

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

СИБИРСКИЙ ВЕСТНИК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

УЧРЕДИТЕЛИ: СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АГРОБИОТЕХНОЛОГИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ОСНОВАН В ЯНВАРЕ 1971 г.

2016



№ 5 (252)
сентябрь — октябрь

Главный редактор академик РАН А.С. ДОНЧЕНКО
Заместитель главного редактора О.Н. ЖИТЕЛЕВА

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В.В. Альт	член-корреспондент РАН, Новосибирск, Россия
А.Н. Власенко	академик РАН, Новосибирск, Россия
В.В. Власов	академик РАН, Новосибирск, Россия
Г.П. Гамзиков	академик РАН, Новосибирск, Россия
А.А. Гаркуша	кандидат сельскохозяйственных наук, Барнаул, Россия
И.М. Горобей	доктор сельскохозяйственных наук, Новосибирск, Россия
А.С. Денисов	доктор технических наук, Новосибирск, Россия
Н.А. Донченко	доктор ветеринарных наук, Новосибирск, Россия
Н.М. Иванов	доктор технических наук, Новосибирск, Россия
В.К. Каличкин	доктор сельскохозяйственных наук, Новосибирск, Россия
Н.И. Кашеваров	академик РАН, Новосибирск, Россия
К.Я. Мотовилов	член-корреспондент РАН, Новосибирск, Россия
Е.И. Пантелеева	доктор сельскохозяйственных наук, Красноярск, Россия
П.М. Першукевич	академик РАН, Новосибирск, Россия
Н.И. Пыжикова	доктор экономических наук, Красноярск, Россия
В.А. Солошенко	академик РАН, Новосибирск, Россия
Н.А. Сурин	академик РАН, Красноярск, Россия
И.Ф. Храпцов	академик РАН, Омск, Россия
иностранные члены редколлегии	
В.В. Азаренко	доктор технических наук, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, академик-секретарь Отделения аграрных наук НАН Беларуси, Минск, Беларусь
Б. Бадарчийн	доктор ветеринарных наук, академик Академии наук Монголии, президент Монгольской академии аграрных наук, Улан-Батор, Монголия
А.М. Наметов	доктор ветеринарных наук, член-корреспондент Национальной академии наук Республики Казахстан, председатель правления Национального аграрного научно-образовательного центра Республики Казахстан, Астана, Казахстан
Т. Трифонова	профессор доктор, председатель Сельскохозяйственной академии Республики Болгария, София

Редакторы Г.Н. Ягунова, О.В. Пахомова
Корректор и оператор электронной верстки В.Е. Селянина
Переводчик М.Е. Рогулькина

Свидетельство о регистрации средств массовой информации ПИ ФС77-64832 выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций 2 февраля 2016 г.

Издатель: Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий Российской академии наук

Адрес редакции: 630501, пгт Краснообск, Новосибирский р-н, Новосибирская обл.,

здание СФНЦА РАН, к. 456, а/я 463. Тел./факс (383)348-37-62

e-mail: vestnik.nsk@ngs.ru; <http://www.sorashn.ru>

Сдано в набор 11.10.16. Подписано в печать 25.10.16. Формат 70 × 108¹/₁₆. Бумага тип. № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,2. Уч-изд. л. 12,3. Тираж 300 экз. Цена свободная. Заказ № 980

Отпечатано в ООО «Бигстар Медиа» 630048, Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 104

© ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий Российской академии наук», 2016

© ФГБУ «Сибирское отделение Российской академии наук», 2016



СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И ХИМИЗАЦИЯ

AGRICULTURE AND CHEMICALIZATION

- Павлова А.И., Каличкин В.К.** Использование геоморфометрического анализа рельефа при создании базы данных сельскохозяйственных земель . . . 5
- Pavlova A.I., Kalichkin V.K.** Using the geomorphometric analysis of a relief for creating a database of farmlands
- Кураченко Н.Л., Бопп В.Л.** Динамика углерода водорастворимого гумуса в черноземе обыкновенном под чистыми и бинарными посевами донника . 14
- Kurachenko N.L., Bopp V.L.** Water-soluble humus carbon dynamics in common chernozem of Krasnoyarsk forest steppe in the pure and binary melilot crops

РАСТЕНИЕВОДСТВО И СЕЛЕКЦИЯ

PLANT GROWING AND BREEDING

- Темиров К.С., Салмина И.С., Доманская М.К.** Урожайность и биохимические показатели селекционных линий гороха посевного различного морфотипа 21
- Temirov K.S., Salmina I.S., Domanskaya M.K.** Productivity and biochemical parameters in breeding lines of pea of different morphotypes

САДОВОДСТВО

HORTICULTURE

- Асбаганов С.В., Кобозева Е.В., Агафонов А.В.** Покой и прорастание семян рябины сибирской в зависимости от условий хранения и обработки фитогормонами. 28
- Asbaganov S.V., Kobozeva E.V., Agafonov A.V.** *Sorbus sibirica* seeds dormancy and germination depending on storage conditions and phytohormones

ЖИВОТНОВОДСТВО

ANIMAL HUSBANDRY

- Хаустов В.Н., Снигирев С.И., Ли С.С., Пилюкшина Е.В., Покутнев А.С.** Применение яиц артемии в рационах кур 35
- Khaustov V.N., Snigirev S.I., Lee S.S., Pilyukshina E.V., Pokutnev A.S.** Using Artemia eggs in diets for laying chickens

Инербаев Б.О., Рыков А.И., Дуров А.С., Борисов Н.В., Храмцова И.А. Новое технологическое решение для мясной фермы по производству диетической говядины	41
Inerbayev B.O., Rykov A.I., Durov A.S., Borisov N.V., Kramtsova I.A. A new technological decision for a farm producing beef for dietetic nutrition	

ВЕТЕРИНАРИЯ

VETERINARY SCIENCE

Требухов А.В., Эленшлегер А.А. Взаимосвязь основных показателей минерального обмена у больных кетозом коров и рожденных от них телят	48
Trebukhov A.V., Elenshleger A.A. Interrelation of basic mineral metabolic indices in ketotic cows and calves born from them	

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION OF AGRICULTURE

Назаров Н.Н., Яковлев Н.С., Мяленко В.И. Посевной рабочий орган для реализации бороздкового ленточного посева зерновых	56
Nazarov N.N., Yakovlev N.S., Myalenko V.I. A sowing tool to realize furrow band sowing of grain crops	

АВТОМАТИЗАЦИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

AUTOMATION, MODELING AND DATAWARE

Елкин О.В. Применение многокритериальной оценки использования техники и ресурсов сельхозпредприятия.	64
Elkin O.V. Multicriterion evaluation of using machinery and resources of agricultural enterprise	
Гребенникова И.Г. Методика оценки форм тритикале с применением комплекса компьютерных программ	71
Grebennikova I.G. Methods to assess triticale forms using a complex of computer programs	
Исакова С.П., Лапченко Е.А. Web-комплекс на базе математической модели формирования оптимального машинно-тракторного парка.	76
Isakova S.P., Lapchenko E.A. Web complex based on mathematical model to form optimal machine-and-tractor fleet	

ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

AGRIPRODUCTS PROCESSING

Луницын В.Г., Неприятель А.А. Безотходная технология переработки продукции пантового оленеводства.	83
Lunitsyn V.G., Nepriyatel A.A. Non-waste technology for processing antlered deer products	

ЭКОНОМИКА

ECONOMICS

- Шагивалиев Л.Р.** Оценка влияния показателей сельскохозяйственного производства и кадрового потенциала на результативность аграрного сектора 91
Shagivaliev L.R. Assessing a level of influence indicators of agricultural production and human resources for agricultural sector

ИЗ ИСТОРИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

FROM THE HISTORY OF AGRICULTURAL SCIENCE

- Донченко А.С., Папков С.А., Самоловова Т.Н.** Из истории сибирских научно-исследовательских институтов животноводства и ветеринарии в период политических репрессий 1930-х годов 97
Donchenko A.S., Papkov S.A., Samolovova T.N. From the history of Siberian research institutes of animal husbandry and veterinary science during the period of political repression of the thirties
Полюдина Р.И. Селекция клевера лугового в Сибири 106
Polyudina R.I. Breeding of red clover in Siberia
-



УДК 528.92: 631.11

А.И. ПАВЛОВА, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,
В.К. КАЛИЧКИН*, доктор сельскохозяйственных наук, первый заместитель директора

*Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства
СФНЦА РАН,*

**Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН*

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: annstab@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОМОРФОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РЕЛЬЕФА ПРИ СОЗДАНИИ БАЗЫ ДАННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

При создании базы ГИС сельскохозяйственных земель на примере территории Омской области использован геоморфометрический анализ рельефа. Основными источниками информации об особенностях рельефа служили топографические карты масштабов 1 : 100 000 и 1 : 50 000. Методом интерполирования ANUDEM создана топологически корректная цифровая модель рельефа (ЦМР). ЦМР содержит соответствующие карты на изучаемую территорию: гипсометрическую, карты крутизны и экспозиции склонов, карты плановой, профильной, общей кривизны земной поверхности, кумулятивного стока. Рассчитаны геоморфометрические параметры, характеризующие интенсивность протекания эрозионных процессов (индекс SPI) и увлажнение территории (индекс TWI). Полученные геоморфометрические параметры рельефа использованы при создании базы данных ГИС сельскохозяйственных земель. По архитектуре база данных представляет собой совокупность реляционных таблиц, соединенных между собой связями «один-ко-многим». Систематизацию сведений о рельефе осуществляли в базе данных ГИС по отношению к элементарным поверхностям рельефа. Элементарные поверхности рельефа обладают общностью свойств распределения потоков вещества и энергии по земной поверхности, поскольку выделены с учетом характерных линий и точек перегиба в рельефе. В структуре таблицы элементарных поверхностей рельефа определены поля, включающие количественное и качественное описание геоморфометрических параметров, сведения о типе почв, рыхлых почвообразующих породах, глубине залегания грунтовых вод. Уникальный идентификатор, соответствующий номеру элементарной поверхности на карте, использован для возможности осуществления запросов к атрибутивным данным таблиц.

Ключевые слова: ГИС, база данных, сельскохозяйственные земли, геоморфометрический анализ рельефа, топографический индекс влажности TWI, индекс мощности линейной эрозии SPI.

Для агроэкологической оценки земель сельскохозяйственного назначения необходимо учитывать климатические, геоморфологические, почвенные и иные сведения. В обособлении и формировании геосистем различного ранга ведущая роль принадлежит рельефу. Изменение его в пространстве и во времени оказывает влияние на микроклиматические условия, сток поверхностных вод, развитие эрозионных процессов и др. [1, 2]. При оценке рельефа наиболее широко используется его морфологическое описание, связанное с выделением типов рельефа и его отдельных форм. Существующее многообразие форм рельефа осложняет процесс исследований.

Развитие современных информационных технологий обработки данных способствует формализованному описанию и выделению форм и элементов земной поверхности, представлению исходной информации о рельефе в удобной для моделирования форме. Наибольшее развитие геоморфометрия получила за рубежом [3–5]. Практическое приложение геоморфометрии связано с важнейшей моделирующей функцией ГИС – созданием и анализом цифровых моделей рельефа (ЦМР), количественным описанием параметров рельефа в процессе изучения геоморфологических условий территории исследования [5].

Цель работы – использовать геоморфометрический анализ рельефа при создании базы данных сельскохозяйственных земель.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Территория объекта исследований площадью 8742 км² охватывала Седельниковский административный район, часть Тарского и Муромцевского районов Омской области (географические координаты левого нижнего угла 56°23' с.ш., 74°06' в.д. и правого верхнего – 57°04' с.ш., 76°18' в.д.). Основными источниками информации служили топографические карты М 1 : 100 000 и 1 : 50 000, почвенная карта М 1 : 600 000, карта геоморфологического районирования Омской области [6]. Особая надежность топографических карт обеспечивается тем, что изображение в виде горизонталей отличается наглядностью восприятия и возможностью описания морфографических и морфометрических характеристик рельефа [6–8]. В ходе региональных исследований выбранные масштабы карт способствовали отображению плоскоравнинных открытых, а также покрытых древесной растительностью и холмистых территорий.

Архитектура разработанной базы данных (БД) сельскохозяйственных земель представляет совокупность реляционных таблиц, соединенных между собой связями «один-ко-многим». Для разработки схемы БД использована СУБД Microsoft Access 2013, для практической реализации в геоинформационной системе – полнофункциональная ГИС ArcGIS 10.

Совокупность информации о территории хранится в растровой и векторной моделях данных ГИС. Растровая модель включает сканированные картографические материалы; ЦМР в виде GRID-модели; созданные морфометрические карты рельефа: гипсометрическую; карты экспозиции склонов, углов наклона рельефа; карты плановой, профильной, общей кривизны поверхности, кумулятивного стока, топографического индекса влажности TWI (Topographic Wetness Index), индекса мощности эрозии SPI (Stream Power Index). Топографический индекс влажности TWI использован для выделения и характеристики увлажненных участков, связанных с кумулятивным поверхностным стоком территории местного водосбора [3, 5]. Индекс мощности эрозии SPI применен для характеристики на изучаемой территории степени развития эрозионных процессов, способности накопления осадочных пород [3, 5].

Систематизацию сведений о рельефе территории производили по отношению к элементарным поверхностям рельефа (ЭП). Согласно методу морфодинамического анализа, изложенному в работах А.Н. Ласточкина [9, 10], ЭП представляют собой морфологически однородные образования,

ограниченные между собой гребнями и перегибами в рельефе. Сочетание ЭП позволяет изучить и отобразить на карте сложный рельеф. Элементарные поверхности, выделенные на морфологической основе, обладают общностью свойств распределения потоков вещества по поверхности. Для выделения ЭП структурными линиями служили гребневые и килевые линии с экстремальными значениями высот в виде функции плановых координат; линии выпуклых и вогнутых перегибов с нулевыми значениями первой производной и максимальными значениями – второй; морфоизографы с нулевыми значениями плановой кривизны. Характерными точками являлись места наибольших повышений или понижений в рельефе территории, вершины седловин, отметки урезов водной поверхности.

Векторная модель данных представляет собой слои ГИС с соответствующими таблицами атрибутивных данных: цифровой топографической картой, ЦМР в векторной форме, картой геоморфологического районирования территории и элементарных поверхностей рельефа. Цифровая топографическая карта включает информацию об объектах топографии изучаемой территории: населенных пунктах, древесной растительности, объектах гидрографии и др. ЦМР содержит информацию о рельефе земной поверхности в виде горизонталей, отметок точек земной поверхности, форм рельефа. Карта геоморфологического районирования включает информацию о геоморфологических областях и районах [6].

Для создания ЦМР в виде GRID-модели использован метод интерполирования ANUDEM [11–13], относящийся к локальному адаптивному интерполятору. Особенность метода заключается в интерполировании поверхности по точкам, наиболее точно описывающих особенности поверхностного стока и дренажной сети территории [11–13]. Исходные данные для цифрового моделирования рельефа получены с топографических карт двух масштабов – 1 : 100 000 и 1 : 50 000. В соответствии с этим на основе работ [7, 8, 14] при моделировании размер ячейки GRID-модели установлен равным 100 м. В ходе моделирования использованы различные типы данных, в том числе сведения об отметках урезов водных поверхностей, тальвегов, границ оврагов, дорог и др. Это повысило точность построения ЦМР. На рис. 1 показан фрагмент ЦМР, созданный этим методом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

ЦМР служила основой для определения геоморфометрических параметров рельефа и создания тематических карт: гипсометрической; карт крутизны и экспозиции склонов, направления кумулятивного стока; карт плановой, профильной и общей кривизны поверхности. На рис. 2 отображен фрагмент гипсометрической карты рельефа территории водосборного бассейна, расположенного в междуречье рек Иртыш, Тара и Уй. Изучаемая территория характеризуется перепадом высот от 48 до 154 м, средняя отметка при этом составляет 110 м, стандартное отклонение – 23 м. Наиболее пониженные участки рельефа приурочены к поймам рек, лощинам, речным долинам, повышенные – к водораздельным равнинам.

Крутизна склонов оказывает определяющее влияние на формирование поверхностного стока и степень развития эрозионных процессов. Создана карта углов наклона рельефа, на которой выделение земель по категориям

