



ОПТИМИЗАЦИЯ СОЗРЕВАНИЯ И УБОРКИ СОИ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

КОБОЗЕВА ТАМАРА ПЕТРОВНА, докт. с-х. наук, профессор¹

E-mail: mgau0103@gmail.com

ПОПОВА НАТАЛЬЯ ПАВЛОВНА, канд. с-х. наук, доцент¹

E-mail: lyn.popova@yandex.ru

БЕЛЫШКИНА МАРИНА ЕВГЕНЬЕВНА, канд. с-х. наук, старший научный сотрудник²

E-mail: mbelyshkina@rgau-msha.ru

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49;

² Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ; 109428, Российская Федерация, г. Москва, 1-й Институтский проезд, 5

В статье приведены результаты многолетних исследований по изучению влияния пинцировки посевов сои северного экотипа (сорт Окская) на урожайность, белковую и масличную продуктивность в условиях высоких широт (57°с.ш.), продолжительного дня, ограниченной суммы активных температур (1700...2000°С) на дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны Российской Федерации. Обоснована перспективность применения приема для сортов индетерминантного типа роста. Пинцировку посевов проводили в три срока: в начале фазы цветения, в середине фазы цветения и в начале фазы образования бобов. Установлено, что пинцировка посева, проведенная в начале фазы образования бобов, позволяет сократить продолжительность периода вегетации в среднем на 15 дней. Прием способствует росту числа боковых побегов более чем в два раза. Доля крупной фракции семян составляла порядка 89%, урожайность семян достигала 2,00 т/га, содержание белка в семенах – 42,2%, жира – 19,1%, сбор белка с урожая семян – 0,834 т/га, незаменимых аминокислот в белке – 0,459 т/га, жира – 0,380 т/га, сбор ненасыщенных жирных кислот – 0,228 т/га. Показано, что прием позволяет оптимизировать процессы созревания без снижения продуктивности и качества урожая, причем затраты на проведение пинцировки окупаются уменьшением затрат на уборку. Полученные данные могут быть использованы при оптимизации технологий выращивания сои на северной границе соосеяния.

Ключевые слова: соя, северный экотип, индетерминантный тип роста, пинцировка, урожайность, белок, незаменимые аминокислоты, жир, ненасыщенные жирные кислоты.

Формат цитирования: Кобозева Т.П., Попова Н.П., Бельшклина М.Е. Оптимизация созревания и уборки сои в условиях Нечерноземной зоны России // Агроинженерия. 2020. № 5(99). С. 21-26. DOI: 10.26897/2687-1149-2020-5-21-26.

OPTIMIZATION OF SOY RIPENING AND HARVESTING IN THE CONDITIONS OF THE NON-CHERNOZEM ZONE OF RUSSIA

TAMARA P. KOBOZEVA, DSc (Ag), Professor¹

E-mail: mgau0103@gmail.com

NATALIA P. POPOVA, Phd (Ag), Associate Professor¹

Email: lyn.popova@yandex.ru

MARINA E. BELYSHKINA, Phd (Ag), Senior Researcher Engineer²

Email: mbelyshkina@rgau-msha.ru

¹ Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; 127550, Timiryazevskaya str., 49, Moscow, Russian Federation

² Federal Scientific Agroengineering Center VIM; 109428, Russian Federation, Moscow, 1st Institutsky Proezd Str., Bld 5

The paper presents the results of long-term research on the influence of pinching of Northern ecotype soybeans (Okaskaya variety) on yield, protein, and oil productivity in high latitudes (57°), a long day, a limited amount of active temperatures (1700...2000 °C) on sod – podzolic soils of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. The authors determine the prospects of using the method for varieties of an indeterminate type of growth. The pinching of crops was carried out three times: at the beginning of the flowering phase, in the middle of the flowering phase, and at the beginning of the bean formation phase. It was found that the pinching of crops carried out at the beginning of the bean formation phase, reduces the duration of the growing season by an average of 15 days. The technique ensures a more than double increase in the number of side shoots. The share of the coarse

