

ИСТОРИЯ ВИР. СЛАВНЫЕ ИМЕНА  
HISTORY OF VIR. NAMES OF RENOWN

УДК 633.14:324 DOI:10.30901/2227-8834-2015-1-5-19

РОЛЬ ВНИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА ИМ. Н. И. ВАВИЛОВА В  
ИНИЦИАЦИИ И СТАНОВЛЕНИИ НОВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ В  
СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ РЖИ В РОССИИ

**В. Д. Кобылянский, О. В. Солодухина**

Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства  
им. Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: [osolodukhina@yandex.ru](mailto:osolodukhina@yandex.ru)

**Резюме**

Научные исследования, проводимые в ВИР в период 1960–2014 гг. по выявлению источников новых селекционно-ценных и хозяйственно-полезных признаков ржи, привели к созданию генетических доноров этих признаков, повышающих эффективность работы селекционеров. Все это позволило инициировать развитие новых приоритетных направлений в селекции озимой ржи, таких как селекция гетерозисных гибридных сортов, селекция короткостебельных неполегающих сортов, селекция на устойчивость к основным болезням, селекция короткостебельной ржи с повышенной урожайностью на основе оптимизации потенциала фотосинтеза растений, селекция низкопентозановой ржи универсального использования.

Ключевые слова: озимая рожь, признаки, гетерозис, короткостебельность, устойчивость к болезням, фотосинтез, низкопентозановая рожь, гены, наследование, доноры, сорта.

**THE ROLE OF THE VAVILOV INSTITUTE OF PLANT INDUSTRY IN THE  
INITIATION AND DEVELOPMENT OF NEW TRENDS IN WINTER RYE  
BREEDING IN RUSSIA**

**V. D. Kobyliansky & O. V. Solodukhina**

N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry,  
St. Petersburg, Russia, e-mail: [solodukhina@yandex.ru](mailto:solodukhina@yandex.ru)

**Summary**

Scientific investigations conducted at VIR during 1960–2014 to identify sources of new promising and economically useful traits in rye resulted in the development of genetic donors of such traits capable of increasing breeders' work efficiency. These results helped to initiate the development of new priority trends in winter rye breeding, such as breeding of heterosis hybrid cultivars, semi-dwarf non-lodging cultivars, cultivars resistant to fungal diseases, semi-dwarf forms with higher productivity on the basis of plant photosynthesis potential optimization, and rye cultivars with low pentosan content for universal utilization.

Keywords: winter rye, traits, heterosis, semi-dwarfness, resistance to diseases, photosynthesis, rye with low pentosan content, genes, inheritance, donors, cultivars.

## **Введение**

Со времен организации Института прикладной ботаники (ныне Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова – ВИР) основная его научная деятельность была направлена на поиск и интродукцию мировых растительных ресурсов возделываемых растений и их дикорастущих родичей. Их сохранение и изучение осуществлялось применительно к задачам создания новых сортов.

Н. И. Вавилов придавал большое значение прикладным направлениям изучения культурной ржи в области генетики, географической и агроэкологической изменчивости ее признаков как теоретическим основам селекции. Он был одним из немногих генетиков, представляющих важность подхода в селекции к изучению признаков отдельных растений, как единице исследований.

Этот подход актуален и сегодня, особенно для перекрестноопыляющихся растений, когда селекционеры, исследующие структуру генома, переносят отдельные полезные гены или их комплексы в перспективные генотипы.

Развитие и интенсификация сельского хозяйства России вызвала необходимость исследований новых направлений и методов в селекции ржи для создания высокотехнологичных высокопродуктивных сортов. Для решения проблемы создания высокоэффективного исходного материала для селекции ржи в ВИР, начиная с шестидесятых годов прошлого столетия, проводят исследования внутрипопуляционной изменчивости растений наряду с межпопуляционным (межсортовым) сравнительным агрономическим изучением образцов из мирового генофонда (Кобылянский, 1975). Это позволяет выявить редкие генотипы, не встречавшиеся ранее, несущие гены ценных селекционных признаков. На их основе создают источники и затем доноры с указанием генов, обусловливающих наследование и изменчивость признаков.

За период с 1960 г. по настоящее время учеными ВИР на основе впервые открытых ими новых генов и биологических закономерностей растений создан исходный селекционный материал, который заложил основу селекции и развития пяти новых приоритетных направлений создания сортов озимой ржи:

- 1) селекция гетерозисных гибридных сортов (1960–1969);
- 2) селекция короткостебельных неполегающих сортов (1970–1971);
- 3) селекция на устойчивость к основным болезням (1986);
- 4) селекция короткостебельной ржи с повышенной урожайностью на основе оптимизации потенциала фотосинтеза растений (2003);
- 5) селекция низкопентозановой ржи универсального использования для комбикормовой, хлебопекарной и перерабатывающей промышленности (2004–2014).

