УДК 631.53:631.8

DOI: 10.25230/2412–608X–2019–4–180–61–69

Основные элементы и средства механизации биологизированной технологии выращивания сои в Амурской области

А.Н. Панасюк¹,

доктор технических наук, доцент

В.В. Епифанцев¹,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Я.А. Осипов¹,

кандидат технических наук, доцент

В.А. Сахаров¹,

старший научный сотрудник

А.Н. Демко¹,

соискатель

Г.И. Орехов²,

кандидат технических наук, доцент

¹ФГБНУ ДальНИИМЭСХ

Россия, 675000 Амурская обл., г. Благовещенск, ул.
Василенко, 5

Тел.: 8 (4162) 36-94-91

E-mail: dalniimesh@gmail.com

²ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 275-85-03, факс: (861) 254-27-80

E-mail: or-gi@mail.ru

Для цитирования: Панасюк А.Н., Епифанцев В.В.,
Осипов Я.А., Сахаров В.А., Демко А.Н., Орехов Г.И.
Основные элементы и средства механизации
биологизированной технологии выращивания сои
в Амурской области // Масличные культуры. –
2019. – Вып. 4 (180). – С. 61–69.

Ключевые слова: биологизированная технология, возделывание сои, роторный плуг, почвоуглубление, лаповый сошник, лёгкая пальцевая борона, уборка методом очёса, переработка половы.

Представлены основные подходы и принципы, положенные в основу биологизированной машинной технологии выращивания сои. Приведены результаты лабораторных и полевых исследований, направленных на разработку биологизированной технологии возделывания сои, её уборки методом очёса на корню с дальнейшей обработкой зерносового вороха на стационаре. Предложены новые приёмы и технические средства: для основной обработки почвы и заделки сидератов – роторный плуг с

почвоуглубителями; для посева – сеялка с лаповыми сошниками; для ухода за посевами – лёгкая пальцевая борона; для борьбы с болезнями – использование биопрепаратов; для уборки урожая – очёсывающее устройство. Эти приёмы биологизированной технологии производства сои и технические средства для её осуществления способствуют снижению суммарного техногенного воздействия на почву и общей антропогенной нагрузки до уровня экологически допустимых норм.

UDC 631.53:631.8

**The main elements and mechanization means of
biologized technology of soybean cultivation in the
Amur region.**

A.N. Panasyuk¹, doctor of technology, docent

V.V. Epifantsev¹, doctor of agriculture, professor

Ya.A. Osipov¹, PhD in technology, docent

V.A. Sakharov¹, senior researcher

A.N. Demko¹, postgraduate student

G.I. Orekhov², PhD in technology, docent

¹Far Eastern Research Institute of Mechanization and
Electrification of Agriculture

5 Vasilenko str., Blagoveshchensk, Amur region,
675000, Russia

Tel.: 8 (4162) 36-94-91

E-mail: dalniimesh@gmail.com

²V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil
Crops

17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 275-85-03, факс: (861) 254-27-80

E-mail: or-gi@mail.ru

Key words: biologized technology, soybean cultivation, rotary plow, subsoiling, tined plowshare, light finger harrow, combing harvesting, chaff processing.

The article presents the main approaches and principles, underlying the biologized machine technology for soybean cultivation. The results of laboratory and field research aimed at developing a biologized technology for soybean cultivation, soybean harvesting by strip combining with further processing of grain-soybean heap in station. New methods and technical means are presented: for primary tillage and turning of green manure in soil – a rotary plow with subsoiling; for sowing – seed planter with tined plowshare; for crop tending – light finger harrow; for diseases control – the application of biological preparations; for harvesting – strip combining device. These methods of biologized technology of soybean production and technical means for its implementation contribute to reducing the total man-made impact on the soil and the total anthropogenic load to the environmentally permissible level.

