

УДК 631.584.5: 633.367.1: 631.831: 631.445.2:574

Д.М. Ситнов¹, ведущий научный сотрудник;
М.М. Нечаев², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Л.М. Шевцова¹, научный сотрудник;
Н.В. Козловский¹, научный сотрудник;

¹*ФГБНУ Новозыбковская сельскохозяйственная опытная станция
ВНИИ люпина*

*(243020 Брянская область, Новозыбковский район, п. Опытная станция, email:
ngsos-vniia@yandex.ru)*

²*ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет
(243365, Россия, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а, email:
cit@bgsha.com)*

ПОСЕВЫ ЛЮПИНА С ЗЛАКОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Исследования проводили в 2012-2014 гг. на юго-западе Брянской области, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС, поэтому целью являлось не только получение высокоурожайных кормов, но и получение продукции, соответствующей нормативам по содержанию в ней радионуклидов. Опыт был заложен на дерново-подзолистой песчаной почве при уровне загрязнения ¹³⁷Cs до 850 кБ/м². Схема опыта включала одновидовые посевы кормовых культур (люпин желтый, овес, райграс, суданская трава и просо), а также их смесей. Исследования проводили на неудобренном фоне и на фоне внесения калийного удобрения в дозе 180 кг/га при разных нормах высева злакового компонента в смеси с люпином. Наибольшая урожайность зерносенажной массы среди одновидовых посевов была получена у желтого люпина 190–214 ц/га, в смешанных посевах выделялись смеси желтого люпина с суданской травой и просом, где урожайность с максимальной нормой высева злакового компонента, на фоне калийного удобрения составляла соответственно 285 и 294 ц/га. Следует также отметить, что увеличение нормы высева злакового компонента в смеси с люпином приводило, как к увеличению урожайности зерносенажной массы, так и к значительному снижению накопления цезия в корме. Внесение калийного удобрения не позволило снизить содержание цезия в зерносенажной массе люпина до допустимого уровня в 400 Бк/кг, что еще раз доказывает необходимость его использования в смешанных посевах с культурами, обладающими наименьшей способностью накапливать радионуклиды. Содержание ¹³⁷Cs на фоне без удобрений в злаковых культурах было в 1,4–2,1 раз ниже допустимого уровня. Увеличение злакового компонента в смесях с люпином позволяло вложиться в

установленный норматив по содержанию цезия-137, а внесение калия в дозе 180 кг/га приводило к дальнейшему снижению этого показателя.

Ключевые слова: урожайность, калий, ^{137}Cs , люпин, овес, райграс однолетний, суданская трава, просо.

D.M. Sitnov¹, main research officer;
M.M. Nechaev², Candidate of Agricultural Sciences, docent;

L.M. Shevtsova¹, research officer;

N.V. Kozlovsky¹, research officer,

¹*FSBSI Novozybkovskaya Agricultural Research Station of ARRI Lupine
(243020 Bryansk region, Novozybkovsky district, v. of Research Station, email: ngsos-vniia@yandex.ru)*

²*FSBEI HE Bryansk State Agricultural University
(243365, Russia, Bryansk region, Vygonichsky district, v. of Kokino, Sovetskaya Str., 2a;
email: cit@bgsha.com)*

