

ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ РЖИ ПО ОСНОВНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ ПРОДУКТИВНОСТИ

Т.В. Ровдо, научный сотрудник

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Дата поступления статьи в редакцию 22.04.2024)

Рецензент: Буштевич В.Н., кандидат с.-х. наук

Аннотация. *В результате комплексной оценки коллекционных образцов генофонда озимой ржи в почвенно-климатических условиях центральной части Республики Беларусь выделены формы, перспективные для использования в селекции на урожайность зерна в качестве источников отдельных структурных элементов продуктивности растений.*

Высокая адаптационная способность, стабильность получения урожая зерна и зеленой массы, агротехническая значимость как хорошего предшественника в сочетании с традиционным использованием ржаного хлеба в питании, а зерна в кормопроизводстве, получении крахмала, спирта, солода и других продуктов ставят рожь в Беларуси в ряд важнейших сельскохозяйственных культур [1].

Озимая рожь, как ценный хлебный злак, была известна в Европе еще два тысячелетия назад. Путем многолетнего бессознательного отбора рожь из полудикой малопродуктивной примеси превратилась в адаптивную высокозимостойкую ценную зерновую культуру, способную успешно произрастать и давать стабильные урожаи на различных по плодородию и гранулометрическому составу почвах [2].

Развитие селекции позволило отобрать наиболее приспособленные к условиям произрастания формы и на их основе создать высокоурожайные сорта диплоидной ржи ($2n=14$), а также тетраплоидные сорта с удвоенным числом хромосом ($2n=28$) в клетках [3]. Для продолжения создания сортов ржи, приспособленных к различным экологическим условиям и рыночным требованиям, необходимо наличие генетических ресурсов [4]. Поскольку в основе селекции лежит обновление генетического материала за счет вовлечения новых форм, то для создания конкурентоспособных сортов ржи необходимо располагать генетически разнообразными и комплексно изученными источниками признаков [5, 6].

Признак «урожайность» – сложный по своей структуре, являясь результатом взаимодействия растений с условиями среды, определяется, в конечном счете, соотношением двух величин – числа продуктивных стеблей на единице площади и массы зерна с одного колоса. Каждая из этих величин зависит от ряда других элементов структуры урожая [7, 8].

Цель исследований: оценить сортообразцы и сорта озимой ржи отечественной и зарубежной селекции по урожайности в условиях центральной части

Республики Беларусь, выделить источники селекционно-ценных признаков по отдельным структурным элементам.

Методика проведения исследований

В 2021–2023 гг. с целью выделения перспективных источников признаков для селекции на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» Смолевичского района Минской области проводили изучение и оценку коллекционного материала озимой ржи, включавшего 49 сортов и сортообразцов различного эколого-географического происхождения, полученных из Национального банка семян генетических ресурсов хозяйственно-полезных растений, а также созданных в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (рисунок 1).

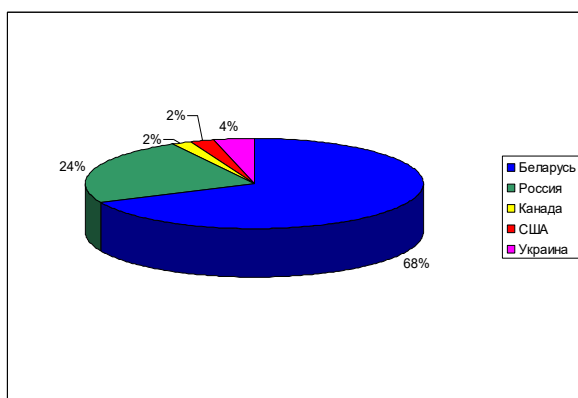


Рисунок 1 – Разнообразие изучаемой коллекции озимой ржи по географическому происхождению (среднее за 2021-2023 гг.)

Почва опытного участка дерново-подзолистая рыхлосупесчаная, характеризуется следующими агрохимическими показателями пахотного горизонта: pH_{KCl} – 5,8–6,2, подвижный P_2O_5 – 220–260 мг/кг, обменный K_2O – 200–300 мг/кг почвы, гумус – 2,1–2,3 %.