Введение. В современных условиях особую актуальность приобретают технологии возделывания сельскохозяйственных культур, основанные на приёмах биологического земледелия и позволяющие снизить уровень техногенного воздействия на почву: применение способов обработки почвы, обеспечивающих необходимую плотность и структуру корнеобитаемого слоя при сохранении на поверхности поля измельченных остатков растений, препятствующих водной и ветровой эрозии, иссушению почвы; насыщение пахотного слоя органическим веществом; сокращение доз или полный отказ от ксенобиотиков, в том числе минеральных удобрений [1]. Выполнение этих приёмов способствует созданию предпосылок к формированию устойчивых агроэкосистем при переходе на органическое производство сои.

При традиционных технологиях агрофитоценозы испытывают значительную нагрузку, наносящую им ущерб как экологический (превышение допустимых порогов воздействия на окружающую среду, требующее дополнительных затрат, связанных с устранением экологических последствий), так и энергетический, связанный с несовершенством конструктивно-режимных параметров машин (дополнительные затраты энергии на устранение механического уплотняющего и иного воздействия на почву). Под воздействием движителей и рабочих органов машин происходят процессы деформации почвы: её уплотнение и сдвиг в различных направлениях, изменение структуры и агрофизических свойств [2]. Проведение основной (вспашка, дискование или культивация) и предпосевной (ранневесеннее боронование, сплошная культивация с боронованием, предпосевное боронование) обработок почвы чревато образованием плужной подошвы, риском развития водной, ветровой и механической (за счёт истирания) эрозии почвы и уплотнения подпахотного горизонта. Многократные проходы машинно-

тракторных агрегатов (МТА) по полю при проведении посева и ухода за растениями способствуют уплотнению подстиляющего слоя почвы, ухудшению условий фильтрации почвы и образованию внутрипочвенных и наружных лиманов. Операции химической защиты растений негативно воздействуют на почвенную биоту, живые организмы и экосистему в целом, ухудшают экологическое состояние агроландшафта из-за загрязнения грунтовых вод и открытых водоемов химическими веществами, смываемыми из почвы вследствие ухудшения ее инфильтрации. Проведение комбайновой уборки сои способствует переуплотнению почвы, её поперечному выносу по следу движителя, колееобразованию и ухудшению микрорельефа полей. Вследствие этих причин применяемые технологии производства сельскохозяйственных культур не в состоянии обеспечить реализацию генетического потенциала сорта в зональных почвенно-климатических условиях более чем на 65 %. Отсюда возникает необходимость перехода на технологии альтернативного возвратно-экологического земледелия, позволяющие устранить переуплотнение и замедлить эрозию почвы, снизить дегумификацию и повысить плодородие, довести до безопасных значений уровни химического и механического воздействия на почву, сократить потери урожая и энергетические потери от негативных факторов.

Цель исследований: разработать основные элементы и средства механизации биологизированной машинной технологии возделывания сои.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2016–2018 гг. на опытном поле ФГБНУ ДальНИИМЭСХ в Тамбовском районе Амурской области. Почва опытного участка – лугово-чернозёмовидная маломощная среднесуглинистая. Полевые опыты по изучению влияния различных способов возделывания сои сорта Лазурная на её урожайность заложены по методике в изложении Б.А. Доспехова [3]. Агротехническая

оценка опытных образцов машин произведена согласно ОСТ 70.4.2–1980 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Программа и методы испытаний», ОСТ 10.5.1–2000 «Машины посевные: Методы оценки функциональных показателей», эксплуатационно-технологическая оценка – согласно ГОСТ Р 52778–2007 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки». Экспериментальные данные обработаны методом дисперсионного анализа в среде пакета прикладных программ «Microsoft Excel».

