

УДК 633:631[524+526.32](476)

Стратегия и приоритеты селекции полевых культур в Беларуси

С. И. Гриб, академик НАН Беларуси

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 28.05.2020 г.)

Современная стратегия селекции полевых культур в Беларуси, при сохранении приоритета устойчивого роста урожайности, направлена на повышение адаптивного потенциала устойчивости новых сортов к биотическим и абиотическим стрессорам. Ее реализация базируется на использовании разнообразного генофонда, современных методов селекции и создании систем адаптивных взаимодополняющих сортов, адекватных требованиям производства: с широкой нормой гомеостаза; высокопродуктивных для интенсивного растениеводства; целевого назначения для специализированных видов продукции.

Селекция растений – специфическая область научной деятельности, которая базируется на комплексе научных дисциплин, интуиции и высоком профессионализме.

Выдающийся сорт как результат многолетнего творческого коллективного труда профессионалов – товар штучный. Как свидетельствует мировой опыт, шедевры селекции появляются редко, каждый из них знаменует новую веху прогресса по конкретной культуре.

Весомые результаты и методологические основы белорусской научной школы селекции были заложены известными учеными селекционерами: академиком П. И. Альсмиком, профессорами Н. Д. Мухиным, А. М. Богомолковым и др. К шедеврам отечественной селекции по праву относятся сорта: картофеля – Темп, озимой ржи – Беньяконская, Белта, ярового ячменя – Зазерский 85, озимого тритикале – Михась и др.

Нынешнее поколение белорусских селекционеров достойно продолжает и развивает достижения селекции растений. Сорта отечественной селекции основных сельскохозяйственных культур занимают в Беларуси около 80 % в структуре посевов, а реализованная в условиях государственного сортоиспытания и передовых хозяйствах республики урожайность, например, зерновых культур превышает 10–12 т/га зерна.

Роль селекции в Беларуси особенно рельефно проявилась в 1970-е годы, когда огромные капиталовложения в мелиорацию земель, химизацию, техническое перевооружение не могли обеспечить ожидаемый эффект из-за несоответствия старых сортов новому уровню технологий. Например, из-за сильного полегания посевов вместо ожидаемой прибавки урожая существующие сорта зерновых еще более снижали урожайность и были тормозом научно-технического прогресса.

Период с 1970 по 1990 г. по праву можно назвать расцветом белорусской селекции. Организация в 1970 г. Западного селекцентра по зерновым, зернобобовым и крупяным культурам в г. Жодино и селекцентра по картофелю, плодовым и овощным культурам в Самохваловичах, строительство фитотронно-тепличного комплекса, создание современной материально-технической и приборной базы, подготовка квалифицированных кадров

Current strategy of field crops breeding in Belarus with priority of a sustainable growth of yield is directed at increasing adaptive resistance capacity of new varieties to biotic and abiotic stresses. Its implementation is based on the use of diverse genepool, modern methods of breeding and creation of the system of adaptive complementary varieties meeting the requirements of production: wide norm of homeostasis, high yield for intensive plant production and for specialized types of products.

обеспечили быстрый прогресс и создание высокоурожайных сортов, конкурентоспособных с лучшими достижениями мировой селекции по зерновым, зернобобовым, кормовым и техническим культурам, картофелю, льну, плодовым и ягодным.

С распадом СССР внимание к селекции в Беларуси, как и на всем постсоветском пространстве, было ослаблено, резко сократилось финансирование и материально-техническое обеспечение селекции и семеноводства, упал престиж профессии селекционера, в научных программах нарушился принцип планирования селекционных работ: с пятилетнего цикла перешли на двух-трехлетний, что подорвало фундаментальную основу селекционного процесса (еще никому в мире не удавалось создать сорт за 2–3 года). В этой ситуации усилилась конкуренция со стороны зарубежных фирм, предложивших ежегодно десятки новых сортов и гибридов.

