

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕМЕЙНО-ГРУППОВОГО ОТБОРА В СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ РЖИ НА КАЧЕСТВО

О. С. Радовня<sup>1</sup>, Э. П. Урбан<sup>2</sup>, В. А. Радовня<sup>3</sup>, В. Л. Капылович<sup>4</sup>

<sup>1</sup> – Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь  
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220030,  
г. Минск, ул. Кирова, 15);

<sup>2</sup> – РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»  
г. Жодино, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 222160,  
г. Жодино, ул. Тимирязева, 1; e-mail: izis@tut.by);

<sup>3</sup> – УО «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и  
Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»  
г. Горки, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 213410,  
Могилевская обл., г. Горки, ул. Мичурина, 5; e-mail: wladrad@tut.by);

<sup>4</sup> – РНДУП «Полесский институт растениеводства»  
аг. Криничный, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 247781,  
Гомельская область, Мозырский район, аг. Криничный, ул. Школьная, 2;  
e-mail: mzpolf@mail.gomel.by)

**Ключевые слова:** озимая рожь, селекция на качество, семейно-групповой отбор, анализирующие фоны, устойчивость к прорастанию зерна.

**Аннотация.** Представлены результаты проведения трехкратного семейно-группового отбора при создании синтетических популяций озимой ржи. Отбор проводился по признакам продуктивности и качества зерна на анализирующих фонах «перестой на корню» и «поздние сроки сева». Показана высокая результативность данного метода отбора в направлении повышения хлебопекарных качеств зерна. Предлагается в «селекции на качество» формировать новые гибридные популяции озимой ржи путем отбора высокопродуктивных растений на анализирующем фоне «перестой на корню» по показателю «число падения».

## EFFICIENCY OF FAMILY-GROUP SELECTION IN WINTER RYE BREEDING FOR QUALITY

O. S. Radaunia<sup>1</sup>, E. P. Urban<sup>2</sup>, V. A. Radaunia<sup>3</sup>, V. L. Kapylovich<sup>4</sup>

<sup>1</sup> – Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus  
Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220030, Minsk, 15 Kirov st.);

<sup>2</sup> – RUE «Research and Practical Center of National Academy of Sciences  
of the Republic Belarus for Arable Farming»

Zhodino, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 222160, Zhodino,  
1 Timiryazeva st.; e-mail: izis@tut.by);

<sup>3</sup> – ЕЕ «Belarusian State of the Orders of the October Revolution and the Order of the Labour Red Banner Agricultural Academy»  
Gorki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 213410, Mogilev region,  
Gorki, 5 Michurina st.; e-mail: wladrad@tut.by);

<sup>4</sup> – RRSUE «Polesie Institute of Plant Industry»  
ag. Krinichny, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 247781, Gomel  
region, Mozyr district, ag. Krinichny, 2 School st.; e-mail:  
mzpolfl@mail.gomel.by)

**Key words:** winter rye, breeding for quality, family-group selection, analyzing backgrounds, resistance to grain germination.

**Summary.** The results of a 3x family-group selection by the creation of winter rye synthetic population are presented. The selection was carried out according to the characteristics of productivity and grain quality on the analyzing backgrounds «late harvest dates» and «late sowing dates». The high efficiency of this selection method in the direction of increasing the baking qualities of grain has been shown. It is proposed in «breeding for quality» to form new hybrid populations of winter rye by selecting highly productive plants on the analyzing background «late harvest dates» in terms of «falling number».

(Поступила в редакцию 02.06.2021 г.)

**Введение.** Рожь – перекрестноопыляющаяся культура и все ее свободноопыляемые сорта являются популяциями. Проявление таких признаков, как зимо- и морозостойкость, крупность и качество зерна, устойчивость к некоторым болезням и др., зависит от суммарного действия многих генов. Поэтому целью селекционной работы с озимой рожью является концентрирование в популяции максимального количества генов, определяющих хозяйственно ценные свойства.

Основными методами создания нового исходного материала озимой ржи является гибридизация с последующим массовым периодическим, индивидуально-семейным или семейно-групповым отборами. Результатом данного этапа селекционной работы является создание синтетического сорта – родоначальника одного или нескольких популяционных сортов.