## Обсуждение результатов

### ***Селекция гетерозисных гибридных сортов озимой ржи на основе ЦМС***

Одним из первых разрабатываемых направлений в селекции озимой ржи являлось создание гетерозисных гибридов. Долгое время гетерозис не использовался в селекции ржи в связи с отсутствием механизма стерилизации материнских компонентов скрещивания. Эта проблема была решена после открытия у ржи в 1962–1969 гг. явления цитоплазматической мужской стерильности – ЦМС (Кобылянский, 1962). К 1969 году были получены результаты изучения наследования признака, определен моногенный рецессивный генетический контроль ЦМС *R*-типа и созданы генетические системы ЦМС для получения сортов гибридной ржи.

Урожай экспериментальных гетерозисных гибридов достигал 8–9 т/га и превышал уровень стандартных в то время сортов в полтора – два раза. К сожалению, гибридная рожь не получила развития в СССР и Российской Федерации в связи с недостаточным уровнем развития агротехнологий АПК как тогда, так и теперь. В настоящее время селекцию озимой гибридной ржи в РФ ведут Московский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (МНИИСХ) и Воронежский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (ВНИИСХ). Созданные ими гибридные сорта не получили должного развития по причинам, не зависящим от их авторов.

В Германии только в 1970 г. были опубликованы сведения об открытии у ржи ЦМС другого *P*-типа, обусловленной двумя рецессивными аллелями при независимом генетическом контроле (Geiger, Schnell, 1970). С использованием систем ЦМС в Германии создано более 20 гибридных сортов, которые занимают около 60% посевных площадей ржи и обеспечивают средний урожай зерна 6–8 т/га.

### ***Селекция короткостебельных неполегающих сортов озимой ржи***

Основными причинами полегания ржи являются чрезвычайная высокосность растений, низкая прочность стебля, корневые и стеблевые гнили. Наиболее важная из них – высота растений, от которой в 80% случаев зависит их устойчивость к полеганию.

Изучение межпопуляционной и, особенно, внутрипопуляционной изменчивости растений позволило нам идентифицировать у ржи и отобрать для исследования пять генетических типов короткостебельности (Кобылянский, 1982):

- 1) короткостебельность рецессивная полигенная с промежуточным наследованием признака (Laube, Quadt, 1959);
- 2) карликовость (Антроповы, 1929), контролируемая одним рецессивным геном широкого плейотропного действия (Федоров, Смирнов и др., 1970);
- 3) ветвистостебельная карликовость многоузловых растений (Антроповы, 1929), контролируемая одним рецессивным геном *br* (Суриков, Романова, 1971);

- 4) доминантная короткостебельность, контролируемая одним геном *Hl* широкого плейотропного действия (Кобылянский, 1970; 1971);
- 5) короткостебельность, обусловленная трехузловостью растений, контролируемая двумя рецессивными комплементарными генами *tn1* и *tn2* (Кобылянский, 2007).

Три типа короткостебельности показали пригодность для селекции:

- рецессивная полигенная короткостебельность с промежуточным наследованием признака при условии использования генотипов с крайними вариантами аллелей;
- доминантная моногенная короткостебельность, благоприятно сочетающая этот признак с элементами продуктивности растений;
- рецессивная дигенная короткостебельность комплементарного действия.

Изучение показало, что наиболее привлекательной для селекционеров оказалась впервые открытая доминантная моногенная короткостебельность, которая укорачивает высоту растений до 40% у диплоидной ржи и до 50% – у тетраплоидной. Ген *Hl* обладает широким плейотропным эффектом: увеличивает длину колоса, число цветков и зерен в колосе, кустистость растений, мощность их корневой системы, площадь листовой поверхности, что приводит к увеличению потенциала продуктивности растений.

| Культура    | Сорта                   | 1987  | 1988 |
|-------------|-------------------------|-------|------|
| Рожь        | Ильмень                 | 107,1 | 91,4 |
| Тритикале   | Немига 2                | 82,5  | 66,4 |
| Тритикале   | Праг 6                  | 95,4  | 77,9 |
| Тритикале   | Праг 3                  | 87,3  | 68,7 |
| Тритикале   | Восе 1                  | 80,4  | 65,4 |
| Тритикале   | АД-Тарасовский          | 77,8  | 88,4 |
| Тритикале   | Ставропольский зерновой | 86,3  | 71,4 |
| Тритикале   | Ампир                   | 85,7  | 74,1 |
| Пшеница ст. | Пржевальская            | 94,9  | 79,9 |

Зав. Пржевальского ГСУ  
С.В. Мищенко  
30.01.1989

**Рис. 1. Урожайность ржи и тритикале (ц/га) в озимом посеве Государственного сортоиспытания на Пржевальском ГСУ**

С авторским участием сотрудников ВИР созданы 12 короткостебельных сортов озимой ржи, занесенных в реестр РФ и стран ближнего зарубежья. Кроме того, с использованием созданных в ВИР источников и доноров гена доминантной короткостебельности селекционерами выведено около 80%

сортов в РФ и около 90% – в странах СНГ. Возделывание короткостебельных сортов ржи с доминантным геном *Hl*, по данным ГСУ, снижает затраты на выращивание 1 га посева на 24% (Федин, 1984), что в современном исчислении составляет около 2 млрд. рублей на 1 млн./га посева. Сегодня в РФ под такой рожью занято 1,5 млн. га.