LUPINE SOWINGS WITH GRAIN CROPS GROWN IN THE CONDITIONS OF RADIOACTIVE POLLUTION

The study was conducted in 2012-2014 in the south-west of the Bryansk region polluted by radiation during the nuclear accident in the Chernobyl NES, so the purpose was not only to obtain highly productive fodder, but also to harvest the products with a normative number of radionuclides. The trial was carried out on sod-podzolic sandy soil with the level of pollution ^{137}Cs to 850 kB/m². The scheme of the trial included one-type sowings of fodder crops (yellow lupine, oats, ryegrass, Sudan grass and millet) and their combinations. The trials were conducted on the non-fertilized soil and on the soil fertilized with 180 kg of potassium per hectare under various seeding rates of grain component combined with lupine. The yellow lupine showed the largest productivity of grain-haylage mass among one-type sowings (190...214 hwt/ha); in multi-type sowings the combination of yellow lupine with Sudan grass and millet produced 285 and 294 hwt/ha with a maximum seeding rate of grain component on the soil fertilized with potassium. It's necessary to note that the increased seeding rate of grain component combined with lupine resulted both in the increase of grain-haylage mass and in the decrease of cesium content in fodder. The fertilizing of potassium had no effect on the decrease of cesium in grain-haylage mass of lupine to 400 Bk/kg that proves the necessity to use cesium in the sowings combined with crops having the lowest ability to accumulate radionuclides. The content of ^{137}Cs in grain crops grown in non-fertilized soil was 1.4...2.1 times lower than the permissible level. The increase of grain component in the combinations with lupine gave an opportunity to bring to the norm of cesium content (137), and the fertilizing of 180 kg of potassium per hectare allowed reducing this index in further sowings.

Keywords: *productivity, potassium, ^{137}Cs , lupine, oats, ryegrass, Sudan grass, millet.*

Введение. Продуктивность животноводства основана на кормовой базе с полноценным сбалансированным кормлением сельскохозяйственных животных. Введение в структуру рациона кормов зернобобовых растений позволяет удовлетворить биологическую потребность животных в растительном белке. Люпин и его смеси при силосовании могут с большим преимуществом заменить силос из кукурузы, подсолнечника, овса и однолетних мешанок, способствуя снижению себестоимости 1 ц молока, приросту живой массы с.-х. животных и повышению экономического эффекта при их возделывании [1].

Укрепление и дальнейшее развитие полевого кормопроизводства неразрывно связано с совершенствованием структуры посевов, восстановлением площадей под кормовыми культурами, повышением энергетической и протеиновой полноценности всех видов кормов, получением экологически безопасной продукции, сохранением и расширением воспроизводства почвенного плодородия [2, 3].

Весьма эффективным бобовым компонентом для смешанных посевов однолетних трав является кормовая люпин. В люпино-злаковом посеве увеличивается сбор протеина на 50-70 % по сравнению со средней суммой выхода протеина в одновидовых посевах. Выращивание люпина в смешанных посевах позволяет увеличить продуктивность пашни, повысить белковость получаемого корма, увеличить сбор и сбалансированность концентрированного и сочного кормов по протеину непосредственно в поле без дополнительных затрат на их смешивание при приготовлении кормов [4-7].

Зеленая масса люпина богата белком. сбалансированным по аминокислотному составу, что значительно повышает качество получаемых кормосмесей и зернофуража. Кроме того, биологические особенности люпина позволяют успешно возделывать его на разных по механическому составу и окультуренности почвах [8-10].

Смешанные посевы люпина со злаковыми культурами одно из перспективных направлений биологической интенсификации растениеводства. Это особенно актуально в условиях экономического кризиса и ресурсного дефицита. Смешивание люпина со злаковой культурой в определенных соотношениях и их совместное выращивание становится мощным фактором, оказывающим комплексное взаимное влияние на компоненты растительного сообщества, связанное с изменением минерального питания, химического состава возделываемых культур, физико-химических свойств почвы, улучшением фитосанитарного состояния, с более лучшим использованием других факторов внешней среды, что в конечном итоге приводит к повышению продуктивности агрофитоценозов.

Система применения удобрений на загрязненных радионуклидами почвах существенно влияет на поступление радионуклидов в растения и их накопление в урожае. Поэтому использование удобрений должно способствовать уменьшению поступления в растения радионуклидов [11-13].

Эффективность калийных удобрений обусловлена как антагонизмом цезия и калия в почве, так и позитивным влиянием калия на величину урожая сельскохозяйственных культур, особенно на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах, обедненных этим элементом [14-16].

Цель исследований – разработать технологию производства зерносенажной массы на основе смесей желтого кормового люпина с кормовыми небобовыми культурами (овсом, райграсом однолетним, суданской травой, просом) и выявить наиболее урожайные и качественные смеси. Провести оценку качества полученных кормов в соответствии нормативами по содержанию в них радиоцезия.