Обработка почвы, посев и дальнейший уход осуществлялись в оптимальные для озимой ржи сроки в соответствии с общепринятой для данной культуры технологией возделывания. Фосфорные и калийные удобрения ($P_{80}K_{120}$) вносили осенью под вспашку. Для химической прополки с осени в фазу 2–3 листа – кущение (ДК 12–13) использовали гербицид Гром (1,0 л/га). Весной после возобновления вегетации проводилась подкормка азотными удобрениями в дозе 60 кг/га д.в. (ДК 25) + 30 кг/га д.в. в фазу начала выхода в трубку (ДК 31–32).

Оценку хозяйственно-ценных признаков коллекционных образцов озимой ржи осуществляли в полевых и лабораторных условиях. Структурный анализ урожайности проводили по следующим элементам: длина колоса, число цвет-

ков и зерен в колосе, вес зерна с колоса, масса 1000 зерен, продуктивная кусти-
стость, число продуктивных стеблей с единицы площади.

В качестве контроля для диплоидных сортов был привлечен доминантно-
короткостебельный сорт *Офелия*, для тетраплоидных – *Камея 16*. Посев прово-
дили вручную с нормой высева 100 зерен на 1 м². Площадь делянки – 1 м² с
раскладкой 20 × 5 см, повторность однократная.

Метеорологические условия в 2021–2023 гг. отличались друг от друга и от
многолетней нормы как по осадкам в течение вегетации, так и по температу-
рному режиму (рисунок 2). В связи с разными погодными условиями в годы ис-
следований урожайность и некоторые другие хозяйственно-полезные признаки
различались по годам.

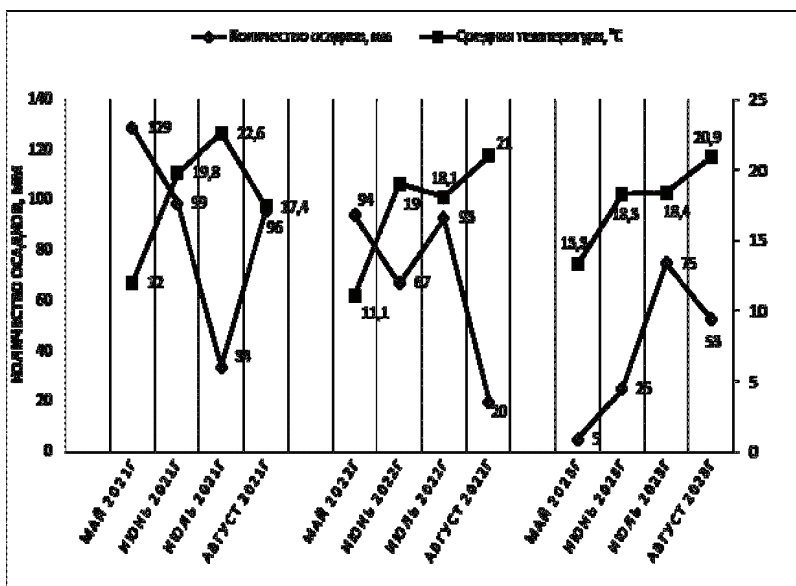


Рисунок 2 – Средняя температура и количество осадков в период изучения образцов озимой ржи

Отличительной особенностью 2021 г. являлась эпифитотия снежной плесени в питомниках озимой ржи, что оказало влияние на перезимовку, а затем и на урожайность зерна многих сортообразцов коллекционного питомника.

Преобладание холодной погоды в первую декаду мая сдерживало развитие озимых зерновых культур. Теплая погода и достаточное количество почвенной влаги во второй декаде июня способствовали формированию колоса озимой ржи. В июле из-за дефицита осадков и установившейся жаркой погоды произошло существенное уменьшение содержания влаги в почве, что способствовало сокращению продолжительности налива зерна.

Апрель и май 2022 г. характеризовались обильными ливневыми дождями, превышающими норму в 1,33–3,35 раза. Средняя температура воздуха в мае была ниже нормы. Из-за преобладания пониженных температур развитие озимых культур шло с отставанием.

Температурный режим лета характеризовался очень теплым июнем и августом, июль был немного холоднее обычного. После сильных дождей во второй декаде июля было отмечено переувлажнение верхнего слоя почвы, частичное полегание растений озимой ржи.