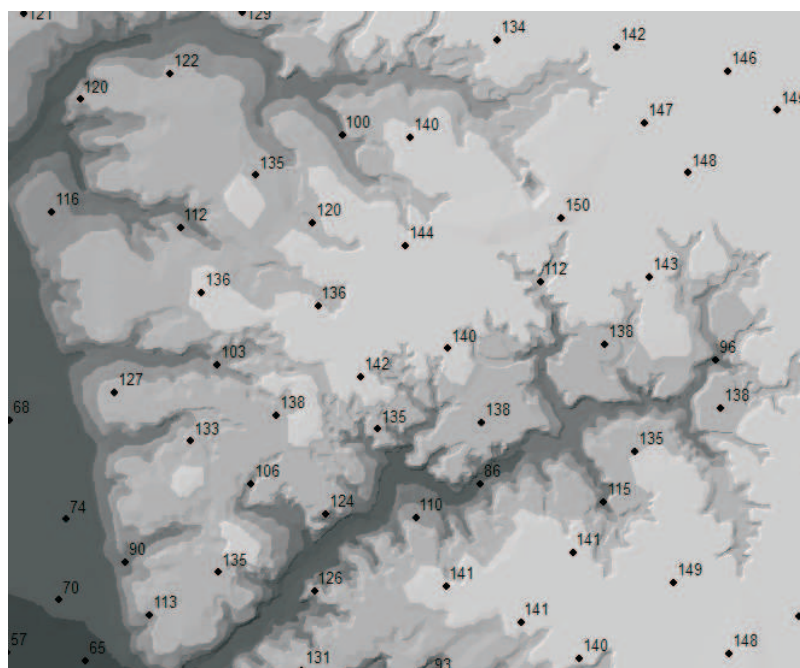


Рис. 1. ЦМР, созданная методом ANUDEM:
124 – высоты точек земной поверхности, м

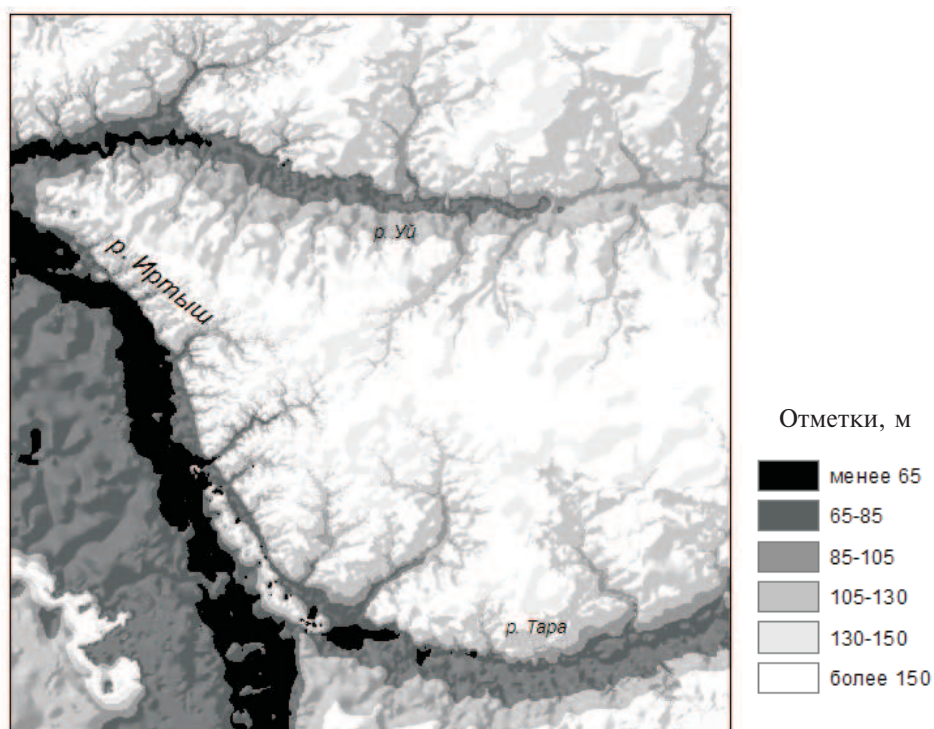


Рис. 2. Гипсометрическая карта рельефа

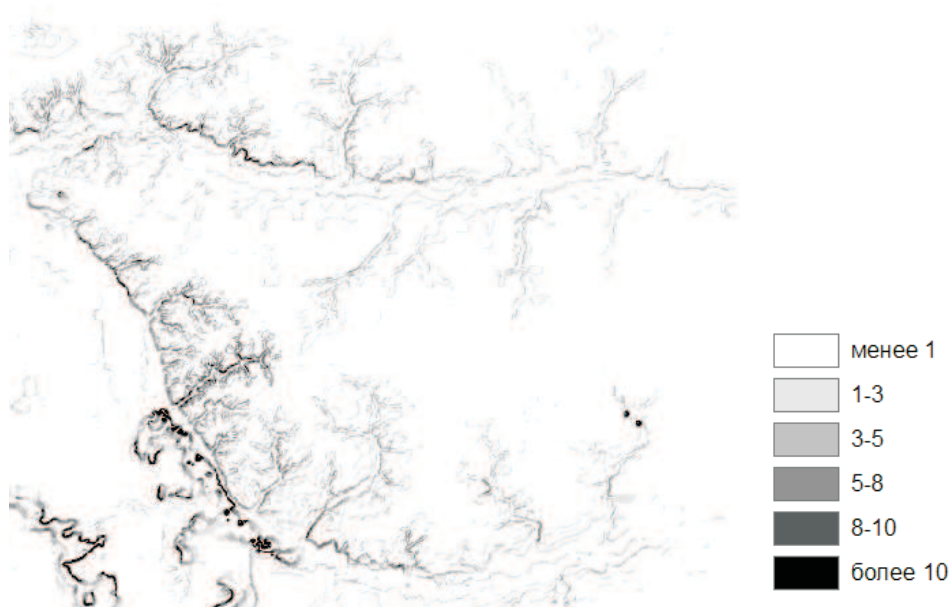


Рис. 3. Карта углов наклона рельефа, град.

склонов осуществляли согласно методическим указаниям [15] (рис. 3). Определено, что распределение земель по типам склонов неравномерное, большая часть занята плоскими водоразделами с углами наклона рельефа менее 1° (83,0 %). Очень пологие склоны (с крутизной ската $1-2^\circ$) и пологие ($2-3^\circ$) встречаются на 11,9 % территории, слабопокатые с углами $3-5^\circ$ распределены на 3,5 %, покатые с углами $5-8^\circ$ занимают 1,3 %. Сильнопокатые склоны ($8-10^\circ$), крутые (более 8°) и очень крутые (более 15°) в совокупности занимают незначительную часть – 0,3 % площади территории. Средние значения углов наклона рельефа изучаемой территории составляют менее 1° , стандартное отклонение не превышает $0,5^\circ$ (табл. 1).

Определены геоморфометрические параметры, характеризующие кривизну земной поверхности в плановом положении и профиле, и созданы соответствующие карты. Анализ результатов полученной ЦМР (1 650 777 ячеек) показал, что диапазон изменения значений плановой и профильной кривиз-

Таблица 1

Геоморфометрические параметры рельефа

Отклонение	H, м	Кривизна поверхности			Угол наклона, град.	Экспозиция, град.
		C _{plan}	C _{prof}	C		
Минимальное	47,53	-0,73	-0,41	-1,31	0	0
Максимальное	154,08	0,35	0,68	0,55	18,52	360
Среднее	110,03	-0,003	-0,002	-0,003	0,13	218,03
Стандартное	23,07	0,004	0,006	0,008	0,48	101,82

П р и м е ч а н и е. H – высота, м; кривизна поверхности: C_{plan} – плановая; C_{prof} – профильная; C – общая.

Для систематизации сведений о рельефе территории составлена ЭП рельефа (рис. 5). В структуре таблицы ЭП определены поля, включающие сведения о типе почв, рыхлых почвообразующих породах, глубине залегания грунтовых вод согласно почвенной карте Омской области и литературным источникам. Установлен уникальный идентификатор, соответствующий номеру ЭП для возможности осуществления запросов к атрибутивным данным таблицы (табл. 2). Геоморфометрические параметры рельефа использованы при создании БД сельскохозяйственных земель путем усреднения числового значения параметра по растровым картам.

Таким образом, выделены элементарные поверхности в виде площадных примитивов с ограничивающими их структурными линиями рельефа. Это позволило систематизировать поверхности в сходные однотипные группы по направленности и интенсивности потоков вещества и энергии: водораздельные, склоны, эрозионные и пойменные (табл. 3).

Междуречье включает субгоризонтальные и выпуклые поверхности с углами наклона рельефа менее 1° , вогнутые седловины. Седловины со-

Таблица 2

Атрибутивные данные карты элементарных поверхностей рельефа

ID	h , м	v , град.	Почва	Глубина залегания грунтовых вод, м	Экспозиция, град.	C_{plan}	C_{prof}	TWI	SPI
121	3	0,015	B_n^{T0}	Менее 0,5	0	-0,003	-0,002	5,8	0,8
10	5	0,023	П	Более 6	359	0,0004	0,0001	1,6	1,5
5	20	3,267	П	Более 6	168	0,256	0,524	0,9	5,4
10	22	5,864	P_d	Более 6	193	0,022	0,613	2,6	6,3
22	5	0,018	B_b^{T1}	Менее 0,5	0	-0,002	-0,004	4,3	0,5

Примечание. h – глубина базиса эрозии, м; v – угол наклона рельефа, град.; B_n^{T0} – болотные низинные торьянисто- и торфяно-глеевые; B_b^{T1} – болотные верховые на мелких и средних торфах; П – подзолистые почвы; P_d – дерново-подзолистые.

Таблица 3

Типы поверхностей рельефа

Тип поверхностей	Элементарные поверхности	Номер*
Водораздельные	Выпуклые	2
	Субгоризонтальные	1
	Седловины вогнутые	10
Склоны	Очень пологие (угол наклона рельефа $1-2^\circ$) и пологие ($2-3^\circ$)	3
	Слабопокатые ($3-5^\circ$)	4
	Покатые ($5-8^\circ$)	5
	Сильнопокатые ($8-10^\circ$), крутые ($10-15^\circ$) и очень крутые (более 15°)	6
Эрозионные	Водосборные понижения	7
	Лощины, ложбины	8
Пойменные	Поймы рек, речные террасы	9

* Номер соответствует рис. 5.

единяют плоские участки междуречий и плавно переходят в водосборы ложин. Почвообразующими породами служат озерно-болотные верхне-четвертичные и современные отложения, представленные глинами и тяжелыми суглинками с мергелем, сапропелем, минеральными красками. Глубина залегания грунтовых вод менее 0,5 м. Здесь формируются болотные верховые и низинные почвы часто с мощными торфами [17, 18].

Склоны отличаются большим разнообразием по форме, крутизне и экспозиции. Пологие и очень пологие склоны плавно соединяются с водоразделами; плоские и слабовыпуклые в продольном профиле склоны имеют углы наклона 1–3°; сильнопокатые террасированы и характеризуются крутизной более 8°. В большинстве случаев склоны ориентированы с северо-запада на юго-восток в перпендикулярном направлении к речным долинам. Поверхности склонов осложнены ложинами, ложбинами и выраженными в рельефе водосборными понижениями. Основными почвообразующими породами служат лессовидные суглинки, которые при нагрузке дают просадку и легко размываются водными потоками. Распространены преимущественно подзолистые и дерново-подзолистые почвы [17, 18].

Поймы рек распространены на озерных и озерно-аллювиальных отложениях ниже-среднечетвертичного возраста с покровными тонкозернистыми песками, реже супесями. Почвенный покров составляют аллювиальные лугово-болотные почвы [18, 19].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная база данных сельскохозяйственных земель включает совокупность информации о территории в растровой и векторной моделях данных ГИС ArcGIS 10. Использование геоморфометрического анализа при создании БД позволило вычислить основные параметры, характеризующие рельеф по крутизне и экспозиции склонов, кривизне поверхности, кумулятивному стоку. Вычислены показатели, отражающие увлажнение территории и степень развития эрозионных процессов в виде топографического индекса влажности TWI и индекса мощности эрозии SPI. Это позволило систематизировать сведения о рельефе по отношению к элементарным поверхностям, обладающим общностью свойств распределения вещества и потоков по земной поверхности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Танасиенко А.А.** Специфика эрозии почв в Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. – 175 с.
2. **Рейнгард Я.Р.** Деградация почв экосистем юга Западной Сибири. – Омск, Лодзь (Польша), 2009. – 634 с.
3. **Geomorphometry: Concepts, Software, Applications** / by editing Tomislav Hengl. Hannes I., Reuter. – 2009. – 765 p.
4. **Florunsky I.** Digital Terrain Analysis in soil science and geology. – Elsevier, 2012. – 379 p.
5. **Wilson J.P.** Terrain Analysis: Principles and Applications, 2000. – 520 p.
6. **Павлова А.И., Каличкин В.К.** Использование материалов космической съемки и ГИС для геоморфологического районирования территории // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2009. – № 11. – С. 5–14.
7. **Самсонов Т.** Мультимасштабное картографирование рельефа. Общегеографические и гипсометрические карты. – Saarbrücken: OLAP Lambert Academic Publishing, 2011. – 208 с.

8. **Новаковский Б.А., Прасолов С.В., Прасолова А.И.** Цифровые модели рельефа реальных и абстрактных геополей. – М.: Научный мир, 2003. – 64 с.
9. **Ласточкин А.Н.** Морфологическая основа систематики и картографирования контролируемых рельефом компонентов ландшафта // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1991. – № 3. – С. 7–18.
10. **Ласточкин А.Н.** Системно-морфологическое основание наук о Земле (геотопология, структурная география и общая теория геосистем). – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2002. – 762 с.
11. **McCoy J., Johnston K., Kopp Steve et al.** Using ArcGIS Spatial Analyst. – ESRI Press. Redland CA (USA). – 2001. – 232 p.
12. **Hutchinson M.F., Gallant J.C.** Digital elevation models and representation of terrain shape J.P. Wilson and J.C. Gallant (eds) / Terrain Analysis. John Wiley & Sons. – New York, 2000. – P. 29–50.
13. **Tan Q., Xu X.** Comparative Analysis of Spatial Interpolation methods: an experimental study // Sensors & Transducers. – 2014. – Vol. 165, Issue 2. – P. 155–163.
14. **Hegl T.** Hiding the right pixel size // Computers and Geosciences. – 2006. – Vol. 32 (9). – P. 1283–1298.
15. **Агроэкологическая** оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: метод. руководство. – М.: Росинформагротех, 2005. – 784 с.
16. **Jenks George F.** The Data Model Concept in Statistical Mapping // International Yearbook of Cartography. – 1967. – N 7. – P. 186–190.
17. **Архипов С.А.** Этап формирования современного рельефа. Четвертичный период // Западно-Сибирская равнина. – М.: Наука, 1970. – С. 66–203.
18. **Прудникова В.М., Рейнгард Я.Р.** Почвообразующие породы Омской области // Почвы Западной Сибири, их мелиорация и эффективность удобрений. – Омск, 1980. – С. 3–8.

Поступила в редакцию 19.09.2016

**A.I. PAVLOVA, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher,
V.K. KALICHKIN*, Doctor of Science in Agriculture, First Deputy Director**

*Siberian Research Institute of Soil Management and Chemicalization
of Agriculture, SFSCA RAS*

**Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies, Russian Academy of Sciences*

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: annstab@mail.ru

USING THE GEOMORPHOMETRIC ANALYSIS OF A RELIEF FOR CREATING A DATABASE OF FARMLANDS

The geomorphometric analysis of a relief was used to create a GIS database of farmlands by way of example of Omsk Region. The main sources of information on relief features were M 1:100000 and 1:50000 topographic maps. By the method of interpolating ANUDEM was developed a topologically correct digital model of a relief (DEM). The DEM contains the appropriate cards for the territory studied: hypsometric card; maps of the steepness and exposure of slopes; maps of plan, profile and general curvatures of the earth surface; cumulative runoff. The geomorphometric parameters characterizing the intensity of erosion processes (SPI index) and moistening of the territory (TWI index) were calculated. These geomorphometric parameters were used for the creation of the GIS database of farmlands. In terms of architecture, the database is a set of relational tables connected among themselves by “one-to-many” communications. Systematization of information on the relief was carried out in the GIS database with respect to the elementary surface topography. Elementary surfaces of the relief possess common properties of distribution of substance and energy flows over the earth surface, as they are selected taking into account characteristic lines and contrary flexure points in the relief. In the structure of the table of elementary surfaces of the relief, the fields that include quantitative and qualitative descriptions of geomorphometric parameters; data on soil types, free soil strata and the groundwater depth are defined. The unique identifier corresponding to the number of the elementary surface is used for implementing requests to attribute data of the tables.

Keywords: GIS, database, farmlands, geomorphometric analysis, relief, topographic wetness index, stream power index.

**Н.Л. КУРАЧЕНКО, доктор биологических наук, профессор,
В.Л. БОПП, кандидат биологических наук, доцент**

Красноярский государственный аграрный университет

660049, Россия, Красноярск, пр. Мира, 90

e-mail: kurachenko@mail.ru

ДИНАМИКА УГЛЕРОДА ВОДОРАСТВОРИМОГО ГУМУСА В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ ПОД ЧИСТЫМИ И БИНАРНЫМИ ПОСЕВАМИ ДОННИКА

Исследовано гумусное состояние чернозема обыкновенного в чистых и бинарных посевах донника. Полевой опыт проходил в 2013–2015 гг. в Красноярской лесостепи. Оценку влияния чистых и бинарных посевов донника на гумусное состояние почвы изучали в севооборотах ячмень – пар + озимая рожь – озимая рожь; ячмень + донник – донник + озимая рожь – озимая рожь; донник – донник + озимая рожь – озимая рожь. Агроэкосистемы звеньев зернопарового и зернотравяных севооборотов, функционируя на почве с высоким уровнем гумусированности, обуславливают различное пополнение запасов гумуса. Бинарные посевы донника с ячменем определяют увеличение запасов общего углерода на 4 % (111 т/га) по сравнению с чистыми посевами донника. Разнонаправленный характер динамики углерода водорастворимого гумуса определяется структурой севооборота, количеством поступающих растительных остатков и гидротермическими условиями. Увеличение запасов влаги в черноземе обыкновенном способствует усилению минерализации $C_{\text{гумуса}}$ и снижению его количества в почве. Сезонная динамика водорастворимого гумуса в пахотном слое чернозема под чистыми и бинарными посевами донника на 52–46 % связана с динамикой влажности почвы. Прекращение жизненного цикла чистых и бинарных посевов донника определяет относительное увеличение углерода водорастворимого гумуса – на 17–31 %. Чистые посевы донника второго года жизни образуют пул C_{H_2O} , достигающий 0,51–0,59 т С/га в слое чернозема 0–40 см.

Ключевые слова: чернозем, бинарные посевы, донник, гумус, водорастворимый гумус.

Биологизация земледелия – наиболее перспективное направление, обеспечивающее сохранение плодородия почв и повышение рентабельности возделываемых культур. Важная роль при этом отводится насыщению севооборотов средоулучшающими культурами, которые обогащают почву органическим веществом и азотом, мобилизуют труднодоступные формы фосфора и калия и улучшают водно-физические свойства почвы [1]. Бобовые культуры, особенно в смеси со злаковыми, при правильной агротехнике, сроках и способах их использования могут быть источниками поступления в почву значительного количества азота и пополнения органическим веществом корнеобитаемого слоя [2].

Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур требуют новых научных решений, которые должны базироваться на более полном вовлечении в средо- и почвообразовательный процесс агроэкосистем доступных возобновляемых ресурсов. Полевые севообороты с бинарными посевами в современных условиях дают возможность решить проблемы производства зерна, создания устойчивой кормовой базы животноводства и стабилизировать плодородие почвы.

Цель исследования – дать количественную характеристику содержания, запасов и динамики углерода водорастворимого гумуса в чистых и бинарных посевах донника.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И ХИМИЗАЦИЯ

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование проведено лабораторией кормопроизводства Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Полевой опыт проходил в 2013–2015 гг. в Красноярской лесостепи. Объект исследования – чернозем обыкновенный, маломощный, среднесуглинистый. Почва опытного участка в слое 0–20 см характеризовалась высоким содержанием гумуса (7,9–9,6 %), слабощелочной реакцией среды ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 7,1–7,8), высокой суммой обменных оснований (40,0–45,2 м-экв./100 г). В пахотном слое содержалось P_2O_5 179,7 мг/кг, K_2O 118,3 мг/кг.

Оценку влияния чистых и бинарных посевов донника на гумусное состояние почвы изучали в следующих севооборотах: ячмень – пар + озимая рожь – озимая рожь; ячмень + донник – донник (подпокровный) + озимая рожь – озимая рожь; донник – донник + озимая рожь – озимая рожь.

Повторность опыта четырехкратная, общая площадь опытных делянок 150 м², учетная – 60 м², размещение систематическое. Удобрения при возделывании сельскохозяйственных культур не применяли. Озимую рожь высевали 22 августа после скашивания второго укоса донника. В полевом опыте возделывали ячмень Соболек, донник желтый КАТЭК, озимую рожь Красноярскую универсальную.