Результаты и обсуждение. Наиболее распространенные в Амурской области лугово-чернозёмовидные и лугово-глеевые почвы по своему гранулометрическому составу относятся к лёгким и средним суглинкам. Они имеют низкий коэффициент фильтрации воды, маломощный, слабооструктурный пахотный слой (8–25 см). Тяжелые по гранулометрическому составу почвы имеют слабоводопроницаемый подпахотный горизонт. Водопроницаемость гумусового горизонта находится в пределах 1,2–2,6 м в сутки, а подпахотного слоя на глубине 20–30 см – всего 0,05–0,14 м в сутки.

В новых биологизированных технологиях большое значение придаётся использованию сидерального пара и сохранению пожнивных остатков. Пожнивные остатки формируют почвозащитное покрытие, которое противостоит эрозии и сохраняет влагу. Заделанная в середине лета в верхний слой почвы биомасса пожнивных остатков и сидератов при обилии тепла и влаги способствует активизации почвенной биоты, ведущей к интенсивной минерализации органики. Получаемые при этом органические удобрения относительно недороги по сравнению с минеральными удобрениями, используемыми в нормальных и интенсивных технологиях, и являются неисчерпаемым и постоянно возобновляемым источником азота и органического вещества. Такая запашка, по данным О.В. Щегорца, равноценна внесению 40–100 т/га перегноя [4].

Для осуществления нового приёма основной обработки почвы с одновременной заделкой органической массы сидератов и пожнивных остатков в почву, в технологии биологизированного земледелия разработан почвообрабатывающий агрегат на базе трактора класса 1,4 с навесным роторным плугом (рис. 1).

Рисунок 1 – Опытный образец роторного плуга: 1, 2 – почвоуглубители; 3 – ротор

Рисунок 2 – Полевые испытания почвообрабатывающего агрегата с роторным плугом

Ротор плуга, имеющий привод от ВОМ трактора, производит измельчение растительных остатков и их заделку в верхний почвенный слой. Для разуплотнения почвы и устранения переувлажнения в период выпадения максимума осадков, плуг оборудован двумя почвоуглубителями, установленными перед ротором в местах прохода ведущих колес энергетического средства.

В результате проведенных исследований установлены конструктивно-режимные параметры роторного плуга, обеспечивающие качественное выполнение приёма основной обработки почвы с совмещением операций заделки органической массы и почвоуглубления: диаметр сферического диска – 0,66 м, расстояние между дисками ротора – 0,23 м, ширина стойки почвоуглубителя – 0,16 м, угол атаки ротора – 24°, глубина обработки ротором – до 0,15 м, глубина обработки почвоуглубителями – до 0,25 м; ширина захвата рабочей машины – 2,4 м, частота вращения ротора 385 об/мин, рабочая скорость 2,44–3,00 м/с. Роторный плуг с заданными конструктивно-режимными параметрами осуществляет равномерную глубину обработки и полное подрезание стерни с заделкой 73–75 % органической массы в качественно обработанную почву (рис. 2), что соответствует агротехническим требованиям к технологии биологизированного земледелия (табл. 1).

Таблица 1

Результаты агротехнической и эксплуатационно-технологической оценок модернизированного роторного плуга

Показатель оценки агрегата	Значение показателя
Глубина обработки ротором, м	0,145–0,149
Глубина обработки почвоуглубителями, средняя, м	0,25 ± 0,02
Крошение почвы, % при размере фракций, мм:	
- менее 1	0,0
- 1–0	79,0
- 50–100	21,0
- свыше 100	0,0
Гребнистость поверхности почвы, м	0,042
Залипание сферических дисков и почвоуглубителей	не наблюдалось
Расход топлива за время смены, кг/га	8,5
Производительность за 1 час основного времени смены, га	1,99
Производительность за 1 час эксплуатационного времени смены, га	1,87

Полевыми исследованиями выявлено положительное влияние заделки сидератов в верхний слой почвы на содержание в ней питательных веществ. Результаты почвенных анализов,

проведенных в начале вегетационного периода (конец апреля – начало мая) показали, что заплата соево-овсяной смеси в течение трех лет способствовала повышению содержания в почве подвижного фосфора на 12 %, обменного калия – на 18, а нитратного азота – на 48 %.

