

6. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Томской области / С.А. Сучкова [и др.] // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – №370. – С. 183-186.

7. *Lazauskas, S.* The effect of nitrogen fertilizers and fungicides on the yield and grain size of malting barley varieties under contrasting meteorological conditions / S. Lazauskas, R. Semaškien, V. Paplauskien // Agriculture. – 2005. – Vol. 92. – P. 52-65.

8. *Passarella, V.* Breeding effects on sensitivity of barley weight and quality to events of high temperature during grain filling / V. Passarella, R. Savin, G. Slafer // Euphytica. – 2005. – Vol. 141, №1-2. – P. 41-48.

9. *Гончаренко, А.А.* Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А.А. Гончаренко // Вестник Российской академии с/х наук. – 2005. – №6. – С. 49-53.

10. *Ермолаева, Г.А.* Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия / Г.А. Ермолаева. – СПб: Профессия, 2004. – 536 с.

11. *Коданев, И.М.* Повышение качества зерна / И.М. Коданев. – М.: Колос, 1976. – 304 с.

12. *Федько, В.И.* Урожай и качество зерна сортов ярового ячменя в зависимости от доз и соотношений минеральных удобрений в условиях Западной Лесостепи УССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / В.И. Федько; НИИЗЖ западных районов УССР. – Харьков, 1975. – 29 с.

13. *Гурбан, К.А.* Влияние удобрений и регуляторов роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы и ячменя на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах северо-восточной части Беларуси: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / К.А. Гурбан; БГСХА. – Минск, 2001. – 22 с.

14. *Вчерашний, М.Б.* Проблема пивоваренного ячменя в Красноярском крае и пути ее решения: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / М.Б. Вчерашний; Красноярский НИИСХ. – Москва, 1998. – 19 с.

15. Cultivar and environmental effects on malting quality in barley / H.A Eagles [et al.] // Agric. Res. – 1995. – Vol. 46, №5. – P. 831-844.

#### **RESULTS OF THE STUDY OF SPRING MALTING BARLEY COLLECTION BY SOME CHARACTERISTICS OF GRAIN QUALITY UNDER THE CONDITIONS OF BELARUS**

*E.I. Poznyak*

*As a result of the study of spring barley collection samples and summarizing of the obtained data, efficient sources by protein content, size and extractivity of grain for their purposeful use as initial material for the breeding of malting varieties were revealed.*

УДК 633.853.494:631.527

#### **ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОРТОВ И ГИБРИДОВ РАПСА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛЕНИЯ БЕЛКОВ СЕМЯН**

*Я.Э. Пилюк, Е.Л. Долгова, кандидаты с.-х. наук, Н.Н. Бобко  
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию*

*(Поступила 8.04.2015 г.)*

*Аннотация. В статье приведен генетический анализ сортов и гибридов ярового и озимого рапса по результатам электрофореза белков семян. Уста-*

*новлено, что с применением этого метода происходит достоверная дифференциация сортов и гибридов, не противоречащая их родословной.*

**Введение.** Рапс – одна из основных сельскохозяйственных культур Беларуси. В связи с расширением его возделывания, интенсификацией селекции этой культуры в последнее время стали актуальны вопросы анализа генофонда изучаемых сортов и гибридов с целью установления их генетической идентификации и дифференциации. На современном этапе для быстрой и точной диагностики генетического происхождения и чистоты семян используется электрофорез полиморфных белковых систем, который позволяет оценивать генотипы растений по белковым фенотипам на ранних стадиях развития (в семенах и проростках) и независим от факторов внешней среды. Рамки использования электрофореза определены уровнем внутривидовой изменчивости белков и организацией этой изменчивости.

Для рапса характерна высокая степень внутривидового полиморфизма по запасным белкам семян, что создает особо благоприятные условия для применения электрофоретического анализа в селекции данной культуры и при оценке его коллекционного и семенного материала [2-4].

К запасным белкам со значительной молекулярной гетерогенностью и полиморфизмом отнесен 12S глобулин (круциферин). Круциферин представляет собой сложную мультимерную молекулу, состоящую из 6 сферических субъединиц, кодируемых мультигенным семейством. Каждая субъединица состоит из кислых и основных полипептидов, соединенных дисульфидной связью. При трансляции образуется высокомолекулярный предшественник, расщепляющийся потом на кислый и основной полипептиды с молекулярными массами порядка 20 и 40 кДа. Круциферин в отличие от других белков типа 11-12S помимо субъединиц, состоящих из дисульфидно связанных кислого и основного полипептидов, включает свободные, т.е. не связанные S-S-связями полипептиды.