Материалы и методы. Исследования проводили на опытном поле Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции ВНИИ люпина на дерново-подзолистой песчаной почве. Содержание органического вещества в пахотном слое почвы – 1,3-1,5%, pH_{KCl} – 5,3, сумма поглощенных оснований – 2,2 мг-экв/100 г почвы, содержание подвижного P_2O_5 и обменного K_2O (по Кирсанову) – 35,7 и 10,8 мг/100 г почвы соответственно. Плотность загрязнения ^{137}Cs опытного участка – 850 кБк/м².

Опыт проводили с кормовыми культурами в чистом виде и со смесями желтого кормового люпина с овсом, райграсом, суданской травой и просом. Общая площадь опытной делянки 30 м², учетная – 10 м², повторность – трехкратная. Расположение делянок рендомизированное. Изучали продуктивность кормовых культур на двух фонах: 1-й фон – без удобрений, 2-й фон – K_{180} . Форма калийных удобрений – калий хлористый (56% K_2O). В опыте использованы: люпин желтый – сорт Престиж, овес – сорт Скакун, райграс однолетний – сорт Изорский, суданская трава – сорт Кинельская-100, просо – сорт Квартет. Норма высева: люпин – 1,0, овес – 5,0, райграс однолетний – 8,0, суданская трава – 2,0, просо 5,0 млн. шт./га в одновидовых посевах. В двухкомпонентных посевах норма высева: люпин 1,0 + овес 1,5, 2,5, 3,5; люпин 1,0 + райграс однолетний 1,5, 2,5, 3,0; люпин 1,0 + суданская трава 1,0, 1,5, 2,0; люпин 1,0 + просо 2,0, 2,5, 3,0 млн. шт./га.

Учет укосного урожая зерносенажной массы проводили в фазу блестящего – преспевающего боба люпина. Полевые и лабораторные исследования проводили по общепринятым методикам. Допустимый уровень содержания ^{137}Cs для грубых кормов – 400 Бк/кг по ветеринарно-санитарным требованиям ВП 13.5. 13/06-01 [17].

Результаты. Учет урожая зерносенажной массы кормовых культур показал, что в одновидовом посеве среди изучаемых кормовых культур по уровню урожайности желтый люпин имел явное преимущество, так на варианте без удобрений люпин превосходил овес в 2,4 раза, райграс в 3,7 раза и в среднем в 1,5 раза суданскую траву и просо (рис. 1). Внесение калийного удобрения практически не отразилось на урожайности зерносенажной массы овса и суданской травы, прибавки по этим культурам находились ниже значения НСР_{0,5} (13,7).

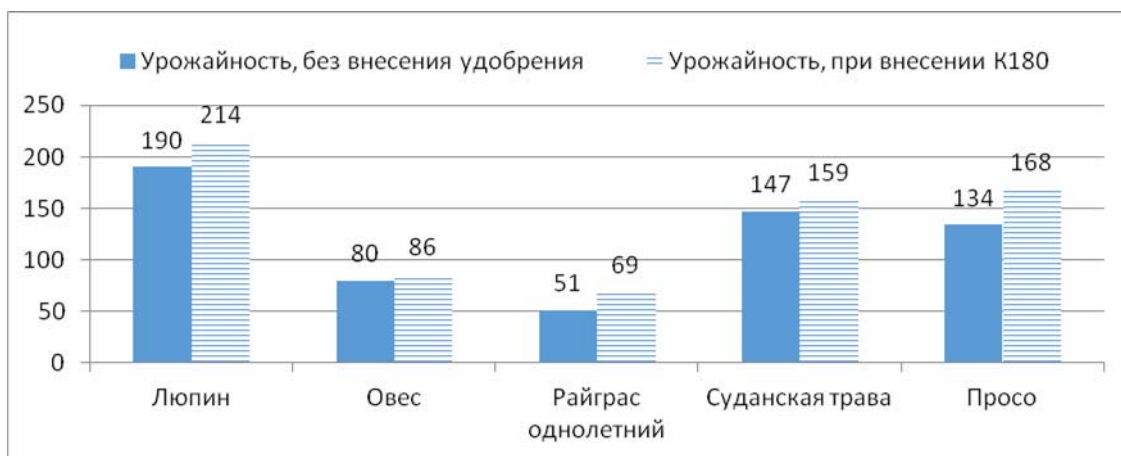


Рис. 1. Урожайность зерносенажа одновидовых посевов кормовых культур в зависимости от минерального питания, ц/га (2012-2014 гг.)