fraction of seeds was about 89%, the yield of seeds reached up to 2.00 t/ha, the protein content in seeds – up to 42.2%, fat – up to 19.1%, protein collection from the seed yield – up to 0.834 t/ha, essential amino acids in protein – up to 0.459 t/ha, fat – up to 0.380 t/ha, collection of unsaturated fatty acids – up to 0.228 t/ha. It is shown that the technique allows optimizing the ripening processes without reducing the productivity and quality of the crop, while the costs of pinching are paid off by reducing the costs of harvesting. The obtained data can be used to optimize soybean growing technologies at the northern border of the soy cultivation.

Key words: soybeans, Northern ecotype, indeterminate type of growth, pinching, yield, protein, essential amino acids, fat, unsaturated fatty acids.

For citation: Kobozeva T.P., Popova N.P., Belyshkina M.E. Optimization of soy ripening and harvesting in the conditions of the Non-Chernozem zone of Russia. *Agricultural Engineering*, 2020; 5 (99): 21-26. (In Rus.). DOI: 10.26897/2687-1149-2020-5-21-26.

Введение. Интродукция сои в Нечерноземную зону России стала возможна благодаря совместным исследованиям РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и Рязанского НИИСХ (в настоящее время – Институт семеноводства и агротехнологий, филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»). В результате исследований были созданы первые сорта сои северного экотипа, группы спелости 000, устойчиво вызревающие в условиях длинного дня и ограниченных тепловых ресурсов Нечерноземной зоны России.

В результате исследований (1980-2019 гг.), начатых по инициативе Н.А. Майсурына, Г.С. Посыпанова, В.П. Мухина и М.П. Гуреевой, были разработаны технологии возделывания таких сортов, позволяющие получать в этом регионе до 3,0 т/га зерна, до 1,2 т/га высококачественного, сбалансированного по аминокислотному составу белка, и до 0,6 т/га жира с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот [1]. Однако в годы с повышенной влагообеспеченностью и дефицитом тепла сроки созревания сои сдвигаются на конец сентября – начало октября, когда вследствие частых дождей, характерных для этого времени года, условия уборки складываются неблагоприятно ввиду высокой влажности бобов и семян. Особенно страдают при этом сорта индетерминантного (неограниченного) типа роста, склонные в условиях переизбытка влаги к израстанию, самозатенению и полеганию. Обмолот таких посевов является крайне затрудненным [1, 3].

В соеводстве для оптимизации дозревания и уборки в условиях переувлажнения чаще всего применяют десикацию посевов – предуборочное подсушивание растений с помощью десикантов (химических препаратов), обеспечивающих снижение влажности семян с 30 до 15%. Однако зерно сои, убранное таким способом, не допускается к использованию на пищевые и кормовые цели [1, 3, 4].

В современных технологиях существует ряд альтернативных экологически безопасных способов оптимизации созревания культур, в том числе пинцировка (от нем. *pinzieren* – удалять конец), то есть удаление верхушки молодого побега. Данный прием широко используется в овощеводстве, хотя в соеводстве широкого применения он не находит. В единичных работах показано положительное влияние пинцировки на формирование генеративных органов у сои, повышение урожайности и улучшение посевных и технологических свойств семян [1, 3].

Цель исследования: обосновать эффективность применения пинцировки на сое индетерминантного типа роста, определить оптимальный срок проведения приема, обеспечивающий существенное сокращение

вегетационного периода без потери продуктивности посева и снижения качества урожая.

Материал и методы. Исследования проводились на опытном поле ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (2008-2019 гг.) в полевом девятипольном севообороте (предшественник сои – кормовая свекла) на дерново-подзолистых, среднесуглинистых почвах с реакцией почвенного раствора, близкой к нейтральной, содержанием гумуса 2,5%, среднеобеспеченных калием, фосфором и азотом.

В качестве объекта исследований был взят сорт сои северного экотипа Окская, индетерминантного типа роста, с повышенным ветвлением, группы спелости 000, вызревающий на широте г. Москвы при сумме активных температур 1700...2400°C за 120-130 дней.

