

УДК 631.5:631.8

УРОЖАЙНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЗЕРНЕ ГОРОХА

Н. С. Елисеева, кандидат сельскохозяйственных наук
А. В. Банкрутенко, кандидат сельскохозяйственных наук
 Тарский филиал Омского государственного аграрного
 университета, Тара, Россия
 E-mail: skatova-ns@mail.ru

Ключевые слова: горох, обработка почвы, урожайность, средства химизации, тяжелые металлы, остаточное количество пестицидов

Реферат. Горох – основная зернобобовая культура в России, включая Западную Сибирь, и по содержанию белка он в 2–3 раза превосходит самые ценные фуражные культуры, такие как ячмень и овес. Горох отличается универсальным (пищевым, в том числе в качестве овощной культуры, и кормовым) использованием. Зерно гороха обладает хорошими вкусовыми качествами, высокой разваримостью и питательностью. Семена гороха сохраняют свои пищевые и вкусовые качества в течение 10–12 лет, что определяет высокую ценность культуры для создания резервов. Увеличение доли посевов зернобобовых культур в полевых севооборотах является насущной необходимостью. Горох играет важную агротехническую роль, в том числе за счёт способности усваивать азот из воздуха с помощью клубеньковых азотфиксирующих бактерий, поселяющихся на его корнях. Однако низкая урожайность его в регионе не способствует расширению посевов. В статье представлены результаты исследования влияния основной обработки почвы и применения средств химизации (гербицидов, инсектицидов, ростостимулирующих препаратов) на урожайность зерна гороха посевного. Проанализировано содержание тяжелых металлов и остаточное количество пестицидов в зерне гороха. Проведённые наблюдения показывают, что под влиянием основной обработки почвы не изменяются общие особенности процесса поглощения и накопления семенами гороха тяжелых металлов, что отражает определенный фон их содержания в продукции.

CROP YIELD AND CONCENTRATION OF HEAVY METALS IN PEA GRAIN

Eliseeva N.S., Candidate of Agriculture
Bankrutenko A.V., Candidate of Agriculture

Tara Branch of Omsk State Agrarian University, Tara, Russia

Key words: pea, soil tillage, crop yield, chemical agents, heavy metals, pesticide residual.

Abstract. Pea is the main leguminous crop in Russia as concentration of protein exceeds the most valuable forage crops like barley and oat in 2-3 times. Pea is common in application in nutrition, as a vegetable and feed. Pea grain has good eating qualities, nutrient value and high cooking property. Pea seeds keep their cooking properties during 10-12 years that defines the value of pea for making reserves. Nowadays it is necessary to increase the leguminous crop sowings in field crop rotations. Pea plays key agrotechnological role as it can absorb nitrogen from the air by means of tubercular nitrogen-fixing bacteria that occur on its roots. Its low crop yield in the region doesn't contribute to sowings increasing. The paper shows the results of the impact caused by soil tillage and chemical means (herbicides, insecticides, growth stimulating specimens) on pea crop yield. The authors analyzed the concentration of heavy metals and pesticides residual in pea grain. The experiment has shown that soil tillage doesn't change the general peculiarities of absorbing and accumulation of heavy metals that reflects specific background of their concentration in food products.

Гороховое зерно является основным белковым компонентом отечественных комбикормов для животноводства. Килограмм зерна гороха приравнивается к 1,15 к. ед. и содержит 195 г пе-

реваримого протеина, а гороховая солома, содержащая 9% белка (в 2 раза больше, чем овсяная), по своим достоинствам не уступает сене среднего качества.

С экологической точки зрения максимальное использование в земледелии биологического азота особенно предпочтительно не только при недостаточном внесении азотных удобрений в почву, но также в обеспечивающем возмещения его расхода, но также в связи с рядом негативных моментов применения их в высоких дозах, необходимых для получения хороших урожаев. Прежде всего, это загрязнение нитратами продукции, а также окружающей среды вследствие потерь минерального азота, которые от завода до ассимиляции его растениями могут достигать 25–30% и более. В то же время симбиотический азот вследствие быстрого и непосредственного вовлечения его в общий обмен веществ растительного организма в этом отношении полностью безопасен.

