

УДК 633.11.1:631.526.32.6314.5.

Особенности биологии и технологии выращивания гибридной ржи

Э. П. Урбан, доктор с.-х. наук,

С. И. Гордей, кандидат биологических наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 17.07.2019 г.)

В статье изложены биологические особенности и технология возделывания гибридной ржи в Республике Беларусь.

In the article the biological peculiarities and the technology of hybrid rye cultivation in Belarus is stated.

Введение

В Республике Беларусь ежегодно производится 0,7–0,8 млн т озимой ржи, что составляет около 10 % валового сбора зерна зерновых колосовых культур. Зерно ржи используется главным образом на продовольствие, для получения этилового спирта и на фуражные цели в виде компонента комбикормов.

Однако в Беларуси, как и в других странах, несмотря на заметный рост урожайности, в последние десятилетия наблюдается сокращение посевных площадей, занимаемых под озимую рожь. Известно, что сортосмена – это один из основных путей повышения потенциала продуктивности. Создание новых сортов всегда являлось приоритетным направлением исследований. По существующим оценкам вклад сорта в прибавку урожая озимой ржи за последние тридцать лет оценивается в 20–30 %.

Основная часть

В Государственный реестр сортов Республики Беларусь на 2019 г. включен 41 сорт озимой ржи, из них 29 сортов – селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Из сортов иностранной селекции зарегистрированы гибриды F_1 немецкой селекции: Пикассо, Зу Драйв, КВС Боно, КВС Раво, Зу Мефисто и др.

Сорта озимой ржи селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», районированные в Республике Беларусь, имеют достаточно высокий уровень потенциальной продуктивности. Среди диплоидных сортов урожайность на уровне 70–75 ц/га, достигнутую в процессе сортоиспытания, показывают отечественные сорта: Офелия, Паўлінка, Голубка, Лота. К лучшим тетраплоидным сортам, которые могут формировать урожайность на уровне 65–70 ц/га и выше, следует отнести сорта Пламя, Пралеска, Зазерская 3, Белая Вежа, Росана. Для использования на зеленую массу в Государственный реестр сортов по всем регионам Беларуси включен новый сорт озимой ржи Вердена, созданный в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Высокой урожайностью (на уровне 80–90 ц/га и выше) отличаются гибриды белорусской селекции: Лобел-103, Галинка, Плиса, иностранной селекции – Пикассо, Зу Драйв, КВС Боно, КВС Раво, Зу Мефисто.

Биологические особенности гибридной ржи

Гибридная рожь в последние годы приобретает все большую популярность, особенно в Германии и Дании. В Германии гибриды занимают около 60 % всех посевов ржи, а средняя урожайность их составляет 52,0 ц/га. В Польше при площади посева ржи 1,2 млн га гибридная рожь высевается на площади только 180–200 тыс. га.

Гибриды первого поколения (F_1) являются продуктом скрещивания генетически отдаленных родительских инбредных линий, благодаря чему возникает гибридная сила, которая называется гетерозис. Гибриды F_1 в силу своей гетерозиготности имеют, как правило, более высокий экологический гомеостаз, что ведет к стабильности урожая. Получение селекционно-ценных инцухт-линий и системы ЦМС на основе разнообразного материала дает возможность более эффективно использовать генетический потенциал сортовых популяций, создает предпосылки для повышения урожайности озимой ржи на 10–15 % и генетической защиты ее от воздействия неблагоприятных условий среды. Однако в последующих поколениях (F_2 , F_3 и т. д.) из-за расщепления эффект гетерозиса теряется и как следствие – снижается урожайность. Гибриды (F_1) озимой ржи характеризуются короткостебельностью, устойчивостью к полеганию, повышенной озерненностью колоса, формируют более плотный стеблестой к моменту уборки, что обеспечивает, при строгом соблюдении технологии возделывания, повышение урожайности на 12–20 % по сравнению с популяционными сортами (таблица 1).