**Материал и методика исследований.** Методом, разработанным лабораториями биохимического анализа и крестоцветных культур на основе общей методики электрофоретического разделения запасных белков семян двудольных были проанализированы 31 сорт (гибрид) озимого и ярового рапса [1], в т.ч. 16 сортов и гибридов озимого рапса (Зорны, Лидер, gms 301, КА 09, РА 09, Р 06, НПЦ×Добродей, Добродей, ЗН 04, А 05, Д 05, Прогресс, а-Прогресс, а-Консул, А 02, Айчынны); 15 сортов и гибридов ярового рапса (Неман, Смак, Кромань, Гермес, Явар, Скиф, Гедемин, Антей, Водолей, стерильный аналог F<sub>0</sub>, Юра F<sub>1</sub>, gms (с10), Гермес F<sub>0</sub>, Рубин F<sub>1</sub>, Алмаз F<sub>1</sub>).

Предлагаемый метод включает следующие основные этапы: приготовление образцов, выделение 12S глобулина в составе общей белковой фракции, приготовление полиакриламидного геля, нанесение образцов, проведение электрофореза, выявление белковых компонентов в геле после электрофореза, анализ электрофоретических спектров. Суть сводится к выделению 12S глобулина в составе общей фракции легкорастворимых белков (0,0625 М трис-НСl буфер) с его последующим электрофоретическим фракционированием в дезагрегиру-

ющей системе полиакриламидного геля (с использованием DS-натрия) и сравнении полученных электрофоретических спектров между собой по полипептидам.

Идентификацию сортов, линий и гибридов рапса электрофорезом проводили анализом единичных семян с растений в случайной выборке. Размеры выборки – 50-100 семян. Количество необходимых для анализа семян определяли по степени полиморфизма данного образца.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Установлено, что с применением разработанной методики происходит достоверное разделение образцов по сортам, а гибриды, синтезированные на основе изученных сортов, проявляют высокую степень генетического сходства с родительскими формами, что позволяет применять данный вид исследований для генетического анализа при оценке и идентификации селекционного материала сортов и гибридов рапса (рисунок 1).

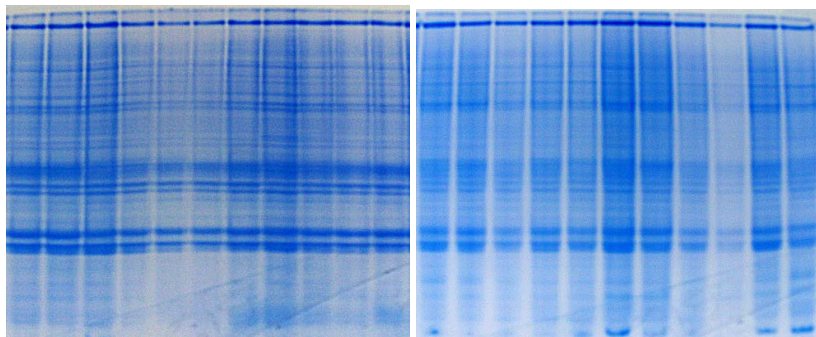


Рисунок 1 – Вид электрофореграмм сортов ярового рапса (Антей и Явар)

По результатам электрофоретического разделения белков семян нами проведен анализ генетического сходства изучаемых сортов и гибридов с целью установления их генетической идентификации и дифференциации. На рисунке 2 показана локализация образцов ярового рапса, исходя из матрицы генетических дистанций, установленных с использованием коэффициента Джаккарда.

Установлено, что изученные образцы генетически сходны на 70-75%. В отдельные, отличимые группы выделяются родительские формы и гибридные комбинации, полученные на их основе, которые схожи на 80-90%. Например, материнская линия гибрида Рубин F<sub>1</sub> идентична с ним на 80%, а с его отцовской линией они отличается лишь на 10% (рисунок 2).

Результаты анализов для озимого рапса в виде фотографий пластин геля и рабочих экранов программы Primer 6 представлены на рисунках 3, 4 и 5.

