

Учитывая большую значимость бобовых трав в земледелии республики и их роль в севооборотах, в проводимом стационарном опыте изучали возможную концентрацию клевера в севообороте и период возврата (количество лет) на прежнее поле.

Данные опыта показали, что удельный вес клевера при одногодичном использовании не должен превышать 25 % (2 поля в 8-польном севообороте). На прежнее место его следует возвращать не раньше, чем через три года. При более частом возврате он сильно поражается раком и резко снижает урожай. При возврате через год, в четвёртой ротации севооборота, снижение составило 60 % [11]. Аналогичные данные получены и по зернобобовым культурам, возделываемым в севооборотах. При возврате гороха на прежнее место через три года урожайность составила 32,8 ц/га зерна, через 2 года – 22,2 ц/га и через год – 5,6 ц/га. Урожайность люпина узколистого при возврате через три года получена по 33,6 ц/га, через два – 28,5 и через год – 20,7 ц/га. Причина такого резкого снижения урожая – поражение растений грибными болезнями [12].

3. В изучаемых севооборотах дана оценка кормовых и зерновых культур по продуктивности, экономической и энергетической эффективности. Полученные данные свидетельствуют о больших различиях в общей и протеиновой продуктивности между культурами. По выходу кормовых единиц эти различия составляют 3 раза и более и по количеству переваримого протеина – 4 раза. Это свидетельствует о том, что правильный подбор культур и научно обоснованная структура посевных площадей в конкретных условиях является важным резервом повышения продуктивности земледелия.

Т а б л и ц а 4. Продуктивность кормовых и зерновых культур

T a b l e 4. Productivity of fodder and grain crops

Культура	Доза минерального азота, кг/га	Урожайность, ц/га	Кормовые единицы, ц/га	Переваримый протеин, ц/га
Клевер	–	627	125	16,30
Клевер + тимофеевка 1-го г.п.	–	576	115	13,80
Клевер + тимофеевка 2-го г.п.	90	518	104	10,90
Клевер + злаки 3-го г.п.	180	432	86,4	9,10
Клевер + злаки 4-го г.п.	180	393	78,6	7,90
Злаки	180	365	73,0	7,30
Галега восточная	–	514	103	14,90
Люцерна + клевер 1–4-го г.п.	–	558	112	17,20
Горох-овес на з/м	40	307	43,0	6,14
Озимая рожь на з/м + горох-овес поукосно + редька масличная поукосно	180	918	119	15,00
Озимая рожь на з/м + люпин узк. поукосно + редька масличная поукосно	140	865	112	14,20
Озимая рожь на з/м + горох-овес + райграс однолетний	180	808	109	13,30
Кукуруза	120	520	120	6,84
Корнеплоды	120	756	106	6,80
Картофель	120	340	112	3,06
Озимая рожь	80	56,8	67,6	4,20
Озимая пшеница	80	59,0	69,6	5,31
Озимое тритикале	80	56,3	68,1	5,52
Яровая пшеница	80	52,7	61,7	4,17
Ячмень	80	51,9	63,8	4,15
Овес	80	47,5	48,5	4,09
Колосовые в среднем	80	54,0	63,2	4,57
Люпин узколистый	–	39,1	43,0	10,9

Принято считать интенсивными пропашные культуры. Это подтвердилось в наших опытах. Однако, как показывают данные, в условиях оптимальных технологий выращивания и правильном подборе видового состава культур и многолетние травы являются высокоинтенсивными культурами.