Содержание общего и водорастворимого углерода изучали в слоях почвы 0–20 и 20–40 см. Анализировали смешанные образцы, составленные из 10 индивидуальных. В 2013 г. их отбирали в сентябре, в 2014, 2015 гг. – с мая по сентябрь. Образцы высушивали и пропускали через сито диаметром ячейки 1 мм. Содержание общего углерода определяли по Тюрину, водорастворимый углерод – методом бихроматной окисляемости по Тюрину, потенциальную интенсивность дыхания – в чашках Конвея в лабораторных условиях [3, 4]. Экстракцию водорастворимого углерода осуществляли водой при комнатной температуре при соотношении почвы и воды 1 : 5. Полученные результаты обрабатывали методами корреляционного анализа и описательной статистики [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Почвенное органическое вещество – сложная гетерогенная система, состоящая из активной (легкоминерализуемой) и устойчивой (стабильной) части [6]. К легкоминерализуемой части органического вещества относят растительные остатки, микробную биомассу и подвижный гумус. Подвижный гумус – это комплекс веществ гумусовой природы, который легко переходит в растворимую форму. Водорастворимые соединения, выделяемые из растительных остатков в процессах разложения, представлены смесью органических кислот, аминокислот, углеводов. Данные соединения, составляющие периферическую часть гумуса, довольно быстро подвергаются минерализации и служат основным источником для синтеза гумусовых веществ. Поступление в почву корневых и пожнивных остатков многолетних трав повышает обеспеченность почвы легкоминерализуемыми соединениями, которые исключительно важны для формиро-

вания новой микробной биомассы и других быстротекущих процессов в почве [7].

Запасы углерода органического вещества в черноземах обыкновенных региона представлены преимущественно стабильной фракцией гумуса. Эти соединения составляют 83–84 % от запасов $C_{\text{гумуса}}$ [8]. В составе подвижного органического вещества доминируют молодые гумусовые кислоты, извлекаемые щелочным гидролизатом. Доля водорастворимых соединений невелика – 1–2 %.

Агроэкосистемы звеньев зернопарового и зернотравяных севооборотов, функционируя на почве с высоким уровнем гумусированности, определяют различное пополнение запасов гумуса. Так, средние запасы его в слое почвы 0–40 см в севообороте ячмень – пар + озимая рожь – озимая рожь и севообороте с возделыванием донника в чистом виде примерно одинаковы – 106–103 т/га (табл. 1). Бинарные посевы донника с ячменем определяли увеличение запасов общего углерода лишь на 4 % (111 т/га). Наличие в растительном материале бинарных посевов трудногидролизуемых соединений злакового компонента и широкое отношение $C : N$ в нем создают наилучшие предпосылки для образования гумусовых веществ или их фрагментов, чем в остатках чистых посевов донника. При этом содержание водорастворимых гумусовых веществ больше увеличивалось при трансформации донника. На такую возможность указывают ранее проведенные исследования [9]. Установлено, что удельная скорость гумификации мортмассы зернопарового севооборота с запашкой злакового сидерата составила 0,7 мг/г в сутки. В севооборотных звеньях с запашкой бобового растительного вещества удельная скорость гумификации 0,5 мг/г в сутки.

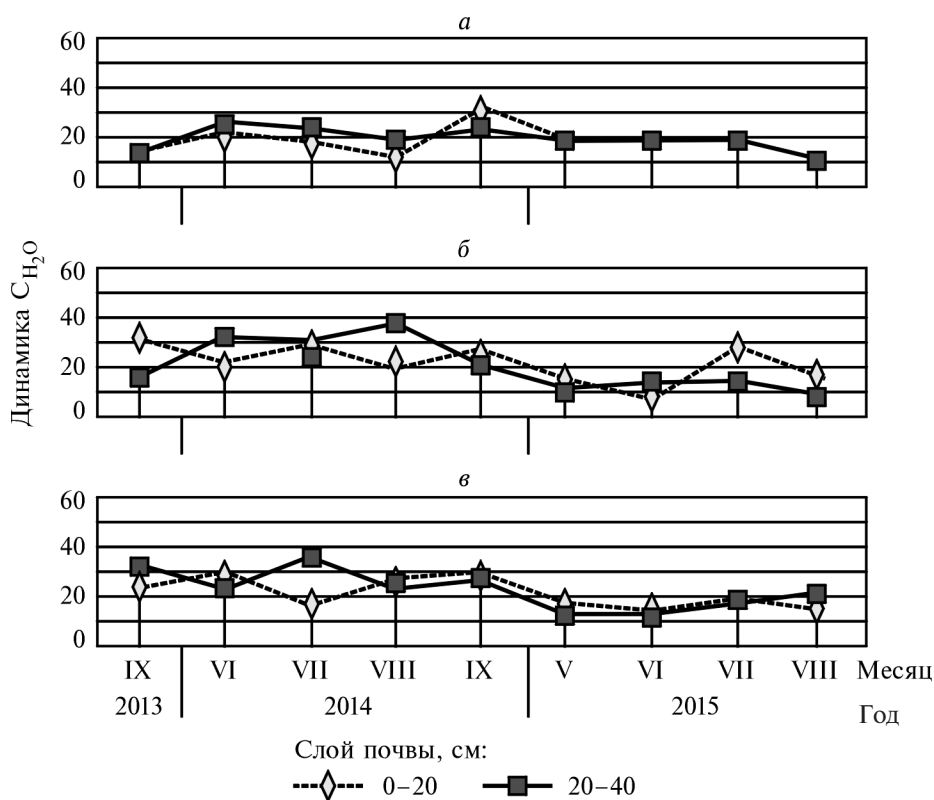
Характерная особенность почвообразовательного процесса – его цикличность. Понять природу почвообразования любой почвы невозможно без изучения сезонных процессов, их динамики и конкретного проявления. В наибольшей степени это относится к почвам черноземного типа с характерным для них контрастным режимом увлажнения. Цикличность процессов гумусообразования проявляется в сезонной и

Таблица 1
Запасы углерода общего гумуса в черноземе обыкновенном агроценозов
($n = 9$, 2013–2015 гг.), т С/га

Севооборот	Слой, см	$\bar{X}$	C_v , %
Ячмень – пар + озимая рожь – озимая рожь	0–20	$103,8 \pm 4,2$	12
	20–40	$108,9 \pm 5,3$	15
Ячмень + донник – донник (п/п) + озимая рожь – озимая рожь	0–20	$108,2 \pm 3,9$	11
	20–40	$113,8 \pm 4,0$	10
Донник – донник + озимая рожь – озимая рожь	0–20	$101,1 \pm 3,3$	10
	20–40	$104,9 \pm 4,1$	12

Примечание. $\bar{X}$ – среднее арифметическое, C_v – коэффициент вариации.

многолетней динамике содержания гумуса и его подвижных компонентов. Динамика водорастворимого гумуса связана с процессами прироста и деструкции растительного вещества, интенсивностью его разложения. Она имеет разнонаправленный характер и протекает с переменной интенсивностью ($C_v = 10-46\%$). Установлено, что после возделывания ячменя содержание водорастворимого углерода в слое чернозема обыкновенного 0–40 см не превышало 15 мг С/100 г (см. рисунок). В паровом поле и последующем агроценозе озимой ржи концентрация C_{H_2O} достигала 21 мг С/100 г и имела тенденцию постепенного снижения к августу. Возделывание донника, обладающего хорошо развитой и глубоко проникающей в почву корневой системой, способствовало обогащению почвы органическим веществом. В бинарных посевах донника пик повышения содержания водорастворимого гумуса в почве отмечен в августе (36 мг С/100 г), в чистых посевах донника – в июле (35 мг С/100 г). В посевах озимой ржи динамика углерода водорастворимого гумуса со-



Динамика C_{H_2O} в черноземе обыкновенном, мг С/100 г:

севооборот: а – ячмень – пар + озимая рожь – озимая рожь; б – ячмень + донник – донник (п/п) + озимая рожь – озимая рожь, в – донник – донник + озимая рожь – озимая рожь

проводилась понижением его содержания к уборке культуры. Снижение концентрации C_{H_2O} обусловлено его минерализацией. Наблюдения за дыханием почвы показали, что осенью 2013 г. потенциальная интенсивность дыхания в слое чернозема 0–20 см составила 2,9–5,0 мг $CO_2/10$ г. Возделывание озимой ржи по чистым и бинарным посевам способствовало усилению биологической активности данного слоя. В вегетационный сезон 2015 г. максимальная эмиссия приходилась на вариант с бинарными посевами донника, достигающая 8,1 мг $CO_2/10$ г. Установлено, что увеличение запасов влаги в черноземе обыкновенном способствует усилению минерализации Сгумуса и снижению его в почве ($r = -0,50 - (-0,73)$). Сезонная динамика водорастворимого гумуса в пахотном слое чернозема под чистыми и бинарными посевами донника на 52–46 % сопряжена с динамикой влажности почвы.

По мнению исследователей [10], важным звеном регулирования органического вещества почв служит оптимизация севооборотов. Подбор и оценку их осуществляли не только по продуктивности и производственно-экономическим критериям, но и количеству лабильного органического вещества, оставляемого каждым предшественником. Особенно велико значение севооборотов с полями люцерны, эспарцета, донника, где потери компенсируются за счет гумификации растительных остатков многолетних трав.

Количество углерода в компонентах подвижных гумусовых веществ определяется характером использования почвы. Высокие темпы разложения растительных остатков предшествующей культуры в условиях чистого пара обусловили минимальные запасы водорастворимого углерода (0,41 т С/га). Растительные остатки донника в чистых и бинарных посевах при разложении образуют в почве пул водорастворимых гумусовых веществ (табл. 2). Запасы C_{H_2O} в почве бинарных и чистых посевов донника второго года жизни превышали паровое поле на 0,07–0,13 т/га соответственно. Относительное увеличение углерода водорастворимого гумуса составило 17–31 %.

Таблица 2
Запасы углерода водорастворимого гумуса в черноземе обыкновенном агроценозов, т С/га

Севооборот	Слой, см	2013, 2014 гг. (n = 5)		2015 г. (n = 4)	
		X	Cv, %	X	Cv, %
Ячмень – пар + озимая рожь – озимая рожь	0–20	0,41 ± 0,07	24	0,33 ± 0,03	24
	20–40	0,43 ± 0,04	27	0,37 ± 0,04	24
Ячмень + донник – донник (п/п) + озимая рожь – озимая рожь	0–20	0,47 ± 0,04	21	0,32 ± 0,07	47
	20–40	0,50 ± 0,07	33	0,25 ± 0,03	24
Донник – донник + озимая рожь – озимая рожь	0–20	0,51 ± 0,04	19	0,34 ± 0,02	10
	20–40	0,59 ± 0,05	20	0,34 ± 0,04	22

Таким образом, чистые посевы донника второго года жизни определяли максимальные запасы водорастворимых соединений гумуса в слое 0–40 см – 0,55 т С/га. В агроценозе озимой ржи водорастворимые гумусовые вещества быстро минерализовались, что подтверждается уменьшением их запасов до 0,32–0,34 т С/га. Исследованиями [11] показано, что увеличение поступления растительных остатков в почву сопровождалось соответствующим ростом минерализационных потерь углерода.

ВЫВОДЫ

1. Агроэкосистемы звеньев зернопарового и зернотравяных севооборотов определяли различное пополнение запасов гумуса в черноземе обыкновенном. Бинарные посевы донника с ячменем способствовали относительному увеличению общего углерода в почве (на 4 %) и его запасов (на 4,6 т/га) по сравнению с чистыми посевами донника.

2. Динамические изменения углерода водорастворимого гумуса имели разнонаправленный характер и протекали с переменной интенсивностью ($C_v = 10\text{--}46\%$). Они определялись структурой севооборота, количеством поступающих растительных остатков и гидротермическими условиями.

3. Прекращение жизненного цикла чистых и бинарных посевов донника второго года жизни способствовало относительному увеличению углерода водорастворимого гумуса – на 17–31 %. Максимальный уровень запасов C_{H_2O} выявлен в чистых посевах донника – 0,51–0,59 т С/га в слое чернозема 0–40 см.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дедов А.В., Несмеянова М.А., Кузнецова Т.А. Бинарные посевы с бобовыми травами // Пермский аграр. вестн. – 2014. – № 2. – С. 10–16.
2. Саранин Е.К. Биологизация земледелия. Теория и практика. – М.: ИКАР, 1996. – 130 с.
3. Ариуншкينا Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
4. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А.В. Соколова. – М.: Наука, 1975. – 487 с.
5. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 319 с.
6. Ларионова А.А., Золотарева Б.Н., Евдокимов И.В. и др. Идентификация лабильного и устойчивого пулов органического вещества в агросерой почве // Почвоведение. – 2011. – № 6. – С. 658–698.
7. Семенов В.М., Иванникова Л.А., Кузнецова Т.В., Семенова Н.А. Роль растительной массы в формировании органического вещества почвы // Почвоведение. – 2004. – № 11. – С. 1350–1359.
8. Кураченко Н.Л. Оценка и динамика агрофизического состояния черноземов и серых лесных почв Красноярской лесостепи: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Томск, 2010. – 35 с.
9. Чупрова В.В. Углерод и азот в агроэкосистемах Средней Сибири // Вестн. Красноярского ГАУ. – 1997. – 164 с.
10. Жидков В.М., Зеленов А.В. Динамика органического вещества и элементов питания почвы в севооборотах Нижнего Поволжья // Агрохим. вестн. – 2009. – № 2. – С. 30–31.
11. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Шепелев А.Г., Самохвалова Л.М., Прозоров А.С. Баланс углерода в черноземе выщелоченном при использовании его в различных севооборотах лесостепи Приобья // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2009. – № 6. – С. 5–13.

Поступила в редакцию 19.09.2016

N.L. KURACHENKO, Doctor of Science in Biology, Professor,
V.L. BOPP, Candidate of Science in Biology, Associate Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University

90, Mira Ave, Krasnoyarsk, 660049, Russia

e-mail: kurachenko@mail.ru

**WATER-SOLUBLE HUMUS CARBON DYNAMICS
IN COMMON CHERNOZEM OF KRASNOYARSK FOREST STEPPE
IN THE PURE AND BINARY MELILOT CROPS**

The humus state of common chernozem in the pure and binary melilot crops was studied. The field experiment was carried out in 2013–2015 in the Krasnoyarsk forest steppe area. The effects of the pure and binary melilot crops on the humus state of soil were studied in the following crop rotations: barley – fallow + winter rye – winter rye; barley + melilot – melilot + winter rye – winter rye; melilot – melilot + winter rye – winter rye. The agroecosystems of crop-fallow and crop-grass rotation links functioning on the soil with high humus content determine varied replenishment of humus reserves. The binary crops of melilot and barley determine the increase in total carbon reserves by 4 per cent (111 t/ha) as compared with the pure melilot crops. The multidirectional character of water-soluble humus carbon dynamics is determined by the structure of a crop rotation, the amount of plant residues and hydrothermal conditions. Increased moisture reserves in common chernozem contribute to the enhancement of humus mineralization and decrease in its amount in soil. The seasonal dynamics of water-soluble humus in the arable layer of chernozem under the pure and binary melilot crops by 52–46 per cent is connected with the soil moisture dynamics. The melilot lifetime termination determines a relative increase in the water-soluble humus carbon content by 17–31 per cent. The pure melilot crops of the second year of lifetime form a pool of C_{H_2O} reaching 0.51–0.59 tonnes of carbon per ha in the 0–40 cm layer of chernozem.

Keywords: chernozem, binary crops, melilot, humus, water-soluble humus.



УДК 633.358:559.551.5

К.С. ТЕМИРОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник,
И.С. САЛМИНА, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник,
М.К. ДОМАНСКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

*Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции –
филиал Института цитологии и генетики РАН*

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: sibniirs@bk.ru

УРОЖАЙНОСТЬ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ГОРОХА ПОСЕВНОГО РАЗЛИЧНОГО МОРФОТИПА

Представлены экспериментальные данные по изучению 16 селекционных линий гороха посевного различного морфотипа. Изучена взаимосвязь между урожайностью и содержанием белка у селекционных линий гороха различного морфотипа – листочкового, безлисточкового (усатого) и хамелеон. Исследования проводили в 2012–2014 гг. в условиях лесостепи Западной Сибири по рекомендованным методикам. Посев осуществляли в оптимальные для культуры сроки сплошным рядовым способом. Размещение делянок систематическое. За стандарты приняты районированные в данной зоне сорта гороха посевного Новосибирец и Русь. Установлено, что современные видоизмененные формы в целом не уступают по урожайности и содержанию белка листочковым образцам, а в отдельных случаях превосходят их. При определении содержания белка в зерне выявлена тенденция снижения его содержания при росте урожайности. Выделены линии ТМ-1560, ТМ-1505, ТМ-1383, ТМ-1507, Титан × Таежный, сочетающие высокую урожайность (2,4–2,9 т/га) и повышенное содержание белка в зерне (23,9–27,7 %). Линия ТМ-1505 (хамелеон) с ярусной гетерофилией отличается высокими показателями продукционного процесса и повышенным биологическим потенциалом. Указанные линии представляют практическую ценность в селекционной работе по созданию генотипов, сочетающих высокие показатели урожайности и содержания белка в условиях лесостепи Западной Сибири. Проведенный корреляционный анализ выявил достоверную отрицательную связь ($-0,72$) между урожайностью и содержанием белка в 2012 г. у линий с обычным типом листа. В остальные годы изучения достоверной взаимосвязи между анализируемыми признаками не отмечено.

Ключевые слова: горох, морфотип, урожайность, корреляция, содержание белка.

В связи с растущим спросом на продовольственные и кормовые ресурсы, а также с необходимостью диверсификации современного растениеводства в последние годы большое внимание уделяется бобовым культурам [1]. Бобовые растения вносят решающий вклад в азотный баланс наземных экосистем и агроценозов. Расширение посевов позволяет не только увеличить производство высокобелкового зерна и сбалансированных по питательности кормов, но и одновременно улучшить плодородие почв [2].

Горох – один из основных источников ценного растительного белка, который широко используется для производства высокобелкового продовольственного зерна, зернофуража, зеленого корма, силоса, сенажа, травяной муки. Белок гороха (18–35 % в зерне и 13–24 % в зеленой массе) содержит до 34 % незаменимых аминокислот и является хорошим источ-

ником лизина. Сорта гороха по содержанию общего и растворимого белка уступают сортам сои, однако питательные свойства его остаются высокими из-за нулевой активности уреазы [3].

В процесс синтеза белка растения гороха в симбиозе с клубеньковыми микроорганизмами вовлекают азот воздуха, недоступный для большинства других растений. Помимо этого до 50–100 кг симбиотического азота/га накапливается в почве, что определяет ценность гороха как одного из лучших предшественников для других сельскохозяйственных культур. Большое значение при этом имеют относительно короткий вегетационный период и высокая биологическая активность корневой системы, которая способна усваивать фосфорнокислые и другие труднодоступные для зерновых злаков соединения [4].

