

**ОСОБЕННОСТИ СЕЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ НА ЗИМОСТОЙКОСТЬ  
В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**Николай В. Серкин, Сергей А. Левштанов**

ГНУ Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им.  
П.П. Лукьяненко (КНИИСХ), Россия

**Резюме**

*Серкин Н.В., С.А. Левштанов, 2007. Особенности селекции ячменя на зимостойкость в условиях Краснодарского края*

Успехи в селекции ячменя на зимостойкость достигнуты в результате использования методов экспериментального мутагенеза и внутривидовой гибридизации. Вовлечение мутантов в скрещивание позволило получить большое количество предложенных к использованию в производстве сортов. Важным элементом селекции на зимостойкость является отбор оригинальных растений из ранних популяций на жестких фонах. Глубина залегания узла кущения и фотопериодическая чувствительность сортов оказывают существенное влияние на перезимовку озимого ячменя.

**Ключевые слова:** Ячмень – селекция – зимостойкость – мутагенезис – гибридизация – узел кущения

**Резюме**

*Серкин Н.В., С.А. Левштанов С.А. Особенности в селекцията на ечемика по зимоустойчивост в условията на Краснодарския край.*

Постиженията в селекцията на ечемик по зимоустойчивост се дължат на използването на методите на експерименталния мутагенезис и вътривидовата хибридизация. Използването на мутантите в кръстоските е позволило да се получат голям брой сортове, които са предложени в производството. Важен елемент в селекцията на зимоустойчивост се явява отборът на оригиналните растения в ранните популации при строгите фонове. Дълбочината на залагане на възела на братене и фотопериодичната чувствителност на сортовете оказват съществено влияние върху презимуването на зимния ечемик.

**Ключови думи:** Ечемик – селекция – зимоустойчивост – мутагенезис – хибридизация – възел на братене

**Abstract**

*Serkin, N.V., S. A. Levshtanov. 2007. Specificity of barley breeding for winter hardiness at Krasnodar region*

The achievements in barley breeding for winter hardiness are due to the use of the methods of experimental mutagenesis and intraspecific hybridization. Using mutants in the hybridization process allowed obtaining a large number of varieties for registration. An

important element in breeding for winter hardiness is the choice of the original plants in early populations under severe conditions. The essential effect on winter survival on barley was caused by the depth of the tillering node and the photoperiod sensitivity.

**Key words:** Barley breeding - winter hardiness – mutagenesis – hybridization - tillering node

Озимый ячмень является важной зернофуражной культурой юга России, т.к. по продуктивности он в 1,5-2,0 раза превосходит яровой ячмень за счет лучшего использования запасов осенне-зимней влаги и меньшего воздействия засухи в период налива зерна из-за более раннего созревания.

По зимостойкости озимый ячмень значительно уступает другим озимым культурам: пшенице, тритикале и ржи (Гаркавый, 1982). В связи с этим ареал этой культуры ограничен. Площадь его посева составляет менее 500 тыс. га, что соответствует 5% общей площади посева ячменя в России.

Для расширения ареала озимого ячменя необходимым условием является повышение его зимостойкости. На этом пути возникают несколько трудностей.

Первая – признак зимостойкость очень сложен, он включает в себя устойчивость ко всем неблагоприятным факторам перезимовки: к морозам в различные периоды зимы, к выпиранию, вымоканию, выдуванию, притертой ледяной корки, высокому снежному покрову и т.д. Причем в течение зимы, как правило, на растения действует не один, а несколько факторов, и возникает трудность в выделении доли влияния каждого из них. В условиях Краснодарского края чаще всего озимый ячмень погибает от вымерзания, поэтому в селекции этой культуры первостепенное внимание уделяется морозостойкости.

Вторая – отсутствие в мировой коллекции ячменя образцов с достаточно высокой морозостойкостью.