Основными кормовыми культурами на пахотных землях республики являются многолетние травы и кукуруза, поэтому правомерно сравнить эффективность возделывания именно этих культур. Клевер при одногодичном использовании в севообороте без затрат азотных удобрений на фоне $P_{90}K_{150}$ обеспечивал более высокую продуктивность, чем кукуруза, под которую вносилось по 45 т/га навоза + $N_{120}P_{90}K_{150}$. За счет клевера при урожае зелёной массы 627 ц/га получено по 125 ц/га к. ед. и 16,3 ц/га переваримого протеина (табл. 4). По кукурузе эти данные составляют 520, 115 и 6,84 ц/га соответственно. Во втором году пользования клеверо-тимофеечная смесь, под которую дополнительно к фосфорно-калийным удобрениям вносились и азотные (N_{90}), уступала клеверу одногодичного пользования по выходу кормовых единиц на 17 % и переваримого протеина – на 33 %, хотя уровень продуктивности был достаточно высоким (104 ц/га к. ед.). С третьего года пользования и при дозе минерального азота 180 кг/га клеверо-злаковая смесь значительно снижала урожайность. В 3-м и 4-м годах выход кормовых единиц по сравнению с клевером одногодичного пользования был ниже на 31–37 % и переваримого протеина – в 1,7–2,0 раза. Ещё ниже была продуктивность злаковых трав в чистом виде. И при дозе N_{180} по общей продуктивности злаки уступали клеверу более чем на 40 %, а без азотных удобрений – более чем в 7 раз. Клевер хорошо использует почвенное плодородие. Даже в севообороте без удобрений (под все культуры не применялись удобрения) в среднем за ротацию 8-польного севооборота урожай зелёной массы составил по 398 ц/га, выход кормовых единиц – 79,6 и переваримого протеина – 10,3 ц/га [13, 14].

В группе многолетних трав на известкованной легкосуглинистой почве высокопродуктивной культурой оказалась люцерна. При посеве в смеси с клевером и четырёхлетнем использовании по выходу кормовых единиц она мало уступала клеверу одногодичного пользования и значительно превосходила злаковые травы, под которые вносили по 180 кг/га минерального азота. Люцерна в смеси с клевером обеспечила самый высокий сбор переваримого протеина (17,2 ц/га) [15].

Основу производства растениеводческой продукции на пахотных землях составляют зерновые культуры и многолетние травы. От этих двух групп культур зависит состояние кормовой базы и системы земледелия в целом. В структуре животноводческой продукции наибольший удельный вес занимает продукция скотоводства – молоко и мясо говядины. Здесь используется более 80 % всех видов кормов. По рекомендациям специалистов-животноводов, в годовой структуре кормов для молочных коров и при откорме молодняка крупного рогатого скота травяные корма должны занимать 60–70 %. Зоотехнические требования по структуре кормов согласуются с направлением интенсификации земледелия, так как возделывание многолетних трав в севооборотах способствует повышению производительности земли и повышению плодородия почвы. Это отвечает также природным, почвенно-климатическим условиям республики. Обязательной составной частью структуры кормов для крупного рогатого скота является включение концентрированных кормов на основе зернофуража как более энергетического корма. По зоотехническим данным, при недостаточном удельном весе концентратов в рационах КРС имеет место перерасход используемых кормов на единицу животноводческой продукции. Соотношение травяных кормов и зернофуража должно определяться не только зоотехническими требованиями, но и почвенно-климатическими и экономическими условиями, возможностями земледелия, продуктивностью и экономической эффективностью возделываемых культур.

В этой связи представляет интерес сравнение многолетних трав с зерновыми культурами. Выход кормовых единиц за счёт клевера и клеверо-злаковых смесей 1–2 лет пользования был примерно в два раза выше, чем за счёт зерновых колосовых культур при учёте основной продукции (114,5 и 63,2 ц/га к. ед. соответственно), а переваримого протеина – более чем в 3 раза. Эти данные свидетельствуют о том, что из возможностей земледелия рационы крупного рогатого

скота должны строиться в направлении минимализации удельного веса зерна и, по возможности, в зоотехнически допустимых пределах замены его кормами из трав, прежде всего бобовых [14, 16, 17].