Таким образом, в условиях почти повсеместной дегумификации и ухудшения азотного режима почв, их загрязнения и проявления других факторов деградации биологический азот выступает как действенный источник формирования почвенного плодородия [1–3].

Несмотря на всеобщую экологизацию и биологизацию земледелия, остается открытым вопрос применения пестицидов в посевах гороха для борьбы с сорной растительностью и вредителями гороха, так как бобовые часто повреждаются вредителями и слабо подавляют сорняки, особенно в начальные фазы роста.

Кроме того, в настоящее время во всём мире расширяется применение гуминовых кислот как средства повышения плодородия бедных почв и эффективности использования азотных и фосфорных удобрений, активизации ростовых процессов растений и жизнедеятельности почвенной биоты, а это тоже требует изучения на культуре гороха.

Цель исследований – анализ влияния основной обработки почвы и средств химизации на урожайность и содержание тяжелых металлов в зерне гороха посевного, а также обоснование экономической оценки агротехнологии возделывания культуры.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2009–2013 гг. в подтаежной зоне Омской области. Почва опытного участка – серая лесная среднесуглинистая с содержанием гумуса 2,7–3,0%, с низким содержанием азота, средним – фосфора и калия. Мощность гумусового горизонта 18–20 см. Реакция почвенного раствора слабокислая.

Опыт двухфакторный: фактор А – варианты основной обработки почвы: 1) отвальная (вспашка на глубину 18–20 см); 2) безотвальная (плоскорезная обработка на глубину 16–18 см); 3) поверхностная (дискование на глубину 8–9 см); фактор Б – варианты химизации: 1) контроль (без средств химизации); 2) гербициды; 3) гербициды + стимулятор роста; 4) гербициды + стимулятор роста + минеральные удобрения; 5) гербициды + стимулятор роста + минеральные удобрения + инсектицид или комплексная химизация.

Повторность в опыте четырехкратная. Площадь делянки 160 м². Норма высева гороха сорта Благовест (селекции СибНИИСХ, 2008 г.) – 1,3 млн всхожих семян на 1 га. Удобрения вносили в дозе N₄₀P₆₀. Система гербицидов предусматривает применение против однолетних и многолетних двудольных сорняков препарата Агритокс (0,5 л/га), против мятликовых – Фуроре ультра (0,75 л/га). Из инсектицидов применялся препарат Карате зеон (0,1 л/га). Ростостимулирующий препарат – Гумимакс (0,5 л/га). Обработку пестицидами и агрохимикатами проводили штанговым опрыскивателем ОПШ-16 с расходом рабочего раствора 200 л/га.

Уборку проводили в фазу полной спелости прямым комбайнированием. Урожайные данные приведены к 100%-й чистоте и влажности 14% [4–7].

Погодные условия в годы проведения опытов были различными по тепло- и влагообеспеченности. Вегетационный период 2009 и 2012 гг. был влажным и холодным в сравнении со среднепогодными; 2010, 2011 и 2013 гг. отличались повышенными температурами и недобором осадков.

Содержание белка, элементов питания, тяжелых металлов и остаточного количества пестицидов в зерне гороха определялось на станции агрохимической службы «Тарская».