В результате использования признака доминантной короткостебельности урожайность озимой ржи достигла и превзошла уровень других зерновых культур (рис. 1).

Согласно данным С. В. Мищенко (1989), новый сорт озимой ржи ‘Ильмень’ (‘Россиянка’) в период предварительного испытания показал урожай на 2–3 т/га выше по сравнению с новейшими на то время сортами тритикале и стандартным сортом пшеницы ‘Пржевальская’.

### ***Селекция ржи на устойчивость к основным болезням***

Усиление роли листьев в формировании урожая зерна короткостебельной ржи способствовало также и увеличению вредоносности основных листостебельных грибных болезней (буровой ржавчины, стеблевой ржавчины и мучнистой росы). Исследованиями сотрудников ВИР установлено, что поражаемость этими болезнями посевов короткостебельной ржи достигает больших размеров и в годы эпифитотий создает угрозу недобора 40–50% урожая зерна (Солодухина, 1986; Кобылянский, Солодухина и др., 1998). В связи с этим создание короткостебельных болезнеустойчивых сортов ржи является одним из результативных, экономически выгодных и экологически безопасных способов защиты растений.

Исходя из биологических особенностей ржи как перекрестноопыляемой культуры и популяционной структуры ее сортов, были предложены принципы создания доноров генов устойчивости к фитопатогенам применительно к задачам селекции. Межпопуляционное изучение образцов мирового генофонда ржи показало отсутствие болезнеустойчивых сортов и несортовых местных популяций, которые могли бы быть использованы в качестве исходного материала в селекции на иммунитет. Для решения проблемы было проведено внутрипопуляционное изучение сортов на искусственных инфекционных фонах популяций грибов с целью выявления устойчивых растений, как правило, редко встречающихся в пределах некоторых популяций ржи. Проведен скрининг образцов почти всего генофонда ржи мировой коллекции, представленной в ВИР, включающего культивируемые и дикорастущие виды (табл. 1).

Наибольший объем популяций ржи (2500) изучен для поиска источников генов устойчивости к узкоспециализированному патогену *Russinia dispersa* Erikss. et. Henning (= *P. recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *secalis*) – возбудителю буровой ржавчины. Среди очень большого биоразнообразия

изучаемой коллекции лишь в 50 популяциях, что составляет 2%, выявлены редкие генотипы растений, устойчивые к патогену.

**Таблица 1. Скрининг образцов мировой коллекции озимой ржи по выявлению специфической устойчивости к основным листостебельным болезням**

| Изучаемый признак                 | Изучено образцов, шт. | Популяции, содержащие устойчивые к болезням растения, шт. | Частота болезнеустойчивых форм в пределах выявленных популяций ржи, % |
|-----------------------------------|-----------------------|---|---|
| Устойчивость к бурой ржавчине     | 2500                  | 50  | 0,2...18,2 (56,4)*  |
| Устойчивость к стеблевой ржавчине | 477                   | 61  | 0,1...10 (100)*   |
| Устойчивость к мучнистой росе     | 341                   | 12  | 0,2...9,8 (81)*   |

\*- В скобках указана редкая встречаемость признака в пределах единичных образцов ржи

Для поиска источников генов устойчивости к широкоспециализированному возбудителю стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *secalis* (Erikss. et Henn.) оценили 477 популяций ржи, и в 13% из них (61 образец) встречались единичные устойчивые к болезни генотипы.

Поиск устойчивых растений к патогену *Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *secalis* Marchal (= *Erysiphe graminis* DC) – возбудителю мучнистой росы – осуществляли в 341 популяции ржи и лишь в 12 (3,5%) из них с разной частотой обнаружили устойчивые к болезни формы. Генотипы – носители генов устойчивости к возбудителям болезней ржи – легли в основу создания доноров устойчивости, пригодных для селекции на иммунитет.

Установлено, что устойчивость растений ржи к популяциям возбудителей мучнистой росы, бурой и стеблевой ржавчинам большинства природных источников контролируется монофакторно независимыми «главными» доминантными генами. В редких популяциях сортов встречаются генотипы как с моногенным, так и с дигенным контролем признака. Идентифицируемые на ранней фазе онтогенеза олигогены устойчивости проявляются и на более поздних фазах развития растений.