Ситуация в отечественной селекции особенно усугубилась с принятием Постановления Совета Министров Республики Беларусь № 961, пункт 14 от 31.08.2005 г., предусматривающего возврат выделенных средств в случае отклонения нового сорта Государственной комиссией по сортоиспытанию или невыполнения планируемых объемов посевов нового сорта в производстве в течение первых 3-х лет. Такого ничем не обоснованного отношения к селекции нет ни в одной стране мира.

Новый сорт представляет собой сложнейший биологический комплекс признаков и свойств, который не всегда и не во всех условиях обеспечивает ожидаемый результат. Для этого и существует во всех странах мира система государственного сортоиспытания, своеобразная система технического контроля как завершающий этап селекционного процесса. Эта служба призвана помочь селекционеру обнаружить скрытые недостатки сорта и, в случае необходимости, преградить ему путь в производство, чтобы не нанести ущерба. А селекционер принимает меры к устранению выявленных недостатков, целенаправленно продолжая работу над новым сортом. Согласно статистике, в Государственный реестр включается от 30 до 50 % передаваемых на государственное

испытание сортов, что во всех странах, кроме Беларуси, считается нормой.

Главным в стратегии селекции полевых культур обозримого периода развития земледелия было и остается постоянное повышение генетического потенциала продуктивности и уровня его реализации в производстве [1, 2, 3]. При этом на перспективу акцент среди приоритетов селекции, по нашему мнению, следует сконцентрировать на повышении потенциала адаптивности создаваемых новых сортов, который существенно лимитирует величину и стабильность уровня реализации в производстве достигнутого высокого потенциала урожайности и качества продукции.

Стратегия и приоритеты селекции растений, адекватно этапам развития земледелия, периодически требуют коррекции и определяются объективными факторами. К их числу относятся:

- изменение климата и обусловленного им биоклиматического потенциала возделываемых растений;
- разнообразие пахотных земель по гранулометрическому составу и уровню плодородия;
- изменение структуры посевов сельскохозяйственных культур;
- увеличение вредоносности действия абиотических и биотических стрессоров;
- изменение видового и расового состава возбудителей болезней растений и фитофагов;
- дифференциация сельскохозяйственных предприятий по экономическому потенциалу и урожайности.

С 1989 г. в Беларуси наблюдается устойчивый продолжительный период потепления. Среднегодовая температура воздуха с 1989 по 2015 г. на 1,3 °С превысила климатическую норму. В результате потепления произошло изменение границ агроклиматических зон. Северная агроклиматическая область распалась, а на юге Белорусского Полесья образовалась новая, более теплая агроклиматическая зона.

Потепление климата обусловило активное распространение в Беларуси таких теплолюбивых культур, как кукуруза (в том числе на зерно и семена), озимый рапс, арбуз и дыня, виноград, орех грецкий и др.

При сохранении стабильной общей площади посевов зерновых и зернобобовых культур на протяжении 1990–2015 гг. соответственно 2,64 и 2,72 млн га площади посева отдельных культур изменились в разы. В частности, посевы озимой ржи сократились в 3,5 раза, ярового ячменя и овса – в 2,1–2,2 раза, в то же время посевы пшеницы увеличились в 5,1 раза, тритикале – с нуля до 540 тыс. га, кукурузы на зерно – с 8 до 200 тыс. га.

Природно-климатический, почвенный, биологический, организационно-экономический факторы, определяющие стратегию и приоритеты селекции, дополняются постоянно возрастающей потребностью диверсификации производства сырья для целевых видов продукции продовольственного и технического назначения.

Таким образом, основными приоритетами селекции полевых культур на современном этапе развития земледелия нами определены: повышение адаптивного потенциала устойчивости к абиотическим и биотическим стрессорам в сочетании с высокой продуктивностью, качеством продукции, ресурсоэнергоэкономичностью и экологической безопасностью. Их реализация базируется на создании систем адаптивных взаимодополняющих сортов по следующим основным направлениям селекции:

- адаптивных к условиям изменения климата с широкой нормой генотипической реакции;
- с высокой потенциальной продуктивностью для условий интенсивного растениеводства и системы точного земледелия;
- экологически безопасных для органического земледелия и широкого набора разнообразных сортов целевого использования для производства специализированных видов продукции.