Семена всех вариантов опыта перед посевом обрабатывали ризоторфином (штамм 634д) с целью оптимизации биологической азотфиксации. В опыте применялась общепринятая для зоны технология возделывания [1, 2].

Закладка опытов и анализ результатов исследований выполнены в соответствии со стандартными апробированными методиками [2].

Пинцировку посевов проводили в три срока: в начале фазы цветения, в середине фазы цветения и в начале фазы образования бобов.

Результаты исследований. Работы по интродукции сои в Нечерноземную зону России, начатые в 90-е гг. прошлого столетия, набирают обороты, однако среди ученых отсутствует единая стратегия в разработке модели сорта сои северного экотипа для этого региона.

Большинство селекционеров отдают предпочтение сортам детерминантного (ограниченного) типа роста, с минимальным ветвлением или полным отсутствием боковых побегов. Такие сорта характеризуются уникальной скороспелостью, имеют короткий период цветения, после которого их линейный рост прекращается и начинается процесс созревания семян. Однако применение такой стратегии требует определенной осторожности, поскольку у детерминантных сортов сои уменьшение длины стебля и числа ветвей вызывает снижение потенциальной продуктивности, а также уменьшение высоты крепления нижнего боба, что в свою очередь приводит к потерям урожая при уборке. Кроме того, плотность агроценоза у таких сортов регулируется нормой высева, и в случае неблагоприятных погодных условий в период появления всходов возможно существенное их изреживание, которое не компенсируется ветвлением боковых побегов ввиду их отсутствия.

Сорта индетерминантного типа роста, формирующие боковые побеги, способны компенсировать изреженность

посева, возникающую ввиду пониженной всхожести по причине возможных весенних заморозков, возврата холодов, образования почвенной корки и др. Они, как правило, являются более позднеспелыми, но и более урожайными, характеризуясь при этом более высоким креплением нижних бобов, что обеспечивает минимальные потери при уборке.

Пинцировка посева позволяет существенно сократить период вегетации и убрать посевы в более благоприятные сроки. В ходе исследований установлено, что пинцировка посевов, независимо от срока ее проведения, приводила к уменьшению высоты главного побега при усилении его ветвления, но вызывала снижение высоты крепления нижнего боба. Эти закономерности были выражены тем сильнее, чем раньше применялся прием (табл. 1).

В среднем за годы исследований вегетационный период у изучаемого сорта сои составил 140 дней. При пинцировке

посева в начале цветения период вегетации сократился в среднем на 6 дней, в середине цветения – на 8 дней, в начале образования бобов – на 15 дней.

Высота растений по сравнению с вариантом без пинцировки снижалась в 1,51 раза, при пинцировке в середине цветения – в 1,41 раза, при применении приема в начале образования бобов – в 1,11 раза; высота крепления нижнего боба уменьшалась соответственно в 2,00; 1,49 и 0,90 раза (табл. 1).

Известно, что число боковых побегов на растении определяется генотипом сорта, детерминируется густотой стояния растений и условиями выращивания. Сорт Окская при норме высева 500 тыс. всхожих семян на 1 га характеризовался умеренным ветвлением (в среднем 1-2 боковых побега на растении). Пинцировка способствовала увеличению числа боковых побегов главного стебля, особенно при ранних сроках, с 1,3 до 2,7 шт/раст., то есть более чем в 2 раза.