С целью идентификации независимых доминантных генов, контролирующих признак, был разработан оригинальный метод генетического анализа аллелей для перекрестноопыляемых самонесовместимых растений ржи (Солодухина, 1986; 2003). Впервые выявлены и идентифицированы девять «главных» генов, детерминирующих устойчивость к болезням. Из них к бурой ржавчине – шесть генов, которым присвоены символы *Lr4*, *Lr5*, *Lr6*, *Lr7*, *Lr8* и

*Lr10*, к стеблевой ржавчине – гены *Sr1* и *Sr2*, к мучнистой росе – гены *Er* и *Rm2* (Солодухина, 1986; 2003; 2005; Солодухина, Кобылянский, 1982; 2000).

Впервые выявлены факты изменения экспрессивности генов устойчивости к бурой ржавчине *Lr8*, *Lr10* и гена устойчивости к мучнистой росе *Er* в зависимости от их аллельного состояния. В полевых условиях растения доноров этих генов в гомозиготном (*AA*) состоянии аллелей проявляют более высокую устойчивость, чем в гетерозиготном (*Aa*).

Исходя из закономерностей наследования и изменчивости признаков устойчивости растений ржи к патогенам, была предложена стратегия создания генетических доноров болезнеустойчивости, обеспечивающая их высокую селекционную эффективность (Кобылянский, Солодухина, 1987; 2005; 2011). На основе предложенной стратегии (рис. 2) в ВИР созданы 54 короткостебельных донора устойчивости к бурой, стеблевой ржавчинам и мучнистой росе, а также сочетающие устойчивость к нескольким болезням.



**Рис. 2. Стратегия создания доноров генов устойчивости к болезням ржи**

Для использования доноров в селекции предложена технология создания болезнеустойчивых сортов, длительно сохраняющих устойчивость, включающая три возможных направления: 1 – создание популяций с моногенной устойчивостью к одной или нескольким болезням,

2 – создание популяций с полигенной устойчивостью к одной или нескольким болезням и

3 – создание популяций, сочетающих различные типы устойчивости.

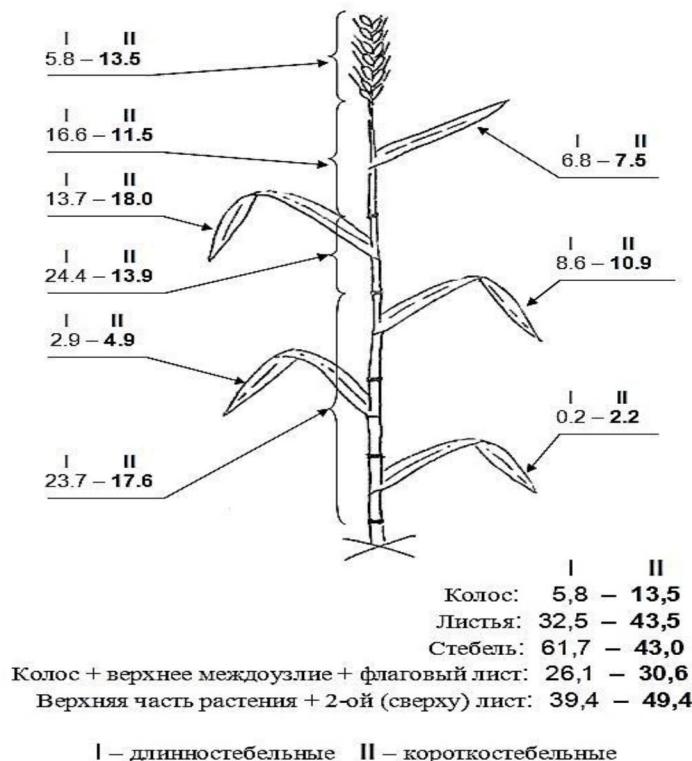
С нашим авторским участием при использовании первого направления предложенной технологии созданы сорта озимой ржи ‘Ника’ (1993) и ‘Кировская 89’ (1993) с комплексной устойчивостью к бурой ржавчине и мучнистой росе, а также сорта ‘Ильмень’ (1993) и ‘Ольга’ (2009), устойчивые к мучнистой росе. С использованием второго направления созданы сорта озимой ржи ‘Эстафета Татарстана’ (1998) и ‘Эра’ (2001), характеризующиеся

устойчивостью к трем болезням (бурой, стеблевой ржавчинам и мучнистой росе).

### Селекция высокоурожайных сортов короткостебельной ржи на основе оптимизации потенциала фотосинтеза растений

Уменьшение высоты стебля до 40% и плейотропное действие гена *H1* короткостебельной ржи изменило параметры и форму других органов растений, отвечающих за накопление, распределение и направленность продуктов фотосинтеза.