После внедрения в производство гибридных сортов аграрии начали интересоваться: а что будет, если высевать семена F_2 , выращенные своими руками из сертифицированных семян F_1 ? Вызвано это в первую очередь чисто производственным интересом агрономов, а также высокой стоимостью гибридных семян, которая выше по сравнению со стоимостью сертифицированных семян обычных популяционных сортов (в пересчете на гектар) втрое и вдвое по сравнению с F_2 .

Справочно: стоимость 1 т семян гибридов немецкой селекции составляет в пределах 1400–1500 € (3,0–3,3 тыс. белорусских руб.). Стоимость 1 т оригинальных семян питомников размножения популяций сортов озимой ржи белорусской селекции (Офелия, Голубка, Паўлінка, Пламя, Пралеска, Вердена и др.) в 3 раза дешевле – 1,1 тыс. руб., а элитные семена дешевле в 4–5 раз. При этом указанные сорта можно возделывать в производстве 4–5 лет, а гибриды F_1 – только 1 год.

Так как стоимость семенного материала гибридов ржи составляет около 50–60 € за одну посевную единицу (одна посевная единица насчитывает 1,0 млн шт. всхожих семян), а норма высева гибридов озимой ржи составляет не менее 2,0 млн всхожих семян на 1 га, то для покрытия издержек необходимо получить прибавку урожая не ниже 8,0 ц/га. Поэтому производителей и интересует вопрос: перекроет ли стоимость прибавки урожая дополнительные затраты на семена?

Исследования по выращиванию гибридной ржи F_2

В литературе имеется много публикаций по использованию семян F_2 на различных культурах. Так, Сервантес

Таблица 1 – Наиболее вероятная структура урожайности озимой ржи (по данным многолетних исследований РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»)

Показатель	Уровень урожайности, ц/га			
	популяционная рожь		гибридная рожь	
	35–40	40–50	45–55	55–65
Уровень плодородия почвы, балл	21–25	26–30	30–35	36–40
Норма высева семян, млн шт./га	5,0–5,5	4,0–4,5	3,0–3,5	3,0–3,5
Число сохранившихся растений, шт./м ²	340–360	320–390	260–270	270–280
Кустистость (ВВСН 32/37)	2,5–2,7	2,1–2,5	3,5–3,7	3,3–3,5
Число продуктивных стеблей, шт./м ²	370–430	440–450	400–450	450–500
Масса зерна с колоса, г	1,10–1,13	1,00–1,12	1,21–1,30	1,15–1,22
Масса 1000 зёрен, г	29,8–30,7	28,4–29,6	27,5–28,3	26,1–27,0

Мартинес и Кастилло Торрес в Северо-Восточной Мексике (2005) установили, что урожайность F₂ ярового рапса гибрида Nuola 401 была на 22 % меньше по сравнению с посевом сертифицированными семенами F₁. В опытах Гильен Портал с соавт. (2002) урожайность F₂ мягкой озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) была также на 22 % ниже по сравнению с F₁. Вальдивия-Берналь и Видал-Мартинез (1995) показали, что использование семян F₂ по сравнению с F₁ не может быть рекомендовано для кукурузы (*Zea mays* L.), так как в их опытах в Мексике падение урожайности составило 45,3 %. В Польше исследователями Лапинским и Стояловским (1999) выявлено, что снижение урожайности при использовании F₂ гибрида ржи наблюдалось в пределах 14 %.

В хозяйстве ООО «Яворское» (Харьковская обл., Украина) на высокоплодородных почвах – чернозёмах урожайность F₁ гибридной ржи Пикассо селекции КВС составила 60 ц/га, а F₂ – 35 ц/га, то есть на 25 ц/га или на 41,7 % ниже.

В течение 2010–2012 гг. компания «КВС Лохов» провела собственное изучение семян гибридов ржи F₁ и F₂. Было проведено более 20 опытов по испытанию гибрида Палаццо. Снижение урожайности, в зависимости от места и года проведения исследований, составило от 12 до 32 % (в основном на 18–20 %).

Как видно из результатов исследований, во всех случаях, независимо от места испытания и года, урожайность F₂ была ниже по сравнению с F₁. Так, в благоприятные годы падение урожайности может составить 15–20 %, а при неблагоприятных условиях достигать 30–32 %. Поэтому риск потери урожая, а соответственно и прибыли от выращивания гибридной ржи F₂ всегда есть.

