

cates the participation of two or three pairs of genes in the genetic control of this trait. The problem of instability of yellow seed coat color in spring rape has been discussed, and it has been concluded that the strict isolation of plants does not ensure a constant yellow color of the seed coat, which is subject to modified variability as influenced by environmental conditions and epigenetic trait control mechanisms being insufficiently studied.

**Keywords:** spring rape, seed coat color, hybridological analysis, chi-square, genetic control.

---

УДК 633.2: 631.52 (571.1-212.3)

Л.Д. УРАЗОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,  
О.В. ЛИТВИНЧУК, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа

634050, г. Томск, ул. Гагарина, 3

e-mail: Narym@mail2000.ru

### ПОЛИКРОСС-МЕТОД В СЕЛЕКЦИИ БЕКМАНИИ ОБЫКНОВЕННОЙ В ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Представлены результаты исследований по созданию нового сорта бекмании обыкновенной сенокосного направления использования, климатически и экологически адаптированного к экстремальным условиям таежной зоны Западной Сибири. Исследования проведены в Нарымском отделе селекции и семеноводства Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства и торфа (г. Томск). В работе с кормовыми злаковыми травами широкое применение получил метод сложногогибридных популяций на уровне межклонового опыления. Как источники высокой урожайности и устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам в создании нового сорта бекмании обыкновенной использовали дикорастущие образцы Томской области. Рассмотрены особенности создания сложногогибридных популяций бекмании обыкновенной в таежной зоне Западной Сибири. При формировании сложногогибридных популяций подбор компонентов произведен на основе оценки общей и специфической комбинационной способности в питомнике поликрасса. Для формирования сложногогибридных популяций использовались образцы, обладающие высокой общей комбинационной способностью не менее чем по трем признакам. Приведены результаты оценки урожайности кормовой массы, семян, облиственности, содержания белка и клетчатки в питомниках поликрасса и конкурсном сортоиспытании. Показано, что метод поликрасса можно успешно применять в селекции бекмании обыкновенной. В результате селекционной работы получен перспективный образец для передачи в Государственное сортоиспытание. Образец обладает высокой урожайностью кормовой массы, высокой отавностью при сенокосном использовании, улучшенными кормовыми достоинствами, устойчивостью к болезням и высокой зимостойкостью. Основные хозяйственно ценные признаки и свойства нового сорта: урожайность зеленой массы 17,0 т/га, сухого вещества – 5,6, семян – 0,25 т/га, облиственность – 58,9 %; зимостойкость – 100 %, содержание сырого протеина – 11,8 %, в отдельные годы до 12,5 %.

**Ключевые слова:** бекмания обыкновенная, поликросс-метод, селекция многолетних злаковых трав, сложногогибридные популяции.

Бекмания обыкновенная (зубровник луговой, водяной пырей, болотный пырей) (*Beckmannia eruciformis* Host.) – многолетний корневищный злак ярового типа. Введен в культуру во второй половине XIX в., однако до сих пор в посевах используется мало. Имеет значение сенокосного и в

меньшей степени пастбищного растения с использованием в травосмесях. Благодаря содержанию в бекмании биокумаринов поедаемость корма значительно повышается. Бекмания обыкновенная хорошо растет на лугах, преимущественно пойменных, влажных и заболоченных, по берегам водоемов, проявляет устойчивость к длительному затоплению. Некоторые авторы указывают на способность бекмании успешно вегетировать под водой, развивая плавающие листья, отмирающие после окончания половодья. При среднем или сильном увлажнении бекмания получает долю наибольшего участия в фитоценозе и обладает большей конкурентоспособностью, чем другие виды. Относится к злакам средней продуктивности: средняя урожайность сена составляет 40–50 ц/га. В травостое при сенокосном использовании сохраняется 10 лет и более. Урожайность зеленой массы на естественных и подсевных лугах достигает 100–250 ц/га, иногда 300 ц/га, сена – 25–55 ц/га. Бекмания обыкновенная хорошо отрастает после скашивания, давая мягкую отаву. По поедаемости и интенсивности отрастания она превосходит тимофеевку луговую и некоторые другие злаковые травы [1].

Селекционная работа по выведению сортов многолетних злаковых трав многоукосного и пастбищного типа, обладающих комплексом хозяйственно важных признаков, направлена на создание сортов с высокой урожайностью зеленой и сухой массы, улучшенными кормовыми достоинствами, повышенной устойчивостью к болезням. При этом учитываются и другие важные признаки и свойства: зимостойкость, долголетие, семенная продуктивность.