Известно, что растения сои имеют стержневую корневую систему, проникающую в подпахотные горизонты, для её роста необходима рыхлая и влажная почва. Для изучения влияния глубины обработки на урожайность сои при посеве её различными посевными комплексами был поставлен полевой опыт с двумя вариантами основной обработки почвы: дискование на 0,12 м; дискование на глубину 0,12 м с почвоуглублением на 0,25 м. Установлено, что почвоуглубление способствовало повышению влажности почвы в слое 0–20 см на 2,1 % и снижению ее плотности на 4,9 %. Посев сои осуществляли четырьмя посевными комплексами: Case Precision Disk 500, Lemken Solitair 12, John Deer 1890 и Amazone DMC 9000.

В результате исследований установлено, что комбинированная обработка почвы с применением почвоуглубления даёт достоверную прибавку урожая при посеве посевными комплексами Case Precision Disk 500 и Lemken Solitair 12 – в 1,20 раза, посевными комплексами John Deer 1890 и Amazone DMC 9000 – в 1,28 раза. В абсолютной величине урожайность сои увеличивается на 0,38–0,50 т/га (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность сои в зависимости от способа обработки почвы, т/га

Посевной комплекс	Вариант опыта		Прибавка урожайности, %
	дискование на 0,12 м	дискование на 0,12 м + почвоуглубление на 0,25 м	
Case Precision Disk 500	1,87	2,25	20,1
John Deer 1890	1,80	2,31	28,3
Amazone DMC 9000	1,39	1,77	27,3
Lemken Solitair 12	2,07	2,49	20,5
НСР ₀₅ , т/га	0,54		

Большинство хозяйств области для посева используют посевные машины, проводящие посев сои обычным рядовым

способом с междурядьем 15 см. Однако соя – пропашная культура, она лучше ветвится и обеспечивает высокую урожайность при меньших нормах высева в широкорядных посевах. Для исследований способа посева, влияния ширины междурядий и типа сошников на урожайность сои в технологиях биологизированного земледелия был изготовлен опытный образец сеялки с шириной захвата 4,6 м (СП-4,6), которая агрегируется с трактором класса 1,4 (рис. 3). Сеялка может быть оборудована лаповыми либо дисково-анкерными сошниками. Условия испытаний: влажность почвы в горизонте 0–15 см $W = 17,8 \%$; твердость почвы в горизонте 0–15 см $H = 0,154$ МПа; установленная глубина посева для лаповых и дисково-анкерных сошников $h = 0,05$ м; рабочая скорость посевного агрегата $v_p = 2,83–3,5$ м/с; норма высева – 110 кг/га.

Рисунок 3 – Опытный образец сеялки с экспериментальными сошниками для посева сои

Отклонение от заданной глубины заделки семян не превышало ± 1 см. При этом дисково-анкерный сошник формировал полосу семян шириной $9,3 \pm 0,53$ см, лаповый сошник – шириной $20 \pm 0,8$ см (рис. 4). Урожайность сои, посеянной лаповым сошником, существенно превысила урожайность сои, посеянной дисково-анкерным сошником (разница $\Delta Y = 0,48–1,01$ т/га при $HCp_{05} = 0,38$ т/га).

Рисунок 4 – Полосный посев сои экспериментальным лаповым сошником

Повышению урожайности сои способствовали свойства лапового сошника создавать уплотненное семенное ложе и содействовать подтягиванию почвенной влаги, а также использование эффекта ро-сообразования. Другая причина повышения урожайности – уничтожение лаповым сошником сорных растений и их проростков при посеве семян сои (эффект культиваторной лапы). Оптимальная ширина междурядий при посеве лаповым сошником для растений сои – 60 см, достоверная прибавка урожайности к контролю составила 86,2 %. Дисково-анкерный сошник по урожайности семян сои существенно уступает лаповому (табл. 3).