Реализация стратегии и приоритетных направлений селекции зерновых, кормовых и технических культур в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» базируется на сформированном банке генетических ресурсов растений, включая генетические коллекции, источники и доноры хозяйственно ценных признаков и свойств, молекулярных методах идентификации и отбора короткостебельных, устойчивых к полеганию и болезням с высоким качеством продукции генотипов; использование в селекционном процессе молекулярных маркеров, технологии получения удвоенных гаплоидов и др.

Опыт отечественной и зарубежной селекции свидетельствует, что исходный генофонд растений обеспечивает более 50 % успеха. Исходный материал образно и точно академик Н. И. Вавилов назвал краеугольным камнем селекции [1]. Благодаря принятой в 2000 г. по распоряжению Президента страны А. Г. Лукашенко Государственной программе «Генофонд растений», создан Национальный банк генетических ресурсов в составе более 78 тыс. сортообразцов распространенных в Беларуси видов растений. Сформированы генетические коллекции, выделены источники ценных признаков и свойств, что существенно повысило эффективность селекции. За период с 2000 по 2018 г. с использованием национального генофонда создано более тысячи сортов различных растений. Генетические коллекции 6 научно-исследовательских институтов НАН Беларуси признаны научными объектами национального достояния. Это – семенные коллекции полевых культур НПЦ НАН Беларуси по земледелию, коллекции плодовых и ягодных Института плодородства, живые коллекции и гербарии Центрального ботанического сада, гербарий природной флоры Беларуси Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича, генетические и ДНК-коллекции Института генетики и цитологии, коллекция картофеля НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству.

Плодотворное использование в селекции молекулярных маркеров и технологии получения удвоенных гаплоидов во многом определяется научной кооперацией селекционеров и генетиков. В этом плане стратегия повышения эффективности селекционного процесса направлена, с одной стороны, на повышение потенциала продуктивности и адаптивности (отдаленные скрещивания, использование гетерозиса, создание трансгенных растений) и ускорение селекционного процесса, с другой стороны (применение культуры органов и тканей *in vitro*, ДНК-технологий, исследование генома).

В Беларуси организована плодотворная научная кооперация по селекции растений в рамках совместных проектов научных исследований с ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси», в результате выполнения которых разработаны технологии хромосомной реконструкции полигеномов тритикале с различным

типом цитоплазмы на основе поэтапного ДНК-маркирования гибридного материала. Подобраны ДНК-маркеры к генам короткостебельности (Rht-B-1, Rht-D-1, Rht 8) и устойчивости к предуборочному прорастанию зерна (Vp-1B). Изучен аллельный состав данных генов у сортов, рекомбинантных форм гексаплоидных тритикале и выделены перспективные для селекции сортообразцы [4].

На основе ДНК-маркирования устойчивости пшеницы и тритикале к грибным болезням сформирована коллекция из более 500 изогенных линий и сортов с известными 50 генами устойчивости к возбудителям мучнистой росы, бурой и стеблевой ржавчины [5]. Разработана эффективная технология создания удвоенных гаплоидов тритикале в культуре пыльников *in vitro* [6]. С использованием гаплопродюсера сорта сорго веничное создан короткостебельный сорт тритикале озимого Ковчег.

Осуществлена дифференциация сортов ячменя ярового с использованием SSR маркеров к QTL локусам, ассоциированным с пивоваренными свойствами, а также по степени термостабильности β-амилазы с использованием ПЦР-ПДФ-метода, на основе чего разработана и осуществляется система создания высокоурожайных сортов с аллелями Sd3 и Sd2H гена Vmy1 высоко-термостабильной β-амилазы [7].

Наглядным примером эффективного использования разнообразных методов служат результаты селекции озимого и ярового рапса в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» (рисунок 1). На основе внутри- и межвидовой гибридизации, мутагенеза, применения методов культуры *in vitro* и ДНК-маркеров создано 47 сортов, которые возделываются в республике на площади 350 тыс. га, занимая около 80 % площади посева.