Методическая сложность создания ценной синтетической популяции заключается в обеспечении необходимой гетерогенности популяции по интересующим селекционера признакам и достижении ее выравненности в достаточно короткие сроки.

Решающим условием создания ценной синтетической популяции является определение ее генетической основы – количества и качества гибридных комбинаций, включаемых в состав первоначальной гибридной популяции. От методики проведения отборов в гибридных попу-

лящих зависят объемы работ и продолжительность создания синтетической популяции.

При неправильном проведении отбора, особенно в первом цикле, в популяцию могут не попасть важные ген-источники. Особенно актуальна данная проблема при проведении «селекции на качество», где признаки качества не сцеплены с признаками продуктивности, а часто находятся в противоположной взаимосвязи с ними.

В селекции озимой ржи индивидуально-семейный метод, предполагающий переопыление растений только в пределах одной семьи, считается наиболее эффективным. Этот метод обеспечивает получение выровненного селекционного материала в достаточно короткие сроки, однако при нем часто наблюдается значительная депрессия, являющаяся следствием близкородственного размножения.

Для устранения такой депрессии применяют семейно-групповой отбор (скрещивание однотипных семей разного происхождения при выращивании на одном участке) [4]. Развитием данного метода является метод сложных гибридных популяций, когда в переопылении и создании исходной популяции участвует несколько сортов, а далее проводится многократный индивидуальный отбор растений [7]. При семейно-групповом отборе влияние отцовского компонента остается практически не контролируемым, однако метод позволяет вовлечь в популяцию большое количество генотипов с интересующими признаками и оказывается достаточно эффективным при последовательном и достаточно длительном проведении.

Важнейшим показателем качества зерна озимой ржи является устойчивость к предуборочному прорастанию зерна. В соответствии с ГОСТ 16990-88 [3] единственным показателем качества зерна, в соответствии с которым заготавливаемое зерно делится на 4 класса, является «число падения» (по Хагбергу). Другим важнейшим показателем качества зерна озимой ржи, который также оценивается при государственном испытании сортов, является содержание белка в зерне.

В практической селекции на устойчивость к прорастанию рекомендуется использовать метод беккроссов и индивидуально-семейственный отбор устойчивых растений на провокационном фоне.

Так, в Швеции методом внутрипопуляционных непрерывных отборов из сорта Kungs II в сочетании с направленными парными и групповыми скрещиваниями был получен сорт Otello – один из первых сортов с очень низкой активностью  $\alpha$ -амилазы [11]. Если у слабоустойчивых к прорастанию сортов при влажности зерна 16-18 % даже небольшой дождь вызывает прорастание зерна в колосе, то Otello при небла-

гоприятных условиях уборки сохраняют высокое качество зерна более 7 дней.

В настоящее время среди популяционных сортов озимой ржи непревзойденным по устойчивости к прорастанию на корню является польский сорт Amilo (1989 год). Благодаря этому в Германии сорт Amilo считается лучшим сортом для органического земледелия [10].

В целом, отбор по числу падения является самым распространенным в селекции озимой ржи на улучшение хлебопекарных качеств [1, 6]. Однако он может сопровождаться снижением продуктивности ввиду отрицательной корреляции между числом падения и крупностью семян [2, 11].

Отбор генотипов с повышенным содержанием белка в зерне также считается результативным, поскольку за этот признак ответственные гены с аддитивным действием [5]. Однако чрезвычайно сложно преодолеть снижение продуктивности с повышением белковости зерна [9]. Экспериментальные данные свидетельствуют, что в селекции на белковость более предпочтительным является использование метода сложных популяций, чем селекционная проработка высокобелковых аналогов [8].

Повышение результативности проведения отборов в селекции озимой ржи достигается большими размерами групповых изоляторов (позволяет повысить частоту проявления в популяции ценных генов), проведением жесткого негативного отбора до цветения (снижает влияние малоценных отцовских компонентов), а также применением специальных анализирующих (провокационных) фонов отбора (облегчают нахождение в популяции элитных растений с комплексом хозяйственно ценных признаков).

Вместе с тем в республике до настоящего времени остается мало изученной методология селекции озимой ржи на качество: подбор исходного материала, параметры анализирующих фонов, кратность проведения отборов и др. В связи с этим в своей работе по созданию нового исходного материала озимой ржи нами были изучены данные вопросы.