Таблица 3

Биологическая урожайность сои в зависимости от типа сошника и ширины междурядья

Ширина междурядья (фактор А)	Тип сошника (фактор В)	Урожайность, т/га	Прибавка	
			т/га	%
45 см	Дисково-анкерный (контроль)	1,23	0	0
	Лаповый	2,24	1,01	82,1
60 см	Дисково-анкерный	1,66	0,43	34,9
	Лаповый	2,29	1,06	29,3
80 см	Дисково-анкерный	1,59	0,36	29,3
	Лаповый	2,07	0,84	68,3
HCp ₀₅ фактора А		0,31		
HCp ₀₅ фактора В		0,38		

В сплошных рядовых посевах, где невозможно провести междурядные культивации, для борьбы с сорняками товаропроизводители Амурской области интенсивно применяют средства химической защиты, жёстко действующие на все со-

ставляющие агрофитоценоза сои. Для изучения эффективности способов агротехнической защиты посевов сои от сорняков (довсходовых и повсходовых боронований) и влияния агроприёма на урожайность был поставлен полевой опыт с одним (контроль), двумя и тремя боронованиями лёгкой пальцевой бороной БПРЗ-1,2 конструкции ДальНИИМЭСХ. Довсходовое и повсходовое боронования проводились вдоль рядков сои. Средняя глубина обработки посевов составила 0,025 м; гребнистость поверхности 0,025 м, расстояние между гребнями 0,025–0,03 м (при $\sigma = \pm 0,001$ м; $v = 4,8$ %). Рабочая скорость движения агрегата на довсходовом бороновании составила $v_p = 2,70\text{--}3,31$ м/с; при бороновании по всходам $v_p = 1,89\text{--}2,52$ м/с. Гибель культурных растений при бороновании по всходам в среднем по опыту не превышала 1,2 % ($v = 14,6$ %).

Боронование посевов легкой бороной БПРЗ-1,2 способствовало снижению количества сорных растений и разрушению почвенной корки (рис. 5), обеспечивая улучшение водно-воздушного режима жизнедеятельности растений и повышение урожайности сои. Установлено, что при проведении двух довсходовых и одного боронования по всходам достоверная прибавка урожайности зерна сои достигает 1,28 т/га по сравнению с контролем (табл. 4). Применение боронования рядков сои легкой пальцевой бороной БПРЗ-1,2 конструкции ДальНИИМЭСХ позволяет отказаться от общепринятых операций культивации широкорядных посевов сои.

Рисунок 5 – Боронование посевов сои легкой пальцевой бороной БПРЗ-1,2

Таблица 4

Влияние числа боронований посевов сои на биологическую урожайность сои

Вариант	Урожайность, т/га
Без боронования (контроль)	1,05
Одно довсходовое боронование	1,85
Два довсходовых боронования	1,87
Два довсходовых боронования + одно боронование по всходам	2,33
НСР ₀₅ , т/га	0,20

В обычных и интенсивных технологиях для защиты растений от болезней и вредителей используют различные пестициды, которые могут накапливаться в продукции, почве и воде, нарушают трофические связи в агроценозе. Для снижения пестицидной нагрузки и получения экологически безопасного зерна сои был заложен полевой опыт по изучению влияния биостимуляторов и биологических средств защиты на продуктивность сои. В опыте использовалось биоудобрение «Борогум Мо», способствующее развитию корневой системы и наземной части растений (норма внесения 0,5 л/га) и микробиологический препарат «Фитоспорин-М» против грибных и бактериальных заболеваний (норма внесения 1,5 кг/га). В результате проведенных исследований выявлено, что однократное применение «Борогум Мо» дает наибольшую прибавку урожайности по отношению к необработанным растениям. Эффективность препарата «Фитоспорин-М» в 1,22 раза меньше. При этом масса 1000 семян сои при применении препарата «Фитоспорин-М» выше, чем при использовании препарата «Борогум Мо». Повторная обработка этими препаратами не даёт существенного эффекта. Совместное применение препаратов по сравнению с раздельным применением на рост урожайности практически не влияет (табл. 5).