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в течение 2006–2008 гг. проводились исследования по пересеву гибрида F₁ белорусской селекции Лобел-103 на репродукцию F₂. Установлено, что урожайность в среднем за 3 года исследований составила: в поколении F₁ – 73,4 ц/га, в поколении F₂ – 58,8 ц/га, то есть на 14,6 ц/га ниже.

В 2018 г. в производственном опыте ОАО «Александрийское» Шкловского района на площади 52 га испытывали отечественный популяционный сорт озимой ржи Голубка и гибрид F₁ иностранной селекции КВС Боно (Германия) (рисунок 1).

Одновременно изучали возможность использования семян гибридов первого поколения озимой ржи КВС Боно для пересева на второе поколение F₂.

Сев проведен в оптимальные агротехнические сроки (сентябрь 2017 г.) по благоприятному предшественнику. В течение вегетационного периода 2017–2018 гг. выпол-

няли агротехнические приемы по обеспечению растений минеральным питанием, применяли средства защиты растений в соответствии с технологическими регламентами возделывания и фитосанитарной ситуацией.

По итогам уборки урожайность озимой ржи сорта Голубка составила 52,5 ц/га, гибрида первого поколения КВС Боно – 48,9 ц/га (таблица 2).

В данном производственном опыте снижение биологической урожайности гибрида КВС Боно в F₂ составило 10,3 ц/га, фактической – 10,7 ц/га и наблюдалось резкое увеличение поражения спорыньей из-за нехватки пыльцы во время цветения.

Почему не рекомендуется выращивать гибридную рожь F₂?

1. Главное – это снижение урожайности на 30–50 %.

Причина этому – расщепление гибрида. Как известно, гибрид состоит из стерильной материнской формы, закрепителя стерильности и родительской формы опылителей. В F₁ все растения находятся в гетерозиготном состоянии. Во втором поколении происходит расщепление гибрида, вследствие переопыления между собой гетерозиготных растений F₁. В F₂ компоненты гибрида расщепляются в разном соотношении, то есть вырастают растения с разным уровнем фертильности пыльцы, среди которых много полностью стерильных растений. Степень различия F₂ и сертифицированных семян F₁ в основном зависит



Рисунок 1 – Посевы сорта озимой ржи Голубка и гибрида F₁ КВС Боно (ОАО «Александрийское» Шкловского района)

Таблица 2 – Биологическая и фактическая урожайность озимой ржи (ОАО «Александрийское» Шкловского района, 2018 г.)

Сорт	Продуктивный стеблестой, шт./м ²	Масса зерна с колоса, г	Урожайность, ц/га		Количество склероций спорыньи, шт./м ²
			биологическая	фактическая	
Голубка (5,0 млн шт. семян/га)	672	1,85	61,0	52,5	–
Боно F ₁ (2,0 млн шт. семян/га)	587	2,01	54,6	48,9	36,5
Боно F ₂ (2,4 млн шт. семян/га)	505	1,67	44,3	38,2	493,7

от того, насколько родительские компоненты гибрида отличаются между собой.

2. Риск поражения гибридной ржи спорыньей (*Claviceps purpurea*).

Спорынья – одна из самых вредоносных болезней ржи как ветроопыляемой культуры. Заражение спорами гриба происходит в период цветения. При влажной дождливой погоде воздух не содержит достаточного количества пыльцы, поэтому цветки остаются неопылёнными длительный период времени. Это дает возможность спорам попасть на цветок и прорасти. Также большое количество склероций образуется на подгонах. Они начинают цвести позже основного массива, и поэтому в этот период количество пыльцы недостаточно, чтобы быстро опылить цветки ржи.

Как уже говорилось выше, посевы F₂ невыровнены, неоднородны и цветут не одновременно, что приводит к ситуации, идентичной с подгоном. Как следствие, гибриды F₂ намного интенсивнее поражаются спорыньей ржи (рисунок 2).

Итак, при выращивании F₂ возникает риск получения урожая с содержанием склероциев более 0,1 %, что, согласно действующим стандартам, делает невозможным использование такого зерна даже в кормлении свиней или КРС.