Учитывая большое разнообразие экологических условий в местах возделывания гороха, в селекции используют контрастные по морфологическим признакам и биологическим особенностям образцы, как традиционные, так и оригинальные, с уникальным комплексом признаков, например люпиноид, обладающий фосцированным стеблем и сдвинутым в апикальную часть растения бобами [5]. Заслуживает внимания и рассеченно-листочковый морфотип, образцы которого сочетают высокую продуктивность биомассы с повышенным содержанием белка в семенах [6]. Белки семян таких морфотипов гороха представлены альбуминами, глобулинами и глютеинами. Основную часть белкового комплекса (65–75 %) составляет глобулиновая фракция, состоящая из легумино- и вицилиноподобных белков [7]. Целесообразность такого подхода определяется различием адаптивных реакций между группами морфотипов. По данным физиологов, листочковые формы по сравнению с безлисточковыми (усатыми) имеют более высокий потенциал продуктивности и устойчивости к абиотическим стрессорам, включая водный дефицит [8].

Изучение современных российских и иностранных сортов гороха в целом подтверждает вывод о наличии отрицательной корреляции между урожайностью и содержанием белка в семенах. Таким образом, селекция гороха на высокую урожайность часто сопровождается снижением содержания белка в семенах, что девальвирует значимость культуры как одного из основных продуцентов протеина. В связи с этим вектор селекции должен быть направлен не на достижение максимальной урожайности, а на улучшение показателей качества зерна на фоне стабилизации относительно высокого уровня продуктивности [9]. Также следует учитывать, что в последнее время в связи с активно разрабатываемыми в России технологиями глубокой переработки все больше внимания уделяется созданию специализированных сортов, в том числе и с повышенным содержанием белка в семенах [10].

Цель исследования – изучить взаимосвязь между урожайностью и содержанием белка у селекционных линий гороха различного морфотипа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2012–2014 гг. на опытном поле Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции (СибНИИРС). Почва – дренированный выщелоченный чернозем средней мощ-

ности с содержанием гумуса 3,5–4,2 %. Реакция слабокислая 5,0–5,1; содержание P_2O_5 40–50 мг/100 г; K_2O 20–25 мг/100 г.

В качестве исходного материала для исследований использовали 16 селекционных линий гороха различного морфотипа селекции СибНИИРСа и НИИСХа Северного Зауралья. Посев проводили в оптимальные для культуры сроки (12–15 мая) сеялкой ССФК-7, сплошным рядовым способом с междурядьями 15 см и расстоянием между семенами 5 см. Глубина заделки семян 4–6 см. Размещение делянок систематическое. Площадь делянки 5 м² в трехкратной повторности, стандарты – через 10 номеров. За стандарты приняты районированные в данной зоне сорта Новосибирец и Русь. Всходы появлялись одновременно на всех делянках на 10–12-й день в зависимости от метеоусловий года. Уход за посевами заключался в поддержании междурядий и дорожек в рыхлом и чистом от сорняков состоянии, борьбе с вредителями и болезнями путем опрыскивания соответствующими ядохимикатами.

Уборку проводили напрямую малогабаритным комбайном «САМПО-130». Анализ содержания белка в семенах осуществляли в лаборатории биохимии СибНИИРСа. Математическую обработку результатов исследований проводили согласно методике полевого опыта [11] и с использованием программы Microsoft Excel.

Крайне засушливым был 2012 г.: обеспеченность осадками в мае – 34,5 %, в июле – 6 % от средней многолетней нормы. Среднемесячная температура воздуха в мае составила 11,3 °С, что соответствовало многолетней норме, в июне – 21,8 °С, на 4,9 °С выше нормы. Погодные условия 2013 г. были нетипичными для северной лесостепи Западной Сибири. Среднемесячная температура воздуха в мае составила 8,6 °С, что соответствовало многолетней норме, в июне – 14,7 °С, на 2,2 °С ниже нормы. Обеспеченность осадками была выше нормы, в мае выпало 76,8 мм против 37 мм по многолетним данным. В 2014 г. среднемесячная температура воздуха составила в мае 10,0 °С, что соответствовало многолетней норме, в июне – 17,4 °С, на 0,5 °С выше среднемноголетней нормы. Год характеризовался неравномерным выпадением осадков: в мае выпало 136 % от нормы, в июне лишь 32 %.

Оптимальные условия для накопления белка складываются при сумме осадков в период цветения – созревания более 40 мм и среднесуточных температурах 19–20 °С [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Максимальная урожайность зерна в опыте (2013 г. – 3,8 т/га) и в среднем за годы исследований (2,9 т/га) отмечена у линии листочкового морфотипа ТМ-1507 (Тюмень), при этом содержание белка в семенах составило 25,5 %, что на уровне среднего значения по опыту, но ниже, чем у стандартов. Высокую урожайность показали линии ТМ-1560, ТМ-1505, ТМ-1383 (2,6 т/га), СВ52Л × Детерминантный (2,5 т/га), Титан × Таежный (2,4 т/га), которые также характеризовались относительно низким содержанием белка. Следует отметить, что все высокопродуктивные линии, кроме ТМ-1505, являются листочковыми формами. Урожайность стандартов: 2,2 т/га у сорта Новосибирец и 2,4 т/га у сорта Русь.

Т а б л и ц а 1

Урожайность и биохимические показатели селекционных линий гороха

Название, происхождение	Морфотип	Содержание белка в семенах, %				Урожайность, т/га			
		2012 г.	2013 г.	2014 г.	Среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Среднее
Новосибирец (стандарт) (СибНИИРС)	Листочковый	24,0	29,3	25,0	26,1	1,8	2,8	2,2	2,2
Русь (стандарт) (СибНИИРС)	Усатый	24,7	26,4	26,2	25,7	1,6	3,2	2,4	2,4
ТМ-1505 (Тюмень)	Хамелеон	28,8	26,0	28,3	27,7	2,1	3,5	2,4	2,6
ТМ-1560 (Тюмень)	Листочковый	25,6	25,0	21,1	23,9	1,8	3,3	2,7	2,6
Титан × Аз-318 (СибНИИРС)	Усатый	28,4	31,2	27,4	29,0	1,8	2,8	2,2	2,2
ТМ-78 (Тюмень)	»	26,3	27,4	26,9	26,8	1,9	2,6	2,1	2,2
СВ52Л × Орловчанин (СибНИИРС)	Листочковый	30,2	24,5	26,8	27,1	1,6	2,5	1,5	1,8
ТМ-1507 (Тюмень)	»	27,0	25,0	24,5	25,5	2,3	3,8	2,6	2,9
ТМ-1484 (Тюмень)	»	28,7	29,8	26,8	28,4	1,6	3,0	2,1	2,2
Норд × Аз-318 (СибНИИРС)	Усатый	23,1	22,7	21,6	22,4	1,9	2,7	2,2	2,3
ТМ-1383 (Тюмень)	Листочковый	23,8	28,8	25,4	26,0	1,9	3,5	2,4	2,6
СВ52Л × Детерминантный (СибНИИРС)	»	29,8	22,2	22,1	22,7	2,0	3,2	2,4	2,5
Орловчанин-2 × Орловчанин (СибНИИРС)	»	27,5	24,0	25,0	25,5	1,5	3,1	1,5	2,0
Титан × Таёжный (СибНИИРС)	»	24,3	24,1	23,5	23,9	2,0	2,7	2,6	2,4
ТМ-62 (Тюмень)	Усатый	23,1	23,5	24,0	23,5	1,6	2,6	1,5	1,9
СВ52Л × Дударь (СибНИИРС)	Листочковый	24,1	24,0	22,5	23,5	2,1	2,8	1,5	2,1
СВ52Л × Орел (СибНИИРС)	Усатый	27,1	24,5	24,6	25,4	1,7	3,0	1,6	2,1
ТМ-249 (Тюмень)	»	26,9	28,4	24,6	26,6	1,7	2,8	2,1	2,2
Среднее по опыту НСР ₀₅		26,3	25,9	24,8	25,5	1,8 0,12	3,0 0,14	2,1 0,17	2,2

Наибольшее содержание белка в семенах у изучаемых линий отмечено в засушливом 2012 г. Максимальное значение было у листочковой линии СВ52Л × Орловчанин (30,2 %). В среднем за годы исследований выделились Титан × Аз-318 (усатый) – 29,0 %, ТМ-1484 (листочковый) – 28,4 %. При этом урожайность этих линий зарегистрирована на уровне стандартных сортов.

К группе высокобелковых относилась и линия ТМ-1505 – 27,7 % с ярусной гетерофилией, которая отличалась высокими показателями продукционного процесса и повышенным биологическим потенциалом (табл. 1). В целом при определении содержания белка в зерне выявлена тенденция снижения его содержания при росте урожайности.

В табл. 2 представлены результаты сравнительного изучения урожайности и содержания белка в группах сортов различного морфотипа: видоизмененный морфотип – 7 образцов, листочковый – 9.

В годы проведения исследований существенных различий по урожайности между группами морфотипов не отмечено. В избыточном по увлажнению 2013 г. листочковые формы превысили по урожайности видоизмененные образцы. В среднем в группе листочкового морфотипа урожайность была несколько выше (2,4 т/га), чем у видоизмененных форм (2,2 т/га). Однако линия видоизменного морфотипа ТМ-1505 (хамелеон) характеризовалась высокой урожайностью во все годы исследований, что свидетельствует о высокой экологической пластичности. Морфофизиологические особенности растений этой линии позволяют совмещать высокий потенциал семенной продуктивности и устойчивость к полеганию.

Проведенный корреляционный анализ выявил достоверную отрицательную связь ($-0,72$) между урожайностью и содержанием белка в 2012 г. у линий с обычным типом листа. В остальные годы изучения достоверной взаимосвязи между анализируемыми признаками не отмечено (табл. 3).

Таблица 2
Урожайность и содержание белка в группах гороха различного морфотипа

Морфотип	2012 г.		2013 г.		2014 г.		Среднее	
	Урожайность, т/га	Содержание белка, %	Урожайность, т/га	Содержание белка, %	Урожайность, т/га	Содержание белка, %	Урожайность, т/га	Содержание белка, %
Листочковый	1,9	26,7	3,1	25,2	2,1	24,1	2,4	25,3
Видоизмененный	1,8	26,2	2,8	26,2	2,0	25,1	2,2	25,8

Таблица 3
Коэффициенты корреляции между урожайностью и содержанием белка в группах гороха, различающихся по типу листа

Морфотип	Число линий	Год изучения			r05	r01
		2012 г.	2013 г.	2014 г.		
Листочковый	9	$-0,72^*$	0,21	$-0,40$	0,67	0,80
Видоизмененный	7	$-0,46$	0,08	0,18	0,75	0,85

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изучение селекционных линий гороха различного морфотипа в условиях лесостепи Западной Сибири показало, что современные видоизмененные формы в целом не уступают по урожайности и содержанию белка листовым образцам, а в отдельных случаях превосходят их.

2. Выделены линии ТМ-1560, ТМ-1505, ТМ-1383, ТМ-1507, Титан × Таежный, сочетающие высокую урожайность (2,4–2,9 т/га) и повышенное содержание белка в зерне (23,9–27,7 %). Указанные линии представляют практическую ценность в селекционной работе по созданию генотипов, сочетающих высокие показатели урожайности и содержания белка в условиях лесостепи Западной Сибири.

3. Проведенный корреляционный анализ выявил достоверно отрицательную связь ($-0,72$) между урожайностью и содержанием белка в 2012 г. в группе листового морфотипа. В остальных случаях достоверной взаимосвязи между анализируемыми признаками не отмечено.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бурляева М.О., Соловьева А.Е., Силенко С.И. Исследование генетического разнообразия чины посевной по адаптивности биохимических показателей зеленой массы // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, № 7. – С. 52–55.
2. Косолапов В.М. Новый этап развития кормопроизводства в России // Кормопроизводство. – 2007. – № 5. – С. 3–7.
3. Ашиев А.Р. Исходный материал гороха и его использование в условиях степи Республики Башкортостан: дис. ... канд. с.-х. наук. – Казань, 2014. – 184 с.
4. Кондыков И.В., Бобков С.В. и др. Современные европейские сорта гороха – урожайность и содержание белка // Зерн. хоз-во России. – 2010. – № 5 (11). – С. 17–20.
5. Соловьев Т.В., Лихенко И.Е. Особенности формирования урожая зерна гороха посевного различных морфотипов в условиях лесостепи Приобья // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2011. – № 2. – С. 28–36.
6. Паспорта доноров и источники селекционно ценных признаков сельскохозяйственных культур. Горох (*Pisum sativum* L.). Формы с измененной архитектоникой листа / сост. А.Н. Зеленов, В.Ю. Щетинин и др. / под ред. В.И. Зотикова. – Орел, 2011. – Вып. 9. – 28 с.
7. Зеленов А.Н., Шелепина Н.В., Мамаева М.В. Особенности аминокислотного состава белка листовых мутантов гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 1 (5). – С. 21–25.
8. Новикова Н.Е. Водный обмен у растений гороха с разным морфологическим типом листа // С.-х. биология. – 2009. – № 5. – С. 73–77.
9. Кондыков И.В. Основные достижения и приоритеты в селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 1. – С. 37–46.
10. Задорин А.Д., Терехов А.М., Шумилин П.И. Пути увеличения производства зернобобовых культур в центральных районах России // Вестн. РАСХН. – 1997. – № 3. – С. 32–34.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 244 с.
12. Васякин Н.И. Селекция зернобобовых культур в Западной Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Новосибирск, 2003. – 74 с.

Поступила в редакцию 13.09.2016

**K.S. TEMIROV, Candidate of Science in Agriculture, Researcher,
I.S. SALMINA, Candidate of Science in Biology, Lead Researcher,
M.K. DOMANSKAYA, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher**

*Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology
and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences*

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: sibniirs@bk.ru

PRODUCTIVITY AND BIOCHEMICAL PARAMETERS IN BREEDING LINES OF PEA OF DIFFERENT MORPHOTYPES

Data are given from experiments on studying 16 breeding lines of pea of different morphotypes. There was studied relationship between yielding capacity and protein content in pea breeding lines of different morphotypes – leafy, leafless and chameleon. Investigations were carried out in 2012–2014 under conditions of West Siberian forest-steppe areas according to recommended techniques. Pea was sown at the optimal dates by the continuous drill sowing method. The placement of plots was systematic. The pea cultivars Novosibirets and Rus recognized for this agricultural area were taken as standards. It has been found that the current modified forms as a whole are not inferior to leafy samples in yield and protein content, and in some cases exceed them. When determining the protein content in grain, a tendency towards its reduction with the growth in productivity was revealed. There were selected the lines TM-1560, TM-1505, TM-1383, TM-1507, Titan x Tazhny combining high productivity (2.4–2.9 t/ha) and higher grain protein content (23.9–27.7%). The line TM-1505 (chameleon) with layered heterophylly is distinguished by higher parameters of the production process and increased biological potential. These lines are of practical value in breeding work for developing genotypes combining high levels of productivity and protein content under conditions of West Siberian forest steppe. The correlation analysis has revealed significant negative relationship (-0.72) between yield and protein content in lines with the usual type of the leaf in 2012. In the remaining years of study, no significant relationship between these traits was found.

Keywords: peas, morphotypes, yield, correlation, protein content.



УДК 582.734.3:581.142

С.В. АСБАГАНОВ, кандидат биологических наук, научный сотрудник,
Е.В. КОБОЗЕВА, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник,
А.В. АГАФОНОВ, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН
630090, Россия, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101
e-mail: cryonus@mail.ru

ПОКОЙ И ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН РЯБИНЫ СИБИРСКОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ФИТОГОРМОНАМИ*

Изучено три варианта хранения семян рябины сибирской (*Sorbus sibirica* Hedl.): воздушно-сухих семян в комнатных условиях; воздушно-сухих – в термостате при температуре 1–3 °С; подсушенных до 25%-й увлажненности – в термостате при температуре 1–3 °С. Часть семян из каждого варианта обрабатывали растительными гормонами – растворами гибберелловой кислоты и кинетина, контрольные семена – дистиллированной водой. В вариантах со сроком хранения 0 дней использовали свежевыделенные (невysушенные) семена. Для проращивания использовали лабораторную методику непрерывной стратификации при температуре 1–3 °С. Семена проращивали через интервалы стратификации 45, 75 и 105 дней при температуре 25 °С, подсчитывая число проросших. В первые 45 дней сухого хранения семена перестали положительно реагировать на обработку фитогормонами, но при этом положительная чувствительность семян к холодной стратификации увеличивалась. При дальнейшем сухом хранении положительная чувствительность семян к фитогормонам постепенно восстанавливалась, но положительная реакция на холодную стратификацию не изменялась. Наибольшее количество прорастания семян рябины сибирской, обработанных фитогормонами, отмечено у свежевыделенных семян (87 %) при длительности стратификации 105 дней. Для сохранения высокой положительной чувствительности семян рябины сибирской к фитогормонам необходимо их хранение увлажненными на 25 % при температуре 1–3 °С. В этих условиях отмечено постепенное увеличение положительной чувствительности семян к холодной стратификации и снижение положительной чувствительности к фитогормонам. При хранении семян в этих условиях больше года чувствительность к фитогормонам и холодной стратификации снижается.

Ключевые слова: рябина, стратификация, фитогормоны, хранение семян, покой семян, прорастание семян.

Рябина сибирская (*Sorbus sibirica* Hedl.) – ценная древесная порода для интродукции и селекции в северных регионах России. В Западной Сибири рябина перспективна как декоративное, лекарственное и пищевое растение. Интактным семенам данной культуры свойствен глубокий физиологический покой, который можно преодолеть только в результате длительной холодной стратификации при низких положительных температурах [1–5]. Анализ используемых подходов и результаты, полученные в различ-

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проект № 14-04-01096-а.

ных исследованиях, приводят к заключению, что стандартный метод проращивания семян рябины недостаточно эффективен и нуждается в доработке [3]. Известно, что глубина и другие характеристики физиологического покоя семян рябины зависят от индивидуальных особенностей растений, погодных условий [1, 6], активности фитогормонов [4], высоты произрастания [7] и особенностей опыления материнского растения [8], а также подвержены влиянию множества других факторов [3, 4].

Цель работы – изучить особенности покоя и прорастания семян рябины сибирской в зависимости от условий и продолжительности их хранения.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В эксперименте использовали стандартную методику непрерывной стратификации семян при температуре 1–3 °С [1]. Семена выделяли из полностью созревших и неповрежденных плодов в конце сентября – начале октября, когда материнские растения заканчивали вегетацию и сбрасывали листья. Семена выделяли непосредственно перед началом эксперимента или хранили в воде до его начала, но не более 2–3 дней. Все опыты выполнены в трехкратной повторности по 50 семян. Характеристики покоя и прорастания семян рябины зависят от индивидуальных особенностей материнского растения и опылителей, поэтому мы использовали семена модельного биотипа *S. sibirica* – ИТПМ-1. Растение ИТПМ-1 расположено вдали от интродукционной коллекции представителей рода *Sorbus* и находится в окружении других растений исключительно своего вида. Однородность выборки семян контролировали методами SDS-PAGE и ISSR-PCR [9, 10]. Исследование выполнено в лаборатории интродукции пищевых растений Центрального сибирского ботанического сада РАН.