Таблица 1

Влияние пинцировки на рост и развитие сои

Table 1

Impact of pinching on the growth and development of soybeans

Показатель <i>Index</i>	Срок проведения пинцировки / <i>Pinching time</i>			
	начало цветения <i>Beginning of flowering</i>	середина цветения <i>Mid-flowering</i>	начало образования бобов <i>Beginning of seed-pod formation</i>	без пинцировки (контроль) <i>Without pinching (control)</i>
Высота растений, см <i>Plant height, cm</i>	62	68	78	89
Боковых побегов, шт/раст. <i>Side shoots, pcs/plant</i>	2,7	1,6	1,5	1,3
Крепление нижнего боба, см <i>Bottom seed-pod mount, cm</i>	8,4	10,5	14,7	16,8
Период от посева до полной спелости, дней <i>Period from sowing to full ripeness, days</i>	134	129	125	140

Известно, что соя – азотфиксирующая культура, за счет симбиоза (взаимовыгодного сожительства клубеньковых почвенных бактерий и растений) способная на 70...75% обеспечивать себя азотом, потребляя его из атмосферы [2, 5, 6, 7]. Пинцировка отрицательно сказалась на азотфиксирующей активности культуры (табл. 2). Под влиянием пинцировки продолжительность активного симбиоза (продолжительность функционирования активных клубеньков на корнях) закономерно уменьшалась: на 5 дней – при ранней (в фазу начала цветения), на 8 дней – при средней (в середине цветения), на 15 дней – при поздней пинцировке (проводимой в начале образования бобов).

Активный симбиотический потенциал посева (АСП) – произведение максимальной массы активных клубеньков на продолжительность активного симбиоза – с той же последовательностью уменьшался при ранней пинцировке в 1,30 раза, при средней – в 1,24, при поздней в 1,21 раза, и, как следствие, снижалось количество азота, усвоенного посевом из воздуха. На контроле АСП составил 103,8 кг/га, в вариантах с пинцировкой снизился более чем на 20 кг/га. Можно предположить, что незначительный дефицит азота, сформировавшийся в варианте с поздней пинцировкой, также способствовал ускорению созревания.

Чем раньше проводилась пинцировка, тем сильнее снижались показатели фотосинтетической деятельности

посева (табл. 2). Максимальная площадь листьев в контрольном варианте без пинцировки составила 38 336 м²/га, при пинцировке она снизилась: в начале цветения – в 1,30 раза, в середине цветения – в 1,21, в начале образования бобов – в 1,11 раза. Фотосинтетический потенциал посева (ФСП) – произведение площади листьев на продолжительность их функционирования – по сравнению с контролем без пинцировки уменьшался соответственно в 1,40; 1,31 и 1,21 раза. Однако при достоверном снижении сбора абсолютно сухого вещества (АСВ) и урожайности в вариантах с ранней и средней пинцировкой достоверных различий по этим показателям между вариантом с поздней пинцировкой и контролем получено не было, то есть продуктивность посева при пинцировке, проведенной в начале образования бобов, снижалась незначительно. В результате на контроле сбор сухого вещества составил 6,09 т/га, урожайность семян – 1,99 т/га, при поздней пинцировке – соответственно 5,88 и 1,89 т/га.

Пинцировка не оказала существенного влияния на содержание белка и жира в семенах, белковая и маслянистая продуктивность в вариантах опыта была в большей степени обусловлена урожайностью (табл. 3). Эти показатели существенно снижались при проведении пинцировки в начале и середине цветения и были на уровне контроля в варианте с поздней пинцировкой, проведенной в конце фазы

цветения – начале фазы образования бобов: сбор белка составил 0,799 т/га, незаменимых аминокислот – 0,439 т/га, жира – 0,363 т/га, ненасыщенных жирных кислот – 0,217 т/га, что не уступает контрольному варианту без пинцировки.