Цель исследования – создание нового сорта бекмании обыкновенной сенокосного направления использования, климатически и экологически адаптированного к экстремальным условиям таежной зоны Западной Сибири.

В задачи исследований входило:

- создание адаптивного селекционного материала на основе привлечения дикорастущих образцов Томской области;
- выделение пластичных образцов, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессам;
- формирование сложногогибридных популяций на основе выделенных биотипов.

Для сортов кормовых трав характерна определенная популяционная разнокачественность, которая обеспечивает лучшее приспособление к неблагоприятным условиям среды и поддерживает гетерозиготное состояние. При создании новых сортов эта специфика учитывается путем привлечения исходного материала с возможно более широкой генетической основой.

Использование местных дикорастущих образцов, прошедших жесткий естественный отбор, повышает адаптивный потенциал селекционного материала [2].

Перспективным направлением в создании сортов многолетних злаковых трав является создание сложногогибридных или синтетических популяций в процессе свободного переопыления компонентов, подобранных с использованием поликросс-тестов для оценки их комбинационной способности [3–5].

#### УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены на севере таежной зоны Западной Сибири, в Нарымском отделе селекции и семеноводства Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства и торфа.

Климат района исследований характеризуется коротким умеренно теплым летом и холодной продолжительной зимой. Снежный покров держится около 7 мес. Безморозный период короткий – 70–90 дней. Годовое количество осадков составляет около 500 мм, в том числе за вегетационный период – более 300 мм.

Почвы опытных участков дерново-подзолистые кислые, супесчаные по механическому составу, с очень низким содержанием гумуса (не более 2 %).

Закладку питомников конкурсного сортоиспытания, селекционных, коллекционных и других опытов проводили в специальных селекционных и семеноводческих севооборотах. Технология закладки полевых опытов общепринятая для возделывания многолетних злаковых трав в Западной Сибири [6]. Изучение исходного материала в коллекционных питомниках проводили согласно методическим указаниям ВИР [7], в остальных звеньях селекционно-семеноводческого процесса – по методическим указаниям ВИК [8]. Учеты и наблюдения на завершающих этапах осуществляли по методике Государственного сортоиспытания [9]. Обработку полученных данных проводили по Б.А. Доспехову [10] с использованием пакета прикладных программ Snedecor. Использовали методы дескриптивной статистики, однофакторного дисперсионного и корреляционного анализа [11].

В работе с кормовыми злаковыми травами особенно широкое применение и развитие получил метод сложногогибридных популяций на уровне межклонового опыления. Большинство видов многолетних злаковых трав хорошо приспособлено к вегетативному размножению на протяжении длительного времени, что дает возможность легко получать и сохранять клоны. Суть этого метода заключается в ограниченно свободном переопылении растений, отобранных по комплексу хозяйственно важных признаков.

В коллекционных питомниках бекмании обыкновенной изучали образцы из Воронежской, Тамбовской, Амурской областей, Приморского края, Казахстана, Курильских островов и местных дикорастущих образцов, собранных во время экспедиций по Томской области. Исследовали темпы отрастания весной и после отчуждения массы, ритмы развития, побегообразование, устойчивость к болезням, продуктивность, определяли сроки цветения, густоту стеблестоя, облиственность, мощность травостоя, долголетие.

Подбор родительских форм проводили на основе оценки их комбинационной способности (КС) в питомнике поликросса. Уровень КС определяли по методикам, разработанным в ВИРе для перекрестноопылителей [12]. Из гибридной популяции, полученной от скрещивания родительских сортов, проводили массовый клоновый отбор. Затем отобранные клоны высевали в питомнике поликросса для оценки комбинационной способности исходных родительских форм. Семена убирали отдельно с каждого

куста, затем смешивали по каждой форме со всех повторностей. Клоны, проявившие нежелательные свойства, убирали до цветения.

Поликроссные гибриды, полученные от скрещивания каждого исследуемого клона со всеми образцами, оценивали в контрольном питомнике. Семена полученной гибридной популяции убирали непосредственно с отобранных по общей комбинационной способности (ОКС) форм, перед цветением скашивали все защитные полосы и неиспользуемые формы. В питомнике поликросса выбраковывали клоны, обладавшие недостаточной мощностью травостоя или пониженной семенной продуктивностью.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для формирования сложногибридных популяций (СГП) был произведен отбор лучших биотипов из 10 выделенных дикорастущих образцов Томской области: К-14114, 14118, 14146, 14153, 14188, 14191, 14197, 14200, 14203, 14204. В пределах каждого выделенного образца отбирали лучшие растения, потомство которых высевали в питомнике изолированного размножения.