4. Дана оценка культур как предшественников в севооборотах. Обоснованно размещение зерновых, зернобобовых, многолетних бобовых трав и пропашных культур в различных видах севооборотов. На основе выполненных исследований и обобщения данных других опытов, проведенных в республике, установлены оптимальные предшественники и место размещения основных полевых культур в севооборотах разной специализации, определены параметры относительной урожайности в процентах по отношению к оптимальному предшественнику, принятому за 100 %, при размещении культур по принципу «все по всем». По данным разработанной оценочной шкалы можно судить, на сколько снизится урожайность, выраженная в процентах, по отношению к оптимальному предшественнику при размещении каждой культуры по неблагоприятному предшественнику. Шкала оценки предшественников удобна для агронома при составлении плана размещения культур на предстоящий и последующие годы. Одновременно предложена классификация предшественников под каждую культуру с делением их на хорошие, возможные и недопустимые. По каждой культуре определен также допустимый период (количество лет) возврата на прежнее поле.

Определен уровень урожайности зерновых и кормовых культур в зависимости от предшественника в севообороте. Установлено, что при размещении по неблагоприятному предшественнику и при оптимальном удобрении и применении средств защиты растений урожайность пшеницы снижается до 40 %, ячменя и тритикале – до 30 %, озимой ржи – до 15 % и овса – до 10 %. И это только при разовом наложении. Выявлено, что бобовые культуры ещё более чувствительны к севообороту, чем зерновые колосовые. Здесь особое значение имеет уровень концентрации в севообороте и период возврата (количество лет) на прежнее поле. Например, клевер при возврате через год, по сравнению с возвратом через 7 лет в первой ротации 8-польного севооборота, снизил урожайность на 17 %, во второй – на 20 %, в третьей – на 41 % и в четвёртой – на 60 %. В последние годы он практически не дает урожая. Всходы погибают уже под покровной культурой от поражения болезнями (рак клевера). Аналогичная ситуация наблюдалась и с зернобобовыми культурами. Урожайность гороха при возврате через два года по сравнению с вариантом через три года снизилась на 32 % и через год – в 6 раз. У люпина узколистого снижение составило 15 и 40 % соответственно. В отдельные годы при возврате через год горох и люпин практически не давали урожая из-за поражения болезнями [12].

По результатам проводимого опыта и по данным других опытов определены максимально возможные допустимые концентрации посевов сельскохозяйственных культур в севооборотах. Зерновыми колосовыми при разнообразной их структуре возможно насыщать севообороты до 67 %, если в севообороте возделываются только пшеница, тритикале и ячмень, но не более чем 50 %; гороха и вики возможно иметь 20–25 %; люпина – 16–20 %; рапса – 25 %; льна – 20–25 %; кормовой свеклы – 20–25 %; картофеля – 20–25 %; клевера – 20–25 %; клеверо-злаковой смеси – 40 %; люцерно-злаковой смеси – 40–50 %. Более подробно результаты исследований в данном стационарном опыте изложены в работах [18–21].

5. Разработана структура посевных площадей для хозяйств, специализирующихся на производстве молока, говядины, свинины, и усовершенствована структура посевов для сельскохозяйственных организаций в целом по республике. На основе данных стационарных опытов по продуктивности и экономической эффективности культур и севооборотов, анализа земледелия и кормовой базы многих хозяйств в различных почвенно-климатических зонах выполнены разработки по усовершенствованию структуры посевных площадей для хозяйств разной специализации, также постоянно оказывается помощь специалистам и руководящим работникам республики в оптимизации структуры посевов для сельскохозяйственных организаций.

Наибольшее значение при расчете структуры посевов имеет удельный вес зерновых культур. Этот показатель в большой мере зависит от размера площадей луговых угодий в хозяйстве. При среднереспубликанском уровне (30 % в структуре сельхозугодий) зерновые культуры на

пахотных землях должны составлять: в хозяйствах по откорму крупного рогатого скота – 51–53 %, в хозяйствах по производству молока – 48–50 %. С увеличением удельного веса сенокосов и пастбищ и, следовательно, уменьшением пахотных земель в общей площади сельхозугодий удельный вес зерновых на пашне будет возрастать, а кормовых культур, соответственно, уменьшаться. Так, в хозяйствах по производству молока при 20 % сенокосов и пастбищ зерновых на пахотных землях должно быть 43 %, а при 50 % лугов – 56 %. В хозяйствах, специализирующихся на производстве свинины, размер посевных площадей зерновых культур будет определяться возможностью размещения их в севооборотах. Как было показано выше, при разнообразной структуре самих зерновых в севооборотах колосовых возможно иметь до 67 %. В свиноводческих хозяйствах специализация на производстве свинины, как правило, сочетается с производством продукции скотоводства, в основном с производством молока. Это обусловлено природными условиями республики. Наличие луговых угодий и многолетних трав на пашне обуславливает использование травяных кормов именно в этой отрасли животноводства.