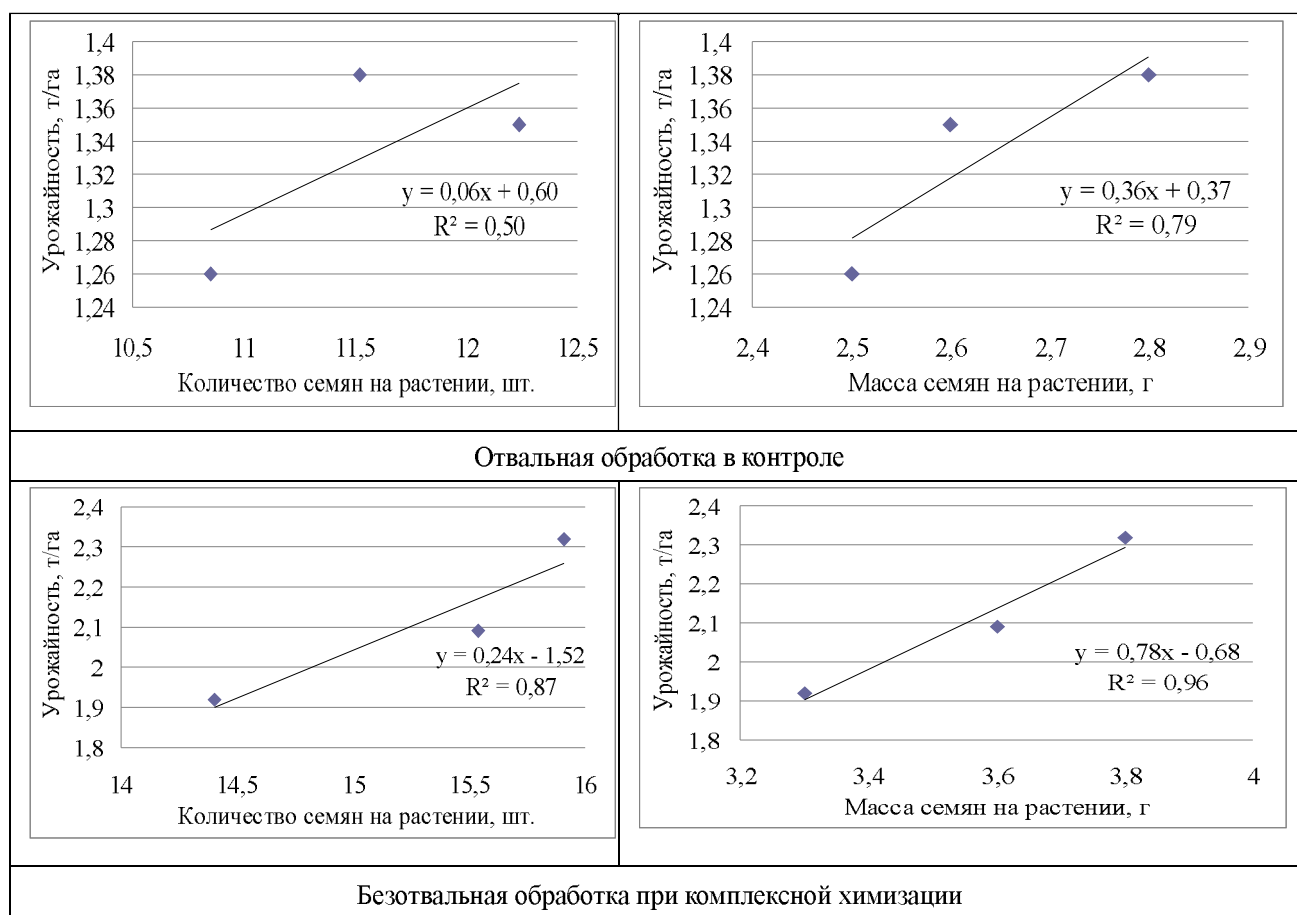
Результаты исследований подтверждаются достаточной выборкой (три различных по погодным условиям года) анализируемых данных, их статистической обработкой общепринятыми методиками с высокой степенью достоверности и производственной проверкой.

При проведении полевых и камеральных работ использовались стандартные методики исследований и статистической обработки полученных результатов. Методом регрессионно-корреляционного анализа определяли зависимость элементов структуры урожая гороха от обработки почвы и применения средств химизации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Элементы структуры урожая гороха в период исследований слабо зависели от обработки почвы, кроме количества бобов на одном растении, где вспашка оказалась предпочтительнее других обработок. Применение средств химизации существенно улучшало все показатели структуры урожая.

Анализ элементов структуры урожая гороха по годам исследований показывает, что наибольшей динамичностью отличался показатель массы 1000 семян, в целом на 25% определяющий его продуктивность. Применение средств химизации способствует увеличению данного показателя с 238 до 251 г, т. е. на 5,5%.