Среди актуальных направлений селекции зер-

новых культур следует выделить: селекцию тритикале на продовольственные (хлеб, печенье, кондитерские изделия) и технические (крахмал, спирт) цели; озимой ржи на целевое использование зерна (продовольственное, кормовое, техническое); овса голозёрного с высоким содержанием белка (до 18 %) и жира (до 7 %) и др. Представляет интерес создание сортов пшеницы и тритикале с высоким содержанием каротиноидов, ячменя кормового с низким содержанием фитиновой кислоты и др.

В результате многолетней целенаправленной работы по селекции диплоидной и тетраплоидной ржи для целевого использования зерна в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» создана соответствующая система сортов (таблица). Она представлена сортами диплоидной ржи: Зарница, Бирюза, Лота, Алькора, Офелия, Голубка, характеризующимися устойчивостью к предуборочному прорастанию (ЧП 130–300 сек) и повышенным содержанием общих и растворимых пентазанов, предназначенными для производства хлеба. Сорта тетраплоидной ржи: Верасень, Спадчына, Завяе 2, Полновесная, Пламя, Пралеска, благодаря повышенному содержанию протеина, низкому содержанию

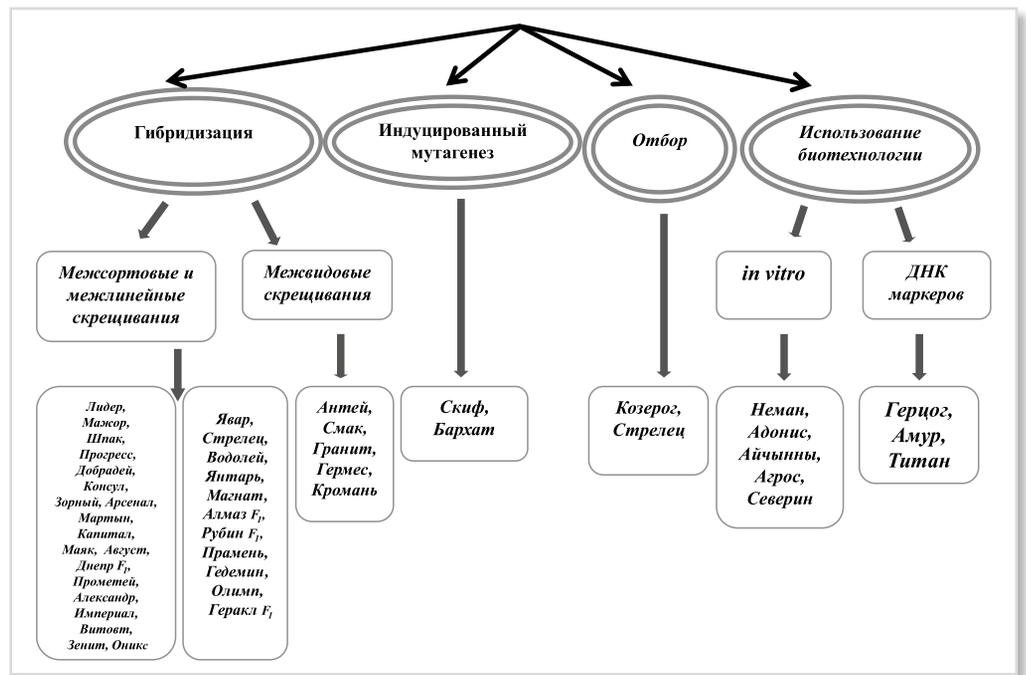


Рисунок 1 – Основные методы и результаты селекции озимого и ярового рапса

Система целевого использования сортов озимой ржи

Направление использования	Требования к качеству зерна	Название сорта
Хлебопекарное	* Устойчивость к предуборочному прорастанию * Низкая активность амилолитических ферментов (ЧП 130–300 сек, амилограмма 450–600 ед. а.) * Высокое содержание общих и растворимых пентазанов (некрахмальные полисахариды)	Диплоидная рожь: Ясельда, Зуброўка, Зарница, Юбилейная, Лота, Бирюза, Алькора, Офелия, Голубка
Получение комбикормов	* Устойчивость к предуборочному прорастанию * Повышенное содержание белка * Низкое содержание алкилрезорцинолов, общих и растворимых пентазанов	Тетраплоидная рожь: Верасень, Сяброўка, Спадчына, Завяе-2, Пламя, Дубинская, Полновесная, Пралеска, Белая Вежа
Получение крахмала и переработка на спирт	* Высокая натура зерна (более 700 г/л) * Повышенное содержание крахмала * Высокое содержание общих и низкое содержание растворимых пентазанов	Диплоидная рожь: Радзіма, Калинка, Талисман, Нива, ЛоБел 103, Галинка, Плиса.

алкилрезорцинолов, общих и растворимых пентазанов, предназначены для производства комбикормов. Сорты диплоидной ржи: Талисман, Нива, Лобел 103 и др., с высоким содержанием крахмала и низким содержанием растворимых пентазанов, рекомендованы для производства крахмала и спирта [8].

Особый интерес представляет создание трансгенных растений методом генной инженерии, улучшенных по питательной ценности. Имеются сообщения [10] о создании трансгенных линий кукурузы с подавленным синтезом α-зеинов с удвоенным содержанием триптофана и лизина в зерне, а также трансгенных линий пшеницы с подавленным синтезом глиадинов для получения безглютеновых продуктов зернового питания.

