коэффициент ребристости	1,1	1,2	1,2	1,2

Примечание. М±m – среднее арифметическое значение и ошибка.

Полученные данные позволили установить, что все селекционные формы увеличивают коэффициент ребристости верхней поверхности листовой пластинки, что можно рассматривать как адаптивный признак вследствие влияния ДМС. Толщина верхнего эпидермиса превышает толщину нижнего, причем самые крупные клетки обнаружены у селекционной формы 'Вересень' –  $31,1 \pm 0,75$  мкм и  $26,7 \pm 1,28$  мкм, соответственно, на верхней и нижней стороне.

Количество проводящих пучков нельзя рассматривать в качестве индикаторного признака, так как с увеличением ширины листовой пластинки растет и их количество. Плотность размещения проводящих пучков на 1 мм<sup>2</sup> листовой пластинки, а также трихом обеспечивает поставку и задержание воды в засушливых условиях произрастания. Среди полученных селекционных форм *L. ovatus* форма 'Вересень' отмечена наивысшей степенью засухоустойчивости. Данное свойство четко отражается на анатомической структуре: утолщенная листовая пластинка ( $224,5 \pm 2,99$  мкм), увеличение количества трихом до  $15,4 \pm 2,15$  на 1 мм<sup>2</sup>.

### **Выводы**

В результате проведенного исследования предложен и запатентован способ мутагенной обработки зерновок *L. ovatus* [14]. Установлено, что для индуцирования наследственной изменчивости *L. ovatus* эффективно использовать 0,01% и 0,005% растворы химического мутагена ДМС. Широкий диапазон морфометрической изменчивости обнаружен в результате обработки семян 0,005% раствором ДМС с длительной экспозицией в течение 18 часов. В результате химического мутагенеза получены селекционные формы 'Пухнастик', 'Велетень' и 'Вересень', характеризующиеся однородностью, стабильностью и наследственностью декоративных признаков. Обработка семян *L. ovatus* мутагеном ДМС способствовала повышению производительности соцветия по сравнению с контролем в 1,06-

1,12 раз. Под влиянием мутагена ДМС произошли изменения биоморфометрических показателей зерновок *L. ovatus*, энергии прорастания и лабораторной всхожести. Кроме того, выбранные дозы химического мутагена способствовали изменению анатомического строения листовой пластинки полученных селекционных форм.

В результате индивидуального отбора по желаемым качественным признакам селекционные формы 'Пухнастик', 'Велетень' и 'Вересень' обладают новыми декоративными особенностями, являются однородными и стабильными, поскольку их основные признаки были неизменными у всех исследованных растений в течение 10 лет.

Селекционная форма 'Вересень' отмечена наивысшей степенью засухоустойчивости, проявляет устойчивость к полеганию во время осенних ливней и имеет длительный вегетационный период. Именно селекционная форма 'Вересень' рекомендована к массовому внедрению и широкому использованию в зеленое строительство г. Донецка.

### Список литературы

1. Андрощук О. Ф. Мінливість рослин, викликана дією деяких хімічних мутагенних речовин / О. Ф. Андрощук // Укр. ботан. журн. – 1966. – Т. 23, № 5. – С. 28-33.
2. Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений / И. В. Вайнагий // Ботан. журн. – 1974. – Т. 59, № 6. – С. 826-831.
3. Глухов О. З. Інтродуковані декоративні злаки в умовах південного сходу України / О. З. Глухов, О. О. Грідько. – Донецьк, 2012. – 240 с.
4. Зайцев Г. Н. Математический анализ биологических данных / Г. Н. Зайцев. – М.: Наука, 1991. – 184 с.
5. Зоз Н. Н. Исследование зависимости действия химических мутагенов от дозы / Н. Н. Зоз // Химический мутагенез и селекция. – М.: Наука, 1971. – С. 161-169.
6. Клейн Р. М. Методы исследования растений / Р. М. Клейн, Д. Т. Клейн. – М.: Колос, 1974. – 528 с.
7. Кудина Г. А. Интродукция декоративных злаков и перспективы их использования в Донбассе / Г. А. Кудина, Л. Ю. Качур // Промышленная ботаника. – 2005. – Вып. 5. – С. 39-45.
8. Кудина Г. А. Селекция однолетних декоративных злаков / Г. А. Кудина, А. Ю. Червинский // Промышленная ботаника. – 2004. – Вып. 4. – С. 161-165.
9. Кудина Г. А. Химические мутагены в селекции цветочно-декоративных растений / Г. А. Кудина // Промышленная ботаника. – 2006. – Вып. 6. – С. 116-120.
10. Кудина Г. О. Методика проведення експертизи зайцехвосту яйцеподібного (*Lagurus ovatus* L.) на відмінність, однорідність і стабільність / Г. О. Кудина // Методика проведення експертизи сортів рослин групи декоративних на відмінність, однорідність і стабільність. – 2009. – С. 401-410. [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f1cfd2b89c.pdf>
11. Лищук С. С. Методика определения массы семян / С. С. Лищук // Ботан. журн. – 1991. – Т. 76, № 11. – С. 1623-1624.
12. Методические рекомендации по определению потенциальной и реальной продуктивности пшеницы / [Куперман Ф. М., Мурашёв В. В., Щербина И. П. и др.]. – М., 1980. – 40 с.
13. Основы микротехнических исследований в ботанике. Справочное руководство / [Р. П. Барыкина, Т. Д. Веселова, А. Г. Девятов и др.]. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 127 с.
14. Патент України 50654 UA, МКВ А 01Н 1/06. Спосіб мутагенної обробки насіння зайцехвоста яйцеподібного (*Lagurus ovatus* L.): Патент на корисну модель / О. З. Глухов, Г. О. Кудина, О. О. Грідько. – № u200909916; заявл. 28.09.09; опубл. 25.06.10. – Бюл. № 12.
15. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 271 с.
16. Цвелев Н. Н. Злаки СССР / Н. Н. Цвелев. – Л.: Наука, 1976. – 787 с.

17. Шестаченко Г. Н. Методические рекомендации по оценке засухоустойчивости растений, применяемых для скальных садов в субаридных условиях / Г. Н. Шестаченко, Т. В. Фалькова. – Ялта : Б. и., 1974. – 10 с.

**Grydko O. A. Assessment of adaptive features of the selection forms *Lagurus ovatus* L. population in the conditions of Donbass.** – The results of inducing hereditary variability of *Lagurus ovatus* L. with obtaining new selection forms have been presented. The widest range of variability of morphological features marked using 0.005% solution of dimethyl sulfate with an exposure for 18 hours. As a result of chemical mutagenesis, the selection forms 'Pukhnastik', 'Veleten' and 'Veresen' have a homogeneity, stability and heredity of decorative features.

*Key words:* chemical mutagenesis, selection form, *Lagurus ovatus* L., green building.