В результате наших исследований короткостебельной ржи с использованием метода меченых атомов  $C^{14}$  выявлено, что растения изменили модель фотосинтеза из «стеблевой», как у высокостебельной ржи, на «листовую», как у пшеницы. При этом в зерно стало поступать более 50% продуктов фотосинтеза из колоса, двух верхних листьев и их влагалищ, а также двух верхних междуузлий (рис. 3). Выявлено, что у короткостебельной ржи в период налива зерна ассимиляты поступают непосредственно в зерновки, а не депонируются в стебель, как у длинностебельной ржи (Нальборчик, 1983; Кобылянский, Бабужина, 2003; 2007).



**Рис. 3. Вклад различных органов ржи в общий фотосинтез в фазу молочной спелости зерна, %**

В связи с тем, что у короткостебельной ржи верхний ярус растений вносит наибольший вклад в формирование урожая зерна, возникает возможность увеличения параметров листьев верхнего яруса растений в

процессе селекции с целью увеличения их фотосинтезирующей площади и, следовательно, продуктов фотосинтеза.

Дивергентный отбор растений в популяциях короткостебельных сортов ‘Эра’ и ‘Илим 2’ по признаку ширины двух верхних листьев привел к положительному сдвигу параметров основных элементов продуктивности (Кобылянский, Перетятько, 2009). За три генерации отбора растения разделились на два класса: широколистные и узколистные. Класс широколистных по сравнению с классом узколистных увеличил площадь фотосинтезирующей поверхности растений почти в 2,5 раза, что привело к увеличению длины колоса на 1,3 см, урожая зерна с колоса на 23%, массы 1000 зерен на 11%.

Увеличение размеров колоса и площади двух верхних листьев как наиболее значимых органов растений в формировании урожая зерна рекомендовано для использования в практической селекции. На этой основе селекционеры уже создали два высокопродуктивных короткостебельных сорта, характеризующихся новыми морфотипами растений – ‘Таловская 41’ и ‘Таловская 44’ (Тороп, 2011; Чайкин, Тороп и др., 2012).

### ***Селекция низкопентозановой зернофуражной ржи***

По питательной и биологической ценности зерно ржи превосходит все зерновые культуры и соответствует белку коровьего молока на 83%, тогда как белок пшеницы – на 41%. Однако использование зерна сортов традиционной ржи на корм животным ограничено присутствием в нем очень большого количества водорастворимых пентозанов, представленных арабинозой и ксилозой (арабиноксиланов), входящих в состав некрахмальных полисахаридов. Их содержание в зерне ржи в три раза больше, чем в зерне других зерновых культур.

Водорастворимые арабиноксиланы в сухом зерне, находясь в полимерном состоянии молекул, характеризуются высокой гидрофильностью и способны поглощать воды в 8–10 раз больше своей массы. При этом образуются слизи, которые ограничивают доступ пищеварительных ферментов к питательным веществам зерна. Кроме того, арабиноксиланы, покрывая слизью стенки кишечника, ограничивают всасывание продуктов пищеварения. Они не гидролизуются ферментами животных и не сбраживаются дрожжами, что позволяет им в виде слизей пройти через весь пищеварительный тракт, сохраняя свою вредоносность.

В связи с этим нами был предложен Россельхозакадемии конкурсный Проект «Разработать технологию селекции и создать популяционные сорта озимой ржи, пригодные для хлебопекарной, комбикормовой и перерабатывающей промышленности (2004–2011)». Согласно Проекту в ВИР

проведены исследования по развитию нового направления в селекции зернофуражной ржи – «Создание ржи с низким содержанием водорастворимых пентозанов в зерне».



**Рис. 4. Внедрение технологии селекции низкопентозановой озимой ржи на территории Российской Федерации**

В результате поиска исходного материала для селекции среди 480 образцов коллекции озимой ржи из мирового генофонда не обнаружено готовых низкопентозановых сортов, пригодных для прямого зернофуражного использования. Однако установлено, что разные популяции ржи в своем составе содержат низкопентозановые формы растений с частотой 0,1–20,0% (Кобылянский, Солодухина, 2013). Последняя цифра характерна только для пяти образцов. Это послужило основой для разработки методов идентификации и отбора селекционно-ценных биотипов. Определен рецессивный полигенный характер наследования низкого содержания водорастворимых пентозанов в зерне.

Выявлено уменьшение толщины перикарпия у низкопентозановых зерновок по сравнению с высокопентозановыми на 40–60%. Сопряженность

двух факторов – малая толщина оболочек зерна и малое содержание пентозанов в зерне – взаимно обусловлены. Эта причинно-следственная связь позволила нам сформулировать стратегию селекции низкопентозановой ржи (Кобылянский, Солодухина, 2009; 2013).