- Приоритетами в селекции многолетних трав служат:
- совершенствование методов фитоценотической, экотипической и адаптивной селекции многолетних трав с целью создания качественно нового генофонда по устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды (болезни, вредители), вызванных изменением климата;
 - использование биотехнологии для создания сортов клевера ползучего, клевера лугового, клевера гибридного, люцерны, донника, эспарцета и люцерны рогатого с повышенным продуктивным долголетием и стабильной семенной продуктивностью для различных типов почв;
 - синтез сортов многолетних злаковых трав укосного и пастбищного использования с высокой конкурентной способностью в травосмесях;
 - создание фертильных межродовых (фестулолиум райграсового и овсяничного морфотипа) и межвидовых гибридов многолетних трав с использованием методов эмбриокультуры, полиплоидии и биотехнологии.

В стратегии повышения адаптивного потенциала новых сортов первостепенное значение имеет устойчивость к болезням и вредителям. В этом плане приоритет в селекции на устойчивость к болезням зерновых культур принадлежит созданию сортов, устойчивых к фузариозу, листовой и стеблевой ржавчине, антракнозу люпина и др. В качестве примера эффективной селекции на устойчивость к болезням можно привести схему создания антракнозоустойчивых сортов узколистного люпина на основе разнообразных доноров устойчивости (рисунок 2) и создание на этой основе толерантного сорта Талант.

Важную роль в повышении адаптивного потенциала устойчивости к абиотическим и биотическим стрессорам имеет организация экологической селекции растений. Наш десятилетний опыт научной кооперации с ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр» по селекции яровой пшеницы и тритикале убедительное тому подтверждение.

Сущность экологической селекции заключается в том, что

создаваемые в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» лучшие гибридные популяции F3 (25–30 шт.) параллельно с Жодио высеваются на опытном поле в Верхневолжском ФАНЦ, где проводится их изучение, отбор и испытание ценных генотипов в селекционных питомниках с последующей передачей совместного сорта в государственное сортоиспытание РФ и РБ [9].

В результате, за период с 2008 по 2018 г., создано 5 сортов яровой пшеницы: Сударыня, Славянка, Мадонна, Ладья и Каменка, включенные в Государственный реестр РФ и (или) РБ, и четыре сорта ярового тритикале совместной селекции: Норманн, Аморе, Доброе и Гелио.

Таким образом, современная стратегия селекции растений в Беларуси, сохраняя приоритет повышения урожайности, направлена на активизацию и повышение эффективности исследований по созданию сортов с групповой, комплексной устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессорам, что обеспечивает повышение адаптивного потенциала и уровня реализации в производстве высокой потенциальной урожайности с хорошим качеством продукции.