Состояние посевов озимой ржи в 2023 г. в начале весенней вегетации было существенно хуже, чем в предыдущем году, когда снежная плесень практически отсутствовала и перезимовка находилась на уровне 8–9 баллов.

В первой декаде мая среднесуточная температура воздуха была ниже нормы на 3,7 °С при отсутствии осадков. Во второй и третьей декадах среднесуточная температура воздуха превышала норму на 2,2 и 1,6 °С, при этом количество осадков во второй декаде составило лишь 15,3 % нормы, а в третьей они отсутствовали. Местами на посевах началось пожелтение и скручивание листьев, вызванное засухой. Длительное отсутствие осадков привело к значительным потерям почвенной влаги. В июне запасы продуктивной влаги в пахотном горизонте уменьшились в 2–3 раза в сравнении с серединой мая. Продолжительность межфазных периодов под влиянием засухи сократилась. Лишь в третьей декаде июня количество атмосферных осадков превысило среднегодовое количество на 15,2 %, агрометеорологические условия для налива зерна улучшились. Невысокий температурный режим и хорошая влагообеспеченность в первой декаде июля способствовали увеличению продолжительности налива зерна в колосе.

За основную часть периода вегетации в 2023 г. (первая декада мая – третья декада августа) сумма активных температур превысила норму на 6,4 %, а количество атмосферных осадков было ниже нормы на 35,4 %.

Результаты исследований и их обсуждение

Высокая урожайность – одно из основных требований, предъявляемых к сорту. Вновь выведенный сорт может получить распространение в производстве только в том случае, если он дает более высокие и устойчивые урожаи, чем лучшие из существующих сортов данной культуры.

На основании проведенных исследований установлено, что в среднем за 3 года урожайность зерна у изучаемых сортообразцов коллекции озимой ржи находилась в пределах от 14,8 ц/га (*Хрупкая тетра* (Россия)) до 111,8 ц/га (*Нига* (Беларусь)). По показателю «урожайность зерна» выделены 17 диплоидных и 3 тетраплоидных образцов, которые превысили контрольный сорт на 0,1–36,7 ц/га (0,2–48,9 %) и 0,1–3,7 ц/га (0,1–4,6 %) соответственно. Наибольшую прибавку урожайности обеспечили сортообразцы *Нига*, *Зим.* × (*Валдай* × *Кауно*) × *ТПР-3*, (*ПБ* × *ПК*) × *Гибрид 1494*, *РПД-201*, *Забава*, *Кауно* × *Нига*, (*ПБ* × *ПК*) × (*Валдай* × *Кауно*), *РПД-19*, *РПД-202*, *ЗМС* × *Юбилейная*, *ЗМС* × *КП-97* (Беларусь) (таблица 1).

Таблица 1. Урожайность лучших образцов озимой ржи (среднее за 2021-2023 гг.)

Сорт, образец	Страна происхождения образца	Урожайность зерна		
		ц/га	отклонение от контроля, +/-	
			ц/га	%
Диплоидная озимая рожь				
Офелия, контроль	Беларусь	75,1	к	к
Нига	Беларусь	111,8	36,7	148,9
Зим. × (Валдай × Каупо) × ТПР-3	Беларусь	105,6	30,5	140,7
(ПБ × ПК) × Гибрид 1494	Беларусь	103,0	27,9	137,1
РПД-201	Беларусь	100,2	25,1	133,5
Забава	Беларусь	96,0	20,9	127,9
Каупо × Нига	Беларусь	95,8	20,7	127,6
(ПБ × ПК) × (Валдай × Каупо)	Беларусь	92,9	17,8	123,8
РПД-19	Беларусь	92,4	17,3	123,0
ЗМС × Юбилейная	Беларусь	89,3	14,2	118,9
РПД-202	Беларусь	89,3	14,2	118,9
ЗМС × КП-97	Беларусь	87,4	12,3	116,4
Паўлінка × (Фаленская × Дива)	Беларусь	85,3	10,2	113,7
Гибрид 1494-1/86	Беларусь	80,5	5,4	107,2
ЗМС × (СК × Зубровка)	Беларусь	79,3	4,2	105,6
Кировская 89	Россия	77,3	2,2	103,0
Гетера 3	Россия	77,1	2,0	102,8
Фаленская × (СК × Зубровка)	Россия	75,2	0,1	100,2
НСР ₀₅		3,3		
Тетраплоидная озимая рожь				
Камея 16, контроль	Беларусь	79,5	к	к
Росана × Камея 16	Беларусь	83,2	3,7	104,6
Спадчына	Беларусь	79,8	0,3	100,3
Популяция 6/03 × ГТЖ-5/93	Беларусь	79,6	0,1	100,1
НСР ₀₅		3,7		