Для изучения влияния продолжительности и способов хранения семян свежевыделенные семена *S. sibirica* разделили на три части. Две части высушили до воздушно-сухого состояния, одну из них поместили в термостат с температурой 1–3 °С, другую хранили в комнатных условиях. Третью часть подсушили не полностью и хранили во влажной атмосфере эксикатора в термостате при температуре 1–3 °С. Последний вариант имитировал хранение семян в плодах. Для создания влажной атмосферы на дно эксикатора необходимо налить дистиллированную воду, а свежевыделенные семена поместить на влажной (не мокрой) фильтровальной бумаге на керамической вставке, плотно закрыть крышкой. В этом варианте семена были увлажнены лишь на 25 % относительно массы высушенных семян, тогда как в условиях максимальной увлажненности этот показатель составлял 76 %. Предельные значения увлажненности установлены нами экспериментально по разности масс свежевыделенных, высушенных и намоченных в воде семян. Далее через определенные интервалы (45, 75, 105, 150 и 417 дней) часть семян из каждого варианта хранения обрабатывали растительными гормонами (48 ч в растворе гибберелловой кислоты (ГК₃) – 100 мг/л, затем 48 ч в растворе кинетина (К) – 500 мг/л), а другую часть – дистиллированной водой. Затем семена помещали в термостат для холодной стратифика-

ции (1–3 °С) и через 45, 75 и 105 дней проращивали при температуре 25 °С, подсчитывая число проросших семян.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 представлена зависимость прорастания семян (%), хранившихся в сухом виде в комнатных условиях, от продолжительности их хранения, длительности холодной стратификации и обработки фитогормонами. Во всех вариантах без обработки фитогормонами с увеличением продолжительности хранения количество проросших семян сначала увеличивалось в 2–3 раза по сравнению со свежесобранными семенами, а при хранении более года – снижалось. В вариантах, где семена перед холодной стратификацией обрабатывали фитогормонами, хранение их в течение 45 дней сухими в комнатных условиях с последующей обработкой фитогормонами привело к резкому снижению процента прорастания по сравнению со свежесобранными семенами. Далее этот показатель снова повышался и после 105 дней хранения начинал постепенно снижаться.

Продолжительность хранения и длительность холодной стратификации оказывали существенное влияние на эффективность обработки фитогормонами. Наибольший процент прорастания, а следовательно, наибольшую эффективность фитогормонов наблюдали при обработке свежесобранных семян. Однако после 45 дней сухого хранения эффективность фитогормонов резко снижалась. В варианте с длительностью стратификации 45 дней она снижалась до нуля, как и в контроле. При стратификации 75 дней фитогормоны оказывали явное отрицательное влияние на прорастание семян – эффективность по отношению к свежесобранным семенам снижалась на 43 %, по отношению к варианту с обработкой водой на 9 %. При стратификации 105 дней эффективность фитогормонов оставалась

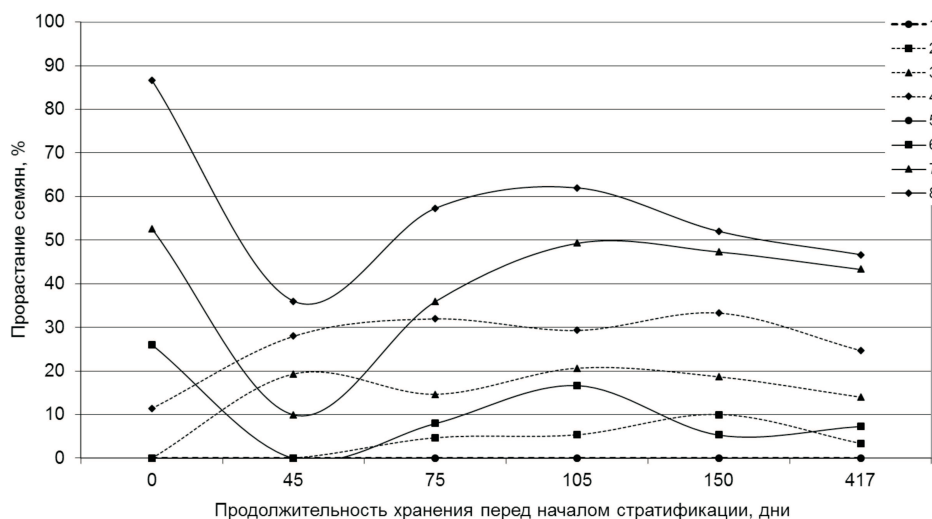


Рис. 1. Влияние продолжительности хранения семян рябины сибирской в комнатных условиях и продолжительности холодной стратификации на их прорастание: Способ обработки перед началом стратификации, длительность стратификации, дни: 1 – вода, 0; 2 – вода, 45; 3 – вода, 75; 4 – вода, 105; 5 – ГК₃ + К, 0; 6 – ГК₃ + К, 45; 7 – ГК₃ + К, 75; 8 – ГК₃ + К, 105

выше на 8 % (в варианте со свежевыделенными семенами эффективность фитогормонов составила 75 %).

С увеличением продолжительности сухого хранения чувствительность семян к фитогормонам начинала восстанавливаться. После 75 дней хранения на всей исследованной продолжительности стратификации процент прорастания у семян, обработанных фитогормонами, оставался выше по сравнению с вариантами, где семена обработали водой. Далее с увеличением продолжительности стратификации эффективность от обработки фитогормонами увеличивалась.

Таким образом, при хранении сухих семян в комнатных условиях менее 75 дней обрабатывать семена фитогормонами неэффективно, поскольку процент прорастания семян или очень низкий, или отрицательный.

Во втором опыте сухие семена перед обработкой хранили не в комнатных условиях, а в термостате при температуре 1–3 °С. Здесь также в первые месяцы хранения наблюдались значительные колебания количества прорастания семян. При хранении свыше 105 дней эффект от обработки фитогормонами оставался относительно низким (рис. 2).

У семян, хранившихся при температуре 1–3 °С в условиях 25%-й увлажненности, после обработки дистиллированной водой и дальнейшей холодной стратификации в отличие от семян при сухом хранении наблюдалось меньшее количество прорастания. Максимум этот показатель достигал лишь к 150 дням хранения (рис. 3).

Хранение семян в условиях 25%-й увлажненности с последующей обработкой фитогормонами и холодной стратификацией позволило избежать резких колебаний прорастания. При таком способе хранения в большинстве случаев наблюдался довольно значительный эффект от обработки фитогормонами. Этот показатель существенно снижался лишь при хранении более года.

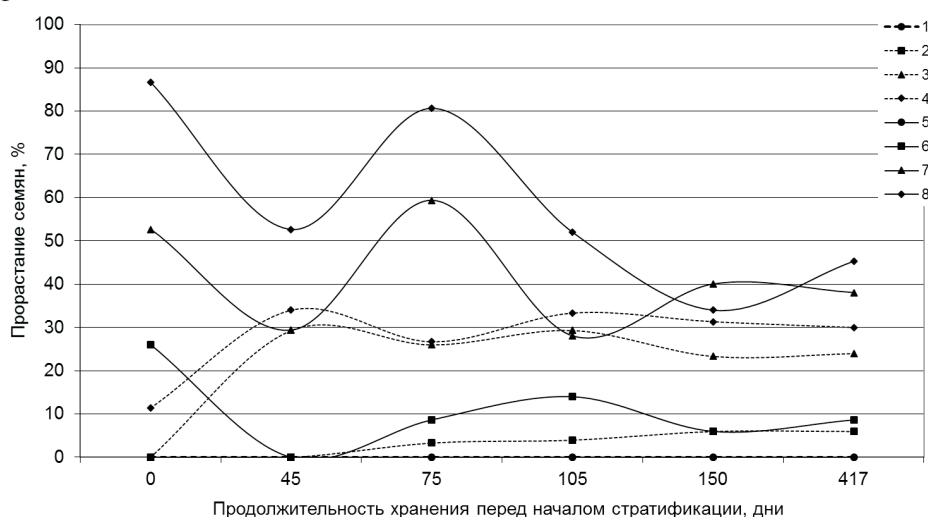


Рис. 2. Влияние продолжительности хранения семян рябины сибирской при температуре 1–3 °С и продолжительности холодной стратификации на их прорастание:

Усл. обозн. см. на рис. 1.

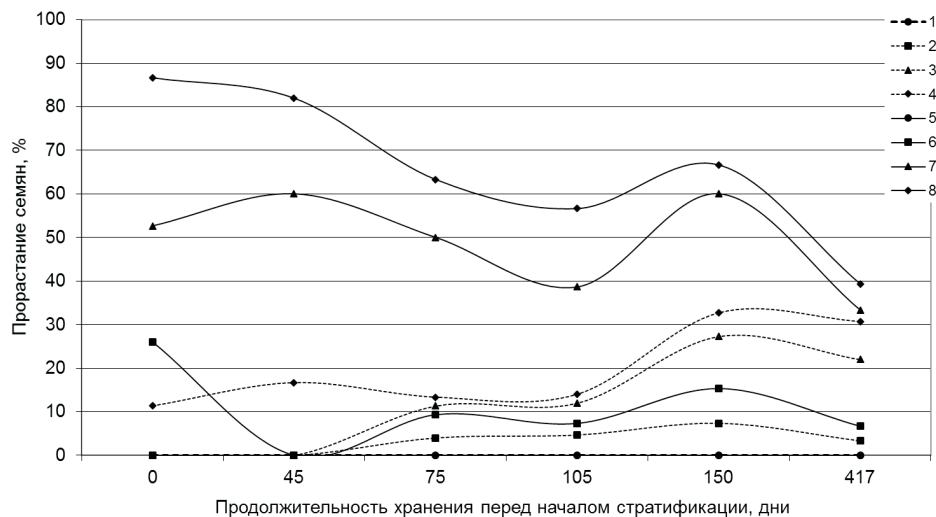


Рис. 3. Влияние продолжительности хранения семян рябины сибирской в условиях 25%-й увлажненности при температуре 1–3 °С и продолжительности холодной стратификации на их прорастание:

Усл. обозн. см. на рис.1

Объяснить наблюдаемые резкие колебания количества прорастания и эффективности фитогормонов в зависимости от способа и длительности хранения семян не представляется возможным без информации о биохимических системах, регулирующих покой и прорастание семян. К сожалению, в настоящее время механизм регуляции глубокого физиологического покоя изучен недостаточно. Большинство исследователей, детально изучающих покой семян, работают с арабидопсисом, семена которого характеризуются совершенно иным типом покоя, а полученные довольно подробные данные по механизму прорастания семян этого растения совершенно не применимы для объяснения механизмов покоя и прорастания семян с глубоким физиологическим покоем [11].

Полученные нами данные противоречат тем гипотезам, в которых решающая роль в регуляции механизмов покоя и прорастания отводится фитогормонам. По-видимому, между фитогормонами и факторами, блокирующими прорастание, есть, как минимум, один фактор-посредник, активность которого изменяется в процессе высушивания семян рябины, что приводит к резкому снижению или отрицательной эффективности фитогормонов. Неясно, по какой причине вместе со снижением эффективности фитогормонов увеличивается количество прорастания семян в контроле.

Наиболее ценным практическим результатом проведенного эксперимента является выявление способов и этапов хранения семян, когда применение фитогормонов оказывается неэффективным.

ВЫВОДЫ

1. Условия и продолжительность хранения, а также продолжительность холодной стратификации семян рябины сибирской оказывают

существенное влияние на глубину и продолжительность их покоя и чувствительность к фитогормонам. В первые 45 дней хранения семена перестают положительно реагировать на обработку фитогормонами. Однако одновременно с этим происходило значительное увеличение чувствительности семян к холодной стратификации. При дальнейшем сухом хранении чувствительность семян к фитогормонам постепенно восстанавливалась, хотя реакция на холодную стратификацию не изменялась.

2. Наибольшее количество прорастания семян рябины сибирской, обработанных фитогормонами, наблюдалось у свежевыделенных семян (76 %) при длительности стратификации 105 дней. Для сохранения высокой чувствительности семян рябины сибирской к фитогормонам необходимо их хранение увлажненными на 25 % при температуре 1–3 °С. В этих условиях наблюдалось постепенное увеличение чувствительности семян к холодной стратификации и снижение чувствительности к фитогормонам. При хранении семян больше года чувствительность и к фитогормонам, и к холодной стратификации снижалась.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. – Л.: Наука, 1985. – 348 с.
2. Разумова М.В. Биология прорастания семян видов рода *Sorbus* // Бот. журн. – 1987. – Т. 72 (1). – С. 77–83.
3. Stein W.I., Bonner F.T., Karrfalt R.P. *Sorbus* L. mountain-ash // Woody Plant Seed manual. – USDA Forest Service Agriculture Handbook, 2008. – P. 1059–1064.
4. Асбаганов С.В., Горбунов А.Б., Симагин В.С., Фотев Ю.В. и др. Рябина // Интродукция нетрадиционных плодовых, ягодных и овощных растений в Западной Сибири / под ред. И.Ю. Коропачинского, А.Б. Горбунова. – Новосибирск: Гео, 2013. – С. 61–85.
5. Кольцова М.А., Кожевников В.И., Кольцов В.Ф. Интродукция рябин (*Sorbus* L.) на Ставрополье / под ред. В.И. Кожевникова. – Ставрополь: изд-во Ставропольского ГАУ «АГРУС», 2014. – 300 с.
6. Zentsch W., Bialobok S., Suszka B. Stratification of *Sorbus aucuparia* L. seeds // International Symposium on Seed Physiology of Woody Plants (1968 September 3–8; Kornik, Poland). – Kornik (Poland): Institute of Dendrology and Kornik Arboretum, 1970. – P. 127–132.
7. Barclay A.M., Crawford R.M.M. Seedling emergence in the rowan (*Sorbus aucuparia*) from an altitudinal gradient // J. of Ecology. – 1984. – N 72. – P. 627–636.
8. Асбаганов С.В., Кобозева Е.В., Агафонов А.В. Покой и прорастание внутривидовых и межвидовых гибридных семян рябины сибирской, обыкновенной и бузинолистной // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2015. – № 5. – С. 63–67.
9. Асбаганов С.В., Кобозева Е.В., Агафонов А.В. Применение электрофореза запасных белков семядолей и ISSR-маркеров для идентификации гибридов между *Sorbus sibirica* Hedl. и *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark. // Вавилов. журн. генетики и селекции. – 2014. – Т. 18, № 3. – С. 486–496.
10. Asbaganov S.V., Kobozeva E.V., Agafonov A.V. Application of the electrophoresis of cotyledon storage protein and ISSR-markers to the identification of hybrids between *Sorbus sibirica* Hedl. and *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark // Russian J. of Genetics: Applied Research. – 2015. – Vol. 5, № 1. – P. 33–40.
11. Bewley J.D. Seed Germination and Dormancy // Plant Cell. – 1997. – Vol. 9, N 7. – P. 1055–1066.

Поступила в редакцию 13.09.2016

S.V. ASBAGANOV, Candidate of Science in Biology, Researcher,
E.V. KOBOZEVA, Candidate of Science in Biology, Junior Researcher,
A.V. AGAFONOV, Doctor of Science in Biology, Head Researcher

Central Siberian Botanical Garden,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
101, Zolotodolinskaya St, Novosibirsk, 630090, Russia
e-mail: cryonus@mail.ru

SORBUS SIBIRICA SEEDS DORMANCY AND GERMINATION DEPENDING ON STORAGE CONDITIONS AND PHYTOHORMONES

Three variants of mountain ash (*Sorbus sibirica* Hedl.) seeds storage have been studied: air-dry seeds at room temperature; air-dry seeds in the thermostat at 1–3°C; and seeds dried up to 25% moisture in the thermostat at 1–3°C. The part of the seeds from each category was treated with phytohormones, gibberellic acid and kinetin solutions, the control seeds with distilled water. The freshly isolated (non-dried) seeds were used in the variants without storage. Continuous stratification at 1–3°C in the laboratory was used for seed germination. The seeds were germinated at 25°C in the intervals of 45, 75, and 105 days in cold stratification with the number of germinated seeds to be counted. It has been found that during the first 45 days of dry storage the seeds stopped responding positively to the treatment with phytohormones but showed the positive response to cold stratification. At further dry storage, sensitivity of seeds to phytohormones was gradually recovering but the reaction to cold stratification did not change. The freshly isolated (not dried) *S. sibirica* seeds treated with phytohormones have shown the highest percentage of germination of 87% with 105 days of stratification. To keep high sensitivity of *S. sibirica* seeds to phytohormones, they need to be stored moistened to 25% water content at 1–3°C. Under these conditions, the seeds were observed to show gradually increased sensitivity to cold stratification and reduced sensitivity to phytohormones. Storing seeds in these conditions for more than a year reduces sensitivity to phytohormones and cold stratification.

Keywords: mountain ash, *Sorbus sibirica*, stratification, phytohormones, seeds storage, seed dormancy, seed germination.



УДК:636.52/.58.084

В.Н. ХАУСТОВ, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой,
С.И. СНИГИРЕВ*, доктор биологических наук, заместитель начальника,
С.С. ЛИ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Е.В. ПИЛЮКШИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
А.С. ПОКУТНЕВ**, кандидат сельскохозяйственных наук, индивидуальный предприниматель

Алтайский государственный аграрный университет

656049, Россия, Барнаул, пр. Красноармейский, 98

e-mail: haustovvn@mail.ru

**Алтайский краевой ветеринарный центр по предупреждению и диагностике
болезней животных*

656031, Россия, Алтайский край, Барнаул, ул. Шевченко, 160

e-mail: snigirev0157@mail.ru

*** Рекламное агентство «Фишка»*

658920, Россия, Алтайский край, Кулундинский район, р.п. Кулунда

e-mail: apokutnev@yandex.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ЯИЦ АРТЕМИИ В РАЦИОНАХ КУР

Представлены результаты исследований по включению в рацион кур родительского стада кросса Хайсекс коричневый разных доз яиц артемии. Исследование проведено в Алтайском крае. Сформированы три группы кур-несушек в возрасте 150 дней: контрольная, получавшая основной рацион, 1-я и 2-я опытные, в состав рациона которых включали 2 и 4 % яиц артемии соответственно. Источником кормовой добавки служили яйца жаброногого рачка *Artemia Salina*, собранные на оз. Большое Яровое Алтайского края. Учетный период продолжался в течение 270 дней (9 мес) с начала яйцекладки. За время опыта валовой выход яиц у кур-несушек 1-й опытной группы был выше на 5,83 % по сравнению с контрольной. У кур 2-й опытной группы увеличение яйценоскости составило 8,97 % по сравнению контрольной птицы. В конце опыта (420 дней) концентрация каротиноидов в желтке в 1-й и 2-й опытных группах была выше, чем в контрольной, в 3,75 и 5,20 раза соответственно. Добавка 4 % яиц артемии позволила увеличить оплодотворенность яиц на 5,79 %, выводимость яиц на 2,30 и вывод молодняка на 6,8 %. Сохранность кур в опытных группах была на уровне 100 %, что на 10 % выше, чем в контрольной. Экономический эффект на одну голову составил в 1-й и 2-й опытных группах соответственно 1400,5 и 1825,3 р.