Основными приоритетами селекции растений на современном этапе являются:

- повышение адаптивного потенциала устойчивости к абиотическим и биотическим стрессовым факторам наряду с продуктивностью, качеством, ресурсоэффективностью и экологической безопасностью продукции;
- создание систем адаптивных взаимодополняющих сортов по следующим направлениям: адаптивных к условиям изменения климата с широкой нормой сортовой реакции; высокопродуктивных для условий интенсивного растениеводства и точного земледелия; экологически безопасных для органического земледелия; целевого назначения для производства специализированных видов продукции.

Для реализации стратегии селекции растений необходимо отменить или внести поправки в Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 961 (2005 г.) и № 1326 (2010 г.) по вопросам финансирования научных проектов и освоения вновь созданной продукции, в частности:

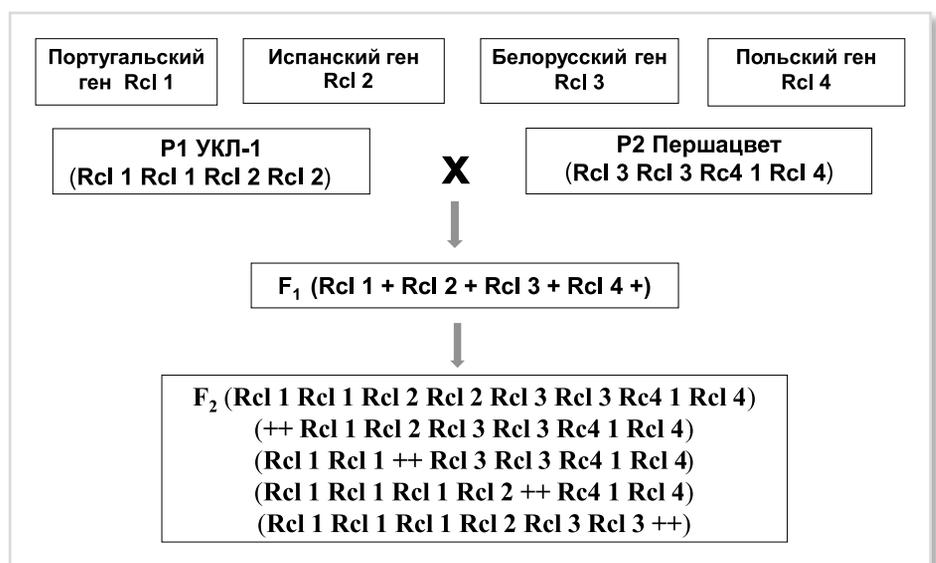


Рисунок 2 – Схема селекции антракнозоустойчивых сортов узколистного люпина на основе доноров устойчивости

- регламентирование выделения средств по периодам, нереальным для создания сорта (2–3 года);
- условие обязательного привлечения до 50 % внебюджетного финансирования;
- требование пятикратной окупаемости проекта по созданию нового сорта (гибрида) в первые три года освоения, что привело к невозможности ущерба национальных программ по селекции сельскохозяйственных культур;
- признать селекционные проекты в программах ГНТП социально значимыми, направленными на обеспечение национальной безопасности страны;
- вернуться к пятилетнему циклу планирования, финансирования и реализации селекционных проектов;
- увеличить объемы целевого финансирования селекционных научно-исследовательских работ до полной обоснованной потребности;
- повысить престиж профессии селекционера и заинтересованности в результатах труда.