Корреляционно-регрессионная зависимость урожайности зерна гороха от массы семян и количества бобов на растении

Correlation and regression relation of pea grain crop yield and seed mass and the number of beans on a plant

Регрессионный анализ позволил выявить элементы структуры урожайности гороха, оказывающие определяющее влияние на её формирование на фоне различных вариантов обработки почвы и применения средств химизации. Таковыми являются количество бобов и масса семян на растении. Зависимость от них урожайности гороха достаточно полно отражается в уравнениях регрессии. В контроле это наиболее сильно проявилось по отвальной обработке, а в варианте комплексной химизации – по безотвальной (рис. 3).

Формированию высокой урожайности гороха в контроле более благоприятствовала отвальная об-

работка почвы. При этом безотвальная обработка почвы в варианте комплексной химизации создавала более оптимальные для культуры почвенные и другие условия, особенно в засушливый год, и способствовала увеличению урожайности.

Возможность роста продуктивности гороха в контроле при безотвальной и поверхностной обработках ограничивало наблюдающееся усиление засоренности посевов культуры.

Применение средств комплексной химизации способствует существенному увеличению урожайности в среднем по вариантам обработки почвы на 0,85 т/га (66,9%) (табл. 1) [8, 9].

Таблица 1

Урожайность зерна гороха в зависимости от основной обработки почвы и применения средств химизации (2009–2013 гг.), т/га

Pea grain crop yield in dependence on soil tillage and chemicals (2009-2013), t/ha

Вариант химизации (В)	Основная обработка почвы (А)			Среднее по В, НСР ₀₅ 0,22
	отвальная	безотвальная	поверхностная	
Контроль	1,33	1,25	1,23	1,27
Гербициды	1,61	1,57	1,55	1,58
Гербициды + стимулятор роста	1,65	1,62	1,61	1,62
Гербициды + стимулятор роста + удобрения	2,13	2,10	2,08	2,10
Гербициды + стимулятор роста + удобрения + инсектицид	2,15	2,11	2,10	2,12
Среднее по А, $F_{\phi} < F_{05}$	1,77	1,73	1,71	1,74
для частных средних НСР ₀₅ 0,35 т/га				

Однако по отдельности существенный рост урожайности зерна обеспечили только гербициды – 0,31 т/га (24,4 %) и минеральные удобрения – 0,48 т/га (29,6 %).

Применение гербицидов способствовало росту урожайности гороха на 0,28–0,32 т/га при различных обработках, или в среднем на 24,4 %. Внесение минеральных удобрений в среднем по годам повышало урожайность при вспашке, безотвальной и поверхностной обработке примерно одинаково – на 0,48 т/га, или 29,6 %.

Без применения химизации среди изучаемых систем обработки почвы большее влияние на увеличение урожайности оказывала вспашка. Но при внесении минеральных удобрений и обработке посевов гербицидами почвозащитные ресурсосберегающие обработки не уступают ей по продуктивности.

Однако в современных условиях кризиса сельскохозяйственного производства решение главной проблемы – повышения экономических результатов – достигается не только за счёт роста урожайности зерна, значительное внимание уделяется также повышению его качественных показателей.

Все более обостряется проблема повсеместного загрязнения окружающей среды и, в частности, агроценозов, тяжелыми металлами.

Характерна она и для подтаежной зоны Западной Сибири.

Поступление тяжелых металлов в среду из природных источников относительно невелико, тогда как антропогенные факторы обеспечивают их гораздо более мощный поток. Наряду с локальным внесением в почвы тяжелых металлов вследствие применения агрохимикатов происходит глобальное их загрязнение техногенными выбросами, которые могут распространяться на значительные расстояния от соответствующих источников.

Попав в почву, тяжелые металлы вступают во взаимодействие с ее минеральными и органическими компонентами и подвергаются трансформации под влиянием физико-химических, микробиологических и других процессов [10, 11].

Избыточное поступление тяжелых металлов в растения способствует их накоплению в урожае, что создает угрозу здоровью человека и животных. Последнее, в свою очередь, определяет необходимость обязательного контроля качества продукции растениеводства на содержание тяжелых металлов, а также разработки препятствующих их поглощению растениями агротехнических и других мероприятий [12] (табл. 2).