Третья – признак морозостойкость имеет отрицательную корреляционную зависимость с наиболее важными хозяйственными признаками: высотой растения, устойчивостью к полеганию и болезням, крупностью зерна и т.п., преодолеть которую чрезвычайно сложно. Однако селекционный путь улучшения растения озимого ячменя является основным и заключается в преодолении нежелательных закономерностей.

Сложность селекции на зимостойкость состоит так же в том, что зимнеповреждающие факторы проявляются не каждый год, поэтому для оценки селекционного материала необходимо создавать фоны для оценки и отбора (посев на бетонных стеллажах и земляных площадках, посев в более северных областях, на продуваемых склонах, на высоком фоне азотного питания и т.д.), или проводить оценку с помощью лабораторно-полевых методов (промораживание в морозильных камерах растений ячменя, посеянных в специальных ящиках, монолитов и растений в пучках).

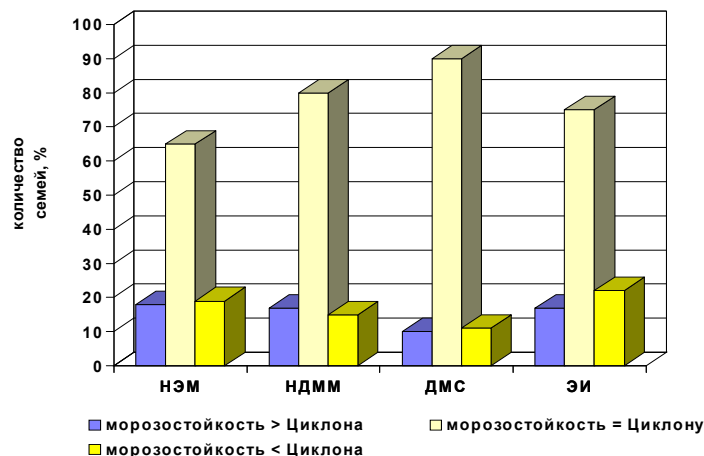
Проблема повышения морозостойкости решалась методами экспериментального мутагенеза и внутривидовой гибридизации.

Оценка морозостойкости морфологических мутантов, выделенных из среднеморозостойкого сорта Циклон после обработки его различными химическими мутагенами в морозильных камерах свидетельствует о достоверном повышении морозостойкости у 13,9 % мутантов. Наибольшее количество морозостойких мутантов, сочетающих хозяйственно ценные признаки, индуцировано с помощью мутагенов нитрозозтилмочевина (НЭМ) и этиленимин (ЭИ) (рис. 1).

Частота возникновения морозостойких форм в результате обработки химическими мутагенами зависит от морозостойкости исходного сорта. Чем выше морозостойкость исходного сорта, тем ниже частота индуцированных морозостойких мутантов (Шевцов, 1993).

Повышение морозостойкости у мутантов, как правило, сопряжено с изменением других признаков, чаще негативным. Но при большом объеме изучаемого материала

возможен эффективный отбор линий, сочетающих повышенную морозостойкость с положительными мутациями (скороспелостью - МК-1, короткостебельностью - ММ-1 и др.).



**Рис.1** Распределение морфологических мутантов из сорта Циклон по морозостойкости

Метода химического мутагенеза с последующим отбором зимостойких растений на бетонных стеллажах Северо-Кубанской сельскохозяйственной опытной станции, расположенной в северной зоне Краснодарского края, выведен сорт-двуручка Секрет. Оригинальное растение выделено из популяции  $M_2$  (Монолит НЭМ 0,025 - 12ч). От исходного сорта Секрет отличается более высокой морозостойкостью и устойчивостью к гельминтоспориозу. Потенциальная продуктивность сорта Секрет очень высока. В 1990 году его урожайность составила 117,1 ц/га.

Изучение различных комбинаций скрещивания показывает, что степень доминирования зимостойкости в полевых условиях в сильной степени зависит от взаимодействия генотип-среда, и варьирует от - 4,73 до +1,54, что указывает на различный характер наследования - от депрессии до гетерозиса. С увеличением гомозиготности материала морозостойкость популяций от  $F_2$  к  $F_3$  снижается. Популяции, полученные от возвратных скрещиваний с менее устойчивым родителем достоверно уступают по морозостойкости простым скрещиваниям и скрещиваниям по схеме СИММИТ (табл. 1).