Вышеуказанные сортообразцы как источники высокой урожайности рекомендованы к использованию в селекционном процессе для создания нового высокопродуктивного селекционного материала озимой ржи.

В проведенных исследованиях количество продуктивных стеблей на единице площади в среднем за 2021–2023 гг. изучения составило 376,3 шт/м² при варьировании признака по коллекции от 264,0 шт/м² *Фаленская* × (*СК* × *Зубровка*) × *Юбилейная* (Беларусь) до 483,0 шт/м² *Нига* (Беларусь) (таблица 2).

По густоте продуктивного стеблестоя (более 382,0 шт/м²) выделено 17 диплоидных сортообразцов, которые превысили контрольный сорт *Офелия* на 4,7–101,0 шт/м². В тетраплоидной группе контрольный сорт *Камея 16* по данному показателю на 8,8 шт/м² превысил лишь один образец – *Росита иммунная* (Россия). Коэффициент вариации по изучаемому показателю в среднем за период исследований был среднеизменчивым и составил у диплоидной ржи CV=13,2 %, у тетраплоидной – CV=15,2 %.

Наибольшая изменчивость отмечена по показателю «масса зерна с колоса» как у диплоидных, так и у тетраплоидных сортообразцов (CV=22,5 % и

CV=26,4 % соответственно). По массе зерна с колоса 58,1 % диплоидных образцов превысили контроль *Офелия* на 0,1–0,72 г. В результате изучения выделен образец *РПД-201* (Беларусь) с очень большой массой зерна главного колоса (>2,6 г). Среди тетраплоидных образцов как источники продуктивности колоса (масса зерна >2,0 г) выделены *Популяция 6/03 × ГТЖ-5/93*, *Росана × Камея 16*, *СГП-6*, *Спадчына*, *ЖТ 218 × Златка*, *Ваза II 1880 × Дубинская* (Беларусь).

Таблица 2. Показатели основных элементов продуктивности коллекционных образцов озимой ржи (среднее за 2021–2023 гг.)

Элементы продуктивности	Min-max	Среднее	Контроль	σ	CV, %
Диплоидная озимая рожь					
Продуктивных стеблей, шт/м ²	264,0-483,0	376,3	382,0	49,7	13,2
Количество цветков, шт.	58,9-74,1	67,2	64,3	3,7	5,5
Количество зерен, шт	40,3-60,1	51,8	45,1	4,5	8,7
Масса зерна с колоса, г	1,03-2,71	1,99	1,99	0,4	22,5
Масса 1000 зерен, г	19,9-44,9	37,8	44,6	6,8	17,9
Озерненность, %	63,4-87,8	77,2	70,1	6,7	8,6
Тетраплоидная озимая рожь					
Продуктивных стеблей, шт/м ²	223,7-434,7	364,9	387,5	55,3	15,2
Количество цветков, шт.	55,3-70,8	65,8	62,1	4,3	6,5
Количество зерен, шт	20,4-48,4	38,6	36,7	7,3	18,9
Масса зерна с колоса, г	0,73-2,40	1,80	2,02	0,5	26,4
Масса 1000 зерен, г	34,3-54,6	46,1	54,4	5,7	12,5
Озерненность, %	30,5-70,6	58,6	59,1	10,0	17,0

Масса зерна с колоса, как интегральный показатель продуктивности растения, формируется в основном за счет сбалансированности взаимосвязанных параметров «масса 1000 зерен» и «количество зерен в колосе» [9].