Соотношение массы семян к массе соломы во всех опытах выше, чем в контроле в 1,3–1,5 раза. Поэтому при уборке можно назначить более щадящий режим обмолота и более высокие рабочие скорости комбайна, что, соответственно, приведет к уменьшению травмирования

семян при росте производительности уборочных машин.

Таблица 5

Влияние биопрепаратов на продуктивность сои

Вариант	Густота стояния растений, тыс. шт./га	Высота растений, см	Урожайность, т/га		Прибавка урожайности семян		Масса 1000 семян, г
			семян	соломы	т/га	%	
Без обработки (контроль)	695	66,8	3,00	3,37	-	-	167,8
«Борогум Мо» однократно	730	75,8	3,82	3,69	0,82	27,3	182,1
«Борогум Мо» двукратно	750	74,0	3,67	3,66	0,67	22,3	188,0
«Фитоспорин-М» однократно	745	71,8	3,49	3,35	0,49	16,3	174,5
«Фитоспорин-М» двукратно	700	69,5	3,42	3,15	0,42	14,0	169,8
«Борогум Мо» + «Фитоспорин-М» однократно	745	73,3	3,55	3,53	0,53	18,3	184,7
«Борогум Мо» + «Фитоспорин-М» двукратно	720	68,5	3,02	3,09	0,02	0,6	186,6
НСР ₀₅ , т/га			0,52				

Уборка сои в технологии биологизированного земледелия предусматривает две основные технологические схемы: уборка комбайнами с молотильно-сепарирующими устройствами, разделяющими зерновой ворох и солому для последующего ее измельчения и разбрасывания по полю, и уборочными машинами с очесывающими жатками [5], когда зерновой ворох поступает в большой объемный бункер или иной накопитель, который, после его заполнения, перегружается на транспортное средство. Это позволяет снизить процент потерь и травмирования зерна за счёт сокращения рабочих органов, воздействующих на зерно при его обмолоте и очистке, и потери урожая за счет сокращения времени уборки. По второй схеме солома остаётся на корню и либо измельчается после прохода машины, либо остаётся до весенней обработки почвы.

Приоритетным способом уборки сои в предлагаемой биологизированной технологии является очес на корню. При разработке очесывающего устройства и модели процесса взаимодействия стебля сои с

очесывающими гребенками установлены угловая зона очёса ($1,25\pi$) и суммарный ход рабочей машины для очёса одного стебля, равный пяти расстояниям между соседними растениями сои в рядке. При рабочей скорости машины 2,0–2,5 м/с (7–9 км/ч), установлен расчетный диапазон оборотов барабана $n = 300\text{--}375$ об/мин (8 очесывающих гребёнок). Соответственно, при 6 гребёнках $n = 400\text{--}500$ об/мин, при 4 гребенках $n = 600\text{--}750$ об/мин.

Проведены эксперименты по очёсу сои лабораторной очесывающей установкой (рис. 6) с различными углами наклона очесывающих гребенок (рис. 7) при разных рабочих скоростях агрегата (табл. 6).