Из приведенного спектра полипептидов видно, что применение разработанной методики позволяет детектировать не менее 28 дискретных компонентов, что достаточно для полной и достоверной идентификации сортов озимого

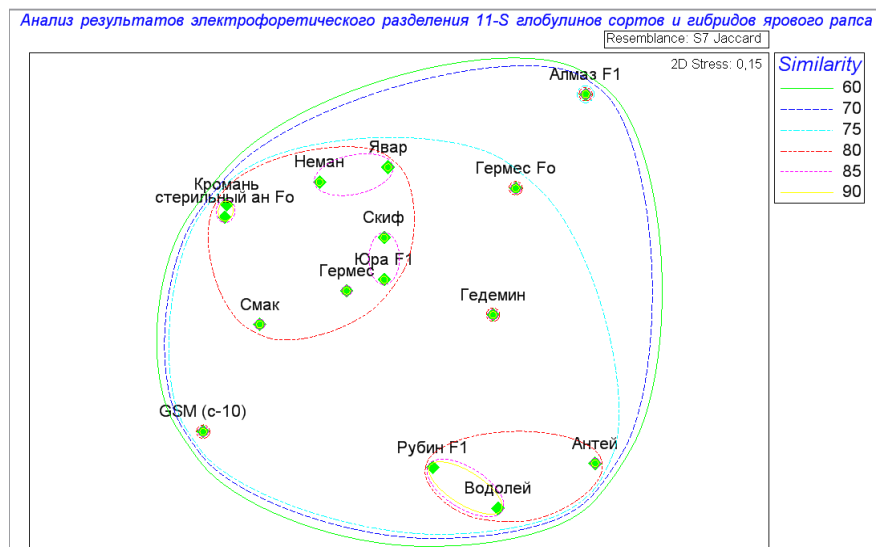
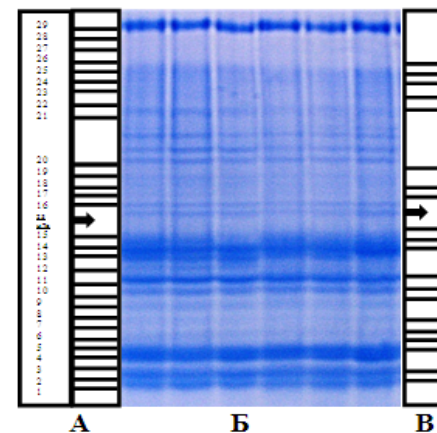


Рисунок 2 – Распределение сортов и гибридов ярового рапса согласно генетической принадлежности



А – эталонный спектр, Б – электрофореграмма сорта озимого рапса Добродей, В – схема распределения полипептидных компонентов семян сорта озимого рапса Добродей

Рисунок 3 – Вид электрофореграммы сорта озимого рапса Добродей, предлагаемой для включения в каталог

рапса по компонентному составу белков семян. Установлено, что все изученные сорта озимого рапса имеют характерные особенности в структуре и выраженности компонентного состава запасных белков. На основании полученных

данных о компонентном составе электрофоретических спектров изученных образцов озимого рапса для 16 сортов и гибридов составлена матрица генетических расстояний и построена дендрограмма генетических связей. Образцы распределены по кластерам согласно данным родословной, причем проявили значительную связь внутри кластеров (рисунок 4).