По результатам изучения коллекции диплоидной озимой ржи масса 1000 зерен в среднем составила 37,8 г, тетраплоидной – 46,1 г. В среднем за период изучения к группе крупнозерных (41,0–50,0 г) можно отнести 12 образцов диплоидной ржи (38,7 % от общего количества). Данные образцы являются результатом белорусской селекции. В коллекции тетраплоидной ржи выделились 3 образца с массой 1000 зерен >50,0 г (*Популяция 6/03 × ГТЖ-5/93*, *СГП-6*, (*Пламя × Юбилейная*) × *Камея 16* (Беларусь)), которым присвоен индекс 9 согласно унифицированному классификатору озимой ржи [10]. Коэффициент вариации по признаку «масса 1000 зерен» в среднем по годам был среднеизменчивым (CV = 17,9 % и CV = 12,5 % у диплоидных и тетраплоидных форм соответственно).

За годы изучения в среднем показатель «количество зерен в главном колосе» у контрольного диплоидного сорта *Офелия* составил 45,1 шт. У образца *Бирская 2* (Россия) величина данного показателя была минимальной (40,3 шт.), а максимальной (60,1 шт.) – у *РПД-201* (Беларусь). В изучаемой тетраплоидной группе по данному показателю выделились 12 образцов, которые превысили контроль на 1,0–11,7 г.

Важным показателем продуктивности является озерненность колоса растений. Несмотря на довольно продолжительный селекционный процесс по созданию и стабилизации тетраплоидных форм озимой ржи, по данному признаку они уступают диплоидным. Так, средняя озерненность колоса за три года среди диплоидной группы составила 77,2 %, а у тетраплоидной – 58,6 % при варьировании признака от 63,4 % до 87,8 % и от 30,5 % до 70,6 % соответственно. По показателю «озерненность колоса» высокой стабильностью реакции на условия среды ($CV < 10\%$) характеризовались диплоидные сортообразцы, тетраплоидные сортообразцы характеризовались средней стабильностью ($CV = 17,0\%$).

Выводы

В результате комплексного изучения коллекционного материала озимой ржи различного эколого-географического происхождения выделены наиболее ценные образцы, которые могут быть использованы в качестве потенциальных источников для дальнейшей селекционной работы:

по продуктивности: *Нига*, *Зим.* × (*Валдай* × *Кауно*) × *ТПР-3*, (*ПБ* × *ПК*) × *Гибрид 1494*, *РПД-201*, *Забава*, *Кауно* × *Нига*, (*ПБ* × *ПК*) × (*Валдай* × *Кауно*), *РПД-19*, *РПД-202*, *ЗМС* × *Юбилейная*, *ЗМС* × *КП-97*;

по массе зерна главного колоса: *РПД-201*, *ЗМС* × *Юбилейная*, (*ПБ* × *ПК*) × (*Валдай* × *Кауно*), (*ПБ* × *ПК*) × *Гибрид 1494*, *ЗМС* × *КП-97*, *Росана* × *Камея 16*, *Забава*, *Нига*, *РПД-19*, *Популяция 6/03* × *ГТЖ-5/93*, *Зим.* × (*Валдай* × *Кауно*) × *ТПР-3*, *ЗМС* × (*СК* × *Зубровка*), *Waza II 1880* × *Дубинская*, *Фаленская* × (*СК* × *Зубровка*), *Паўлінка* × (*Фаленская* × *Дива*);

по количеству зерен с главного колоса: *РПД-201*, (*ПБ* × *ПК*) × (*Валдай* × *Кауно*), *ЗМС* × *Юбилейная*, (*ПБ* × *ПК*) × *Гибрид 1494*, *ЗМС* × *КП-97*, *Трехзерная рожь*, *Забава*, *РПД-19*, *ЗМС* × (*СК* × *Зубровка*), *РПД-202*, *Паўлінка* × (*Фаленская* × *Дива*);

по массе 1000 зерен: *РПД-201*, *Нига*, *Фаленская* × (*СК* × *Зубровка*), (*ПБ* × *ПК*) × *Гибрид 1494*, *ЗМС* × (*СК* × *Зубровка*), *Забава*, *Зим.* × (*Валдай* × *Кауно*) × *ТПР-3*, *ЗМС* × *КП-97*, *РПД-19*, *Поликросне 2*, *СГП-6*, *Популяция 6/03* × *ГТЖ-5/93*, (*Пламя* × *Юбилейная*) × *Камея 16*, *Росана* × *Камея 16*;

по густоте продуктивного стеблестоя: *Нига*, *Зим.* × (*Валдай* × *Кауно*) × *ТПР-3*, *Кауно* × *Нига*, *Росана* × *Камея 16*, *Спадчына*, *Одесская многолетняя*.