Урожайность зерносенажной массы желтого люпина от применения K₁₈₀ увеличилась на 24 ц/га, проса – на 34 ц/га. Самая низкая урожайность зерносенажной массы в среднем за три года получена у райграса однолетнего.

В смешанных посевах люпина с кормовыми культурами урожайность зерносенажной массы возрастала в зависимости от норм высева злакового компонента смеси и вносимого калийного удобрения в дозе 180 кг/га д.в. (рис. 2).

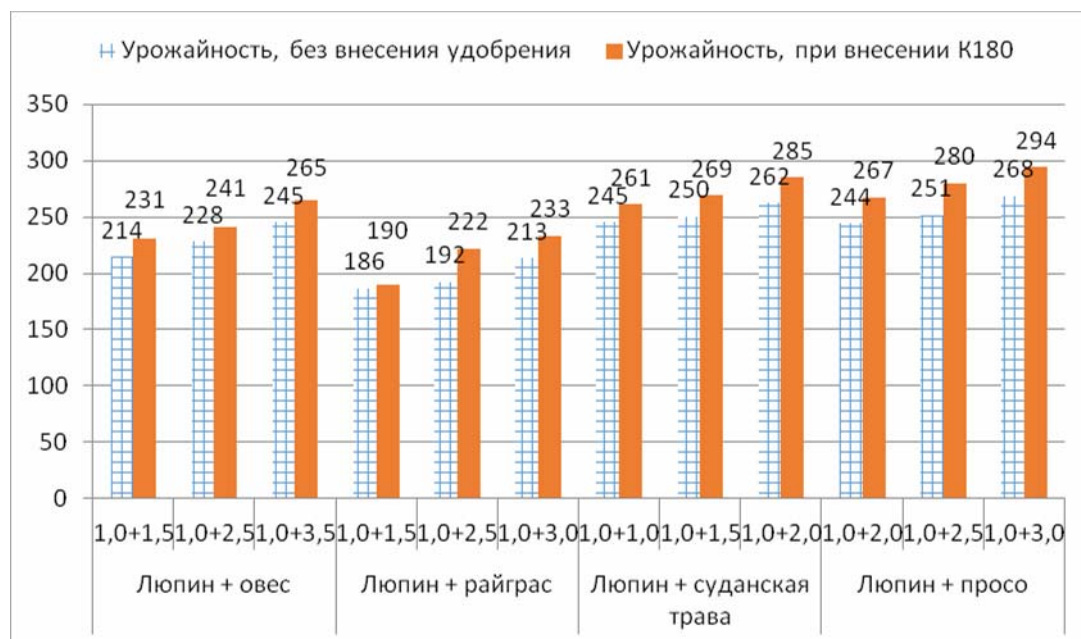


Рис. 2. Урожайность зерносенажа смешанных посевов кормовых культур в зависимости от минерального питания, ц/га (2012-2014 гг.)

Изменение норм высева злакового компонента в смесях с люпином до максимальных значений на неудобренном фоне увеличивало урожайность зерносенажной массы для люпино-овсяной смеси на 31 ц/га, люпино-райграсовой - 27 ц/га, люпино-суданковой – 17 ц/га, люпино-просяной - 24 ц/га. При увеличении норм высева зерновых культур в смеси на фоне внесения калийного удобрения также отмечалось увеличение урожайности зерносенажной массы, где максимальная прибавка отмечена у смеси люпин + райграс (43 ц/га).

Прибавки от внесения калийного удобрения в дозе 180 кг/га д.в. на вариантах с максимальной нормой высева компонентов смеси составили: люпин + овес и люпин + райграс – 20 ц/га, люпин + суданская трава и люпин + просо соответственно 23 и 26 ц/га.

Проведенный учет зерносенажной массы показал, что наиболее высокие показатели урожайности в кормовых смесях с нормой высева люпина 1,0 млн. шт. отмечены на фоне внесения калийного удобрения в дозе 180 кг/га д.в. при следующих нормах высева злакового компонента: овес - 3,5, райграс - 3,0, суданская трава - 2,0 и просо - 3,0 млн шт./га.