Рисунок 6 – Лабораторная установка (ЛУ) для очёса сои на корню

Рисунок 7 – Очесывающая гребёнка

Таблица 6

Потери на очёсе сои с различными углами крепления гребёнок

Вариант (частота вращения/угол/рабочая скорость)	Вес зерна со стеблей (неочёс), г/м ²	Вес зерна на земле после прохода ЛУ, г/м ²	Общие потери, г/м ²	Количество поврежденных стеблей после очёса, шт./м ²
1) 350 об/мин / угол 60° / 5 км/ч	4,10	67,55	71,65	42
2) 350 об/мин / угол 60° / 7 км/ч	3,80	65,80	69,60	45
3) 350 об/мин / угол 60° / 9 км/ч	10,20	57,45	67,65	47
4) 350 об/мин / угол 45° / 5 км/ч	6,80	37,30	44,10	38
5) 350 об/мин / угол 45° / 7 км/ч	9,00	45,25	54,25	42
6) 350 об/мин / угол 45° / 9 км/ч	11,40	34,90	46,30	45
7) 350 об/мин / угол 30° / 5 км/ч	1,45	44,50	45,95	47
8) 350 об/мин / угол 30° / 7 км/ч	2,40	39,40	41,80	70
9) 350 об/мин / угол 30° / 9 км/ч	3,07	39,37	42,44	60

Установлено, что при увеличении рабочей скорости машины уменьшение угла крепления гребёнок ведёт к улучшению качества очёса растений сои и уменьшению повреждений очёсанных стеблей. В вариантах 8 и 9 облома стеблей сои при очёсе не наблюдается. Потери от неочёса составляют 0,5–1,0 %. Проведенные эксперименты показали, что применение лабораторной установки с гребёнками для очёса сои с изменяющимся углом наклона, составляющим 30° при входе в массив сои (начало очёса) и выходе в верхнем положении (конец очёса) с максимальным углом раскрытия около 70°, способствует снижению потерь зерна на поле и сохранению стеблей от излома при рабочей скорости машины 5–7 км/ч (биологическая урожайность – 270 г/м², влажность зерна $W = 10\%$) по сравнению с установкой, имеющей жёсткое крепление гребёнок.

Новая технология потребует создания на зерновых дворах линии по разделению зерносового вороха на полосу и сою, которые затем будут перерабатываться в зависимости от дальнейшего назначения. Соя, после выделения из вороха, поступает на существующую линию подработки, где разделяется на семенную и товарную фракции. Полоса, в зависимости от целей дальнейшего использования, направляется на переработку и дальнейшее хранение (рис. 8).

Рисунок 8 – Схема технологического процесса очёса и обработки очёсанного вороха

По содержанию питательных веществ соевая полоса не уступает сене посевных злаковых культур. В полосе содержится на 1 % больше протеина, на 2,2 % жира и в 3,8–5,5 раз больше безазотистых экстрактивных веществ, чем в сене [6]. Доказана возможность прессования полосы (рис. 9) с одновременным применением сеточного каркаса для обвязки брикета и обоснована высокая эффективность гранулирования полосы, как альтернативного источника грубых кормов для животных (рис. 10).

Рисунок 9 – Образец брикета полосы

Рисунок 10 – Образец гранулированного продукта полосы

При производстве брикетов и гранул не используются химикаты. Технология их производства и хранения исключает образование и накопление канцерогенов, что обеспечивает высокую экологическую безопасность. Отличительной особенностью технологии гранулирования является законченность процесса и возможность обогащения продукта микро- и макроэлементами. В единую технологическую линию на стационаре увязаны пункты по сепарации и домолоту зерносового вороха, по обработке незерновой части урожая (половы) и производству кормов для различных групп животных.

Заключение. Таким образом, предлагаются основные элементы биологизированной машинной технологии возделывания сои:

- проведение основной обработки почвы модернизированным роторным плугом, при этом обеспечивается качественное крошение почвы, равномерная глубина обработки почвы, полное подрезание стерни с заделкой 73–75 % органической массы в почву, что способствует повышению содержания в ней питательных веществ;

- проведение комбинированной основной обработки почвы, включающей дискование на 0,12 см совместно с почвоуглублением на 0,25 м, способствующей повышению влажности почвы в слое 0–20 см на 2,12 %, снижению её плотности на 4,9 % и обеспечивающей достоверную прибавку урожая сои в 1,20–1,28 раз;