**Таблица 2. Первые сорта озимой зернофуражной ржи, переданные на Государственное сортиспытание (2012–2013)**

| Название сорта | Авторы сорта           | № регистрации | Потенциал урожайности зерна, г/м <sup>2</sup> | Физические показатели зерна |                   | Содержание в зерне, % на сухое вещество |       |
|----------------|------------------------|---------------|---|-----------------------------|-------------------|---|-------|
|                |                        |               |   | масса 1000 зерен, г         | натура зерна, г/л | водораство -римые пентозаны             | белок |
| Новая Эра      | ВИР, Псковский НИИСХ   | 8653808       | 856   | 37,1                        | 705               | 0,64                                    | 8,8   |
| Янтарная       | ВИР, Уральский НИИСХ   | 8654640       | 763   | 39,6                        | 749               | 0,53                                    | 9,0   |
| Подарок        | ВИР, Татарский НИИСХ   | 8653091       | 850   | 36,0                        | 782               | 0,64                                    | 8,6   |
| Берегиня       | ВИР, ФГУП «Котласское» | 8757428       | 730   | 35,0                        | 742               | 0,50                                    | 9,1   |
| Вавиловская    | ВИР, Тульский НИИСХ    | 8757855       | 847   | 35,1                        | 757               | 0,42                                    | 9,9   |

Согласно предложенной стратегии разработаны элементы технологии селекции сортов низкопентозановой ржи. Идентификацию и отбор низкопентозановых зерновок ржи, удовлетворяющих требованию селекции, можно проводить по результатам биохимического анализа зерна или по признаку их «тонкопокровности». Для этой цели разработано специальное устройство (know how).

На основе предложенной стратегии и технологии селекции получен исходный материал, впервые созданы популяции (предсорта) зернофуражной низкопентозановой озимой ржи для различных почвенно-климатических условий. Лучшие популяции переданы в 14 научно-исследовательских учреждений РФ для развития этого перспективного направления селекции ржи (рис. 4). Благодаря этому к настоящему времени селекция зернофуражной низкопентозановой ржи проводится на территории Европейской части России, Западной и Восточной Сибири.

В связи с отсутствием в системе ВИР службы элитного семеноводства первые предсорта зернофуражной озимой ржи с низким содержанием пентозанов в зерне переданы в другие НИИ сельского хозяйства РФ (на правах

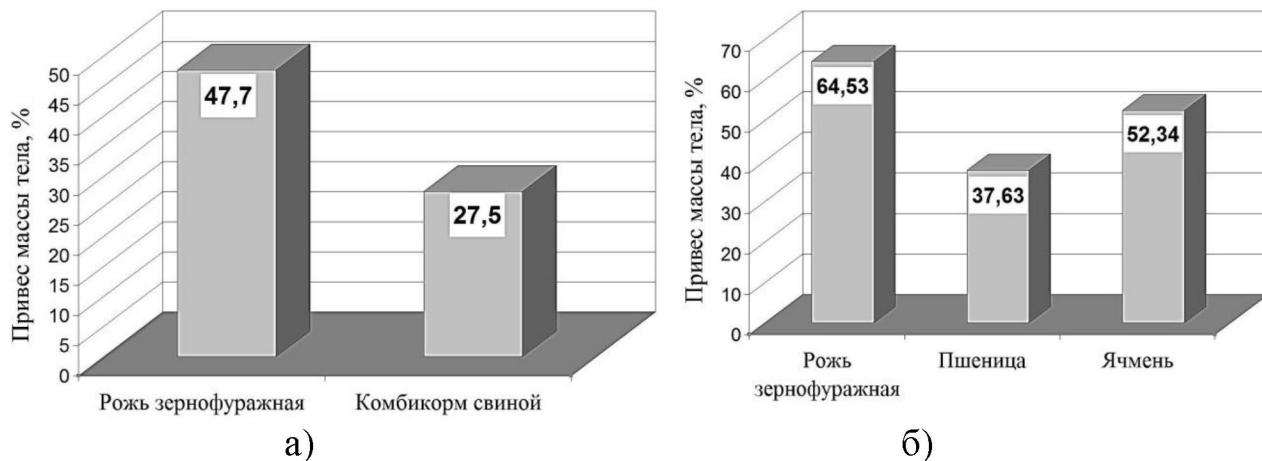
соавторства) для семеноводства и передачи на Государственное сортоиспытание (табл. 2).

Зернофуражные предсорты не имеют мировых аналогов, превосходят по кормовым качествам зерно традиционной хлебопекарной ржи и другие зерновые злаковые культуры. Низкопентозановые сорта зернофуражной ржи универсальны в использовании. Их зерно пригодно не только для кормления животных, но для хлебопекарной и перерабатывающей промышленности.

### ***Изучение кормовой ценности низкопентозановой ржи***

Совместные исследования сотрудников ВИР и Санкт-Петербургской государственной академии ветеринарной медицины показали высокую кормовую ценность зерна низкопентозановой ржи (Лунегова, Кобылянский, Солодухина, 2014).