В условиях радиоактивного загрязнения почвы в результате Чернобыльской аварии главным показателем качества произведенной продукции является ее экологическая безопасность. Поэтому важнейшей задачей, решаемой сельхозпроизводителями в этих условиях является получение продукции соответствующей действующим нормативам ТР ТС 015/2011 и ВП 13.5. 13/06-01, по содержанию в ней радионуклидов. Одним из действенных факторов, позволяющих снижать поступление радионуклидов в

сельскохозяйственные растения, является внесение повышенных доз калийных удобрений.

Проведенные лабораторно-аналитические исследования свидетельствуют о том, что самый высокий уровень удельной активности ^{137}Cs среди однокомпонентных посевов кормовых культур отмечен у желтого люпина, независимо от фона удобренности эти значения превышали допустимый уровень содержания цезия, что не позволяет использовать зерносенажную массу люпина в чистом виде для скармливания животным (рис. 3).



Рис. 3. Удельная активность ^{137}Cs зерносенажа одновидовых посевов кормовых культур в зависимости от минерального питания, Бк/кг (2012-2014 гг.)

Так, удельная активность ^{137}Cs в зерносенажной массе в среднем за три года на не удобренном фоне (контроль) превышала норматив в 1,9 раза. Внесение калийного удобрения в дозе 180 кг/га приводило к снижению удельной активности ^{137}Cs в 1,4 раза.

Удельная активность ^{137}Cs у небобовых кормовых культурах на варианте без внесения минеральных удобрений не превышала нормативы, а внесение калийного удобрения приводило к дальнейшему снижению активности ^{137}Cs в кормах. На фоне внесения калия в дозе 180 кг д.в/га снижение ^{137}Cs по сравнению с контрольными вариантами происходило в 1,6 раза у овса, 1,5 раза у райграса, 1,6 раза у суданской травы и в 2,2 раза у проса.

Удельная активность ^{137}Cs в смешенных посевах люпина с кормовыми культурами на вариантах без применения калийного удобрения с минимальной нормой высева злакового компонента за исследуемые годы превышало норматив (400 Бк/кг) в среднем 1,5 раза (рис. 4).

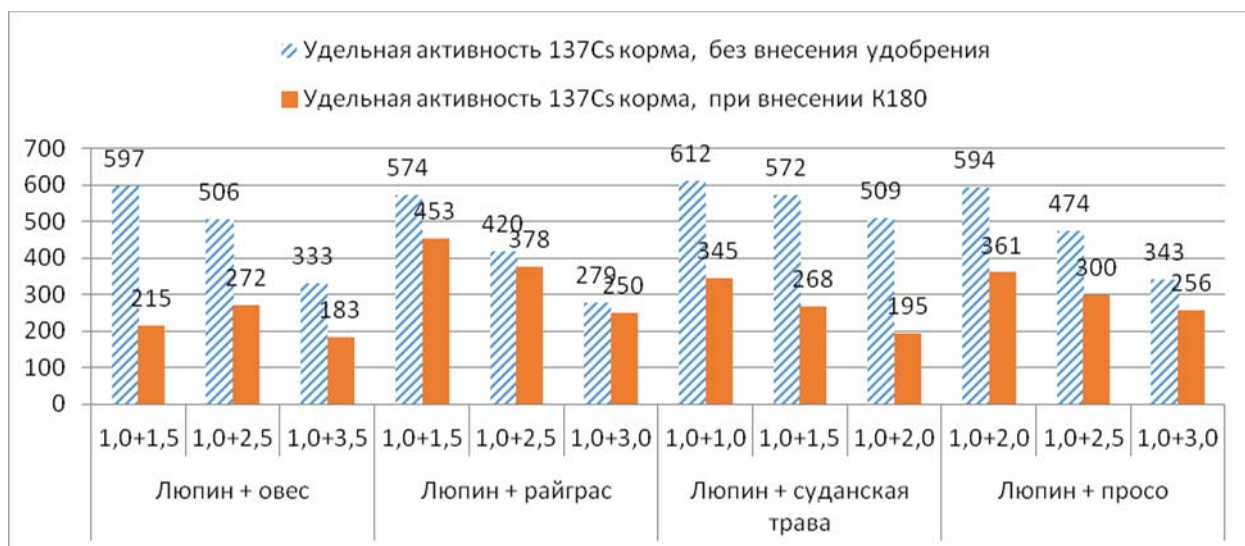


Рис. 4. Удельная активность ^{137}Cs зерносенажа смешанных посевов кормовых культур в зависимости от минерального питания, Бк/кг (2012-2014 гг.)