3. Снижение устойчивости ржи к болезням.

Важным моментом при выращивании F₂ является потеря растениями устойчивости к листовым болезням, в частности бурой листовой ржавчине (*Puccinia recondita*), от чего потери урожайности могут достигать 30 %. Увеличение восприимчивости происходит в результате расщепления по гену устойчивости и выщепления

рецессивных гомозигот, и как результат – растения с таким генотипом неустойчивы к бурой ржавчине. В свою очередь, это приводит к снижению урожайности или, в лучшем случае, к дополнительным финансовым затратам на использование фунгицидов.

Подобная ситуация и с мучнистой росой (*Erysiphe graminis*). Гибриды ржи F₁ устойчивы к этой болезни, однако у F₂ есть риск поражения, что в конечном итоге также может привести к снижению урожайности.

4. Нарушение Закона «О семеноводстве».

Согласно Закону «О семеноводстве», к сеvu допускаются только семена, произведённые согласно регламенту производства семян, соответствующие по сортовому и посевным качествам СТБ или Постановлению МСХП. Так как воспроизводство семян F₂, F₃ и т. д. не предусмотрено схемами производства семян, то и проведение апробации таких посевов недопустимо. Соответственно получение семян F₂, F₃ и тем более посевов их является грубым нарушением статьи 16 Закона «О семеноводстве», а это влечёт административную ответственность и др.

Особенности технологии возделывания гибридов F₁ ржи

Оптимальные сроки сева озимой гибридной ржи: Витебская область – с 3 по 25 сентября, Могилевская – с 3 по 26 сентября, Минская – с 5 по 28 сентября, Гродненская – с 6 по 29 сентября, Гомельская – с 9 по 30 сентября и Брестская – с 8 сентября по 2 октября.

Посевы указанных сроков сева с вероятностью 75 % за последние 20 лет уходили в зимовку во всех регионах республики в состоянии кущения, т. е. в состоянии



Рисунок 2 – Поражение спорыньей поколения F₂ гибридной ржи.

повышенной устойчивости к неблагоприятным условиям зимовки.

Сево озимой ржи до оптимальных сроков ведет к снижению урожайности по причине перерастания, выпревания и более значительного повреждения посевов вредителями и болезнями, а после оптимальных сроков – из-за плохого осеннего кушения, недостаточного закалывания и накопления сахаров, что приводит к изреживанию посевов во время зимовки.

При размещении озимой ржи после озимого рапса или пропашных культур начало оптимальных сроков сева сдвигается на более поздний период на 5–7 дней в сравнении с вышеуказанными.

Оптимальная норма высева семян определяется уровнем плодородия почвы, биологией культуры и сорта, метеоусловиями в период сева и колеблется по популяционным сортам озимой ржи в пределах 4,0–4,5 млн шт. всхожих семян на гектар на супесчаных и суглинистых почвах и до 4,5–5,5 – на песчаных почвах.

Многолетние исследования, проведенные с гибридами озимой ржи в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», показали, что наиболее оптимальная норма высева гибридов для почвенно-климатической зоны Беларуси составляет 3,0–3,5 млн шт. всхожих семян на 1 га (115–130 кг/га). С опозданием со сроками сева норма высева увеличивается на 10–20 %. При позднем сроке сева, низкоплодородной почве и плохой подготовке семенного ложа норма высева семян увеличивается до 160 кг (4,5 млн шт. всхожих семян на 1 га).

Оптимальная глубина заделки семян гибридной озимой ржи на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах – 3–4 см, а на песчаных – 4–5 см. При высеве в пересохший верхний слой почвы глубина заделки увеличивается на 1,0–1,5 см.