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в зерне гороха в зависимости от обработки почвы и средств химизации (в среднем за 2009–2013 гг.), мг/кг

Concentration of heavy metals in pea grain in dependence on soil tillage and chemicals (on average in 2009-2013), mg/kg

Основная обработка почвы	Цинк	Медь	Свинец	Кадмий
1	2	3	4	5
<i>Контроль</i>				
Отвальная	12,2	1,42	0,12	0,022
Безотвальная	12,4	1,87	0,18	0,019
Поверхностная	12,1	1,29	0,19	0,024

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
<i>Гербицид</i>				
Отвальная	12,7	1,49	0,17	0,030
1	2	3	4	5
Безотвальная	12,0	1,57	0,16	0,024
Поверхностная	12,4	1,61	0,19	0,028
<i>Гербицид + РСП</i>				
Отвальная	13,8	1,49	0,17	0,031
Безотвальная	12,8	1,37	0,16	0,029
Поверхностная	12,6	1,51	0,16	0,034
<i>Гербицид + РСП + удобрения</i>				
Отвальная	12,1	1,88	0,20	0,025
Безотвальная	12,4	1,64	0,18	0,021
Поверхностная	12,9	1,91	0,21	0,026
<i>Комплексная химизация</i>				
Отвальная	13,4	1,89	0,22	0,034
Безотвальная	12,8	1,85	0,18	0,030
Поверхностная	12,9	1,97	0,19	0,027
НСР ₀₅ А	1,1	0,34	0,08	0,008
В	1,4	0,41	0,11	0,013
ПДК	50,0	10,0	0,5	0,1

Как свидетельствуют полученные данные, посредством обработки почвы, влияющей на многие почвенные свойства и режимы, возможно регулирование миграции тяжелых металлов в системе «почва – растение». Ни по одному элементу не наблюдалось превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) для тяжелых металлов в зерне гороха.

Наблюдалось небольшие различия в уровнях поступления в растения тяжелых металлов в вариантах применения средств химизации, которые в основном связаны с медью и кадмием. Небольшое увеличение содержания этих элементов наблюдается в вариантах с применением удобрений. Но существенных изменений в содержании тяжелых металлов в зерне гороха по вариантам обработки почвы не отмечалось.

Таким образом, поступление тяжелых металлов в растения гороха и их накопление в урожае в первую очередь определялись биологическими особенностями культуры и в меньшей степени зависели от применения удобрений и обработки почвы.

По всем вариантам полученная продукция соответствовала требованиям качества по содержанию тяжелых металлов, так как оно было значительно ниже ПДК [13].

Применение гербицидов и инсектицидов в рекомендованных нормах расхода препаратов не оказало существенного влияния на экологическую ценность зерна гороха во все годы исследования. Определение в зерне остаточного содержания действующего вещества всех пестицидов по всем вариантам обработки почвы показало их отсутствие или содержание существенно ниже ПДК.

Лучшие экономические показатели возделывания гороха в варианте без применения средств химизации обеспечивает отвальная обработка почвы. Себестоимость 1 т зерна составила 3009 руб., чистый доход – 1305 руб. с 1 га при рентабельности 33 %. Худшие экономические показатели здесь получены в варианте с поверхностной обработкой, в частности, прибыль меньше на 209 руб/га, или 16 %.

Применение средств химизации ведет к увеличению затрат по всем вариантам обработки почвы. Максимальные затраты приходятся на удобрения – 1644 руб/га, или 39,7 %, меньше затраты на гербициды – 276 руб/га, или 7,2 %, и минимальны затраты на инсектицид и ростостимулирующий препарат – 37 и 22 руб/га, что меньше 1 % всех затрат. В варианте комплексной химизации суммарные затраты от средств химизации

составили 1979 руб./га, т.е. повысились на 51,5% в сравнении с контролем.

Самая низкая себестоимость 1 т продукции получена в варианте почвозащитной обработки с применением баковой смеси гербицида и ростостимулирующего препарата (2554 руб/т).

Применение гербицидов способствовало существенному увеличению прибыли по всем вариантам обработки почвы – в среднем на 938 руб/га, или 78%. Применение удобрений обусловило увеличение прибыли в среднем по вариантам на 243 руб/га, или 10,6%.

В варианте с применением ростостимулирующего препарата также наблюдается увеличение прибыли в среднем на 8%. Применение инсектицида слабо повысило прибыль (на 1,2%).