- использование лаповых сошников сеялки, создающих уплотнённое семенное ложе, способствующих подтягиванию почвенной влаги, уничтожению сорных растений и их проростков; оптимальная ширина междурядья при посеве сои лаповыми сошниками составляет 60 см, достоверная прибавка урожайности к контролю составляет 86,2 %;

- применение двух довсходовых боронований посевов сои и одного боронования по всходам легкой пальцевой бороной БПРЗ-1,2 способствует получению достоверной прибавки урожайности зерна сои 1,28 т/га;

- обработка посевов сои биоудобрением «Борогум Мо» и микробиологическим препаратом «Фитоспорин-М» способствует повышению её урожайности на 27,3 и

16,3 % соответственно. Применение препарата «Борогум Мо» способствует получению наибольшей прибавки урожайности по отношению к необработанным посевам (0,82 т/га), повышение урожайности после применения препарата «Фитоспорин-М» значительно меньше (0,49 т/га);

- уборку сои предлагается проводить очёсом на корню, затем на зерновых дворах зерносовый ворох разделять на половину, семена и товарное зерно, а прессованную половину в виде брикетов или гранулированного продукта использовать в качестве источника грубых кормов для животных.

Список литературы

1. Кириленко Ю.П. Биологическое земледелие с позиции инженера. Система ведения биологического земледелия в мелкотоварном сельскохозяйственном производстве. – Благовещенск: изд-во «Зей», 2005. – 112 с.
2. Орехов Г.И., Цыбань А.А., Панасюк А.Н., Липкань А.В., Кашбулгаганов Р.А. Концепция получения экологически безопасного зерна сои. – Благовещенск: изд-во Дальневосточный ГАУ, 2018. – 40 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1973. – 336 с.
4. Щегоретц О.В. Интенсивная технология и программирование урожая. – Благовещенск, 2000. – 93 с.
5. Панасюк А.Н., Канделя М.В., Мазнев Д.С., Сахаров В.А., Кувшинов А.А., Смолянинов Ю.Н. Концептуальные подходы к технологии уборки сои очёсом на корню и устройства для её осуществления: монография. – Благовещенск: изд-во Дальневосточного гос. аграрного ун-та, 2018. – 127 с.
6. Михалев В.В., Шульженко Е.А. Замена производства сена использованием в кормлении скота соевой половы // Бюллетень науки и практики. – 2018. – № 8. – С. 90–93.

References

1. Kirilenko Yu.P. Biologicheskoe zemledelie s pozitsii inzhenera. Sistema vedeniya biologicheskogo zemledeliya v melkotovarnom sel'skokhozyaystvennom proizvodstve. – Blagoveshchensk: izd-vo «Zeya», 2005. – 112 s.
2. Orekhov G.I., Tsyban' A.A., Panasyuk A.N., Lipkan' A.V., Kashbulgayanov R.A. Kontseptsiya polucheniya ekologicheski bezopasnogo zerna soi. – Blagoveshchensk: izd-vo Dal'nevostochnyy GAU, 2018. – 40 s.
3. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1973. – 336 s.
4. Shchegorets O.V. Intensivnaya tekhnologiya i programmirovaniye urozhaya. – Blagoveshchensk, 2000. – 93 s.
5. Panasyuk A.N., Kandelya M.V., Maznev D.S., Sakharov V.A., Kuvshinov A.A., Smolyaninov Yu.N. Kontseptual'nye podkhody k tekhnologii uborki soi ochesom na kornyu i ustroystva dlya ee osushchestvleniya: monografiya. – Blagoveshchensk: izd-vo Dal'nevostochnogo gos. agrarnogo un-ta, 2018. – 127 s.
6. Mikhailov V.V., Shul'zhenko E.A. Zamena proizvodstva sena ispol'zovaniem v kormlenii skota soevoy polovy // Byulleten' nauki i praktiki. – 2018. – № 8. – S. 90–93.

Получено: 03.09.2019 Принято: 11.11.2019

Received: 03.09.2019 Accepted: 11.11.2019