Ключевые слова: артемия, рацион птицы, родительское стадо, яйценоскость, выводимость яиц.

В последние десятилетия для укрепления кормовой базы в птицеводстве часто используют нетрадиционные корма и кормовые добавки [1–3]. В их число входят яйца жаброногого рачка артемии, который в изобилии обитает в соленых озерах Западной Сибири.

Исследования по эффективности применения яиц артемии проведены на ремонтном молодняке и промышленном стаде яичных кур [4–7]. Однако нет экспериментальных данных, обосновывающих дозу яиц артемии в рационах кур родительского стада.

Цель исследования – изучить влияние различных доз яиц артемии на продуктивные и воспроизводительные показатели кур родительского стада.

В задачи исследования входило определить влияние яиц артемии на продуктивные качества кур-несушек; установить действие различных доз артемии на воспроизводительные качества птицы родительского стада; определить экономическую эффективность результатов исследования.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в условиях ООО «Птицефабрика “Комсомольская”» Алтайского края на птице родительского стада кросса Хайсекс коричневый. Для проведения опыта отбирали подопытных кур-несушек в возрасте 150 дней методом групп-аналогов по 40 гол. в группе с учетом живой массы и экстерьера. Учетный период продолжался 270 дней (9 мес) с начала яйцекладки. Всех подопытных кур-несушек содержали в типовых безоконных птичниках в трехъярусных клеточных батареях фирмы Big Dutchman при плотности посадки 4 гол. в клетке. Температурный, влажностный и световой режим подопытных несушек соответствовал рекомендованным нормативам.

Источником кормовой добавки для кур служили яйца жаброногого рачка *Artemia Salina*, собранные на оз. Большое Яровое Алтайского края. Яйца артемии – ценная кормовая добавка, содержащая в 1 кг 9,52 МДж/кг обменной энергии, а также 49,78 % сырого протеина. Кроме того, в состав яиц артемии входят незаменимые аминокислоты и ряд биологически активных веществ.

В эксперименте для подопытной птицы применяли фазовое кормление согласно нормам, установленным ВНИИТИП. На всем протяжении опыта кур контрольной группы кормили полнорационным комбикормом, который по питательности соответствовал нормам ВНИИТИП (2006 г.). Птица 1-й и 2-й опытных групп в составе рациона получала соответственно 2 и 4 % яиц артемии. В результате добавки яиц артемии для первой фазы яйцекладки в комбикорме опытных групп на 3,80 и 7,67 % повысилась протеиновая питательность, содержание лизина увеличилось на 5,06–10,13 %, триптофана – на 4,35–8,70, фосфора – на 13,43–26,87 % соответственно. Вместе с тем произошло снижение жировой питательности на 0,51–1,20 %, уменьшилось содержание сырой клетчатки на 0,95–2,08, кальция на 1,18–2,35 %. Во 2-й опытной группе, получавшей 4 % яиц артемии, на 0,89 % понизилась энергетическая питательность рациона.

Аналогичная ситуация отмечена при замене яйцами артемии 2 и 4 % комбикорма для второй фазы яйцекладки. Увеличение протеиновой питательности составило соответственно 4,20 и 8,41 %, на 5,05 и 10,10 % повысилось содержание в рационе лизина, на 6,12 и 12,24 – триптофана, на 15,53 и 31,07 % – фосфора.

В рационах опытных групп содержалось на 0,37 и 0,74 % меньше сырого жира, на 1,08 и 2,15 – сырой клетчатки, на 1,22 и 2,45 % – кальция соответственно, чем в основном рационе.

Действие яиц артемии на продуктивные и воспроизводительные качества кур родительского стада изучали с помощью зоотехнических, биохимических и экономических показателей.

Таблица 1

Яичная продуктивность кур-несушек родительского стада, шт.				
Показатель	Возраст птицы, дни	Группа		
		контрольная	опытная	
			1-я	2-я
Валовой выход яиц	150–180	1050	1060	1030
	181–210	1020	1110	1140
	211–240	1070	1130	1100
	241–270	1110	1080	1080
	271–300	1030	1020	1210
	301–330	890	970	1080
	331–360	930	1130	1050
	361–390	890	970	1030
	391–420	930	970	1000
	150–420	8920	9440	9720
	150–420	100,00	105,83	108,97
Процент к контрольной группе	150–420	100,00	105,83	108,97
Яйценоскость на несушку:				
среднюю	150–420	235,05	236,00	243,00
начальную	150–420	223,00	236,00	243,00

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Яичная продуктивность кур-несушек за период опыта представлена в табл. 1.

Включение в рацион разных доз яиц артемии оказало существенное влияние на яичную продуктивность несушек. За период опыта валовой выход яиц у кур-несушек 1-й опытной группы, в рационе которой содержалось 2 % яиц артемии, был выше на 5,83 % по сравнению с контрольной. У кур 2-й опытной группы, получавшей яйца артемии в дозе 4 % от рациона, увеличение яйценоскости составило 8,97 % по сравнению с контрольной птицей. Яйценоскость на начальную несушку в опытных группах была выше, чем в контрольной, на 5,51 и 8,23 % соответственно.

Масса яиц – один из важнейших показателей, поскольку от ее величины зависит масса суточного цыпленка, его жизнеспособность и скорость роста. Масса яиц у кур в 150-дневном возрасте (начало опыта) колебалась в пределах 51,50–52,74 г, к 300 дням она увеличилась до 60,34–62,49 г, в 420 дней составила 64,11–64,43 г. Однако различия в конце опыта между опытными группами и контрольной по данному показателю были статистически недостоверными ($p < 0,95$) (табл. 2).

Достаточно объективным показателем, отражающим сочетание числа и качества яиц, является показатель яйцемассы. За весь учетный период в 1-й опытной группе он составил 586,46 кг, во 2-й – 600,65 кг, что выше, чем в контрольной (544,60 кг), на 7,69 и 10,29 % соответственно.

Включение в рацион кур-несушек яиц артемии повышало отложение в желтке каротиноидов и витамина А. В конце опыта (420 дней) концентрация каротиноидов в желтке в 1-й и 2-й опытных группах была выше, чем в контрольной, в 3,75 и 5,20 раза соответственно (табл. 3). Каротиноиды со-

Таблица 2

Масса яиц и яйцемасса, $M \pm m$			
Возраст птицы, дни	Группа		
	контрольная	опытная	
		1-я	2-я
<i>Масса яйца, г</i>			
150	52,5 ± 1,42	52,7 ± 1,27	51,5 ± 1,72
180	58,0 ± 0,62	59,7 ± 0,58*	58,4 ± 0,61
210	58,6 ± 0,71	60,0 ± 0,70	59,4 ± 0,73
240	61,8 ± 0,58	63,3 ± 0,63	63,8 ± 0,61*
270	62,5 ± 0,48	64,4 ± 0,54**	64,0 ± 0,58
300	60,3 ± 0,87	61,4 ± 0,67	62,5 ± 0,63*
330	63,1 ± 0,94	63,8 ± 0,53	63,6 ± 0,73
360	63,8 ± 0,70	62,8 ± 0,50	63,2 ± 0,64
390	64,3 ± 0,89	63,7 ± 0,67	63,5 ± 0,80
420	64,4 ± 0,78	64,4 ± 0,65	64,1 ± 0,76

<i>Яйцемасса, кг</i>			
150–180	57,96	59,57	56,60
181–210	59,42	66,43	67,15
211–240	64,41	69,66	67,76
241–270	68,99	68,96	68,96
271–300	63,24	64,16	76,47
301–330	54,91	60,72	68,09
331–360	59,01	71,53	66,57
361–390	56,92	62,32	65,25
391–420	59,75	63,10	63,80
151–420	544,60	586,46	600,65

* $p \geq 0,95$.

** $p \geq 0,99$.

Таблица 3

Содержание каротиноидов и витамина А в 1 г желтка яиц кур родительского стада при включении в рацион артемии, мкг

Возраст птицы, дни	Группа		
	контрольная	опытная	
		1-я	2-я
Каротиноиды			
150	9,5	9,0	9,6
270	10,0	36,6	43,5
420	10,8	40,5	56,2
Витамин А			
150	5,0	6,0	5,0
270	6,0	8,0	10,0
420	9,0	17,0	18,0

Таблица 4

Инкубационные качества яиц, %			
Показатель	Группа		
	контрольная	опытная	
		1-я	2-я
Выход инкубационных яиц	84,26	85,15	83,23
Оплодотворенность	88,63	91,52	94,42
Выводимость яиц	80,96	83,14	83,26
Вывод цыплят	71,81	76,22	78,61
Отходы инкубации:	28,19	23,78	21,39
неоплодотворенные яйца	7,97	4,46	1,38
погибшие эмбрионы	1,06	6,01	2,85
«замершие»	6,31	5,37	4,76
«задохлики»	6,03	6,24	6,43
прочие	6,80	1,70	5,92

стоят из каротина (провитамина А) и ксантофилла, поэтому аналогично содержанию каротиноидов в желтке изменяется и содержание витамина А.

В целях установления влияния добавок яиц артемии на оплодотворенность, выводимость яиц, вывод цыплят за период опыта 5 раз проведена инкубация (табл. 4).

Выход инкубационных яиц в подопытных группах был практически одинаковым – 83,23–85,15 %.

Введение в рацион кур-несушек яиц артемии оказало положительное влияние на оплодотворенность и выводимость яиц, а также на вывод цыплят. Наилучший эффект достигнут во 2-й опытной группе, получавшей 4 % яиц артемии в рационе. Добавка 4 % яиц артемии позволила увеличить оплодотворенность яиц на 5,79 %, выводимость яиц на 2,30, вывод молодняка на 6,8 %. Сохранность кур в опытных группах была на уровне 100 %, что на 10 % выше, чем в контрольной.

Экономический эффект на одну голову в 1-й и 2-й опытных группах составил 1400,5 и 1825,3 р. соответственно.

ВЫВОДЫ

1. Добавка к рациону кур родительского стада 2 % яиц артемии способствовала повышению валового выхода яиц на 5,83 %, сохранности птицы на 10, оплодотворенности яиц на 2,89 и выводимость яиц на 4,41 %.

2. Включение 4 % яиц артемии в рацион птицы повысило яйценоскость на 8,97 %, сохранность на 10, оплодотворенность яиц на 5,79 и выводимость яиц на 6,8 %.

3. Наибольший экономический эффект был получен во 2-й опытной группе – 1825,3 р. на одну голову.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фисинин В.И., Егоров И.А., Драганов И.Ф. Кормление сельскохозяйственной птицы: учебник. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 344 с.

2. Мальцев А.Б. Нетрадиционные корма и кормовые добавки для птицы. – Омск, 2005. – 702 с.
3. Мальцева Н.А., Якунина Н.И., Мальцев А.Б. Эффективность использования сапропеля в кормлении мясных цыплят // Ветеринария Сибири. – 1999. – № 2. – С. 47–48.
4. Пшеничникова Е.Н., Киц О.А. Цисты артемии – эффективная кормовая добавка в кормлении птицы // Информационный листок Алтайского ЦНТИ, 1999. – 2 с.
5. Пшеничникова Е.Н. Результаты применения цист артемии в кормлении птицы // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: материалы междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых СО РАСХН (15–16 ноября 2004 г., пос. Краснообск). – Новосибирск, 2004. – С. 191–195.
6. Сизова М.Г., Пшеничникова Е.Н. Интенсивность роста ремонтного молодняка при использовании кормовой добавки из цист артемии // Сибирская аграрная наука III тысячелетия. – Новосибирск, 2000. – С. 133–134.
7. Пилюкшина Е.В. Влияние некондиционных яиц артемии на продуктивные показатели и естественную резистентность кур промышленного стада: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 2003. – 21 с.

Поступила в редакцию 29.09.2016

V.N. KHAUSTOV, Doctor of Science in Agriculture, Chair Holder,
S.I. SNIGIREV*, Doctor of Science in Biology, Deputy Head,
S.S. LEE, Doctor of Science in Agriculture, Professor,
E.V. PILYUKSHINA, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor,
A.S. POKUTNEV**, Candidate of Science in Agriculture, Individual Entrepreneur

Altai State Agrarian University

98, Krasnoarmeiskiy Ave, Barnaul, Altai Territory, 656049, Russia

e-mail: haustovvn@mail.ru

*Altai Territorial Veterinary Center on Animal Disease Prevention and Diagnosis

160, Shevchenko St, Barnaul, Altai Territory, 656031, Russia

e-mail: snigirev0157@mail.ru

**Advertising Agency FISHKA

Kulunda, Kulunda District, Altai Territory, 658920, Russia

e-mail: apokutnev@yandex.ru

USING ARTEMIA EGGS IN DIETS FOR LAYING CHICKENS

Results are given from investigations on including Artemia eggs in different dosages in diets for laying chickens of the parent flock of Highsex Brown cross. The investigations were carried out in Altai Territory. Three groups of 150-day-old chickens were formed. The first group was control, and received the basal diet; the diets for the second and third trial groups contained 2 and 4% of Artemia eggs, respectively. The source of feed supplement was eggs of brine shrimp *Artemia salina* collected in Bolshoe Yarovoe Lake, Altai Territory. The recording period lasted 270 days from the beginning of egg laying. During the experiment, the gross egg yield in the laying chickens of the second trial group (their diet contained 2 per cent of Artemia eggs) was greater by 5.83% as compared to that of the control. The laying chickens of the third group that had 4% of Artemia egg in their diet increased the egg production by 8.97% as compared to the control. By the end of the experiments (420 days), the carotenoid concentrations in egg yolk in the chickens of the second and third trial groups were 3.75 and 5.20 times as high as that of the control, respectively. The addition of 4% of Artemia eggs increased egg fertilization rate by 5.79%, hatchability by 2.30%, and hatching rate by 6.8%. The livability of chickens in the trial groups was 100%, which was 10% higher than that in the control. The economic benefit per one head in the second and third trial groups made up 1400.5 and 1825.3 rubles, respectively.

Keywords: brine shrimp *Artemia salina*, chicken diet, parent flock, egg production, hatchability.

УДК 636.22/.28.08

Б.О. ИНЕРБАЕВ, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник,
А.И. РЫКОВ, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник,
А.С. ДУРОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
Н.В. БОРИСОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
И.А. ХРАМЦОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

*Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт
животноводства СФНЦА РАН*

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: sibnptij@ngs.ru

НОВОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ МЯСНОЙ ФЕРМЫ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ДИЕТИЧЕСКОЙ ГОВЯДИНЫ

Представлено новое технологическое решение для мясной фермы по производству диетической говядины. Разработаны технологические подходы в области производства и равномерной поставки в течение года высококачественного мяса потребителю применительно к условиям Сибири. На первоначальном этапе исследований проведен сравнительный анализ показателей продуктивности герефордского и абердин-ангусского молодняка от рождения до отъема в ЗАО «Запрудихинское» Краснозерского района Новосибирской области. Для оценки животных использованы такие критерии, как динамика живой массы, среднесуточный прирост, особенности экстерьера. Установлено, что живая масса герефордских бычков в 7 мес составила 209,7 кг, абердин-ангусских 246,5 кг, что превышает требования стандарта породы на 7,5 и 33,2 % соответственно. В качестве исходных показателей для расчета технологии использованы параметры абердин-ангусской породы, для которой характерны скороспелость, раннее формирование мясных качеств, высокий убойный выход. Произведен расчет оборота и структуры стада варианта технологического решения по абердин-ангусской породе на 1000 коров со шлейфом. Предложена циклограмма движения поголовья путем проведения трехтурового отела в течение года. Определены количество кормодней в зимний и летний периоды содержания, годовая потребность в кормах. Рассчитаны выход готовой продукции и количество поставки мяса в зависимости от параметров новой технологии.

Ключевые слова: технология, диетическая говядина, порода, герефорд, абердин-ангус, оборот стада, циклограмма, выход продукции.

В Западной Сибири отрасль специализированного мясного скотоводства начала развиваться с 1960-х годов с завозом чистопородных герефордских животных из Канады и США [1]. Развитие современного мясного скотоводства идет по пути специализации и концентрации отрасли, при широком внедрении прогрессивных и экономически оправданных технологий, к чему и следует приложить повышенное внимание исследователей и практиков.

В настоящее время недостаток в производстве говядины прежде всего связан со снижением поголовья дойных коров в молочном скотоводстве от 3870,5 тыс. в 1990 г. до 1884,5 тыс. голов в 2014 г., т.е. больше, чем в 2 раза. По Сибирскому федеральному округу удой на корову за указанный период увеличился в среднем на 776 кг и в 2014 г. составил 4053 кг, что недостаточно для производства молока на одного человека по рекомендуемым нормам потребления – 340 кг в год [2]. Ключ к повышению производства говядины – в развитии мясного скотоводства.

Общеизвестно, что по мере роста продуктивности коров поголовье молочного скота в перспективе будет уменьшаться. Соответственно снизится количество бычков от молочных коров для откорма и производства

говядины. Так, при среднем удое 3500–4000 кг одна корова в год может обеспечить потребность в молоке 8–9 человек, в говядине – только 6–7 [3]. Для полного обеспечения потребности населения в говядине необходимо увеличить численность мясного скота.

Несмотря на принимаемые правительством решения о развитии мясного скотоводства, процесс сокращения поголовья крупного рогатого скота продолжается. В Сибирском федеральном округе отрасль специализированного мясного скотоводства в настоящее время недостаточно развита, но является одной из наиболее перспективных. Достижение высокой эффективности возможно при полной переработке мяса и торговле готовой продукцией в рамках кооперации производителей разного уровня, создания новых и развития существующих российских специализированных концернов [4].

Эффективность мясного скотоводства зависит от сочетания многих факторов, включая такие, как наличие дешевых кормов, технологическое обеспечение и племенные качества скота [5]. В качестве основной технологии содержания скота мясного направления принят беспривязной малозатратный способ [6]. Большинство отечественных программ развития мясного скотоводства ставят задачу насыщения внутреннего рынка высококачественной продукцией с учетом региональных особенностей [7].

Большое значение при традиционной технологии мясного скотоводства имеет сезон отела. Телята зимне-весеннего рождения выходят на пастбище со сформировавшимся желудочно-кишечным трактом, способным перерабатывать большое количество травы. С началом пастбищного сезона молочная продуктивность поддерживается за счет потребления травы, что дает животным возможность меньше потреблять молока и больше довольствоваться подножным кормом [8, 9]. У коров с телятами зимне-весеннего срока рождения к шестому месяцу лактации выработка молока начинает снижаться. Другой особенностью данной технологии является то, что такие сроки рождения позволяют получать большой среднесуточный прирост живой массы. В итоге лактационная доминанта коровы уменьшается, она быстрее приходит в очередную охоту и плодотворно покрывается. По данным академика А.В. Черкаева, мясной скот способен к нормальному воспроизводству в течение всего календарного года [10].