**Цель работы** – оценить эффективность проведения повторных отборов озимой ржи на признаки качества зерна (устойчивость к предуборочному прорастанию и повышенное содержание белка в зерне на анализирующих (провокационных) фонах) при одновременном отборе на продуктивность и технологичность возделывания.

**Материал и методика исследований.** Создание нового исходного материала диплоидной озимой ржи проводилось в 2005-2008 гг. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» и

РНДУП «Полесский институт растениеводства», в результате чего были получены синтетические популяции И4-08 и И5-08. В дальнейшем из популяции И5-08 были выделены элитные растения со схожими морфологическими признаками (высота, опушение стебля, форма и цвет колоса), проведен повторный семейно-групповой отбор и получен сорт Дзи-ва. Государственное сортоиспытание проводилось в 2016-2020 гг.

В своих исследованиях по созданию нового исходного материала озимой ржи нами использовался разработанный ранее метод сложных гибридных популяций, предусматривающий проведение семейно-группового отбора.

В 2004-2005 гг. на базе лучших современных сортов были сформированы 2 новые гибридные популяции. Происхождение гибридов указано в таблице 1.

Из гибридных популяций ( $F_2$ ) в 2005 г. был проведен отбор высокопродуктивных низкорослых растений, которые затем были проанализированы по показателю «число падения» для оценки степени скрытого прорастания зерна и его хлебопекарные качеств (согласно ГОСТ 27676-88 на приборе Perten Falling Number 1500). Для посева в селекционном питомнике по каждой популяции было отобрано не менее 50 образцов, обладающих «числом падения» 240-323 с.

Таким образом были сформированы достаточно гетерогенные гибридные комбинации для последующего проведения в них индивидуально-группового отбора.

Селекционный питомник закладывался согласно общепринятым методикам для перекрестно опыляющихся культур с пространственной изоляцией по каждой гибридной популяции не менее 400-500 м. Посев проводился отдельными потомствами разреженным способом. Площадь каждого изолятора составляла не менее 100 м<sup>2</sup>, масса высеянных семян – не менее 0,5 кг/изолятор.

Таблица 1 – Характеристика исходного селекционного материала по показателю «число падения» (2005 г.)

Популяция, происхождение	Количество образцов*, шт.	Число падения, с		
		среднее	min	max
Популяция 1 ( $F_2$ из сложной популяции, материнские формы Ника, Офелия, Зубровка, Юбилейная, Альфа, Валдай)	<u>137</u> 50	<u>208</u> 274	<u>146</u> 240	<u>323</u> 323
Популяция 2 ( $F_2$ из сложной популяции, материнские формы Каупо, Марусенька, Ручник, Алькора, Лота, Зарница, Амило, Радонь)	<u>150</u> 54	<u>218</u> 288	<u>182</u> 264	<u>315</u> 315

*Примечание – \* в числителе – образцы, прошедшие анализ, в знаменателе – образцы, включенные в популяцию*

С целью отбора генотипов, обладающих комплексной устойчивостью к прорастанию на корню и поздним срокам сева, в селекционной работе применялись анализирующие (провокационные фоны): «перестой на корню» (отбор проводился через 3 недели после наступления фазы полной спелости семян) и «поздние сроки сева» (посев проводился 4-6 октября).

В период вегетации до цветения на изоляторах осуществлялась выбраковка плохо перезимовавших, высокорослых, больных и слабо-развитых растений. На изоляторе выбраковывалось не менее половины растений.

Отбор элитных растений проводился по элементам продуктивности (высота – 90-140 см, кущение – >5, длина колоса – >8 см, выравненность побегов по развитию).

Последующая лабораторная оценка и браковка семей проводилась по показателям качества зерна:

- масса 1000 зерен согласно ГОСТ 10842-89 (отбирались фенотипы с массой  $\geq$  среднего по популяции);
- устойчивость к предуборочному прорастанию (определялась визуально, отбирались фенотипы без признаков прорастания);
- содержание сырого белка (определялось методом инфракрасной спектроскопии на приборе NIRS 5000 ( $r = 0,98$ ), отбирались фенотипы с содержанием  $\geq$  среднего по популяции).