Литература

1. Вавилов, Н. И. Теоретические основы селекции растений / Н. И. Вавилов. – М–Л., 1935. – Т. 1. – 990 с.
2. Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы) / А. А. Жученко. – М.: РУДН, 2011. – Т. 1. – 780 с.
3. Гриб, С. И. Приоритеты селекции растений на этапе адаптивной интенсификации земледелия в Беларуси / С. И. Гриб // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – № 6. – С. 12–13.
4. Идентификация селекционного материала тритикале по генам короткостебельности с использованием методов ДНК-маркирования / Н. И. Дубовец [и др.] // Генофонд и селек-

- ция растений: тез. докл. III междунар. конф., посв. 130-летию Н. И. Вавилова, Новосибирск, 28.03–30.03.2017 г. – Новосибирск, 2017. – С. 18–19.
5. Долматович, Т. В. Идентификация генов устойчивости к бурой, стеблевой и желтой ржавчине в сортах яровой мягкой пшеницы (*Tr. aest. L.*) / Т. В. Долматович, А. А. Булойчик, С. И. Гриб // Доклады НАН Беларуси. – 2017. – Т. 61. – № 5. – С. 97–102.
 6. Молекулярно-генетический анализ состава селекционно-ценных генов отдаленных гибридов тритикале / О. И. Зайцева [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2016. – № 3. – С. 50–56.
 7. Зубкович, А. А. Современное состояние и приоритетные направления селекции ячменя для условий Республики Беларусь / А. А. Зубкович, С. И. Гриб // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: матер. междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 90-летию РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», Жодино, 5–6 июля 2017 г. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 220–224.
 8. Высокопродуктивные сорта – важнейший фактор повышения урожайности сельскохозяйственных культур / С. И. Гриб [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2016. – Приложение к № 3. – С. 5–15.
 9. Опыт организации экологической селекции яровой пшеницы и тритикале в условиях Беларуси и России на основе научной кооперации / С. И. Гриб [и др.] // Системы интенсификации земледелия как основа инновационной модели аграрного производства. Коллективная монография; ФГБНУ «Владимирский НИИСХ». – Суздаль, 2016. – С. 27–282.
 10. Эльконин, Л. А. Генетическая инженерия как инструмент модификации состава запасных белков и повышения питательной ценности зерна у злаков / Л. А. Эльконин, И. В. Доманина, Ю. В. Итальянская // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. – № 1. – С. 17–30.

УДК 636.085:631.442

Качество урожая люцерны, возделываемой в условиях Поозерья

П. Ф. Тиво, доктор с.-х. наук, Л. А. Саскевич, старший научный сотрудник,
Д. А. Постникова, младший научный сотрудник
Института мелиорации

(Дата поступления статьи в редакцию 02.04.2020 г.)

В результате проведенных исследований установлено преимущество бобовых культур над злаковыми травами по содержанию сырого протеина, нейтрально-детергентной (НДК) и кислотнo-детергентной клетчатки (КДК). Запозывание с уборкой многолетних трав, включая и люцерну, ухудшает качество зеленой массы из-за избыточного накопления клетчатки.

Введение

Люцерна является ценной кормовой культурой, высокообеспеченной белком, каротином и витаминами. По содержанию сырого протеина, сбор которого может достигать 1,5–2,6 т/га, люцерна превосходит остальные многолетние бобовые травы, причем его производство обходится многократно дешевле, чем приобретение дорогостоящего соевого шрота. Отличается она и высоким выносом кальция по сравнению с другими растениями, что в значительной мере обусловлено повышенной потребностью культуры в этом элементе и объясняет

As a result of the studies, the advantage of legumes over cereal herbs in the content of crude protein, neutral detergent fiber (NDF) and acid-detergent (ADF) was established. The delay in harvesting perennial herbs, including alfalfa, affects the quality of the green mass due to excessive accumulation of fiber.

положительную реакцию на известкование дерново-подзолистых почв. Главное условие для её произрастания на минеральных почвах – нейтральная реакция среды (pH_{KCl} 6,5–7,0), что активизирует азотфиксацию. Так, при pH_{KCl} 5,0 она составляет всего лишь 40 кг, в то время как в условиях оптимальных значений pH – 200–350 кг/га [1].

Люцерна превосходит клевер луговой и лядвенец рогатый по продуктивному долголетию, качеству урожая и засухоустойчивости. Её корневая система обладает высокой сосущей силой [2]. Несмотря на высокий коэф-