Исследования показывают, что качество мяса, полученного по технологии мясного скотоводства от специализированных пород, выше, чем говядины, полученной от молочного скота [11]. Телятина содержит 18–20 % белка, 5–10 жира и 72–75 % воды, что обуславливает ее высокие кулинарные и вкусовые качества [3].

Цель исследования – разработать эффективный технологический вариант производства на регулярной основе (в течение года) диетической (молочной) говядины, получаемой от убоя 6–7-месячных бычков и 8–9-месячных телочек, выращенных на подсосе под коровами-матерями до живой массы 182–205 кг.

ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В производстве диетической говядины важным аспектом является выбор базовой породы. Объектом данного исследования стали герефордская и

абердин-ангусская породы коров в ЗАО «Запрудихинское» Краснозерского района Новосибирской области, взятые для сравнительного анализа с целью разработки эффективной технологии производства высококачественной говядины в отрасли мясного скотоводства. В качестве племенной основы разрабатываемой технологии выбраны абердин-ангусы, характеризующиеся скороспелостью, ранним формированием мясных качеств, высоким убойным выходом [12, 13].

Для оценки результатов использованы такие критерии, как динамика живой массы, среднесуточный прирост, особенности экстерьера. При выполнении научной работы применены общепринятые методики, количественные показатели обработаны методом вариационной статистики по Н.А. Плохинскому [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Традиционная технология производства говядины в мясном скотоводстве Сибири предусматривает полный оборот стада от момента рождения теленка до его реализации на мясо (рис. 1). Особенность такого производственного процесса – туровость отела коров с января по март [15]. Далее подсосное выращивание телят до 8-месячного возраста при достижении

Технология

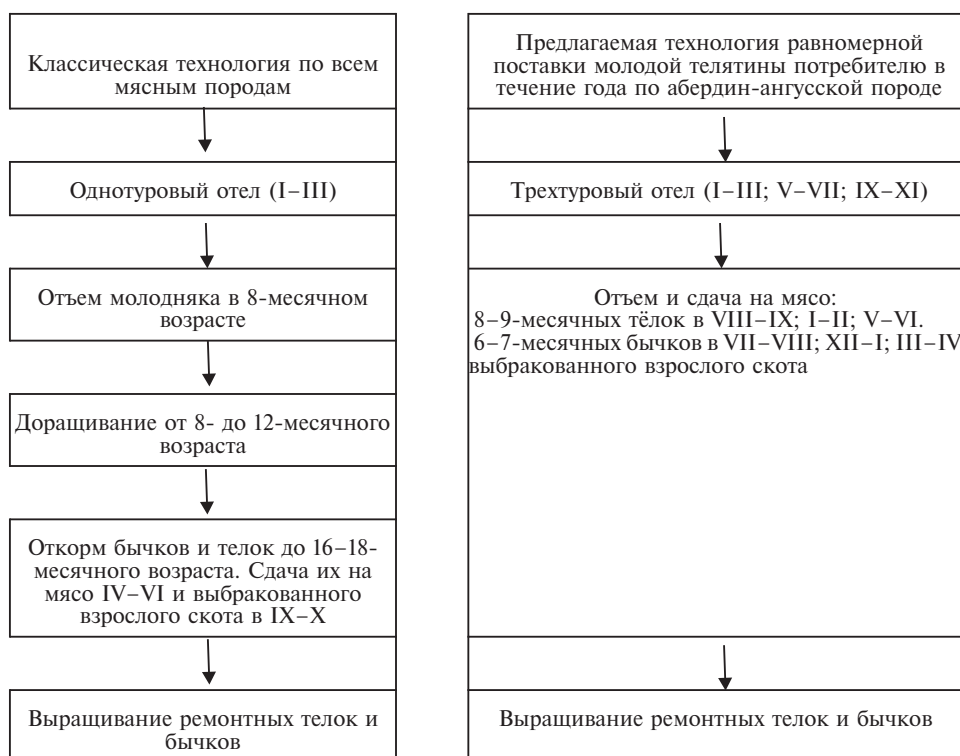


Рис. 1. Варианты технологических решений производства говядины в мясном скотоводстве Сибири

живой массы 190–220 кг. Отдельные животные набирают до 300 кг. Затем производится доращивание отъемных телят до 12-месячного возраста с последующим откормом до 16-месячного и сдачей на мясо.

Сложившаяся система позволяет максимально использовать биологические особенности мясного скота в Сибирском регионе. Но она имеет и недостатки, которые не позволяют эффективно вести производство высококачественной говядины в рыночных условиях. Один из них – нерегулярность поставок в течение года продукции переработчикам и крупным торговым центрам. До сих пор у нас в стране не дифференцированы закупочные цены на мясо от молочного и мясного скота. Выращенная говядина от молодняка до 16-месячного возраста по классической технологии приобретает по цене мяса от молочного скота.

В качестве альтернативы авторами разработана новая технология мясного скотоводства с равномерной поставкой в течение года диетической телятины потребителю. Такое мясо отличается нежностью, сочностью, высокими вкусовыми качествами, оно легко усваивается и рекомендовано взрослым больным с ослабленным здоровьем и детям.

При расчете оборота и структуры стада варианта технологического решения по абердин-ангусской породе на 1000 коров со шлейфом циклограммой движения поголовья принят трехтуровый отел коров в течение года. Определено количество кормодней в зимний и летний периоды содержания. На основании полученных данных установлена потребность в кормах за год. Рассчитаны в зависимости от параметров технологии выход продукции и количество ежедневной поставки мяса.

Исследован молодняк двух пород крупного рогатого скота: герефордской и абердин-ангусской. Проведена сравнительная оценка животных по развитию живой массы.

Установлено, что бычки абердин-ангусской породы отличаются мелкоплодностью и на 33,2 % превосходят стандарт породы по живой массе в 7 мес при абсолютном приросте 224,5 кг (табл. 1). Аналоги по герефордской породе сибирской селекции превосходят требования по живой массе бычков в 7 мес на 7,5 % (абсолютный прирост 180 кг). У абердин-ангусов отмечены достоверные различия по живой массе при рождении, в 7 мес и по среднесуточному приросту. По оценке экстерьера достоверных различий не обнаружено.

Таблица 1
Динамика основных селекционных признаков у герефордских и абердин-ангусских бычков, $M \pm m$

Признак	Порода	
	герефордская (n=24)	абердин-ангусская (n=20)
Живая масса при рождении, кг	29 ± 0,19	22 ± 0,24*
Живая масса в 7 мес, кг	209,7 ± 3,56	246,5 ± 1,36*
Среднесуточный прирост, г	848 ± 16,89	1053,7 ± 3,12*
Оценка экстерьера, балл	4,6 ± 0,07	4,6 ± 0,16

* $p \geq 0,999$.

Анализ живой массы телочек показывает, что представители абердин-ангусской породы соответствуют по данному признаку требованиям класса «элита», герефордские – I класса (табл. 2). Однако достоверных различий не установлено.

На основании данных, свидетельствующих о превосходстве абердин-ангусских бычков и телочек по живой массе в 7 мес и среднесуточному приросту над сверстниками герефордской породы, нами использованы характеристики этой породы для разработки новой технологии производства диетической говядины.

Технологией предусмотрено получение среднесуточного прироста от бычков 800 г, телок от рождения до 12-месячного возраста – 700 г, далее – до перевода в группу нетелей – 400 г (табл. 3). Ежемесячно предполагается производить и поставлять мясо (в убойной массе) в количестве 62,4 ц, т.е. в среднем по 2,07 ц в день. Сдача взрослых животных на мясо проходит в сентябре–октябре. Кроме того, планируется ежегодная выбраковка коров и быков по 20 % от начального поголовья в количестве 192 и 7 голов соответственно, от которых будет реализовано 893,8 ц в живой массе.

Случка и отел коров проходят в три тура. Первый планируется в январе–марте, второй – мае–июле и третий – сентябре–ноябре.

Маточное поголовье пополняется за счет ремонтных телок собственного воспроизводства (по 200 голов ежегодно), а бычков – за счет покупки (по 3 головы) и собственного воспроизводства (по 4 головы).

Таблица 2

Живая масса телочек герефордской и абердин-ангусской пород в возрасте 7 мес, кг

Порода	Живая масса в 7 мес
Абердин-ангусская (n=55)	194,1 ± 5,24
Герефордская (n=31)	185 ± 3,02

Таблица 3

Структура стада на ферме мясного скотоводства с поголовьем 1000 абердин-ангусских коров для ежемесячного получения диетической говядины

Половозрастная группа	Число животных на 01.01, гол.	Структура стада, %	Среднегодовое поголовье	Среднесуточный прирост, г	Валовой прирост, ц
Быки-производители	35	1,87	33,8	–	–
Коровы	1000	543,36	1050,6	–	–
Нетели	67	3,58	83,2	–	–
Телки:					
до 8 мес	340	18,14	400,0	700	868,6
8–12 мес	67	3,58	79,5	700	203,0
12–20 мес	133	7,09	133,3	400	194,7
Бычки:					
до 8 мес	232	12,38	256,0	800	747,6
8–12 мес	–	–	1,7	800	4,9
12–20 мес	–	–	3,6	800	10,4
В с е г о ...	1874	100,0	2041,7	682	2029,2

В летний период животные находятся на выпасе, в зимне-стойловый – содержатся в помещениях облегченного типа со свободным доступом на выгульно-кормовую площадку. Продолжительность зимнего периода 208 дней (с 15 октября по 10 мая), летнего – 157 дней (с 11 мая по 14 октября).

Снижение стоимости кормов за счет увеличения доли зеленых и пастбищных в годовой структуре рациона существенно снижает себестоимость продукции мясного скотоводства. Годовая потребность фермы в кормах составляет 45 807 ц корм. ед.

Исходя из сказанного, считаем, что с учетом специфики мясного скотоводства в условиях Сибири и имеющихся расчетных данных целесообразно внедрение в регионе предложенного технологического решения для мясной фермы по производству диетической говядины. Предлагается рациональным выращивание бычков на основе трехтурового воспроизводства стада абердин-ангусской породы с целью получения и равномерных поставок в течение года высококачественного мяса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Всяких А.С., Куринский М.С.** Импортный скот в СССР. – М.: Колос, 1976. – 288 с.
2. **Межрегиональная** схема размещения и специализации сельскохозяйственного производства в субъектах Российской Федерации Сибирского федерального округа / А.С. Донченко, В.К. Каличкин, Р.П. Митякова и др. // ФГБУ СО АН. – Новосибирск, 2016. – 255 с.
3. **Зеленков П.И., Баранников А.И., Зеленков А.П.** Скотоводство. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 383 с.
4. **Сёмин А.Н., Карпов В.К., Лылов А.С.** Фермерская кооперация в отрасли мясного скотоводства: проблемы инновационного развития в сельских территориях // Агропродовольственная политика России. – 2013. – № 7 (19). – С. 52–56.
5. **Махаринцев Г.Г.** Инновации в технологиях мясного скотоводства // Вестн. Донского гос. аграр. ун-та. – 2012. – № 1. – С. 28–31.
6. **Зальцман В.А., Ширнина О.Н.** Экономическая эффективность основных технологий в скотоводстве // Вестн. мясного скотоводства. – 2011. – Т. 1, № 64. – С. 69–73.
7. **Яремчук Н.В.** Возрождение отечественного скотоводства. Стратегии и технологии // Мясные технологии. – 2011. – № 7 (103). – С. 32–36.
8. **Левахин В.И., Поберухин М.М., Харламов А.В.** и др. Основы технологии мясного скотоводства (Метод. рекомендации) // Вестн. мясного скотоводства. – 2015. – № 1 (89). – С. 121–129.
9. **Гартованная О.В., Жигайлов В.Ф.** Экономически и экологически безопасные, эффективные технологии производства в мясном скотоводстве Ростовской области // Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России. Материалы Междунар. науч.-практ. конф. – 2012. – С. 22–24.
10. **Черкаев А.В.** Технология специализированного мясного скотоводства. – М.: Колос, 1975. – 288 с.
11. **Шевхужев А.Ф.** Качество мяса, полученного при разных технологиях выращивания бычков // А.Ф. Шевхужев, Р.А. Улимбашева // Вестн. Алтайского гос. аграр. ун-та. – 2015. – № 3 (125). – С. 140–143.
12. **Азаров С.Г.** Крупный рогатый скот. – М.: ОГИЗ–Сельхозгиз, 1943. – 379 с.
13. **Кибкало Л.И., Жеребилов Н.И., Коростелев С.Н.** Эффективные технологии в скотоводстве. – Курск: Курск. гос. с.-х. акад., 2014. – 572 с.
14. **Плохинский Н.А.** Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 225 с.
15. **Левахин В. И.** Технология мясного скотоводства // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 51. – С. 31–35.

Поступила в редакцию 30.09.2016

**B.O. INERBAYEV, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher,
A.I. RYKOV, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher,
A.S. DUROV, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher,
N.V. BORISOV, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher,
I.A. KHRAMTSOVA, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher**

Siberian Research and Technological Design Institute of Animal Husbandry, SFSCA RAS

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: sibnptij@ngs.ru

A NEW TECHNOLOGICAL DECISION FOR A FARM PRODUCING BEEF FOR DIETETIC NUTRITION

There is given a new technological decision for a farm producing beef for dietetic nutrition. Approaches, from the point of view of technology, to providing uniform deliveries of dietetic beef to consumers have been developed. In the primary stage of research efforts was carried out a comparative analysis of production performance in Hereford and Aberdeen Angus cattle from birth to weaning at the JSC Zaprudikhinskoe, Krasnozersk District, Novosibirsk Region. Such criteria as liveweight dynamics, average daily liveweight gain and conformation characteristics were used to assess animals. It was found that the average live weight of Hereford bull calves at 7 month of age made up 209.7 kg, that of Aberdeen Angus bulls 246.5 kg that exceeded the breed standards by 7.5 and 33.2%, respectively. The parameters of Aberdeen Angus cattle distinguished by precocity, the early formation of beef-making qualities and high slaughter yield were used as primary indices for calculating the technology. The herd turnover and structure in a new technological decision for 1000 Aberdeen Angus cows with a trail were calculated. There was suggested a movement cyclogram of cattle population by three-round calving during a year. The number of winter and summer feeding days and the amount of feeds annually required were determined. There was calculated the meat yield and deliveries depending on parameters of the technology to evenly supply consumers with dietetic beef under conditions of Siberia.

Keywords: technology, dietetic beef, breed, Hereford, Aberdeen Angus, herd turnover, cyclogram, meat yield.



УДК 619:636.2:616.153.282

А.В. ТРЕБУХОВ, кандидат ветеринарных наук, доцент,
А.А. ЭЛЕНШЛЕГЕР, доктор ветеринарных наук, заведующий кафедрой

Алтайский государственный аграрный университет

656049, Россия, Алтайский край, Барнаул, пр. Красноармейский, 98

e-mail: ivmagau@mail.ru

ВЗАИМОСВЯЗЬ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА У БОЛЬНЫХ КЕТОЗОМ КОРОВ И РОЖДЕННЫХ ОТ НИХ ТЕЛЯТ

Проведено изучение основных показателей минерального обмена у больных кетозом коров черно-пестрой породы и рожденных от них телят. Исследования проведены в Алтайском крае. Сформировали две группы животных: опытную (больные кетозом коровы) и контрольную (клинически здоровые). Телята, рожденные от больных коров, составляли опытную группу, от здоровых – контрольную. У коров и телят проводили биохимическое исследование крови, при котором учитывали общий кальций, неорганический фосфор, глюкозу, щелочной резерв, соотношение кальция / фосфор и кетоновые тела. Исследования осуществляли трехкратно: у коров за 1 мес до отела, через 10 дней, 1 мес после него; у телят на 3, 10, 14-й день после рождения. У больных кетозом коров после отела отмечены низкий уровень общего кальция, высокая концентрация неорганического фосфора, кетоновых тел относительно здоровых животных. У рожденных от больных коров телят к 10-му дню после рождения зарегистрировано увеличение кетоновых тел, неорганического фосфора, общего кальция по сравнению с контрольными телятами. Высокий уровень глюкозы, установленный в крови телят опытной группы при первом и втором исследованиях, уже на 14-й день после рождения был ниже, чем у контрольных животных. У молодняка, рожденного от больных кетозом коров, отмечены более низкие значения щелочного резерва и кальций-фосфорного соотношения по сравнению с телятами, рожденными от клинически здоровых коров. Указанные изменения свидетельствуют о нарушении минерального обмена у телят, рожденных от больных кетозом коров.

Ключевые слова: ветеринария, обмен веществ, ацетонемия, кетоз, крупнорогатый скот, телята, минеральный обмен.

В настоящее время развитие молочного скотоводства происходит с максимальной степенью использования потенциально заложенной генетической продуктивности молочного скота при максимальной интенсификации производства. Одним из наиболее значимых вопросов развития скотоводства является строгое соблюдение требований условий содержания, кормления, эксплуатации животных и др. Такие требования способствуют поддержанию высокого уровня обмена веществ и продуктивности скота. Однако в случае погрешностей в кормлении происходит нарушение обмена веществ, выражающегося в клинических, биохимических и морфологических изменениях в органах и тканях коров [1–3].

Среди патологий обмена веществ, встречающихся у высокопродуктивных коров, кетоз занимает особое место. Данное заболевание характеризуется нарушением углеводного, жирового, белкового и минерального обмена [4–8]. Кетоз молочных коров наиболее часто отмечают в так на-

зываемый «околоотельный» период, включающий 3–4 нед до отела и 4–8 нед после него [9–13]. В результате этого патологические изменения, происходящие в организме коров-матерей в данный период, нередко отражаются на состоянии обмена веществ у рожденных телят [14].

Цель работы – изучить показатели минерального обмена у больных кетозом коров и рожденных от них телят.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в Учхозе «Пригородное» Алтайского государственного аграрного университета (Барнаул) в осенне-зимний период на коровах-аналогах черно-пестрой породы и рожденных от них телятах. Сформировали две группы: опытную (больные кетозом коровы) и контрольную (клинически здоровые). У молодняка опытной считали группу телят, полученных от больных кетозом коров, контрольной – от клинически здоровых. Формирование групп коров осуществляли по результатам пробы Лестраде на наличие кетоновых тел в сыворотке крови. У коров и телят проводили биохимическое исследование крови, при котором учитывали общий кальций, неорганический фосфор, глюкозу, щелочной резерв и кетоновые тела. Биохимические исследования осуществляли трехкратно: у коров за 1 мес до отела, через 10 дней, 1 мес после него; у телят на 3, 10, 14-й день после рождения. Лабораторные исследования крови проводили в Алтайской краевой ветеринарной лаборатории, клинической лаборатории кафедры терапии и фармакологии Алтайского ГАУ по общепринятым методикам [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание общего кальция в крови коров опытной группы было ниже аналогичного показателя животных контрольной в течение всего периода исследований. Однако при первом исследовании (за 1 мес до отела) достоверных различий между группами не выявлено. При втором исследовании (через 10 дней после отела) данный показатель повышался в обеих группах. При этом уровень общего кальция в крови опытных коров по-прежнему был ниже на 17,2 % ($p < 0,01$), чем у контрольных животных. При третьем исследовании (через 1 мес после отела) анализируемый показатель коров опытной группы оставался меньше уровня животных контрольной на 8 % ($p < 0,05$) (табл. 1).