В 2006-2008 гг. проведено три цикла повторных отборов семей и их оценка. После каждого цикла к посеву отбиралось по 27-35 семей по каждой популяции.

Полученные гибридные популяции оценены в контрольном питомнике в 2009-2010 гг. Площадь делянки – 10 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная, технология возделывания общепринятая. В качестве контрольных сортов использовались популяционные сорта Бирюза (районирован с 2006 г.) и Талисман (районирован с 2004 г.).

Для учета динамики визуального и скрытого прорастания зерна, начиная с фазы восковой спелости, отбирались пробные снопы. После перестоя на корню 3-4 недели делянки обмолачивались.

Амилографический анализ муки проводился на амилографе Brabender. Для статистического расчета применялся пакет анализа программы.

Контрастные условия в годы проведения исследований позволили достоверно оценить изучаемые методы оценки и новый исходный материал. Следует отметить, что ежегодно на протяжении в 2005-2008 гг.

в период уборки озимой ржи выпадало избыточное количество осадков, способствующее прорастанию зерна на корню.

**Результаты исследований и их обсуждение.** После проведения трехкратных отборов созданные популяции диплоидной ржи по массе 1000 зерен оказались равными сорту Бирюза и на 2,9-4,0 г превысили сорт Талисман (таблица 2). При этом была отмечена высокая стекловидность зерна новых популяций в фазе восковой и полной спелости зерна.

Эффект «истекания зерна» по мере перестоя на корню был выражен слабо и отмечался только в 2010 г. только у более крупносемянных Бирюзе и Популяции 2.

В период созревания и в течение двух недель перестоя у всех изучаемых сортов и популяций наблюдались единичные проросшие зерна. Однако в 2010 г. при перестое 4 недели доля проросших зерен у сорта Бирюза составила 15 %, у сорта Талисман – 6,0 %, в то время как у созданных популяций – 0,5-1,0 %.

Таблица 2 – Показатели качества зерна озимой ржи в зависимости от сроков уборки (контрольный питомник)

Дата уборки		Масса 1000		Визуальное прорастание зерна в колосе, %		Содержание сырого белка, % абс. сух. в-ва	
		зерен, г					
1	2	3	4	5	6	7	8
2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.
<b>Бирюза (контроль)</b>							
10.07	11.07	32,9	31,1	0,02	0	9,9	10,6
19.07	24.07	34,6	32,9	0,04	0	9,5	10,1
30.07*	17.07*	33,7	35,1	0,05	0,01	9,6	9,8
11.08	3.08	33,6	31,4	0,3	0,01	9,7	9,8
22.08	14.08	34,0	31,0	0,9	15,0	10,5	9,4
<b>Талисман</b>							
10.07	11.07	30,0	28,2	0,01	0	8,3	10,1
19.07	24.07	30,2	29,5	0,02	0	9,0	10,4
30.07	17.07	31,3	30,9	0,03	0,01	9,1	10,4
11.08	3.08	30,3	30,6	0,5	0,01	9,0	10,6
22.08	14.08	30,4	30,1	1,0	6,0	9,0	11,0
<b>Популяция 1 (И4-08 S<sub>3</sub>)</b>							
10.07	11.07	33,8	32,0	0,01	0	8,3	9,8
19.07	24.07	33,3	33,5	0,05	0	9,2	10,3
30.07	17.07	33,9	32,9	0,03	0	9,2	9,9
11.08	3.08	33,3	31,2	0,1	0,01	8,9	9,8
22.08	14.08	33,6	31,7	0,5	1,0	9,4	10,1

Продолжение таблицы 2

Популяция 2 (И5-08 S <sub>3</sub> )							
1	2	3	4	5	6	7	8
10.07	11.07	32,9	33,7	0,01	0	9,9	10,3
19.07	24.07	33,6	34,4	0,01	0	8,9	10,3
30.07	17.07	33,9	34,9	0,05	0	9,6	9,9
11.08	3.08	32,2	32,6	0,1	0	9,4	9,9
22.08	14.08	32,0	32,9	0,3	0,5	9,6	11,2

*Примечание – \* оптимальный срок уборки*

Несмотря на интенсивный отбор по содержанию белка в зерне, созданные популяции за годы исследований не превзошли контрольные сорта по данному показателю. Содержание сырого белка в условиях влажного 2009 г. варьировало в пределах 8,3-10,5 %, причем отмечалась лишь незначительная тенденция к его возрастанию по мере перестоя на корню. В жарком 2010 г. содержание белка в зерне варьировало в пределах 9,4-11,2 %, и четко отмечалась тенденция увеличения этого показателя по мере опоздания со сроками уборки.