Максимальные нормы высева злакового компонента позволили уложиться в установленный норматив по содержанию цезия, так, при норме высева люпино-овсяной смеси 1,0+3,5 млн шт. содержание ^{137}Cs было ниже допустимого уровня на 67 Бк/кг, люпин + райграс 1,0+3,0 – на 121 Бк/кг, люпин + просо 1,0 + 3,0 – на 57 Бк/кг. Увеличение нормы высева суданской травы до 2,0 млн шт. в смеси с люпином не обеспечило снижения содержания цезия до установленного норматива, превышение составило 109 Бк/кг.

Внесение калийного удобрения в дозе 180 кг/га способствовало снижению удельной активности цезия в зерносенажной массе смесей до двух раз и более, что приводило к получению грубого корма, соответствующего нормативам по содержанию радионуклидов, за исключением 9 варианта (люпин + райграс 1,0 + 1,5) где отмечено незначительное его превышение на 53 Бк/кг.

Закключение. По результатам исследований можно сделать заключение, что наибольшая продуктивность зерносенажной массы в чистом одновидовом посеве среди изучаемых кормовых культур (люпин желтый, райграс однолетний, овес, суданская трава и просо) независимо от фона удобренности отмечена у желтого люпина.

Урожайность укосной массы смешанных посевов желтого люпина с небобовыми культурами (овсом, райграсом однолетним, суданской травой и просом) превышала урожайность однокомпонентных посевов кормовых культур. В условиях вегетационных периодов 2012-2014 гг. по уровню урожайности среди смешанных посевов выделялись смеси люпина с суданской травой и просом, прибавки от максимальных норм высева (1,0 + 2,0 и 1,0 + 3,0 млн шт./га) и внесения калия в дозе 180 кг/га д.в. составили соответственно 40 и 50 ц/га.

Экспериментально определено, что использование люпина желтого в чистом виде в качестве кормовой культуры невозможно из-за превышения допустимых уровней по содержанию цезия, но он вполне может быть использован как составная часть при приготовлении комбикормов с другими экологически безопасными зерновыми культурами.

Снижению концентрации ^{137}Cs в смеси люпина с кормовыми культурами способствует увеличение норм высева небобового компонента, а дополнительное внесение калийного удобрения в дозе 180 кг/га д.в. приводит к гарантированному получению экологически безопасных кормов по содержанию ^{137}Cs и они могут использоваться для скармливания сельскохозяйственным животным без ограничения.

Литература

1. Артюхов, А.И. Адаптация системы кормопроизводства на пахотных землях агроландшафтов юго-запада Нечерноземной зоны / А.И. Артюхов, М.Н. Лысак // Кормопроизводство. – 2001. – № 11. – С. 2-4.
2. Белоус, Н.М. Эффективность средств химизации на динамику накопления радиоцезия в сельскохозяйственных растениях, его миграцию по почвенному профилю и плодородие дерново-подзолистой песчаной почвы / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, В.Б. Коренев // Вестник Брянской ГСХА. – 2011. – №3. – С.3–14.
3. Белоус, Н.М. Влияние длительного применения средств химизации на продуктивность плодосменного севооборота и плодородие дерново-подзолистой песчаной почвы в условиях радиоактивного загрязнения / Н.М. Белоус, В.Г. Сычев, В.Ф. Шаповалов, И.Н. Белоус // Плодородие. – 2013. – № 3. – С.1-3.
4. Такунов, И.П. Адаптивный потенциал и урожайность люпина в смешанных агрофитоценозах / И.П. Такунов, А.С. Кононов // Аграрная наука. – 1995. – № 2. – С.41.
5. Такунов, И.П. Люпино-злаковые кормосмеси / И.П. Такунов, Ф.Г. Кадыров // Кормопроизводство. – 1996. – № 1. – С.37
6. Яговенко, Л.Л. Люпин в земледелии центрального региона России: влияние на агрохимические свойства серой лесной почвы и продуктивность севооборотов / Л.Л. Яговенко, Н.М. Белоус, Г.Л. Яговенко. Брянск: Брянской ГСХА, 2011. – 182 с.
7. Шаповалов, В.Ф., Продуктивность и качество одновидовых и поликомпонентных бобово-злаковых посевов в условиях радиоактивного загрязнения агроландшафта / В.Ф. Шаповалов, И.Н. Белоус, А.Л. Силаев, Д.М. Ситнов // Вестник Брянской ГСХА. – 2016. – № 2. – С. 35-44.
8. Такунов, И.П. Люпин - эффективное средство биологической интенсификации кормопроизводства / И.П. Такунов // Кормопроизводство. – 2005. – № 6. – С.2.