Таблица 2

Влияние пинцировки на фотосинтетическую и симбиотическую деятельность посева сои

Table 2

Impact of pinching on photosynthetic and symbiotic activity of soybean croppings

Показатель <i>Index</i>	Срок проведения пинцировки / <i>Pinching time</i>			
	начало цветения <i>Beginning of flowering</i>	середина цветения <i>Mid-flowering</i>	начало образования бобов <i>Beginning of seed-pod formation</i>	без пинцировки (контроль) <i>Without pinching (control)</i>
Фотосинтетическая деятельность посева / <i>Photosynthetic soybean activity</i>				
Максимальная площадь листьев, м ² /га <i>Maximum leaf area, m²/ha</i>	29 325	31 324	34 063	38 336
ФСП, м ² ·дней/га <i>Photosynthetic crop potential, m²·days/ha</i>	1 493	1 549	1 598	2 041
Сбор АСВ, т/га* <i>Harvest of absolutely dry substance, t/ha*</i>	4,72	5,46	5,88	6,09
Урожайность, т/га** <i>Productivity, t/ha**</i>	1,49	1,72	1,89	1,99
Симбиотическая деятельность посева / <i>Symbiotic sowing activity</i>				
Продолжительность активного симбиоза, дней <i>Duration of active symbiosis, days</i>	82	79	75	89
АСП, кг·дней/га <i>Active symbiotic crop potential, kg·days/ha</i>	17 304	17 706	17 553	22 711
Количество азота, фиксированного из воздуха, кг/га <i>Amount of nitrogen fixed from the air, kg/ha</i>	84,7	84,9	84,2	108,9

*HCP₀₅, м/га: 0,43.
**HCP₀₅, м/га: 0,19.

Таблица 3

Влияние пинцировки на урожайность, белковую и масличную продуктивность сои

Table 3

Influence of pinching on yield, protein and oil productivity of soybeans

Показатель <i>Index</i>	Срок проведения пинцировки / <i>Pinching time</i>			
	начало цветения <i>Beginning of flowering</i>	середина цветения <i>Mid-flowering</i>	начало образования бобов <i>Beginning of seed-pod formation</i>	без пинцировки (контроль) <i>Without pinching (control)</i>
Белковая продуктивность / <i>Protein productivity</i>				
Содержание белка в семенах, % <i>Protein content in seeds, %</i>	41,7	42,1	42,2	42,0
Сбор белка с урожаем семян, т/га* <i>Protein harvest with seed yield, t/ha*</i>	0,621	0,724	0,799	0,834
Сбор незаменимых аминокислот с урожаем семян, т/га <i>Collection of essential amino acids with seed yield, t/ha</i>	0,341	0,398	0,439	0,459
Масличная продуктивность / <i>Oilseed productivity</i>				
Содержание жира в семенах, % <i>Fat content in seeds, %</i>	19,1	19,1	19,2	19,1
Сбор жира с урожаем семян, т/га** <i>Fat harvest with seed yield, t/ha**</i>	0,285	0,328	0,363	0,380
Сбор ненасыщенных жирных кислот с урожаем семян, т/га** <i>Harvest of unsaturated fatty acids with seed yield, t/ha**</i>	0,171	0,197	0,217	0,228

*HCP₀₅, м/га: 0,079.
**HCP₀₅, м/га: 0,036.

В ходе эксперимента также установлено, что пинцировка оказала существенное влияние на фракционный состав семян. В варианте без пинцировки доля семян крупной фракции (более 5 мм в диаметре) составила в среднем 80%. Удаление точки роста в начале образования бобов способствовало увеличению доли крупной фракции до 89%.

Пинцировка посевов сои может выполняться обычными косилками на высоком срезе. Затраты на использование этого приема окупаются сокращением затрат на уборку [3].

Выводы

1. В почвенно-климатических условиях Нечерноземной зоны России период вегетации у сои сорта северного экотипа Окская составляет в среднем 140 дней. При этом

достигались: урожайность семян – до 2,00 т/га; содержание белка в семенах – до 42,2%, жира – до 19,1%; сбор белка с урожая семян – до 0,834 т/га; незаменимых аминокислот в белке – до 0,459 т/га, жира – до 0,380 т/га; сбор ненасыщенных жирных кислот – до 0,228 т/га.

2. Пинцировка посева, проведенная в начале фазы образования бобов, является эффективным приемом сокращения продолжительности периода вегетации (особенно в годы с недостатком тепла и избытком влаги) в среднем на 15 дней. При этом без снижения качества урожая сохраняется продуктивность агроценоза (содержание и сбор белка, незаменимых аминокислот, жира и незаменимых жирных кислот).