При уборке в оптимальные сроки все исследуемые сорта обладали высокими хлебопекарными качествами (таблица 3). После перестоя на корню в течение 2-4 недель наибольшей температурой максимальной клейстеризации крахмала отличались созданные популяции. Поскольку данный показатель наиболее точно описывает амилазную активность, можно утверждать, что новый исходный материал обладает высокими хлебопекарными качествами и повышенной устойчивостью зерна к прорастанию на корню при длительных сроках уборки.

Таблица 3 – Оценка качества зерна озимой ржи на амилографе Брабендера (контрольный питомник, 2009-2010 гг.)

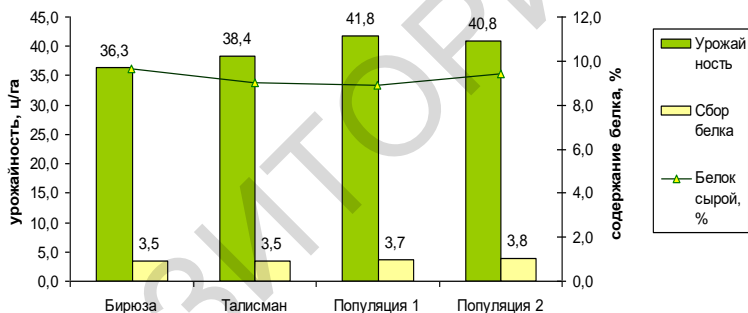
Дата уборки		Температура начала клейстеризации, °С		Температура максимальной клейстеризации, °С		Высота амилограммы, ед. а.	
1	2	3	4	5	6	7	8
2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.
Бирюза (контроль)							
-	11.07		55,4		75,6		749
30.07	24.07	54,9	55,9	66,8	71,0	341	617
11.08	3.08	55,3	56,0	64,1	67,5	274	458
22.08	14.08	55,3	55,5	62,9	66,6	220	515
Талисман							
30.07	24.07	56,0	56,4	69,5	72,8	566	740
11.08	3.08	56,1	56,2	65,1	69,2	395	628
22.08	14.08	56,5	55,9	64,3	67,8	270	562



Продолжение таблицы 3

Популяция 1 (И4-08 S <sub>3</sub> )							
1	2	3	4	5	6	7	8
19.07	11.07	55,5	54,3	74,4	75,6	678	907
30.07	24.07	55,9	55,3	71,5	74,3	547	856
11.08	3.08	55,8	55,6	66,5	70,4	321	630
22.08	14.08	56,3	55,6	64,5	70,8	208	641
Популяция 2 (И5-08 S <sub>3</sub> )							
-	11.07		54,9		72,3		937
30.07	24.07	56,3	55,6	70,4	73,5	445	846
11.08	3.08	55,9	55,4	67,4	70,0	360	658
22.08	14.08	56,6	56,0	65,8	69,3	267	507

Учет урожая в 2009-2010 гг. показал, что применение разработанной методики отбора позволило создать синтетические популяции, превышающие по урожайности районированные сорта. При равном содержании сырого белка в зерне на уровне 9,6-9,8 % новые популяции обеспечили прибавку урожая зерна 2,4-5,5 ц/га, а также увеличение сбора сырого белка 0,2-0,3 ц/га (рисунок).



*НСР<sub>05</sub> по фактору «урожайность зерна» – 2,4 ц/га*

Рисунок – Урожайность и сбор сырого белка у диплоидных популяций (контрольный питомник, среднее 2009-2010 гг.)