Для оценки общей и специфической комбинационной способности поликроссного потомства в 2011 г. заложен контрольный питомник с рендомизированным расположением делянок. Все отобранные популяции обладали очень высокой зимостойкостью и устойчивостью к длительному затоплению. Урожайность зеленой массы за 2 года наблюдений варьировала в пределах 10–20 т/га, сухого вещества – 3,3–5,5 т/га, облиственность – от 48,9 до 56,1 %.

В табл. 1 приведены результаты изучения и оценки селекционных образцов бекмании обыкновенной в контрольном питомнике посева 2011 г.

Таблица 1

**Характеристика лучших образцов бекмании обыкновенной в контрольном питомнике (средние данные за 2012, 2013 гг.)**

| Дикорастущий образец<br>(Томская область) | Урожайность   |                       |                    |                       |       |                    | Облист-<br>венность,<br>% | Высота<br>растений,<br>см |
|-------------------------------------------|---------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-------|--------------------|---------------------------|---------------------------|
|                                           | зеленой массы |                       | сухого<br>вещества |                       | семян |                    |                           |                           |
|                                           | т/га          | % к<br>стан-<br>дарту | т/га               | % к<br>стан-<br>дарту | т/га  | % к стан-<br>дарту |                           |                           |
| Нарымская 2 (стандарт)                    | 14,9          | 100,0                 | 4,6                | 100,0                 | 0,17  | 100,0              | 49,9                      | 111                       |
| К-14191                                   | 16,9          | 120,7*                | 5,2                | 113,0*                | 0,26  | 152,9*             | 55,0                      | 112                       |
| К-14118                                   | 16,7          | 119,3*                | 5,0                | 108,7*                | 0,25  | 147,1*             | 56,1                      | 115                       |
| К-14153                                   | 16,6          | 118,6*                | 5,1                | 110,9*                | 0,27  | 158,8*             | 51,5                      | 118                       |
| К-14188                                   | 16,2          | 115,7*                | 5,1                | 110,9*                | 0,24  | 141,2*             | 48,9                      | 108                       |
| К-14200                                   | 16,0          | 114,3*                | 4,9                | 106,5                 | 0,24  | 141,2*             | 51,4                      | 100                       |
| К-14197                                   | 15,6          | 111,4                 | 4,9                | 106,5                 | 0,23  | 135,3*             | 50,8                      | 110                       |
| К-14204                                   | 15,3          | 109,3                 | 4,7                | 102,2                 | 0,22  | 129,4*             | 50,0                      | 114                       |
| К-14203                                   | 15,1          | 107,9                 | 4,8                | 104,3                 | 0,21  | 123,5              | 52,3                      | 115                       |
| НСР <sub>05</sub>                         | 1,0           |                       | 0,3                |                       | 0,04  |                    | 1,5                       | 3,2                       |

\* Прибавка урожайности достоверна при 5%-м уровне значимости.

Сравнительное изучение уровня комбинационной способности проводили по высоте растений, облиственности, урожайности зеленой массы, сухого вещества и семян (табл. 2).

По урожайности зеленой массы самую высокую комбинационную способность показали отборы из К-14118, К-14197 и К-14200; по урожайности сухого вещества наиболее высокая ОКС наблюдалась у отборов из К-14200, К-14191, К-14188 и К-14203, по облиственности – у К-14197, К-14200 и К-14204. По высоте растений показатели ОКС были лучшими у отборов из К-14191, К-14203 и К-14204. Оценка комбинационной способности по признаку урожайность семян позволила выделить среди дикорастущих образцов способные дать гибридное потомство с повышенной семенной продуктивностью (отборы из К-14118, К-14153). Для формирования синтетических гибридных популяций использовали линии с высокой ОКС по нескольким признакам (не меньше трех).