3. Прием рекомендуется для сортов индетерминантного типа роста в условиях повышенной влажности и дефицита тепла.

Библиографический список

1. Делаев У.А., Кобозева Т.П., Синеговская В.Т. Возделывание скороспелых сортов сои. М.: ФГБОУ ВПО МГАУ имени В.П. Горячкина, 2012. 216 с.
2. Синеговская В.Т., Наумченко Е.Т., Кобозева Т.П. Методы исследований в полевых опытах с соей. Благовещенск: ФГБНУ Всероссийский НИИ сои, 2016. 116 с.
3. Кобозева Т.П. Возделывание сортов сои северного экотипа в Нечерноземной зоне Российской Федерации: методическое пособие / Т.П. Кобозева, У.А. Делаев, В.А. Шевченко, Л.А. Буханова, Н.В. Заренкова, Н.П. Попова, В.А. Евлеева. М.: ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова, 2015. 48 с.
4. Зайцев Н.И., Бочкарев Н.И., Зеленцов С.В. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения // Масличные культуры: Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2016. Вып. 2 (166). С. 3-11.
5. Гатаулина Г.Г., Бельшклина М.Е., Медведева Н.В. Вариабельность урожайности и стрессовые факторы у зернобобовых культур // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2016. № 4. С. 96-112.
6. Бельшклина М.Е., Кобозева Т.П., Шевченко В.А., Делаев У.А. Влияние норм высева и способов посева на урожайность и качество семян раннеспелых сортов и форм сои северного экотипа // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 4. С. 182-190. DOI: 10.26897/0021-342X-2018-4-182-190
7. Кобозева Т.П., Синеговская В.Т., Шевченко В.А., Попова Н.П. Белковый комплекс у сои в условиях Центрального Нечерноземья // Доклады ТСХА. 2020. Вып. 292. Ч. 1. С. 312-315.

References

1. Delaev U.A., Kobozeva T.P., Sinegovskaya V.T. *Vozdelivanie skorospelykh sortov soi* [Cultivation of early maturing soybean varieties]. M.: FGBOU VPO MGAU imeni V.P. Goryachkina, 2012: 216. (In Rus.)
2. Sinegovskaya V.T., Naumchenko E.T., Kobozeva T.P. *Metody issledovaniy v polevykh opytakh s soyey* [Research methods in field experiments with soybeans]. Blagoveshchensk: FGBNU Vserossiyskiy NII soi, 2016: 116. (In Rus.)
3. Kobozeva T.P. *Vozdelivanie sortov soi severnogo ekotipa v Nechernozemnoy zone Rossiyskoy Federatsii: metodicheskoe posobie* [Cultivation of soybean varieties of the Northern ecotype in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation: a methodological guide] / T.P. Kobozeva, U.A. Delaev, V.A. Shevchenko, L.A. Bukhanova, N.V. Zarenkova, N.P. Popova, V.A. Evleeva. M.: VNIIGiM imeni A.N. Kostyakova, 2015: 48. (In Rus.)
4. Zaytsev N.I., Bochkarev N.I., Zelentsov S.V. *Perspektivy i napravleniya seleksii soi v Rossii v usloviyakh realizatsii natsional'noy strategii importozameshcheniya* [Prospects and trends of soybean breeding In Russia in the context of the implementation of the national strategy of import substitution]. *Maslichnye kul'tury: Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur*. 2016; 2 (166): 3-11. (In Rus.)
5. Gataulina G.G., Belyshkina M.E., Medvedeva N.V. *Variabel'nost' urozhaynosti i stressovye faktory u zernobobovykh kul'tur* [Yield variability and stress factors in leguminous crops]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2016; 4: 96-112. (In Rus.)
6. Belyshkina M.E., Kobozeva T.P., Shevchenko V.A., Delaev U.A. *Vliyanie norm vyseva i sposobov poseva na urozhaynost' i kachestvo semyan rannespelykh sortov i form soi severnogo ekotipa* [Influence of seeding rates and sowing methods on the yield and seed quality of early-maturing varieties and forms of soybeans of the Northern ecotype]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2018; 4: 182-190. DOI: 10.26897/0021-342X-2018-4-182-190 (In Rus.)
7. Kobozeva T.P., Sinegovskaya V.T., Shevchenko V.A., Popova N.P. *Belkovyy kompleks u soi v usloviyakh Tsentral'nogo Nechernozem'ya* [Protein complex in soybeans in the Central Non-Black Earth Region]. *In: Doklady TSKHA*. 2020; 292(1): 312-315: 312-315. (In Rus.)