Система удобрений. Наиболее высокие урожаи гибриды озимой ржи F₁ могут формировать только в

условиях оптимального режима питания растений, созданного с учетом биологии культуры и почвенного плодородия, а также комплекса приемов защиты растений от сорных растений, болезней и вредителей. По данным ряда авторов, растения озимой ржи уже к концу фазы кушения потребляют 47–50 %, а к концу фазы трубкования – 75–80 % максимального поступления азота за вегетацию. За этот период растения ржи поглощают до 55–58 % фосфора, 50–52 % калия. В течение осеннего периода усваивается примерно 30–40 % элементов питания. Количество необходимых питательных веществ в тот или иной период роста и развития растений озимой ржи определяют на основании общего выноса элементов питания 1 т зерна вместе с побочной продукцией.

Многие авторы указывают следующие величины выноса элементов питания: азота – 25–30 кг, фосфора – 12–14, калия – 23–29 кг. Однако в зависимости от условий возделывания и величины урожая вынос питательных веществ растениями озимой ржи может колебаться в более широких пределах. Получение высоких урожаев зерна гибридов ржи требует высокого агрохимического фона, при котором все виды удобрений дают более высокий эффект. Низкая окупаемость минеральных удобрений является следствием порочной практики «экономного их внесения». В последние годы минеральные удобрения вносятся в режиме стартовых доз (100–130 кг/га NPK), при которых прибавка урожая к естественному (13 ц/га) плодородию почв не превышает 6–8 ц/га.

Рекомендуемая система мероприятий по уходу за посевами гибридной ржи приведена в таблице 3.

Заключение

Проведенные исследования показали, что гибриды ржи можно возделывать на почвах, продукционная способность которых не менее 45–50 ц/га. По урожайности в производственных условиях гибриды превышают по-

Таблица 3 – Рекомендуемая система мероприятий по уходу за посевами гибридной ржи при планируемой урожайности 75–80 ц/га

Фаза развития растений (ВВСН)	Форма воздействия мероприятия	Доза применения, препарат, химический элемент
До посева	Аммонизированный суперфосфат	70–80 кг д. в./га
	Хлористый калий (KCl)	90–100 кг д. в./га
	Протравливание семян	Согласно Госреестру
<i>Уход в осенний период</i>		
(13) – 3 листа	Гербицид	Согласно Госреестру
	Инсектицид	Согласно Госреестру
	Микроэлементы	Марганец в хелатной форме – 0,2–0,3 кг/га, медь в хелатной форме – 0,5–0,6 кг/га
<i>Весенний уход за посевами</i>		
(22) – начало вегетации	Азотные удобрения	80–90 кг/га
(25) – конец кушения	Ретардант	ЦеЦеЦе 750, ВК – 0,5–0,6 л/га
(31–32) – начало фазы трубкования	Азотные удобрения	30–40 кг д. в./га
	Ретардант	ЦеЦеЦе 750, ВК – 0,5–0,6 л/га
	Микроэлементы	Марганец в хелатной форме – 0,2–0,3 кг/га, медь в хелатной форме – 0,5–0,6 кг/га
	Фунгицид (при наличии мучнистой росы)	Согласно Госреестру
(37–39) – конец фазы трубкования	Ретардант	Серон, ВР – 0,5 л/га
(47–49) – фаза колошения	Азотные удобрения	20–30 кг д. в./га
	Фунгицид	Согласно Госреестру
	Инсектицид	Согласно Госреестру

пуляционные сорта в годы с нормальным количеством осадков в среднем на 15–20 %. При уровне урожайности 70,0 ц/га средняя прибавка урожая у гибридов F_1 может составить 7–10 ц/га в условиях строгой изоляции выполнения технологических регламентов возделывания. Использовать этот важный резерв повышения урожайности в условиях Беларуси можно, особенно в Гродненской, Брестской, Минской и других областях, где имеются весомые экономические и экологические предпосылки для возделывания гибридов F_1 озимой ржи.

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» ведётся селекционный процесс по созданию гибридов озимой ржи. В настоящее время 3 гибрида белорусской селекции **Лобел-103** (2006 г.), **Галинка** (2008 г.), **Плиса** (2011 г.) включены в Госреестр. Новый белорусский гибрид **Белги** проходит государственное сортоиспытание.

Однако семеноводство ранее созданных белорусских гибридов ржи было приостановлено по причине низкой востребованности из-за высокой стоимости семян при невысокой урожайности (в последние годы в целом по республике 20–26 ц/га) и закупочной цене зерна (в 2019 г. стоимость зернофуража ржи – 189,89 руб./т, а зернофуража пшеницы – 242,70 руб./т).