При скармливании зерна ржи с низким содержанием водорастворимых пентозанов (0,51%) молодым крысам в течение 36 дней полученный прирост живой массы каждой особи был на 20% выше, чем при кормлении комбикормом свиным (рис. 5 а). В другом эксперименте выявлено превосходство зерна низкопентозановой ржи по сравнению с пшеницей и ячменем (рис. 5 б). Установлено, что средний привес каждой крысы через 28 дней кормления зерном низкопентозановой зернофуражной ржи составил 64,5% к начальному весу, что на 12,2% выше, чем при кормлении зерном ячменя и на 26,9% выше, чем при кормлении пшеницей.



**Рис. 5. Привес массы тела молодых крыс при кормлении зерном низкопентозановой зернофуражной ржи в сравнении с комбикормом свиным и другими видами кормов**

Изучение влияния рационов кормления с использованием зерна низкопентозановой зернофуражной ржи на привес поросят впервые провели в ООО «Озерский свинокомплекс» (Тульская обл.). В качестве контроля использовали «обычный» рацион с использованием зерна пшеницы, ячменя, овса, кукурузы и улучшающих добавок. В опытном («ржаном») рационе часть зерновых культур на 50% заменили зерном низкопентозановой ржи и

исключили дорогостоящие добавки (сухое молоко и премикс). Кормление поросят проводили при их «доращивании» в течение восьми недель. По неопубликованным данным главного зоотехника С. П. Новиковой (2014), использование «ржаного» рациона при кормлении привело к увеличению привеса поросят на 44,5% и снижению конверсии корма на 41,7% по сравнению с контролем. Это значит, что для получения 1 кг привеса поросят при использовании контрольного рациона было затрачено 6,0 кг, а при использовании «ржаного» – всего 3,5 кг корма.

### ***Хлебопекарная оценка зерна низкопентозановой ржи***

Первые исследования хлебопекарных свойств зерна сортов низкопентозановой зернофуражной ржи, проведенные И. И. Кузнецовой и Н. С. Лаврентьевой в Санкт-Петербургском филиале ГНУ НИИ хлебопекарной промышленности, показали хорошие результаты. Качество хлеба, выпекаемого из зерна зернофуражной (низкопентозановой) ржи, не уступает качеству хлеба, выпекаемого из обычной хлебопекарной ржи.

Развитие нового стратегического направления селекции по созданию зернофуражной ржи не снижает ее ценности при традиционном использовании и открывает возможность решения проблемы дефицита концентрированных кормов для животноводства в системе АПК РФ. Это позволяет избежать импорта кормов и снизить затраты на получение высококачественной продукции животноводства, что особенно актуально в настоящий момент.

### **Заключение**

Научные разработки, выполненные за последние 50 лет в ВИР, которые положили начало пяти новым направлениям селекции ржи, основаны на оригинальных наукоемких технологиях. Полученные результаты убедительно доказывают правильность выбранных направлений в развитии идей Н. И. Вавилова и эффективность научно-исследовательских программ в формировании новых направлений в селекции озимой ржи.

В результате этих исследований рожь, будучи низкозатратной по агрономическим показателям, трансформировалась в экономически высокоэффективную культуру, превышающую по урожаю и качеству зерна другие зерновые культуры. Это позволяет значительно расширить сферу использования ее продукции.

Возделывание ржи становится экономически привлекательным, рентабельным и конкурентоспособным занятием. Мы полагаем, что в обозримом будущем посевы озимой ржи могут увеличиться в разы и занять принадлежавшие ей ранее в РСФСР площади (7–8 млн. га).

*Авторы выражают благодарность Л. И. Кузнецовой и Н. С. Лаврентьевой (Санкт-Петербургский НИИ хлебопекарной промышленности), И. В. Лунеговой (Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины) и главному зоотехнику С. П. Новиковой (ООО «Озерский свинокомплекс» Тульской обл.) за плодотворное сотрудничество.*