Применение гербицидов способствовало увеличению уровня рентабельности в среднем в 1,7 раза. Ростостимулирующий препарат также повысил рентабельность на 4,1%. Применение удобрений снижает рентабельность на 11,6% в абсолютном выражении при слабом влиянии обработки почвы [14, 15].

На фоне применения гербицидов и комплекса других средств химизации различия между вариантами обработки по основным экономическим показателям нивелируются. В варианте комплексной химизации получена максимальная прибыль

с 1 га – 2574 руб. и рентабельность – 44,2%. При этом различия по прибыли между отвальной и безотвальной обработками почвы не превышали 3%, а рентабельности – 0,9%.

ВЫВОДЫ

1. В условиях подтаежной зоны Западной Сибири для получения стабильных урожаев гороха рекомендуется применение ресурсосберегающих почвозащитных обработок почвы при использовании гербицидов и минеральных удобрений.

2. Содержание в зерне гороха остаточного количества пестицидов и тяжелых металлов не превышало предельно допустимые концентрации по всем вариантам опыта.

3. При возделывании гороха без применения средств химизации наиболее экономически эффективной являлась отвальная обработка почвы – чистый доход составляет 1305 руб. с 1 га при рентабельности производства 33,0%. Применение гербицидов способствовало резкому увеличению прибыли по всем вариантам обработки почвы – в среднем на 938 руб/га, или 78%. При комплексной химизации различия между вариантами обработки по основным экономическим показателям нивелируются при прибыли в среднем 2574 руб/га и рентабельности 44,2%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ершов В.Л., Кубарев В.А., Скатова Н.С. Совершенствование технологии возделывания гороха на серых лесных почвах подтаежной зоны Западной Сибири // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 1 (22), ч. 1. – С. 29–33.
2. Елисеева Н.С., Банкрутенко А.В. Формирование симбиотического аппарата зернобобовых культур в одновидовых и поливидовых посевах // Вестн. НГАУ. – 2014. – № 1 (30). – С. 19–23.
3. Ершов В.Л., Скатова Н.С. Плодородие серой лесной почвы и урожайность гороха в подтаежной зоне Западной Сибири // Вестн. ОмГАУ. – 2011. – № 2. – С. 16–22.
4. Скатова Н.С. Ресурсосберегающая технология возделывания посевного гороха в подтаежной зоне Западной Сибири // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность!: материалы IV Всерос. Молодеж. науч.-техн. конф. с междунар. участием, 15–17 нояб. 2011 г. – Омск, 2011. – С. 255–258.
5. Ершов В.Л., Скатова Н.С. Агроэкологическая и экономическая эффективность технологии возделывания гороха в подтаежной зоне Западной Сибири // Вестн. АлтГАУ. – 2012. – № 9. – С. 38–40.
6. Банкрутенко А.В., Кубарев В.А., Скатова Н.С. Элементы технологии возделывания гороха в подтаежной зоне Западной Сибири // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 1 (22), ч. 1. – С. 7–9.
7. Банкрутенко А.В., Елисеева Н.С. Смешанные и совместные посевы в подтаежной зоне Западной Сибири: рекомендации. – Тара: Тар. район. тип., 2015. – 30 с.
8. Елисеева Н.С., Банкрутенко А.В. Технология возделывания гороха посевного в подтаежной зоне Западной Сибири: рекомендации. – Тара: Тар. район. тип., 2015. – 30 с.