В сортоиспытательных станциях и участках государственной сортоиспытательной сети сорт Дзива, полученный из популяции 2 (И5-08), не уступил или превзошел диплоидный контрольный сорт Офелия по урожайности зерна, при этом показал существенно лучшие хлебопекарные качества. По результатам государственного сортоиспытания сорт Дзива включен с 2021 г. в Реестр сортов растений, допущенных к возделыванию на территории Витебской, Минской и Могилевской областей, характеризующихся влажными условиями в период уборки озимой ржи.

Параллельно в 2009 г. в контрольном питомнике была проведена оценка популяций  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$ , т. е. полученных после 1-, 2- и 3-кратного отборов.

Следует отметить, что семена, полученные в 2006 г., обладали низкой полевой всхожестью, в связи с чем густота стояния растений в популяции  $S_1$  составила 87 шт./м<sup>2</sup> против 152-186 шт./м<sup>2</sup> в популяциях  $S_2$  и  $S_3$ . Во многом это повлияло на массу 1000 семян и, возможно, на другие признаки качества.

Исследования показали, что проведение трехкратного повторного отбора, по сравнению с двукратным, существенно не повлияло на массу 1000 зерен и натуру зерна созданных популяций. Однако визуальное прорастание зерна снизилось в 2-4 раза при учете 30 июля и в 3 раза при учете 11 августа. Существенных различий по содержанию сырого белка в зерне в популяциях  $S_2$  и  $S_3$  не отмечалось (таблица 3).

В Популяции 1 уже после двукратного отбора показатель «числа падения» составил 309 с при оптимальных сроках уборки и 241 с при перестое. Проведение трехкратного отбора не привело к дальнейшему его увеличению.

Таблица 3 – Качество зерна популяций 1-2 диплоидной ржи различной кратности отбора (контрольный питомник, 2009 г.)

Признак	Дата уборки	Популяция 1			Популяция 2		
		$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
Масса 1000 семян, г	30.07	37,6	32,5	33,3	38,0	33,1	33,9
	11.08	37,5	32,0	33,9	38,1	32,9	32,2
Натура, г/л	30.07	690	684	726	710	706	690
	11.08	700	662	721	668	683	666
Визуальное прорастание семян, %	30.07	0,1	0,1	0,05	0,1	0,1	0,01
	11.08	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1
Белок сырой, %	30.07	9,5	8,9	9,2	9,7	9,2	9,6
	11.08	10,1	10,1	8,9	9,6	8,9	9,4
Число падения, с	30.07	241	309	306	183	217	319
	11.08	235	241	241	148	179	173

В то время в популяции 2 трехкратный отбор, по сравнению с двукратным, позволил повысить показатель «числа падения» при оптимальных сроках уборки в 1,8 раз, но существенно не изменил при перестое.

**Заключение.** Таким образом, исследования показали, что формирование сложных гибридных популяций диплоидной озимой ржи на основе образцов со средним показателем числа падения 208-218 с и с последующим проведением 3-кратного повторного отбора на анализирующем фоне «перестой на корню» по признакам продуктивности и устойчивости к прорастанию зерна позволяет сформировать ценные

синтетические популяции, обладающие высокими хлебопекарными качествами и превышающие по продуктивности районированные сорта. При включении в популяцию 30-50 генетически разнородных семей достигается необходимая гетерогенность популяций, а проведение 1-2-кратного отбора по морфологическим признакам позволяет достичь однородности сорта к поколению  $S_5$ - $S_6$ .

Повторные отборы на провокационных фонах в достаточно короткие сроки приводят к повышению хлебопекарных качеств зерна. Так, в популяции 2 для получения высокого показателя «числа падения» (309 с) потребовалось проведение двукратного отбора, в популяции 2 – трехкратного отбора (319 с).

Однако на примере популяции 2 видно, что максимальное значение числа падения при уборке в оптимальные сроки не может характеризовать сорт по устойчивости к прорастанию зерна при длительном перестое на корню. Повышение устойчивости к скрытому прорастанию зерна достигается крайне медленно. Так, показатель «числа падения» при перестое на корню в течении 3 недель в популяциях  $S_2$  и  $S_3$  после двукратного и трехкратного отборов существенно не различается, но если у популяции 1 он составляет 241 с, а в популяции 2 – всего 173-179 с.

В связи с этим предлагается формировать новые гибридные популяции озимой ржи путем отбора высокопродуктивных растений на анализирующем фоне «перестой на корню» (в течение 3-4 недель) по показателю «число падения».