Совершенствование структуры посевных площадей и системы севооборотов в масштабах республики позволит:

- а) за счет оптимизации концентрации в севооборотах и размещения зерновых колосовых по благоприятным предшественникам дополнительно получить 450–500 тыс. т зерна;
- б) за счет дополнительного расширения площади зернобобовых дополнительно получить около 130 тыс. т сырого белка и сократить закупку (импорт) белкового сырья на 370 тыс. т;
- в) за счет совершенствования структуры и режима использования многолетних трав в севооборотах, переводя их на бобовую и бобово-злаковую основу, дополнительно получить 4,5–5,0 млн т зеленой массы, что при заготовке кормов позволит произвести до 1 млн т молока [14, 21–23].

6. Дана агроэкономическая оценка и обосновано применение промежуточных культур в севооборотах. Разработаны севообороты с промежуточными культурами. Определен набор культур для озимых, подсевных, поукосных и пожнивных посевов в полевых и кормовых севооборотах с размещением их в занятом пару, зерно-пропашных и зерновых звеньях. Изучена их продуктивность, экономическая эффективность, влияние на плодородие почвы, фитосанитарное состояние посевов и продуктивность севооборотов при использовании на корм и зеленое удобрение [24].

В стационарном опыте исследовано 12 схем 8-польных полевых и кормовых севооборотов, в разной степени насыщенных различными промежуточными культурами. Установлено, что включение в севообороты промежуточных культур до 25 и 37,5 % от площади пашни повышает общую продуктивность пахотной земли по выходу кормовых единиц на 14–15 % и сбору переваримого протеина на 20–25 %. Использование агроклиматических ресурсов (осадков, тепла, солнечной радиации) повышается от 75–79 до 87–88 %. Если в севообороте без промежуточных культур неиспользуемые климатические ресурсы составили 21–25 %, то в севообороте с промежуточными культурами только 12–13 %.

Промежуточные культуры в севообороте целесообразнее использовать на кормовые цели, чем на зеленое удобрение. Прибавка урожая в последствии не компенсирует полностью потерь корма в виде запаханной зеленой массы. Как исключение, использование их на зеленое удобрение может иметь место в хозяйствах, где имеется большая потребность именно в зерне (например, в свиноводческих хозяйствах), а травяными кормами в хозяйстве полная обеспеченность за счет луговых угодий и кормовых культур на пашне. Возможно допустить их использование на зеленое удобрение и на отдаленных полях, когда транспортировка зеленой массы становится высокочувствительной [24–26].

Установлено, что применение промежуточных посевов с использованием на кормовые цели оказывает положительное влияние на содержание гумуса в почве за счет дополнительного поступления органического вещества в виде корневых и пожнивных остатков. Запашка пожнивных крестоцветных культур и подсеивной сераделлы на зеленое удобрение повышала биологическую активность почвы, но не оказывала положительного влияния на содержание гумуса в почве. Наоборот, в вариантах с зеленым удобрением имело место некоторое снижение его содержания

ввиду неблагоприятного соотношения для гумусообразования углерода к азоту. Молодая зеленая масса с узким соотношением C:N (с малым содержанием углерода) полностью разлагается до минеральных веществ, исключая процесс накопления гумуса.