9. Саввичев, К.И. Рекомендации по технологии возделывания желтого кормового люпина на семена / К.И. Саввичев. М.: Колос, 1980. – 30 с.
10. Чесалин, С. Ф. Возделывание кормовых культур в условиях радиоактивно загрязненных территорий / С.Ф. Чесалин, Е.В. Смольский, Н.Н. Бокатуро, А.Г. Агешин // Известия Калининградского государственного технического университета. – 2015. – № 39. – С. 128-137.
11. Саранин, К.И. Система применения удобрений и мелиорантов в растениеводстве на почвах, загрязненных радионуклидами / К.И. Саранин, В.Н. Шептунов, М.М. Галкина // Агрохимия. – 1999. – № 3. – С. 52-55.
12. Смольский, Е.В. Возделывание кормовых культур в смешанных посевах в условиях радиоактивного загрязнения территорий / Е.В. Смольский, В.Ф. Шаповалов, Г.Л. Яговенко, А.Л. Силаев // Пермский аграрный вестник. – 2015. – №4(12). – С. 27-33.
13. Белоус, Н.М. Влияние фосфорно-калийных удобрений на урожайность и качество сена многолетних трав в условиях радиоактивного загрязнения / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, Г.П. Малявко, Е.В. Смольский, О.А. Меркелов // Достижение науки и техники АПК. – 2015. – №3. – С. 33-35.
14. Алексахин, Р.М. Поведение ^{137}Cs в системе почва-растение и влияние внесения удобрений на накопление радионуклидов в урожае / Р.М. Алексахин, И.Т. Моисеев, Ф.А. Тихомиров // Агрохимия. – 1992. – № 8. – С. 127-137.
15. Белоус, Н.М. Калийные удобрения как фактор влияния на содержание в зеленой массе многолетних трав цезия-137 / Н.М. Белоус, Ю.А. Анишина, В.Ф. Шаповалов, Е.В. Смольский // Вестник Брянской ГСХА. – 2012. – № 1. – С. 54-61.
16. Belous, N.M. Radio-ecological substantiation of applying mineral fertilizers in the field fodder production on radioactively contaminated territories / N.M. Belous, V.F. Shapovalov, I.N. Belous, E.V. Smolsky // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2015. – № 6. – P. 1378-1385.
17. Ветеринарно-санитарные требования к радиационной безопасности кормов, кормовых добавок, сырья кормового. Допустимые уровни содержания радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs . Ветеринарные правила и нормы. ВП 13.5.13/06-01 // Ветеринарная патология. – 2002. – №4. – С.44–45.

Literature

1. Artyukhov, A.I. Adaptation of the systems of forage production on arable lands of agrolandscapes in the south-west of Blackearth zone / A.I. Artyukhov, M.N. Lysak // Forage production. – 2001. – № 11. – PP. 2-4.