**Таблица 1.** Результаты промораживания популяций озимого ячменя

Наименование сорта, популяции	% сохранившихся растений	
	ПФ <sub>2</sub>	ПФ <sub>3</sub>
Завет 3	36,4±9,6	
Завет 3/Оксамит//Завет 3	49,6±10,0	39,7±8,7
Оксамит	74,3±6,4	
Завет 3/Одесский 31//Завет 3	62,4±9,2	43,5±9,0
Одесский 31	83,3±4,9	
Завет 3/Донской 6//Завет 3	57,8±9,1	43,6±8,7
Донской 6	78,3±5,8	
Завет 3/Паоли//Завет 3	65,4±10,1	45,3±9,2
Паоли	82,0±7,4	
Завет 3/Донской 6//Завет 3/Одесский 31	72,3±6,9	58,7±8,6

Высокая частота трансгрессий по зимостойкости (от 1,1 до 8,1 %) в комбинациях скрещивания средне и слабозимостойких форм делает возможным получение более зимостойких продуктивных форм при направленном отборе на изучаемый признак в ранних поколениях. В этом случае возможно выделение ценных в селекционном отношении линий, сочетающих трансгрессии по глубине залегания узла кущения, скороспелости с высокой морозостойкостью, превышающих по продуктивности зимостойкие сорта. Но более результативными были скрещивания зимостойких сортов со среднезимостойкими. В качестве примера можно привести сорт Метеор, полученный от скрещивания западногерманского сорта Фогельзангер Гольд с американским сортом Харрисон. Этот сорт сочетает высокую морозостойкость со скороспелостью и высокой продуктивностью. Он был предложен к использованию в производстве, но не получил широкого распространения из-за быстрого внедрения сорта Циклон, однако очень хорошо зарекомендовал себя в качестве родительской формы в скрещиваниях.

При скрещивании внутри группы высокозимостойких сортов, проводимых с целью выделения трансгрессивных по этому признаку форм, существенно повысить морозозимостойкость не удалось даже при использовании жестких фонов для отбора (Шевцов, 1993). В тоже время отмечено, что пересев таких популяций в обычных полевых условиях приводит к снижению в них доли высокоморозостойких форм.

Использование индуцированных мутантов в скрещиваниях дало самые высокие результаты. Важным этапом в селекции озимого ячменя на зимостойкость явилось выведение сорта Радикал. Выделенный из гибридной комбинации Паоли/52M1//Новатор, этот сорт по морозостойкости превзошел все районированные сорта. В 1985 году на многих сортоучастках края сорт Радикал хорошо перезимовал и обеспечил прибавки урожайности от 15 до 37 ц/га. Потенциальная урожайность сорта более 100 ц/га. Благодаря хорошему сочетанию основных хозяйственно ценных признаков сорт быстро нашел признание в производстве и уже в год районирования (1988 г.) занял в крае около 100 тыс.га. От скрещивания сорта Радикал с высокопродуктивным, устойчивым к болезням сортом Вавилон получен сорт Бастион, также обладающий высокой зимостойкостью, но превосходящий сорт Радикал по устойчивости к полеганию и продуктивности. От скрещивания сорта Метеор с мутантом 57M13 получен ультраскороспелый сорт Скороход, предложенный к использованию в производстве не только в Краснодарском крае, но и в Украине. Широкое распространение на юге России и в Украине в последние годы получил зимостойкий сорт Добрыня 3, выведенный методом ступенчатой гибридизации. В его родословную входят сорта из мировой коллекции, мутанты, сорта и линии селекции КНИИСХ.