7. Изучено влияние различных типов и видов севооборотов на плодородие почвы. Исследовано действие их на баланс органического вещества, биологический круговорот основных элементов питания, баланс азота, фосфора, калия, физические свойства и биологическую активность почвы. При установлении роли растений в плодородии почвы определена общая биомасса растений (наземная + корни), отчуждаемая с урожаем и поступающая в почву в виде корневых и пожнивных остатков, а также запасы основных элементов питания, содержащихся в этих частях биомассы, и доля возврата их в почву при возделывании основных полевых культур: зерновых, зернобобовых, однолетних и многолетних трав, пропашных – всего более чем для 30 культур. Эти же определения выполнены и в различных видах севооборотов: зерно-травяно-пропашном, зерно-травяном, зерно-пропашном, зерновом, пропашном, изучаемых при различных системах и уровнях удобрений на почвах разной степени окультуренности (средне- и хорошо окультуренной). Такие же исследования проведены и при изучении промежуточных культур (озимая рожь на зеленый корм, подсевная сераделла, подсевной многолетний горький и кормовой люпин, пожнивные крестоцветные культуры – редька масличная, горчица белая, рапс озимый), а также севооборотов, в разной степени насыщенных различными промежуточными культурами с использованием их на корм и зеленое удобрение, с отчуждением и без отчуждения соломы колосовых культур [24–28]. Полученные результаты являются предметом отдельной публикации.

Заключение. Таким образом, в условиях постоянного изменения агрономических основ ведения сельского хозяйства, наращивания использования средств интенсификации, повышения уровня плодородия почвы, появления новых сортов, постоянно меняющихся погодных условий и глобального изменения климата, а также в связи с изменениями экономических условий хозяйствования, включая ценовую политику, длительные стационарные опыты являются необходимой информационной базой для ведения земледелия на научной основе, прогнозирования и постоянного совершенствования систем земледелия применительно к новым условиям.

Список использованных источников

1. *Вострухин, Н. П.* Земледелие и свекловодство: стационарные полевые опыты 1957–2006 гг. / Н. П. Вострухин ; Нац. акад. наук Беларуси, Опыт. науч. ст. по сахар. свекле. – Минск : Беларуская навука, 2009. – 543 с.
2. *Доспехов, Б. А.* Некоторые итоги стационарного полевого опыта Тимирязевской академии за 60 лет / Б. А. Доспехов // Изв. Тимирязев. с.-х. акад. – 1972. – Вып. 6. – С. 28–47.
3. *Сафонов, А. Ф.* Урожай озимой ржи и плодородие дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений и известкования в бессменных посевах и севообороте / А. Ф. Сафонов, А. А. Алферов, М. А. Золотарев // Изв. Тимирязев. с.-х. акад. – 2000. – Вып. 4. – С. 21–34.
4. *Лошаков, В. Г.* Итоги исследований по севооборотам / В. Г. Лошаков // Изв. Тимирязев. с.-х. акад. – 2002. – Вып. 1. – С. 68–91.
5. *Никончик, П. И.* Проблемы экологизации земледелия Беларуси / П. И. Никончик // Вест. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2008. – № 4. – С. 38–43.
6. *Никончик, П. И.* Научные основы систем использования земли: наука и практика / П. И. Никончик // Вест. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2012. – № 2. – С. 36–48.
7. *Никончик, П. И.* Научные основы севооборотов в земледелии Беларуси: основные итоги научных исследований / П. И. Никончик, А. А. Усеня, А. Ч. Скируха // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2013. – Вып. 49. – С. 4–28.
8. *Скируха, А. Ч.* Продуктивность и агроэкономическая эффективность зернотравянопропашных и специализированных зернотравяных севооборотов на дерново-подзолистых почвах Республики Беларусь : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / А. Ч. Скируха ; Науч.-исслед. ин-т земледелия и кормов. – Жодино, 2000. – 18 с.
9. *Усеня, А. А.* Агроэкономическая и энергетическая оценка различных типов и видов севооборотов / А. А. Усеня, А. Ч. Скируха // Вест. Акад. аграр. навук Рэсп. Беларусь. – 2000. – № 3. – С. 10–12.
10. *Никончик, П. И.* Продуктивность специализированных зернотравяных севооборотов в зависимости от продолжительности использования и сроков перезалужения многолетних трав / П. И. Никончик // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2008. – Вып. 44. – С. 3–11.
11. Оптимизация режима использования клевера лугового как фактор повышения продуктивности травостоя в специализированных севооборотах / А. Ч. Скируха [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2014. – № 3. – С. 14–17.