Кроме этого, семеноводство гибридов ржи включает ряд питомников, требующих строгой пространственной

изоляции не менее 1500 м не только между другими посевами ржи, но и между питомниками семеноводства. Производством гибридных семян начинается с разможения линий А (стерильный аналог и его закрепитель), фертильной линии Б и сорта – синтетика-восстановителя фертильности в условиях строгой изоляции (так называемое предбазисное семеноводство). В связи с этим вести семеноводство гибридов и селекцию популяционных сортов в одном предприятии практически невозможно. По этой причине немецкие фирмы выращивают семена гибридов в зонах возделывания пшеницы (Италия, Украина и др.)

Литература.

1. Roggen – Getreide mit Zukunft. Herausgeber: Roggenforum e. V. – Rastatt: Verlag, 2007. – 192 p.
2. Результаты испытаний сортов озимых, яровых зерновых, зернобобовых и крупяных культур на хозяйственную полезность Республики Беларусь за 2014–2016 гг. – Минск, 2017.
3. Государственный реестр сортов и кустарниковых пород, допущенных к использованию в РБ / Отв. ред. В. А. Бейня. – Минск, 2018. – 204 с.
4. Производственные риски выращивания гибридной ржи F_2 // Пропозиция / Главный журнал по вопросам агробизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://propozitsiya.com/proizvodstvennye-riski-vyrashchivaniya-gibridnoy-rzhi-f2>.
5. Урбан, Э. П. Селекция и проблемы возделывания гетерозисных гибридов F_1 озимой ржи в Республике Беларусь / Э. П. Урбан, С. И. Гордей // Вести НАН Беларуси, серия аграрных наук. – 2018. – Т. 56, № 4. – С. 448–455.

УДК 633.11«321»:631[84+559+576]

Влияние некорневых подкормок азотными удобрениями посевов яровой пшеницы по фазам онтогенеза на урожайность и качество зерна

В. Н. Бушневич, И. Е. Дробудько, кандидаты с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 23.10.2019 г.)

Представлены результаты трехлетних исследований по влиянию некорневых подкормок азотными удобрениями яровой пшеницы сорта Любава на рост и развитие растений, содержание белка в зерне по фазам онтогенеза. Некорневая подкормка яровой пшеницы в фазе «флаг-лист» (ДК 39) N_{15} по д. в. является эффективным приемом повышения ее урожайности. Наибольшее содержание белка в зерне получено при внесении N_{15} и N_{20} в фазе начало формирования зерна (ДК 71) – 14,4 и 15,0 % соответственно, что на 3,6 и 7,9 % больше, чем в контрольном варианте.

Введение

На современном этапе развития сельского хозяйства одним из основных направлений является применение более прогрессивных, ресурсо-энергосберегающих (минимальное потребление энергии, сырья, материалов и др.), высокотехнологических методов воздействия на растения для повышения их продуктивности и улучшения качества получаемой продукции. Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур при условии улучшения качества растениеводческой продукции предусматривает повышение эффективно-

Presented are the results of the three year old research on the impact of foliar feeding of spring wheat with nitrogen fertilizers on the growth and development of plants, protein content in the grain of the Lubava variety according to the ontogenetic stages. Thus, foliar feeding of spring wheat at the stage “Flag-leaf” BBCH 39 (N_{15}) is the most effective technique to increase its yield. The highest protein content in the grain is obtained with the application of N_{15} and N_{20} at the grain formation stage BBCH 71. It is 14,4 % and 15,0 % respectively, what is 3,6 % and 7,9 % more than on the control variant.

сти использования минеральных удобрений путем их более рационального применения. При этом продукционный процесс культурных агрофитоценозов необходимо реализовывать не только путем сокращения затрат материальных и энергетических слагаемых, но и с обязательным условием сохранения почвенного плодородия. Одним из таких методов является применение некорневых подкормок растений азотом. Анализ современных научных публикаций [2, 3, 7] и существующих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, и в частности яровой пшеницы,