9. Банкрутенко А. В., Елисеева Н. С. Сроки уборки поливидовых посевов подсолнечника с однолетними травами // Аграр. Россия. – 2015. – № 4. – С. 32–34.
10. Елисеева Н. С., Ершов В. Л. Совершенствование элементов технологии возделывания гороха в подтаежной зоне Западной Сибири: монография. – Омск, 2015. – 154 с.
11. Банкрутенко А. В., Елисеева Н. С. Возделывание гороха в подтаежной зоне Западной Сибири // Аграр. Россия. – 2016. – № 8. – С. 6–9.
12. Елисеева Н. С., Банкрутенко А. В. Урожайность и качество зерна гороха в подтаежной зоне Западной Сибири // Вестн. КрасГАУ. – 2016. – № 9. – С. 150–156.
13. Елисеева Н. С., Банкрутенко А. В. Влияние основной обработки почвы и средств химизации на урожайность гороха посевного в подтаежной зоне Западной Сибири // Вестн. НГАУ. – 2015. – № 2 (35). – С. 32–38.
14. Петров М. А., Банкрутенко А. В., Елисеева Н. С. Оценка состояния и тенденция изменения почвенного плодородия пахотных земель Тарского района Омской области // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст.: в 3 кн. / Алт. гос. аграр. ун-т. – 2016. – С. 216–218.
15. Банкрутенко А. В., Елисеева Н. С. Разработка схемы зеленого конвейера для крупного рогатого скота в условиях подтаежной зоны Омской области // Современное состояние, перспективы развития молочного животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы междунар. науч.-практ. конф. / Ом. гос. аграр. ун-т им. П. А. Столыпина; Ин-т Междунар. образования, ИНК. – Омск, 2016. – С. 59–61.

REFERENCES

1. Ershov V. L., Kubarev V. A., Skatova N. S. *Vestnik NGAU* [Bulletin of NSAU], no. 1 (22), ch. 1 (2012): 29–33. (In Russ.).
2. Eliseeva N. S., Bankrutenko A. V. *Vestnik NGAU* [Bulletin of NSAU], no. 1 (30) (2014): 19–23. (In Russ.).
3. Ershov V. L., Skatova N. S. *Vestnik Om. GAU*, no. 2 (2011): 16–22. (In Russ.).
4. Skatova N. S. *Rossiya molodaya: peredovye tekhnologii – v promyshlennost'!* [Conference proceedings]. Omsk, 2011. pp. 255–258. (In Russ.).
5. Ershov V. L., Skatova N. S. *Vestnik Alt. GAU*, no. 9 (2012): 38–40. (In Russ.).
6. Bankrutenko A. V., Kubarev V. A., Skatova N. S. *Vestnik NGAU* [Bulletin of NSAU], no. 1 (22), ch. 1 (2012): 7–9. (In Russ.).
7. Bankrutenko A. V., Eliseeva N. S. *Smeshannye i sovmestnye posevy v podtaezhnoy zone Zapadnoy Sibiri* [Mixed and joint crops in sub-taiga zone of Western Siberia]. Tara: Tar. rayon. tip., 2015. 30 p. (In Russ.).
8. Eliseeva N. S., Bankrutenko A. V. *Tekhnologiya vozdeleyvaniya gorokha posevnogo v podtaezhnoy zone Zapadnoy Sibiri* [Pea seed cultivation technology in the area of Western Siberia subtaiga]. Tara: Tar. rayon. tip., 2015. 30 p. (In Russ.).
9. Bankrutenko A. V., Eliseeva N. S. *Agrarnaya Rossiya*, no. 4 (2015): 32–34. (In Russ.).
10. Eliseeva N. S., Ershov V. L. *Sovershenstvovanie elementov tekhnologii vozdeleyvaniya gorokha v podtaezhnoy zone Zapadnoy Sibiri* [Perfection of elements of technology of cultivation of peas in subtaiga Western Siberia region]. Omsk, 2015. 154 p. (In Russ.).
11. Bankrutenko A. V., Eliseeva N. S. *Agrarnaya Rossiya*, no. 8 (2016): 6–9. (In Russ.).
12. Eliseeva N. S., Bankrutenko A. V. *Vestnik KrasGAU*, no. 9 (2016): 150–156. (In Russ.).
13. Eliseeva N. S., Bankrutenko A. V. *Vestnik NGAU* [Bulletin of NSAU], no. 2 (35) (2015): 32–38. (In Russ.).
14. Petrov M. A., Bankrutenko A. V., Eliseeva N. S. *Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaystvu* [Digest of articles], 2016. pp. 216–218. (In Russ.).
15. Bankrutenko A. V., Eliseeva N. S. *Sovremennoe sostoyanie, perspektivy razvitiya molochnogo zhivotnovodstva i pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii* [Conference proceedings]. Omsk, 2016. pp. 59–61. (In Russ.).