12. Скируха, А. Ч. Влияние концентрации и периода возврата зернобобовых в севообороте на их урожайность и развитие фузариозных корневых гнилей / А. Ч. Скируха, Л. Н. Грибанов // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2010. – Вып. 46. – С. 16–20.
13. Никончик, П. И. Сравнительная продуктивность многолетних трав и кукурузы по результатам исследований в опытах и фактической урожайности в производстве / П. И. Никончик // Земляробства і ахова раслін. – 2008. – № 6. – С. 12–15.
14. Скируха, А. Ч. Рациональный подбор культур в системе севооборотов как резерв увеличения производства кормов и растительного белка / А. Ч. Скируха // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1. – С. 12–15.
15. Усеня, А. А. Агрэоэкономічныя асновы выкарыстання многалетніх трав у спецыялізаваных севаоборотах на дерново-подзолистых почвах Республики Беларусь : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / А. А. Усеня ; Беларус. науч.-исслед. ин-т земледелия и кормов. – Жодино, 1997. – 19 с.
16. Никончик, П. И. Анализ и пути увеличения производства зерна в Беларуси / П. И. Никончик // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 5. – С. 24–27.
17. Роль предшественника в формировании урожайности колосовых в севооборотах с высокой концентрацией зерновых культур / Л. Н. Грибанов [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2015. – Вып. 51. – С. 13–18.
18. Никончик, П. И. Агрэоэкономічныя асновы сістэм выкарыстання зямлі / П. И. Никончик ; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск : Беларус. наука, 2007. – 532 с.
19. Земледелие : учебник / П. И. Никончик [и др.] ; под ред. П. И. Никончика, В. Н. Прокоповича. – Минск : ИВЦ Минфина, 2014. – 584 с.
20. Привалов, Ф. И. История земледельческой науки Беларуси / Ф. И. Привалов, В. Н. Шлапунов, С. И. Гриб // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 2. – С. 5–17.
21. Адаптыўныя сістэмы земледзелля ў Беларусі / М-во сел. хоз-ва і прадовольства Респ. Беларусь, Акад. аграр. навук Респ. Беларусь ; под общ. ред. А. А. Попкова. – Минск : [б. и.], 2001. – 308 с.
22. Скируха, А. Ч. Севооборот и рациональная структура посевных площадей как резервы эффективного использования земли / А. Ч. Скируха // Земледелие и защита растений. – 2016. – № 3. – С. 24–25.
23. Никончик, П. И. Почвенно-экологические возможности производства и экспорта продукции сельского хозяйства при различных уровнях ведения земледелия и животноводства в сельскохозяйственных организациях Беларуси / П. И. Никончик // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 5. – С. 5–10.
24. Никончик, П. И. Промежуточные культуры в севооборотах как средство улучшения использования климатических ресурсов и повышения устойчивости земледелия / П. И. Никончик // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 2. – С. 9–11.
25. Скируха, А. Ч. Влияние использования пожнивных посевов и заделки соломы на продуктивность кормовых культур и изменение содержания гумуса в различных видах севооборотов / А. Ч. Скируха, А. А. Усеня, С. И. Тупик // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2011. – Вып. 47. – С. 18–23.
26. Скируха, А. Ч. Комплексное влияние систем удобрений, использования соломы и пожнивных культур на изменение содержания гумуса в почве зернового севооборота в условиях Беларуси / А. Ч. Скируха // Зерновое хоз-во России. – 2013. – № 2. – С. 47–51.
27. Никончик, П. И. Баланс органического вещества в почве в севооборотах разной специализации / П. И. Никончик // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2007. – № 2. – С. 39–46.
28. Скируха, А. Ч. Корневые и пожнивные остатки полевых культур в севообороте как резерв повышения содержания основных элементов минерального питания в почве / А. Ч. Скируха, Л. Н. Грибанов, А. А. Усеня // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2017. – Вып. 53. – С. 13–19.