Критерии авторства

Кобозева Т.П., Попова Н.П., Бельшклина М.Е. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Кобозева Т.П., Попова Н.П., Бельшклина М.Е. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 14.09.2020

Опубликована 30.10.2020

Contribution

T.P. Kobozeva, N.P. Popova, M.E. Belyshkina carried out theoretical studies, generalized the obtained results and wrote the manuscript. T.P. Kobozeva, N.P. Popova, M.E. Belyshkina have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received on September 14, 2020

Published 30.10.2020

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК / FARM MACHINERY AND TECHNOLOGIES

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 631

DOI: 10.26897/2687-1149-2020-5-26-32



СТРУКТУРНО-ЛОГИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ ЦИФРОВОЙ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ФЕРМЫ

КИРСАНОВ ВЛАДИМИР ВЯЧЕСЛАВОВИЧ, докт. техн. наук, главный научный сотрудник

E-mail: kirvv2014@mail.ru

ПАВКИН ДМИТРИЙ ЮРЬЕВИЧ, канд. техн. наук, старший научный сотрудник

E-mail: dimqaqa@mail.ru

НИКИТИН ЕВГЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, младший научный сотрудник

E-mail: evgeniy.nicks@yandex.ru

ЮРОЧКА СЕРГЕЙ СЕРГЕЕВИЧ, младший научный сотрудник

E-mail: yurochkasr@gmail.com

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ), 109428, Российская Федерация, г. Москва, 1-й Институтский проезд, 5

Проблемы цифровизации животноводческих предприятий тесно связаны с построением моделей и алгоритмов функционирования отдельных технологических процессов и подсистем, объединенных общей системой управления. На основе кластерного подхода сформулированы три группы задач по интеллектуализации и цифровизации объектов в животноводстве: 1) распознавание образов биологических объектов и моделей их группового и индивидуального поведения; 2) геномная оценка сельскохозяйственных животных, прогнозирование их генетического потенциала с возможностью лучшей адаптации к технологиям и конкретным хозяйственным условиям; 3) мультиагентное управление автоматизированными и роботизированными техническими средствами. Проведена инициализация видеообразов биологических объектов, разработана структурно-функциональная модель сложной биотехнической системы «Человек-Машина-Животное», включающая в себя автоматизированные рабочие места ведущих специалистов, приемо-передающие базовые станции, технологические модули обслуживания животных (кормление, поение, доение, микроклимат и др.), представляющие собой локальные биотехнические системы. Представлена структурно-логистическая «воронкообразная» модель функционирования животноводческой фермы, включающая в себя векторы входящих материальных потоков, исходящих производственных потоков и вектор исходящих побочных продуктов (отходов) производства, описанные с помощью соответствующих формализаций. Приведена структурная типизация технологических модулей и подсистем для их математического анализа и последующей цифровой трансформации животноводческих ферм.

Ключевые слова: животноводческая ферма, структура, модель, логистика, интеллектуализация, цифровизация, геном, инициализация, видеообраз, мультиагентное управление, локальная биотехническая система, «воронкообразная» модель, материальный поток, типизация, технологический модуль, подсистема.

Формат цитирования: Кирсанов В.В., Павкин Д.Ю., Никитин Е.А., Юрочка С.С. Структурно-логистическая модель материальных потоков цифровой животноводческой фермы // Агроинженерия. 2020. № 5(99). С. 26-32. DOI: 10.26897/2687-1149-2020-5-26-32.