2. Belous, N.M. The effectiveness of chemicalization tools on the dynamics of accumulation of radiocaesium in agricultural plants, its migration along the soil profile, and the fertility of sod-podzolic sandy soil / N.M. Belous, V.F. Shapovalov, V.B. Korenev // Vestnik of Bryansk SAA. 2011. – №3. – PP. 3–14.
3. Belous, N.M. Effect of long-term application of chemicals to crop rotation productivity and fertility of sod podsolich sandy soil under conditions of radio-active contamination / N.M. Belous, V.G. Sychev, V.F. Shapovalov, I.N. Belous // Fertility. – 2013. – № 3. – PP.1-3.
4. Takunov, I.P. Adaptive potential and productivity of lupine in mixed agrocenosis / I.P. Takunov, A.S. Kononov// Agricultural Science. – 1995. – № 2. – PP. 41.
5. Takunov I.P. Lupine-grain forage mixtures / I.P. Takunov, F.G. Kadyrov // Forage production. – 1996. –№ 1. – PP.37
6. Yagovenko, L.L. Lupine in agriculture of the Central region of Russia: the effect on agrochemical properties of grey forestry soil and productivity of crop rotation / L.L. Yagovenko, N.M. Belous, G.L. Yagovenko. –Bryansk: Bryansk SAA, 2011. – 182 p.
7. Shapovalov, V.F. Productivity and quality of one-species and poly-component legume-grain sowings in the conditions of radio-active contamination of agrolandscape / V.F. Shapovalov, I.N. Belous, A.L. Silaev, D.M. Sitnov // Vestnik of Bryansk SAA. – 2016. – № 2. – PP. 35-44.
8. Takunov, I.P. Lupine is an efficient method of biological improvement of forage production / I.P. Takunov // Forage production. – 2005. – № 6. – PP.2.
9. Savvichev, K.I. Recommendations on cultivation technology of yellow fodder lupine for seeds / K.I. Savvichev. M.: Kolos, 1980. – 30 p.
10. Chesalin, S.F. Cultivation of forage crops on radio-active contaminated areas / S.F. Chesalin, E.V. Smolsky, N.N. Bokatur, A.G. Ageshin // The news of Kaliningrad State Technical University. – 2015. – № 39. – PP. 128-137.
11. Saranin, K.I. System of application of fertilizers and ameliorants in plant growing on soils contaminated with radionuclides / K.I. Saranin, V.N. Shepunov, M.M. Galkina // Agrochemistry. – 1999. – № 3. – PP. 52-55.
12. Smolsky, E.V. Cultivation of fodder crops in mixed seedlings under conditions of radioactive contamination of territories / E.V. Smolsky, V.F. Shapovalov, G.L. Yagovenko, A.L. Silaev // Permsky Agricultural Newsletter. – 2015. – №4(12). – PP. 27-33.
13. Belous, N.M. Influence of phosphorus-potassium fertilizers on productivity and quality of hay of perennial grasses in conditions of radioactive contamination / N.M. Belous, V.F. Shapovalov, G.P. Malyavko, E.V. Smolsky, O.A. Merkelov // Achievements of science and technique of AIC. – 2015. – №3. – PP. 33-35.

14. Aleksakhin, R.M. The ^{137}Cs behavior in the soil-plant system and the effect of fertilization on the accumulation of radionuclides in the crop / R.M. Aleksakhin, I.T. Moiseev, F.A. Tikhomirov // Agrochemistry. – 1992. – № 8. – PP. 127-137.
15. Belous, N.M. Potassium fertilizers as a factor of influence on the content of cesium-137 in the green mass of perennial grasses / N.M. Belous, Yu.A. Anishina, V.F. Shapovalov, E.V. Smolsky // Vestnik of Bryansk SAA. – 2012. – № 1. – PP. 54-61.
16. Belous, N.M. Radio-ecological substantiation of applying mineral fertilizers in the field fodder production on radioactively contaminated territories / N.M. Belous, V.F. Shapovalov, I.N. Belous, E.V. Smolsky // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2015. – № 6. – PP. 1378-1385.
17. Veterinary and sanitary requirements for the radiation safety of feed, feed additives, fodder raw materials. Permissible levels of radionuclide ^{90}Sr and ^{137}Cs . Veterinary rules and norms. VP 13.5.13/06-01 //The vet pathology. 2002. – №4. – P.44–45.