Таблица 2  
Результаты оценки комбинационной способности поликроссного потомства бекмании обыкновенной по основным хозяйственно важным признакам

| Дикорастущий образец<br>(Томская область) | Облиственность |     | Урожайность<br>зеленой массы |      | Урожайность<br>сухого вещества |      | Урожайность<br>семян |       |
|-------------------------------------------|----------------|-----|------------------------------|------|--------------------------------|------|----------------------|-------|
|                                           | %              | ОКС | т/га                         | ОКС  | т/га                           | ОКС  | т/га                 | ОКС   |
| К-14191                                   | 54,9           | 97  | 13,0                         | 114  | 4,4                            | 122  | 0,17                 | 137,5 |
| К-14118                                   | 56,3           | 99  | 14,0                         | 122  | 3,8                            | 106  | 0,22                 | 167,9 |
| К-14153                                   | 60,1           | 106 | 12,5                         | 109  | 3,7                            | 102  | 0,24                 | 169,8 |
| К-14188                                   | 59,9           | 106 | 13,0                         | 114  | 4,5                            | 123  | 0,14                 | 108,6 |
| К-14200                                   | 61,4           | 108 | 14,5                         | 127  | 4,4                            | 121  | 0,12                 | 107,7 |
| К-14197                                   | 59,5           | 107 | 14,0                         | 122  | 4,1                            | 112  | 0,09                 | 96,1  |
| К-14204                                   | 64,8           | 114 | 13,5                         | 119  | 4,2                            | 116  | 0,15                 | 110,2 |
| К-14203                                   | 56,9           | 100 | 15,0                         | 119  | 4,6                            | 130  | 0,10                 | 99,0  |
| НСР <sub>05</sub>                         | 1,2            | 3,1 | 1,0                          | 14,8 | 0,2                            | 12,4 | 0,04                 | 23,7  |

Таблица 3  
Характеристика образцов бекмании обыкновенной в питомнике конкурсного сортоиспытания (среднее за 2013, 2014 гг.)

| Образец                | Урожайность   |                       |                 |                       |       |                       | Обли-<br>стен-<br>ность,% | Высота<br>расте-<br>ний, см |
|------------------------|---------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|
|                        | зеленой массы |                       | сухого вещества |                       | семян |                       |                           |                             |
|                        | т/га          | % к<br>стан-<br>дарту | т/га            | % к<br>стан-<br>дарту | т/га  | % к<br>стан-<br>дарту |                           |                             |
| Нарымская 2 (стандарт) | 14,2          | 100,0                 | 5,0             | 100,0                 | 0,16  | 100,0                 | 55,8                      | 113                         |
| СГП-42                 | 17,0          | 119,7*                | 5,6             | 112,0*                | 0,25  | 156,3*                | 58,9                      | 114                         |
| СГП-83                 | 16,8          | 118,3*                | 5,7             | 114,0*                | 0,24  | 150,0*                | 59,1                      | 117                         |
| СГП-128                | 16,5          | 116,2*                | 5,5             | 110,0*                | 0,25  | 156,3*                | 53,9                      | 116                         |
| НСР <sub>05</sub>      | 2,0           |                       | 0,4             |                       | 0,07  |                       | 2,7                       | 3,0                         |

\*Прибавка урожайности достоверна при 5%-м уровне значимости.

В питомнике конкурсного сортоиспытания посева 2012 г. оценены три лучших сложногобридных популяции. Наибольшую урожайность кормовой массы и семян обеспечила СГП-42. Перспективный образец отличается высокой интенсивностью отрастания весной и после укосов, зимостойкостью, устойчив к весенним и осенним заморозкам и длительному затоплению (более 100 дней).

В табл. 3 приведены результаты изучения и оценки селекционных образцов бекмании обыкновенной в конкурсном сортоиспытании посева 2012 г.

Средняя урожайность зеленой массы за 2013, 2014 гг. – 17,0 т/га, воздушно-сухой – 5,6 т/га. Семенная продуктивность СГП-42 составила 0,25 т/га. В воздушно-сухой массе содержалось 11,8 % сырого протеина, в отдельные годы – до 12,5 %. В 2015 г. эту сложногобридную популяцию планируется передать в Государственное сортоиспытание.

### ВЫВОДЫ

1. Оценка коллекционных образцов показала, что ни один из них не отвечал поставленным целям селекции, однако в некоторых популяциях имелись растения с ценными признаками. В питомнике поликросса образцы оценивали по урожайности зеленой и сухой массы, облиственности и урожайности семян. Кроме того, учитывали показатели кормовой ценности – содержание сырого протеина и клетчатки, зимостойкость, устойчивость к затоплению полыми водами.