References

1. Vostrukhin N. P. *Agriculture and beet growing: stationary field experiments for 1957–2006*. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2009. 543 p. (in Russian).
2. Dospikhov B. A. Some results of stationary field experiment of Timiryazev Academy for 60 years. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy], 1972, no. 6, pp. 28–47 (in Russian).
3. Safonov A. F., Alferov A. A., Zolotarev M. A. Winter rye yield and fertility of sod-podzolic soil with long-term application of fertilizers and liming in permanent crops and crop rotation. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy], 2000, no. 4, pp. 21–34 (in Russian).
4. Loshakov V. G. Results of investigations of crop rotations. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy], 2002, no. 1, pp. 68–91 (in Russian).
5. Nikonchik P. I. Problems on ecologizing agriculture in Belarus. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2008, no. 4, pp. 38–43 (in Russian).

6. Nikonchik P. I. Scientific bases of land use systems: science and practice. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2012, no. 2, pp. 36–48 (in Russian).
7. Nikonchik P. I., Usenya A. A., Skirukha A. Ch. Scientific bases of crop rotation in agriculture in Belarus: main results of scientific research. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* [Agriculture and Plant Breeding in Belarus: a collection of scientific papers]. Minsk, 2013, no. 49, pp. 4–28 (in Russian).
8. Skirukha A. Ch. *Productivity and agro-economic efficiency of grain-grass-tilled and specialized grain-grass crop rotations on sod-podzolic soils of the Republic of Belarus*. Abstract of doctoral thesis in agriculture. Zhodino, 2000. 18 p. (in Russian).
9. Usenya A. A., Skirukha A. Ch. Agro-economic and energy assessment of different kinds and types of crop rotations. *Vestsi Akademii agrarnykh navuk Respubliki Belarus'* [Proceedings of the Academy Agrarian Sciences of the Republic of Belarus], 2000, no. 3, pp. 10–12 (in Russian).
10. Nikonchik P. I. Productivity of specialized grain-grass crop rotations depending on the duration of use and the period of perennial grasses reseeding. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* [Agriculture and Plant Breeding in Belarus: a collection of scientific papers]. Minsk, 2008, no. 44, pp. 3–11 (in Russian).
11. Skirukha A. Ch., Usenya A. A., Griбанov L. N., Shashko Yu. K., Tupik S. I., Byk E. S., Sikorskii A. V. Optimization of red clover use as a factor of increasing grass stand productivity in specialized crop rotations. *Zemledelie i zashchita rastenii = Agriculture and Plant Protection*, 2014, no. 3, pp. 14–17 (in Russian).
12. Skirukha A. Ch., Griбанov L. N. Influence of concentration and the period of return of leguminous crops in crop rotation on their yield and the development of fusarium root rot. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* [Agriculture and Plant Breeding in Belarus: a collection of scientific papers]. Zhodino, 2010, no. 46, pp. 16–20 (in Russian).
13. Nikonchik P. I. Comparative productivity of perennial grasses and maize according to the results of the research in experiments and actual yield in production. *Zemlyarobstva i akhova raslin* [Agriculture and Plant Protection], 2008, no. 6, pp. 12–15 (in Russian).
14. Skirukha A. Ch. Rational selection of crops in the crop rotation system as a reserve for increasing the production of feed and protein. *Zemledelie i zashchita rastenii = Agriculture and Plant Protection*, 2017, no. 1, pp. 12–15 (in Russian).
15. Usenya A. A. *Agro-economic bases of using perennial grasses in specialized crop rotations on sod-podzolic soils of the Republic of Belarus*. Abstract of doctoral thesis in agriculture. Zhodino, 1997. 19 p. (in Russian).
16. Nikonchik P. I. Analysis and ways to increase grain production in Belarus. *Zemlyarobstva i akhova raslin* [Agriculture and Plant Protection], 2009, no. 5, pp. 24–27 (in Russian).