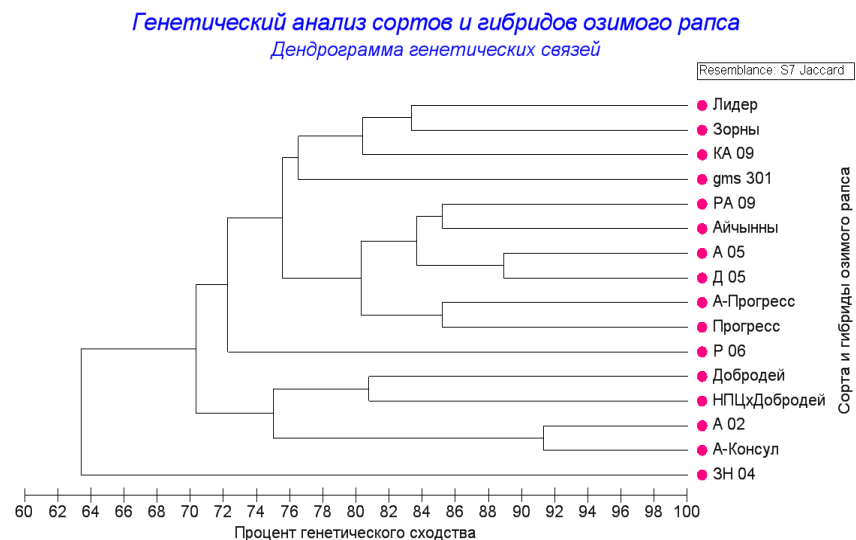


Рисунок 4 – Дендрограмма генетических связей сортов и гибридов озимого рапса

При анализе генетической дифференциации изученных образцов озимого рапса установлено, что все образцы не менее чем на 63% обладают общими компонентами спектра; сорта и гибридные комбинации достоверно (не противореча данным родословных) разделяются по родственным группам, демонстрируя высокую генетическую связь (до 92%); детектируемых различий компонентного полипептидного состава сортов и гибридов достаточно для установления происхождения и идентификации сорта, степени выравнивания селекционного материала, определения полноты скрещивания в гибридных комбинациях (рисунок 5).

Таким образом, электрофорез 12S глобулина, в частности SDS электрофорез, позволяет выявить состав полипептидов, по которому проводят идентификацию и регистрацию сортов, линий и гибридов рапса.

### Выводы

1. Методом электрофоретического разделения запасных белков установлено, что сорта озимого рапса обладают на 63% общим генотипом, а ярового – на 74%.

### Генетический анализ сортов и гибридов озимого рапса

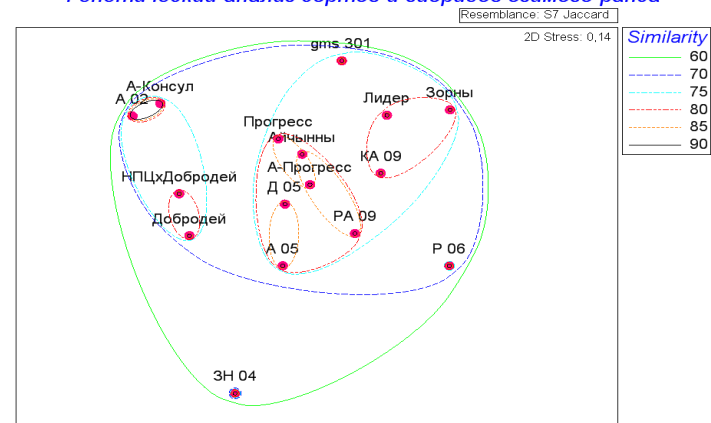


Рисунок 5 – Результаты MDS-анализа для сортов и гибридов озимого рапса

2. Сорта и гибридные комбинации достоверно (не противореча данным родословных) разделяются по родственным группам, демонстрируя высокую генетическую связь (до 92%).

3. Методом электрофоретического разделения запасных белков идентифицированы все изученные сорта и гибридные комбинации, что позволило применить данный метод в селекционном процессе, точно классифицировать селекционный материал, установить генетические дистанции для исходных форм и полученных на их основе гибридов.

### Литература

1. *Конарев, В.Г.* Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян / В.Г. Конарев, И.П. Гаврилюк, Н.К. Губарева. – СПб.: ВИР, 2000. – 185 с.
2. *Пиллюк, Я.Э.* Полиформизм запасных белков семян ярового и озимого рапса / Я.Э. Пиллюк, Г.А. Василевская, В.В. Зеленьяк, С.В. Шевашнева // Рапс – культура XXI века: аспекты использования на продовольственные, кормовые и энергетические цели. – Липецк, 2005. – С. 105-108.
3. *Пиллюк, Я.Э.* Рапс в Беларуси (биология, селекция, технология возделывания): монография / Я.Э. Пиллюк. – Минск: Бизнесофсет, 2007. – 240 с.
4. *Домаш, В.И.* Биохимические маркеры в оценке селекционных образцов рапса на устойчивость к стрессу / В.И. Домаш, Я.Э. Пиллюк, В.Н. Безлюдный, В.В. Зеленьяк, Т.П. Шарпио, С.А. Забрейко / Материалы 5-го съезда Вавиловского общества генетиков и селекционеров, Москва, 21-27 июня 2009 г. / Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН. – Москва, 2009. – С. 221.

### REVISITED GENETIC ANALYSIS OF RAPE VARIETIES AND HYBRIDS USING ELECTROPHORETIC SEPARATION OF SEED PROTEINS Y.E. Piliuk, E.L. Dolgova, N.N. Bobko

The genetic analysis of spring and winter rape varieties by the results of seed protein electrophoresis is given in the article. It has been established that using this method, veracious differentiation of the varieties and hybrids compliant with their breeding background takes place.