2. С учетом полученных результатов в питомнике поликросса отобраны наиболее устойчивые и продуктивные биотипы, на основе которых сформированы три сложногобридные популяции, которые после селекционной проработки изучены в конкурсном сортоиспытании. При их формировании подбор компонентов производили на основе оценки общей и специфической комбинационной способности. Для формирования СГП использовали образцы, обладающие высокой ОКС не менее чем по трем признакам.

3. По результатам исследований получен значительный фактический материал, свидетельствующий об эффективности метода поликросса в селекции бекмании обыкновенной, что дает возможность при возделывании новых сортов получать стабильно высокие урожаи кормовой массы и семян.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уразова Л.Д. Создание сортов многолетних злаковых трав в условиях таежной зоны Томской области: дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 2012. – 209 с.
2. Уразова Л.Д., Ложкина О.В. Использование дикорастущих образцов в селекции бекмании обыкновенной // STRATEGICZNE PITANIA SWIATOWEJ NAUKI – 2013: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Przemisl. NaukaIstudia. – 2013. – С. 60–64.
3. Sjodin J. Fodervaxter [Val av perenna och arliga foderorter i Svalefe.] [Селекция многолетних и однолетних кормовых трав в Свалефе] // Sver. Utsadesforen. Tidskr, 1986 – Т. 96, N 2. – С. 157–165.
4. Уразова Л.Д., Ложкина О.В. Использование метода поликросса в селекции овсяницы луговой // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 5. – С. 13–15.
5. Уразова Л.Д. Сорт двукисточника тростникового Богатырь // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 7. – С. 34–35.

6. Гончаров П.Л. Кормовые культуры Сибири: биолого-ботанические основы возделывания. – Новосибирск: изд-во Новосибирского ун-та, 1992. – 264 с.
7. Методические указания по изучению коллекций многолетних трав. – М.: ВИР, 1973. – 37 с.
8. Методические указания по селекции многолетних трав. – М.: ВНИИК, 1985. – 188 с.
9. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – Вып. 1. – 269 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
11. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Новосибирск, 2007. – 207 с.
12. Кобылянский В.Д., Катерова А.Г., Лапиков Н.С. Методические указания по гетерозисной селекции озимой ржи с использованием ЦМС. – Л.: ВИР, 1977. – 28 с.

Поступила в редакцию 26.06.2015

L.D. URAZOVA, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher,  
O.V. LITVINCHUK, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

*Siberian Research Institute of Agriculture and Peat*

3, Gagarina St, Tomsk, 634050

e-mail: Narym@mail2000.ru

## THE POLYCROSS METHOD IN BREEDING SLOUGH GRASS UNDER CONDITIONS OF TAIGA ZONE OF WESTERN SIBERIA

Results are given from investigations on developing a new variety of slough grass for hay purposes, climatically and ecologically adapted to extreme conditions of the taiga zone of Western Siberia. The investigations were carried out at the Narym Department of Breeding and Seed Production of the Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, Tomsk. In breeding of gramineous forage grasses, the method of complex-hybrid populations at the level of interclonal pollination is widely implemented. In developing a new variety of slough grass, wild specimens grown in Tomsk Region were used as sources of high productivity and resistance to biotic and abiotic stresses. The features of developing complex-hybrid populations of slough grass in the taiga zone of Western Siberia are considered. When forming complex-hybrid populations, the selection of components was made on the basis of evaluation of total and specific combining ability at the polycross nursery. In order to form complex-hybrid populations were used specimens possessing high total combining ability as to no less than 3 traits. Results are given from the evaluation of forage mass and seed productivity, leafiness, protein and fiber contents, which was conducted at the polycross nurseries and in competitive variety trial. It is shown that the polycross method can be successfully used in breeding slough grass. As a result of the breeding work, a promising sample was obtained to be transferred to the State variety trial. The sample has high forage mass productivity, high regrow capacity of plants, when used for hay purposes, improved fodder qualities, resistance to diseases, and high winter hardiness. The major economic characters and properties of the new variety are productivity of green mass of 17.0 tonnes per ha, dry matter of 5.6 t/ha, seeds of 0.25 t/ha, leafiness 58.9%, winter hardiness 100%, crude protein content of 11.8% and up to 12.5% in particular years.

**Keywords:** slough grass, polycross method, breeding of perennial grasses, complex-hybrid populations.