17. Griбанov L. N., Skirukha A. Ch., Byk E. S., Likhtarovich V. F. The role of a precursor in the formation of spicules yield in crop rotations with a high concentration of cereals. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* [Agriculture and Plant Breeding in Belarus: a collection of scientific papers]. Minsk, 2015, no. 51, pp. 13–18 (in Russian).
18. Nikonchik P. I. *Agro-economic bases of land use systems*. Minsk, Belorusskaya nauka Publ., 2007. 532 p. (in Russian).
19. Nikonchik P. I., Prokopovich V. N., Ermolenkov V. V., Duduk A. A., Nebyshinets S. S., Martinchik N. V., Skirukha A. Ch. *Agriculture*. Minsk, IVTs Minfina Publ., 2014. 584 p. (in Russian).
20. Privalov F. I., Shlapunov V. N., Grib S. I. History of agricultural science in Belarus. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2014, no. 2, pp. 5–17 (in Russian).
21. Popkov A. A. (ed.) *Adaptive farming systems in Belarus*. Minsk, 2001. 308 p. (in Russian).
22. Skirukha A. Ch. Crop rotation and rational structure of arable lands as reserves for efficient land use. *Zemledelie i zashchita rastenii = Agriculture and Plant Protection*, 2016, no. 3, pp. 24–25 (in Russian).
23. Nikonchik P. I. Soil-ecological opportunities for production and export of agricultural products at various levels of farming and livestock at agricultural organizations of Belarus. *Zemlyarobstva i akhova raslin* [Agriculture and Plant Protection], 2010, no. 5, pp. 5–10 (in Russian).
24. Nikonchik P. I. Intermediate crops in crop rotations as means to improve the use of climate resources and improve sustainability of farming. *Zemlyarobstva i akhova raslin* [Agriculture and Plant Protection], 2010, no. 2, pp. 9–11 (in Russian).
25. Skirukha A. Ch., Usenya A. A., Tupik S. I. Influence of the use of afterharvest sowing and straw plowback on fodder crops yield and humus content change in various types of crop rotations. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* [Agriculture and Plant Breeding in Belarus: a collection of scientific papers]. Zhodino, 2011, no. 47, pp. 18–23 (in Russian).
26. Skirukha A. Ch. Complex influence of fertilizer systems, use of straw and stubble crops on humus content change in soil of grain crop rotation in Belarus. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], 2013, no. 2, pp. 47–51 (in Russian).
27. Nikonchik P. I. Organic substance balance in the soil in different-type crop rotations. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2007, no. 2, pp. 39–46 (in Russian).
28. Skirukha A. Ch., Griбанov L. N., Usenya A. A. Root and plant residues in crop rotation as a reserve for increasing the content of basic elements of mineral nutrition in soil. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* [Agriculture and Plant Breeding in Belarus: a collection of scientific papers]. Minsk, 2017, no. 53, pp. 13–19 (in Russian).

Информация об авторах

Привалов Федор Иванович – член-корреспондент, доктор с.-х. наук, профессор, генеральный директор, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию (ул. Тимирязева, 1, 222160 Жодино, Минская обл., Республика Беларусь). E-mail: npz@tut.by

Скируха Анатолий Чеславович – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией севооборотов, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию (ул. Тимирязева, 1, 222160 Жодино, Минская обл., Республика Беларусь). E-mail: sevooborot@tut.by

Information about authors

Privalov Fedor I. – Corresponding Member, D. Sc. (Agricultural), Professor. The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Faming (1 Timiryazev Str., Zhodino, Minsk Region 222160, Republic of Belarus). E-mail: npz@tut.by

Skirukha Anatoli Ch. – Ph.D. (Agricultural). The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Faming (1 Timiryazev Str., Zhodino, Minsk Region 222160, Republic of Belarus). E-mail: sevooborot@tut.by

Национальная академия наук Беларуси