Проведение 3-кратного отбора на повышенное содержание белка в зерне не оказывает достоверного влияния на этот показатель, однако может способствовать отбору более продуктивных образцов. Учитывая простоту проведения анализов, целесообразно определять содержание сырого белка в зерне методом инфракрасной спектроскопии на всех циклах индивидуально-группового отбора как дополнительного показателя генетической ценности образца.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бебякин, В. М. Методические подходы к оценке качества зерна / В. М. Бебякин // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка. ГНУ НИИСХ Ю.-В. Рос. сельхозакадемия: Новый ветер, 2008. – С. 90-94.
2. Гончаренко, А. А. Новые направления в селекции озимой ржи на качество зерна / А. А. Гончаренко // Современные аспекты адаптивного земледелия. – Йошкар-Ола, 1998. – С. 38-40.
3. ГОСТ Рожь. Требования при заготовках и поставках: ГОСТ 16990-88. – Взамен ГОСТ 16990-71; введ. 01.07.1991. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1992. – 14 с.
4. Дубинин, Н. П. Генетика популяций и селекция / Н. П. Дубинин, Я. Л. Глембоцкий. – М.: Издательство «Наука», 1967. – 570 с.

5. Кедрова, Л. И. Озимая рожь в Северо-Восточном регионе России / Л. И. Кедрова. – Киров, 2000. – 157 с.
6. Эффективность клоновой селекции на низкую амилолитическую активность / В. Д. Кобылянский [и др.] // Бюл. ВИР. – Л., 1989. – Вып. 195. – С. 26-31.
7. Кобылянский, В. Д. Рожь. Генетические основы селекции / В. Д. Кобылянский. – М., 1982. – 272 с.
8. Понаморов, С. Н. Селекционная работа по озимой ржи в Татарстане / С. Н. Понаморов, М. Л. Понаморева, Г. С. Маннапова // Производство растениеводческой продукции: резервы снижения затрат и повышения качества: сб. междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 10-11 июля 2008 г., – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – Т.2. – С. 147-149.
9. Урбан, Э. П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания / Э. П. Урбан. – Минск: Белорусская наука, 2009. – 269 с.
10. Bio-Populationsroggen. Amilo [Электронный ресурс] // Probstdorfer Saatzucht GesmbH & CoKG. – Режим доступа: <https://www.probstdorfer.at/herbstanbau/winterroggen/amilo/>. – Дата доступа: 05.10.2021.
11. Persson, E. Otello — a result of amylase selection for sprouting resistance / E. Persson // Cereal research communications. – 1976. – № 2. – P. 273-279.

УДК 631.82: [635.74+633.81]

## АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЭФИРНОМАСЛИЧНЫХ И ПРЯНОАРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ

**Т. В. Сачивко, В. Н. Босак**

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия  
г. Горки, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 213407, г. Горки,  
ул. Мичурина, 5)

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, регуляторы роста, зеленая масса, базилик обыкновенный, пажитник голубой, бораго.

**Аннотация.** В исследованиях УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» на окультуренной дерново-подзолистой суглинистой почве установлено, что применение полного минерального удобрения увеличило урожайность зеленой массы базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) на 0,42-0,68 кг/м<sup>2</sup>, регуляторов роста Ростмомент и Гидрогумат – на 0,17-0,18 кг/м<sup>2</sup> при общей урожайности зеленой массы 1,90-2,16 кг/м<sup>2</sup>; зеленой массы пажитника голубого (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) – соответственно на 0,37-0,44 и 0,09-0,10 кг/м<sup>2</sup> при общей урожайности зеленой массы 1,58-1,68 кг/м<sup>2</sup>; бораго (огуречной травы) (*Borago officinalis* L.) – на 0,25-0,37 и 0,07-0,09 кг/м<sup>2</sup> при общей урожайности зеленой массы 0,90-1,02 кг/м<sup>2</sup>. Чистый доход применения полного минерального удобрения в посевах изучаемых пряноароматических и эфирномасличных культур составил 0,65-1,78 руб./м<sup>2</sup>, регуляторов роста – 0,18-0,48 руб./м<sup>2</sup>.