Решающее значение для нормальной перезимовки озимого ячменя имеет температурный режим на глубине залегания важнейших органов растения - узлов кущения. Значительная положительная корреляционная зависимость ( $r=0,72$ ) между этим признаком и зимостойкостью и широкое варьирование признака (от 2,7 до 6,0 см) указывают на возможность его селекционного улучшения. Несмотря на высокую модификационную изменчивость, высокие значения коэффициентов наследуемости (69,3 и 70,7%) во втором поколении рецiproкных скрещиваний, свидетельствуют о генетической обусловленности данного признака. Отбор по этому признаку в популяции  $F_3$  доказывает возможность эффективной селекции по этому признаку (табл. 2)

Определенную сложность в селекции на глубокое залегание узла кущения вызывает отрицательная корреляционная зависимость с продуктивностью ( $r=-0,34 \pm 0,12$ ). Однако выведен среднеморозостойкий высокопродуктивный сорт Козырь, закладывающий узел кущения на 1,0 см глубже других сортов, который лучше зимует в годы с коротковременными резкими похолоданиями. Этот сорт в течение нескольких лет был основным в Краснодарском и Ставропольском краях.

Повышение потенциальной продуктивности озимого ячменя в определенной

**Таблица 2.** Эффективность отбора по признаку глубина залегания узла кущения из ПФ<sub>3</sub> (200-1/Прикумский 26)

Показатели	Классы по глубине залегания узла кущения, см		
	> 5,5	3,5-5,5	<3,5
Количество изученных семей F <sub>4</sub>	9	10	15
Среднее значение признака (x)	5,41	4,64	4,28
Пределы колебания признака (x <sub>min</sub> - x <sub>max</sub> )	4,3-6,4	3,9-5,8	2,7-5,2

степени связано с селекцией сортов с нейтральной реакцией на фотопериод. В теплые периоды осени и зимы такие сорта растут и развиваются, а в отдельные годы даже переходит к генеративной стадии развития, из-за чего резко теряют морозостойкость и по этой причине вымерзают. Ярким примером может служить осень-зима 2002-2003 г., когда во второй половине ноября была теплая погода с температурой +20-25 °С, а в начале декабря ударили морозы до -23;-27 °С. При отсутствии снежного покрова в северной зоне и на большей части центральной зоны края это привело к гибели озимого ячменя на площади почти 100 тыс. га, хотя температура на глубине залегания узла кущения не опускалась ниже -11 °С.

Опасными для посевов озимого ячменя являются заморозки в весенний период, которые вызывают гибель наиболее развитых побегов и в значительной степени снижают урожайность. Так, 8-9 апреля 2004 года, когда ряд скороспелых сортов озимого ячменя уже находился в фазе выхода в трубку, продолжительный двухдневный заморозок с минимальной температурой до -9°С, привел к гибели самых развитых побегов. У некоторых ультраскороспелых образцов погибло 80 и более % побегов кущения. При этом сорта, которые были в фазе кущения, не пострадали.

**Таблица 3.** Влияние сроков сева на развитие конуса нарастания озимого ячменя, КНИИСХ, 2006-2007 г.

Сорт	Срок сева	Дата проведения замеров			
		23.01.2007 г.		5.03.2007 г.	
		кол-во сегментов, шт.	длина, мм	кол-во сегментов, шт.	длина, мм
Скороход	05.10.	11,6	1,55	19,1	1,94
	20.10.	5,6	0,66	11,5	1,42
Секрет	05.10.	11,5	1,25	20,2	2,44
	20.10.	3,4	0,44	14,9	1,60
Добрыня 3	05.10.	10,5	1,06	15,5	1,59
	20.10.	5,5	0,64	13,4	1,25
Зимур	05.10.	8,4	0,97	13,6	1,34
	20.10.	6,6	0,75	12,0	1,25
Платон	05.10.	6,7	0,85	15,3	1,66
	20.10.	4,5	0,54	12,6	1,22
Фёдор	05.10.	8,5	0,94	15,8	1,54
	20.10.	7,4	0,77	15,7	1,51
Кондрат	05.10.	8,6	0,95	15,5	2,02
	20.10.	6,6	0,76	15,1	1,87
Самсон	05.10.	8,5	1,04	15,0	1,51
	20.10.	2,5	0,35	7,4	0,79
НСР <sub>0,05</sub>		1,8	0,15	1,5	0,12