## Литература

- Антропов В. И., Антропова В. Ф. Рожь СССР и сопредельных стран // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1929. Приложение 36. 366 с.
- Кобылянский В. Д. Явление мужской стерильности у ржи // Селекция и семеноводство. 1962. № 3. С. 71.
- Кобылянский В. Д. Рожь (генетика, систематика, проблемы селекции): автореф. дис. ... д. б. н. Л., 1975. 57 с.
- Кобылянский В. Д. Рожь. Генетические основы селекции. М., 1982. 271 с.
- Кобылянский В. Д. Новый тип короткостебельности у ржи // Вестник сельскохозяйственной науки. 1970. № 11. С. 56.
- Кобылянский В. Д. Новый источник короткостебельности для селекции неполегающей ржи // Вестник сельскохозяйственной науки. 1971. № 9. С. 58–62.
- Кобылянский В. Д. Новые селекционные признаки озимой ржи // Сборник тезисов II Вавиловской международной конференции. Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке. Состояние, проблемы, перспективы. СПб., 2007. С. 476–477.
- Кобылянский В. Д., Бабужина Д. И. Фотосинтез различных органов растений короткостебельных форм озимой ржи // Сельскохозяйственная биология. 2003. № 1. С. 67–72.
- Кобылянский В. Д., Перетятько А. С. Изменение архитектоники растений короткостебельной озимой ржи применительно к задачам селекции // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка. Материалы всероссийской научно практической конференции. Уфа, 2009. С. 146–149.
- Кобылянский В. Д., Солодухина О. В. Вредоносность главнейших болезней короткостебельной ржи и методы селекции на устойчивость // Доклады ВАСХНИЛ. 1982. № 9. С. 3–5.
- Кобылянский В. Д., Солодухина О. В. Стратегия селекции озимой ржи на устойчивость к основным грибным болезням // Бюлл. ВИР. 1987. Вып. 71. С. 3–6.
- Кобылянский В. Д., Солодухина О. В. и др. Вредоносность стеблевой ржавчины на короткостебельной ржи // Теоретические и прикладные проблемы генетики, селекции и семеноводства зерновых культур. Тезисы докладов. Немчиновка, 1998. С. 38.
- Кобылянский В. Д., Солодухина О. В. Вредоносность патогенов ржавчины и мучнистой росы на озимой ржи, и стратегия селекции болезнеустойчивых сортов // Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб., 2005. С. 572–592.
- Кобылянский В. Д., Солодухина О. В. Основы селекции малопентозановой ржи. // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2009. Т. 166. С. 112–118.
- Кобылянский В.Д., Солодухина О. В. Теоретические основы селекции зернофуражной ржи с низким содержанием водорастворимых пентозанов // Сельскохозяйственная биология. 2013. № 2. С. 31–39.
- Лунегова И. В., Кобылянский В. Д., Солодухина О. В. Низкопентозановое зерно ржи – ценный концентрированный корм для животных // Международный вестник ветеринарии. 2014. № 2. С. 30–37.
- Нальборчик Э. Роль различных органов фотосинтеза в формировании урожая зерна хлебных злаков // Вопросы селекции и генетики зерновых культур. М., 1983. С. 224–230.

- Солодухина О. В. Создание доноров устойчивости к бурой ржавчине и мучнистой росе для селекции диплоидной ржи: автореф. дис. ... к. с.-х. н. Л., 1986. 19 с.
- Солодухина О. В. Генетические основы селекции озимой ржи на устойчивость к ржавчине и мучнистой росе: автореф. дисс. ... д. б. н. СПб., 2003. 36 с.
- Солодухина О. В., Кобылянский В. Д. Генетическая детерминация устойчивости ржи к стеблевой ржавчине // Генетика. 2000. Т. 36. № 5. С. 678–681.
- Солодухина О. В. Гены ржи, контролирующие устойчивость к бурой и стеблевой ржавчинам // Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб., 2005. С. 544–559.
- Солодухина О. В., Кобылянский В. Д. Принципы стратегии селекции сортов озимой ржи на долговременную устойчивость к грибным болезням // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2011. Т. 168. С. 79–89.
- Суриков И. М., Романова Н. П. Материалы по факториальной генетике ржи (*Secale cereale* L.). II. Признаки ветвления стебля и отсутствия колосоножки // Генетика. 1971. Т. 7. № 9. С. 13–21.
- Тороп Е. А. Морфологические закономерности формирования продуктивности озимой ржи (*Secale cereale* L): автореф. дис. ... д. б. н. Рамонь, 2011. 46 с.
- Федин М. А. Государственное сортиспытание на современном этапе: итоги, задачи, проблемы // Селекция и семеноводство. 1984. № 6. С. 2–7.
- Федоров В. С., Смирнов В. Г. и др. Генетика ржи (*Secale cereale* L). Характер наследования карликовости // Генетика. 1970. Т. 6. № 3. С. 5–17.
- Чайкин В. В., Тороп А. А. и др. Результаты и направления селекции озимой ржи в Центрально-Черноземном селекцентре // Материалы всероссийской научно-практической конференции. Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка. Екатеринбург, 2012. С. 39–43.
- Geiger H. H., Schnell F. W. Cytoplasmic male sterility in rye (*Secale cereale* L.) // Crop. Sci. 1970. V. 10. № 5. P. 590–593.
- Kobylyansky V. D., Babuzhina D. I. Photosynthesis of different plant organs in short stem rye // Vorträge für Pflanzenzüchtung. 2007. H. 71. P. 62–65.
- Laube W., Quadt F. Roggen (*Secale cereale* L.) // Handbuch der Pflanzenzuchtung. 1959. H. 2. P. 35–102.