По комплексу селекционно-ценных признаков выделены образцы *Нига*, *РПД-201*, *Забава*, *Зим.* × (*Валдай* × *Кауно*) × *ТПР-3*, *РПД-19*, (*ПБ* × *ПК*) × *Гибрид 1494*, *Росана* × *Камея 16*.

Использование вышеуказанных сортообразцов будет способствовать эффективности селекционного процесса по созданию сортов озимой ржи с высоким потенциалом урожайности.

Литература

1. Петрович, Э.А. Ржаное поле Беларуси: тенденции и перспективы развития / Э.А. Петрович // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – №4. – С. 160-164.

2. Уткина, Е.И. Урожайный потенциал сортов озимой ржи в условиях Волго-Вятского региона / Е.И. Уткина [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2020. – №1. – С. 12-17.
3. Урбан, Э.П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания / Э.П. Урбан. – Минск: Беларус. навука, 2009. – 269 с.
4. Генетические основы селекции растений: в 4 т. Т. 2. Частная генетика растений / науч. ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылёва; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т генетики и цитологии. — 2-е изд., испр., перераб. и доп. — Минск: Беларуская навука, 2020. – 663, [1] с.
5. Пономарева, М.Л. Исходный материал для селекции озимой ржи (SECALE CEREALE L.) / М.Л. Пономарева, С.Н. Пономарев, Г.С. Маннапова // Вестник КрасГАУ. – 2018. – №3. – С. 19-24.
6. Щеклеина, Л.М. Болезни *Secale cereale* L. в Кировской области и генетические источники устойчивости для селекции / Л.М. Щеклеина, Т.К. Шешегова // Вестник КрасГАУ. – 2020. – №6. – С.86-92.
7. Стихин, М.Ф. Озимая рожь и пшеница в Нечерноземной полосе / М.Ф. Стихин, П.В. Денисов; Изд. 2-е, перераб. и доп. – Ленинград: Колос, 1977. – 320 с.
8. Шляхтина, Е.А. Урожайность и элементы её структуры у перспективных сортов озимой ржи в условиях Кировской области / Е.А. Шляхтина, О.Н. Рылова // Международный научный сельскохозяйственный журнал. – 2019. – Т.2. – №1. – С. 33-39.
9. Парфенова, Е.С. Оценка генофонда озимой ржи по урожайности в условиях Кировской области / Е.С. Парфенова [и др.] // Аграр. наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2018. – Т. 66. – № 5. – С. 24-29.
10. Широкий унифицированный классификатор ржи *Secale* L. / Ф.И. Привалов [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2013 – 57 с.

CHARACTERIZATION OF COLLECTION SAMPLES OF WINTER RYE ON BASIC ELEMENTS OF PRODUCTIVITY

T. V. Rovdo

As a result of a comprehensive assessment of collection samples of the winter rye gene pool under soil and climate conditions of the central part of the Republic of Belarus the forms were identified that were promising for use in breeding for grain yield as sources of definite structural elements of plant productivity.

УДК 633.14«324»631[527+523]

РЕЗУЛЬТАТЫ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ФОРМ ТЕТРАПЛОИДНОЙ РЖИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАКИСИ АЗОТА (N₂O)

С.И. Гордей, кандидат биол. наук, **Э.П. Урбан**, доктор с.-х. наук,
О.Н. Карпович, научн. сотрудник, **И.С. Гордей***, кандидат биол. наук,
В.Е. Шимко, **О.М. Люсиков**, научные сотрудники
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
*ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»
(Дата поступления статьи в редакцию 23.04.2024)

Рецензент: Буштевич В.Н., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье изложены основные результаты получения новых тетраплоидных форм озимой ржи с использованием закиси азота (N₂O) в ка-