С этой точки зрения определенный интерес вызывает динамика развития конуса нарастания в процессе перезимовки. Изучение дифференциации конуса нарастания у сортов озимого ячменя в зависимости от срока сева показало, что поведение сортов

существенно различия (табл. 3). Если у сортов Фёдор, Кондрат, Зимур отличие при первом замере составляло не более 2 сегментов, то у сортов Скороход, Секрет, Самсон количество дифференцированных во втором сроке сева сегментов было в 2-3 раза меньше по сравнению с первым сроком. Исходя из выше изложенного, с большой долей уверенности можно предположить, что сорта Скороход, Секрет и Самсон обладают фотопериодической чувствительностью. При анализе конуса нарастания в начале марта сорта Кондрат и Фёдор имели одинаковое количество сегментов конуса нарастания в первом и втором сроке сева, хотя по темпу роста различия между сроками сева были существенными. Значительно уменьшились различия по числу дифференцированных сегментов у сорта Добрыня 3. А самые большие различия остались у сортов Самсон и Скороход (7,6 сегмента).

Отмечена также различная скорость дифференциации сегментов конуса нарастания. Так, сорт Платон в течение первой половины зимы развивался медленнее большинства других сортов, о чем красноречиво указывает как количество дифференцированных сегментов, так и длина конуса нарастания. Поэтому следует предположить, что на формирование конуса нарастания влияют несколько факторов: фотопериодическая чувствительность, продолжительность яровизации и, возможно, температурный минимум, определяющий способность сорта расти и развиваться. Довольно тесная отрицательная корреляционная зависимость между признаками длина конуса нарастания и морозостойкость сортов озимого ячменя при промораживании в морозильной камере ( $r = -0,67 \pm 0,11$ ) подтверждают важность данного признака для успешной перезимовки.

Сорт Самсон, полученный от скрещивания Радикал/Биргит/Козырь, по морозостойкости и устойчивости к снежной плесени превосходит сорт Добрыня 3. По результатам двухлетнего Государственного испытания он предложен к использованию в Краснодарском крае и в Украине с 2007 года.

Таким образом, чтобы эффективно вести селекцию на зимостойкость в условиях Краснодарского края, необходимо уже в первых расщепляющихся поколениях ( $F_2$ - $F_3$  и  $M_2$ - $M_3$ ) проводить отбор по изучаемому признаку путем промораживания популяций при критических температурах в морозильных камерах; посева на стеллажах и земляных площадках; посева в более северных областях России (Ростовская, Самарская, Волгоградская).

При селекции на заглупление узла кущения, целесообразно в  $F_2$ - $F_3$  проводить отбор на зимо-морозостойкость, а начиная с  $F_4$  вести отбор глубокоузловых форм.

Для стабилизации валовых сборов зерна озимого ячменя в условиях юга России следует обратить внимание на селекцию сортов озимого ячменя с высокой фотопериодической чувствительностью.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Гаркавый, П.Ф. 1982.** Итоги и перспективы селекции озимого ячменя на юге УССР / П.Ф. Гаркавый, А.М. Шеремет, Я.К. Назаренко, В.П. Тарасюк, В.А. Перехрест // Ячмень в условиях интенсивного земледелия: сб. науч. тр. – Одесса, ВСГИ, – С.23-36.
- Шевцов, В.М. 1993.** Селекция зимостойких сортов озимого ячменя на Кубани / В.М. Шевцов, Н.В. Серкин, Ю.А. Грунцев, П.К. Полухина // Повышение зимостойкости озимых зерновых: сб. науч. тр. – М., «Колос», – С. 205-210.

Статья е представлена по време на дискусия на тема: "Проблеми, постижения и перспективи в селекцията по сухоустойчивост и студоустойчивост при ечемика", 5 юни 2007 г., Институт по земеделие – Карнобат