Концентрация неорганического фосфора в крови коров обеих исследуемых групп имела сходную динамику в течение всего исследования. За 1 мес до отела данный показатель в крови коров опытной группы был меньше, чем у контрольных животных, на 10 % ($p < 0,05$).

При втором исследовании в крови обеих групп отмечено повышение уровня неорганического фосфора относительно исходного значения: в опытной группе на 31 %, контрольной – лишь на 11 %. Среднегрупповые значения в этот период были больше в опытной группе относительно контрольной на 6 % ($p > 0,05$).

При третьем исследовании содержание неорганического фосфора в крови обеих групп понижалось. Так, в крови опытной группы данный по-

Таблица 1

Биохимические показатели крови коров ($M \pm m$, $n = 14$), ммоль/л

Показатель,	Период исследования			Пределы физиологических колебаний
	за 1 мес до отела	через 10 дней после отела	через 1 мес после отела	
Опытная группа				
Общий кальций	2,09 ± 0,15	2,26 ± 0,14	2,1 ± 0,11	2,5–3,13 [15;16]
Неорганический фосфор	1,46 ± 0,09	1,91 ± 0,12	1,48 ± 0,1	1,45–1,92 [15;16]
Кальций / фосфор	1,43 ± 0,09	1,18 ± 0,09	1,42 ± 0,08	1,3–2,16
Глюкоза	1,13 ± 0,9	1,06 ± 0,11	2,15 ± 0,19	2,2–3,3 [15;16]
Щелочной резерв	17,43 ± 1,4	18,86 ± 1,17	16,17 ± 1,36	19–27 [15;16]
Кетоновые тела	1,98 ±0,16	2,26 ± 0,2	2,84 ± 0,22	0,172–1,033 [15;16]
Контрольная группа				
Общий кальций	2,21 ± 0,13	2,73 ± 0,19	2,28 ± 0,11	2,5–3,13 [15;16]
Неорганический фосфор	1,62 ± 0,12	1,8 ± 0,13	1,18 ± 0,1	1,45–1,92 [15;16]
Кальций/фосфор	1,36 ± 0,09	1,52 ± 0,09	1,93 ± 0,08	1,3–2,16
Глюкоза	1,68 ± 0,16	1,34 ± 0,1	2,56 ± 0,21	2,2–3,3 [15;16]
Щелочной резерв	18,51 ± 1,5	19,8 ± 1,59	18,85 ± 1,18	19–27 [15;16]
Кетоновые тела	1,41 ± 0,12	2,03 ± 0,2	1,48 ± 0,15	0,172–1,033 [15;16]

казатель снизился на 22,5 % ($p < 0,01$) относительно первого исследования, в то время как в контрольной снижение концентрации неорганического фосфора составило 34,4 % ($p < 0,01$). Среднегрупповые значения в этот период были выше в опытной группе коров относительно контрольных на 25 % ($p < 0,01$).

Анализ отношения кальций / фосфор показывает более высокие значения данного показателя у опытных коров относительно контрольных в послеродовой период (при втором и третьем исследовании). Несмотря на сходную динамику снижения неорганического фосфора в обеих группах, в крови опытных коров снижение неорганического фосфора происходило менее интенсивно, а концентрация его в крови была более высокой по сравнению с контрольными животными. При этом концентрация общего кальция у больных кетозом коров зарегистрирована более низкой относительно контрольных коров. Указанные изменения свидетельствуют об обострении нарушения минерального обмена у больных кетозом коров после отела.

Динамика содержания глюкозы в крови коров обеих групп была сходной между собой. При первом и втором исследовании уровень глюкозы находился ниже физиологических границ в крови коров обеих групп: в опытной на 48,6 и 52 %, контрольной – на 23,6 и 40 % соответственно. Среднегрупповые значения в опытной группе ниже аналогичных значений контрольной при первом и втором исследовании на 32,7 ($p < 0,01$) и 21 % ($p < 0,01$) соответственно. При третьем исследовании уровень глюкозы повышался в крови коров обеих групп относительно предыдущих исследований и отмечен максимальным за весь период исследований. Несмотря на положительную динамику концентрации глюкозы в крови коров опытной

группы, ее уровень так и не достиг минимальных физиологических границ и составил $2,15 \pm 0,19$ ммоль/л. Среднегрупповые значения в этот период также были ниже в опытной группе по сравнению с контрольной на 16 % ($p < 0,05$).

Содержание щелочного резерва в крови коров опытной группы было ниже данного показателя контрольных животных в течение всего исследования. В то же время достоверных различий между среднегрупповыми значениями нами не выявлено, за исключением третьего исследования, при котором концентрация щелочного резерва в крови опытных групп зарегистрирована достоверно ниже по сравнению с контрольной на 14 % ($p < 0,05$).

Концентрация кетоновых тел в крови опытной группы находилась значительно выше физиологического уровня и выше уровня аналогичного показателя контрольной группы на протяжении всего исследования. При первом исследовании концентрация данного показателя была выше в крови коров опытной группы относительно максимальной физиологической границы на 192 %, втором – на 219, третьем – на 275 %. Среднегрупповые значения в опытной группе относительно контрольной были выше при первом исследовании на 40,4 % ($p < 0,01$), втором – на 11 ($p < 0,01$), третьем – в 1,9 раза ($p < 0,01$),

Таким образом, в группе больных кетозом коров отмечено более низкое содержание в крови общего кальция относительно клинически здоровых животных. При этом концентрация неорганического фосфора не имела достоверных различий между исследуемыми группами. Кетоз у коров-матерей за 1 мес до отела и спустя 1 мес после характеризовался ацетонемией, гипогликемией и ацидозом. Повышение в крови коров общего кальция и неорганического фосфора при втором исследовании в обеих исследуемых группах на фоне увеличения в этот период в крови кетоновых тел, щелочного резерва и уменьшения глюкозы свидетельствует о более значительном нарушении обмена веществ после отела и об активации компенсаторных механизмов поддержания кислотно-основного равновесия в ответ на возросшее количество в крови недоокисленных продуктов обмена, и как следствие этого, на повышение потребности в кальции. Кроме того, увеличение уровня кальция вызвано повышенной потребностью организма коров-матерей в этом элементе вследствие высокой его потери с молоком. Указанные изменения свидетельствуют о нарушении минерального обмена в организме больных кетозом коров.

Содержание общего кальция в крови телят обеих исследуемых групп при первом исследовании существенных различий не имело. При последующих исследованиях динамика данного показателя показывала тенденцию к уменьшению в обеих группах. При этом понижение уровня общего кальция в крови опытных телят было менее интенсивным по сравнению с контрольными. К третьему исследованию концентрация общего кальция в крови телят опытной группы снизилась лишь на 8,2 % относительно исходного уровня, в то время как в контрольной группе при втором и третьем исследованиях – на 9,5 и 16 % соответственно. Низкое содержание общего кальция у телят контрольной группы, вероятно, вызвано недостаточным уровнем данного элемента в рационах их коров-матерей (табл. 2).

Концентрация неорганического фосфора при первом исследовании так же, как и общего кальция, существенных различий между группами не

Таблица 2

Биохимические показатели крови телят ($M \pm m, n = 14$), ммоль/л

Показатель	Исследование					
	Первое	Физиологические колебания [15]	Второе	Физиологические колебания [15]	Третье	Физиологические колебания [15]
<i>Опытная группа</i>						
Общий кальций	$2,81 \pm 0,22$	2,7–3,2	$2,72 \pm 0,18$	2,6–2,7	$2,58 \pm 0,2$	2,6–2,7
Неорганический фосфор	$2,52 \pm 0,28$	1,5–2,3	$3,12 \pm 0,21$	1,4–2,2	$2,65 \pm 0,26$	1,4–2,2
Кальций/фосфор	$1,12 \pm 0,1$	1,17–2,13	$0,87 \pm 0,09$	1,18–1,93	$0,97 \pm 0,09$	1,18–1,93
Глюкоза	$5,02 \pm 0,5$	4,5–5,0	$7,8 \pm 0,8$	4,2–4,4	$5,43 \pm 0,51$	4,2–4,4
Щелочной резерв	$20,86 \pm 2,12$	22,03–22,96	$20,9 \pm 2,85$	21,48–22,3	$20,51 \pm 2,27$	21,48–22,3
Кетоновые тела	$1,03 \pm 0,08$	<0,55	$1,16 \pm 0,1$	< 0,55	$1,28 \pm 0,08$	<0,55
<i>Контрольная группа</i>						
Общий кальций	$2,83 \pm 0,08$	2,7–3,2	$2,56 \pm 0,17$	2,6–2,7	$2,38 \pm 0,1$	2,6–2,7
Неорганический фосфор	$2,39 \pm 0,39$	1,5–2,3	$2,72 \pm 0,09$	1,4–2,2	$2,4 \pm 0,2$	1,4–2,2
Кальций/фосфор	$1,18 \pm 0,08$	1,17–2,13	$0,97 \pm 0,08$	1,18–1,93	$0,99 \pm 0,09$	1,18–1,93
Глюкоза	$3,12 \pm 0,34$	4,5–5,0	$5,03 \pm 0,47$	4,2–4,4	$6,23 \pm 0,53$	4,2–4,4
Щелочной резерв	$23,1 \pm 1,5$	22,03–22,96	$22,9 \pm 1,5$	21,48–22,3	$23,2 \pm 1,73$	21,48–22,3
Кетоновые тела	$0,84 \pm 0,06$	< 0,55	$0,9 \pm 0,1$	< 0,55	$0,99 \pm 0,1$	<0,55

имела ($p > 0,05$). При втором исследовании уровень неорганического фосфора в крови телят обеих групп повышался. Увеличение содержания неорганического фосфора в крови телят опытной группы имело большую интенсивность. Межгрупповые значения при втором и третьем исследовании были выше у телят опытной группы относительно контрольной на 14,7 и 10,4 % соответственно.

Уровень глюкозы в крови телят, полученных от больных кетозом коров, существенно выше аналогичного параметра контрольных телят в течение первых двух исследований. Среднегрупповые значения при первом и втором исследовании были выше в опытной группе телят относительно контрольной на 160 ($p < 0,01$) и 153 % ($p < 0,01$) соответственно. При третьем исследовании концентрация глюкозы в крови телят опытной группы, напротив, значительно снизилась и стала меньше, чем у контрольных телят, на 12,8 % ($p < 0,05$).

Щелочной резерв в сыворотке крови опытных телят на протяжении всего опытного периода был меньше аналогичного показателя контрольных животных. Среднегрупповые значения в опытной группе относительно контрольной при третьем исследовании были ниже на 11,3 %, первом – на 9,7 ($p < 0,01$), втором – на 8,7 % ($p < 0,01$).

Содержание кетоновых тел в крови телят, полученных от больных кетозом коров, на протяжении всего периода исследований превышало содержание аналогичного показателя в крови телят, рожденных от коров контрольной группы. При первом исследовании уровень кетоновых тел был больше в опытной группе телят относительно контрольной на 23 %, втором – на 28 %, третьем – на 29 %. Следует отметить, что уровень кетоновых тел в крови телят контрольной группы был выше нормативных значений для данного показателя в течение всего периода исследований, что объясняется более высоким содержанием кетоновых тел в крови их матерей и, следовательно, в их молозиве и молоке.

Таким образом, в крови телят, рожденных от больных кетозом коров, отмечен более высокий уровень общего кальция, неорганического фосфора, кетоновых тел и более низкое содержание щелочного резерва. Высокий уровень глюкозы, установленный в крови телят опытной группы при первом и втором исследованиях, уже на 14-й день после рождения был ниже, чем у контрольных животных. Указанные изменения свидетельствуют о нарушении минерального обмена у телят, рожденных от больных кетозом коров.

ВЫВОДЫ

1. У больных кетозом коров на 10-й день после отела отмечено повышение в крови неорганического фосфора, щелочного резерва, кетоновых тел и уменьшение содержания глюкозы относительно данных за месяц до отела.

2. Минеральный обмен у телят, рожденных от больных кетозом коров, характеризовался высокой концентрацией общего кальция, неорганического фосфора, кетоновых тел и более низкими значениями щелочного резерва и кальций-фосфорного соотношения по сравнению с телятами, рожденными от клинически здоровых коров.

3. Уровень глюкозы в крови телят, полученных от больных кетозом коров, в течение первых 10 дней после рождения, характеризовался более высокими значениями, которые в дальнейшем снижались на 12,8 % по сравнению с показателями телят, полученных от здоровых коров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эленшлегер А.А., Требухов А.В., Андрейцев М.З. и др. Клинический, биохимический, морфологический и иммунологический статус племенного импортного скота в условиях крупных животноводческих комплексов Алтайского края // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. в 3 кн. – Барнаул: АГАУ, 2009. – Кн. 3. – С. 391–394.
2. Кондрахин И.П. Биологические основы высокой продуктивности и здоровья скота // Труды Крымской академии наук. – Симферополь: ИТ «Ареал», 2004. – С. 24–25.
3. Остякова М.Е. Болезни обмена веществ крупного рогатого скота, связанные с неполноценным кормлением // Вестн. Красноярского ГАУ. – 2015. – № 12. – С. 195–198.
4. Требухов А.В. Изменение в фракционном составе кетонных тел как фактор прогнозирования субклинического кетоза у коров // Вестник Алтайского государственного университета. – 2007. – № 8 (34). – С. 46–47.
5. Самохин В.Т. Особенности углеводного и гликопротеидного обмена у коров при клинической и субклинической остеодистрофии // Терапия и профилактика незаразных болезней сельскохозяйственных животных при их интенсивном использовании. – Воронеж, 1988. – С. 101–104.
6. Хорьков С.С., Балдина Е.Н. Профилактика нарушения обмена веществ у крупного рогатого скота // Вет. врач. – 2003. – № 1 (13). – С. 32–33.
7. Иванов А.В., Папуниди К.Х., Игнаткина В.А. Кетоз коров, овец, свиней. – Казань: Изд-во ТГГИ, 2000. – 72 с.
8. Ebbesvik M. Milk production in organic farming. Diet, feeding, health and yield // Dairy Science Abstracts. – 1994. – Vol. 56 (12). – P. 890.
9. Требухов А.В. Некоторые показатели минерального обмена у больных кетозом коров // Вестник Алтайского государственного университета. – 2016. – № 1 (135). – С. 108–110.
10. Danuser J., Gaillard C. Krankheiten und Abgangsursachen bei schweizerischen Milchkühen. 2. Abgänge und Beziehungen zwischen Krankheiten und Milchleistungsparametern // Schweiz. Arch. Tierheilk. – 1990. – Vol. 132 (6). – P. 301–310.
11. Луцкий Д.Я., Жаров А.В., Шишков В.П. и др. Патология обмена веществ у высокопродуктивного крупного рогатого скота. – М.: Колос, 1978. – 384 с.
12. Рядчиков В.Г., Шляхова О.Г., Дубинина Д.П. и др. Обмен веществ, здоровье и продуктивность коров при разном уровне в рационе концентратов в переходный период // Научный журнал Кубанского ГАУ. – 2012. – № 79. – С. 116–135.
13. Байтеряков Д.Ш., Грачева О.А., Зухрабов М.Г. Биохимический профиль крови у коров с нарушениями обмена веществ // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. – 2015. – № 222 (2). – С. 21–24.
14. Эленшлегер А.А., Пасько М.Н. Зависимость между уровнем кетогенеза коров-матерей и белковой картиной крови новорожденных телят // Вестник Алтайского государственного университета. – 2011. – № 7. – С. 82–84.
15. Кондрахин И.П., Архипов А.В., Левченко В.Н. Методы ветеринарной клинической диагностики: справочник. – М.: КолосС, 2004. – 520 с.
16. Ковалев С.П. Клиническая диагностика внутренних болезней животных: учебник. – СПб.: Лань, 2014. – 544 с.

Поступила в редакцию 03.10.2016

**A.V. TREBUKHOV, Candidate of Science in Veterinary Medicine, Associate Professor,
A.A. ELENSHLEGER, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Chair Holder**

Altai State Agrarian University

98, Krasnoarmeiskiy Ave, Barnaul, Altai Territory, 656049, Russia

e-mail: ivmagau@mail.ru

INTERRELATION OF BASIC MINERAL METABOLIC INDICES IN KETOTIC COWS AND CALVES BORN FROM THEM

A study on mineral metabolic indices in ketotic Black-and-White cows and calves born from them was conducted in Altai Territory. Two groups of cows were formed: the trial group of ketotic cows and the control group of apparently healthy cows. Two groups of calves were also formed: the trial group of calves born from ketotic cows and the control group of calves born from apparently healthy cows. The comparison of blood biochemistry indices obtained from cows and their calves has found the following in ketotic cows after calving: low total calcium level (2.26 ± 0.14 mmol/L), high concentrations of inorganic phosphorus (1.91 ± 0.12 mmol/L) and ketone bodies (2.26 ± 0.2 mmol/L) as compared to healthy herd-mates. The following has been found in the calves born from ketotic cows on the 10th day after birth: increased levels of ketone bodies (1.16 ± 0.1 mmol/L), inorganic phosphorus (3.12 ± 0.21 mmol/L) and total calcium (2.72 ± 0.18 mmol/L) as compared to those of the control herd-mates. High glucose level has been found in the calves born from ketotic cows during the first ten days after birth, which then decreased below that of the control calves.

Keywords: veterinary medicine, metabolism, ketonemia, ketosis, cattle, calves, mineral metabolism.



УДК 631.33.024

Н.Н. НАЗАРОВ, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,
Н.С. ЯКОВЛЕВ, доктор технических наук, главный научный сотрудник,
В.И. МЯЛЕНКО, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник

*Сибирский научно-исследовательский институт механизации
и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН*

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

ПОСЕВНОЙ РАБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ БОРОЗДКОВОГО ЛЕНТОЧНОГО ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности формирования посевной борозды при бороздковом ленточном посеве зерновых. Определены основные геометрические параметры посевной борозды в зависимости от влажности почвы и скорости движения посевного агрегата. С увеличением скорости движения агрегата и повышением влажности почвы ширина борозды по верху (развал борозды) увеличивается практически линейно, при этом ширина борозды по низу уменьшается также линейно. С увеличением скорости агрегата и влажности почвы высота слоя земли от дна борозды (глубины предпосевной обработки почвы) до обработанной поверхности имеет тенденцию к снижению. При скорости агрегата выше 8 км/ч и влажности почвы более 21 % отмечена максимальная глубина укладки семян. Анкерные сошники в комплекте с вырезными дисками при влажности почвы 13–24 % и скоростном режиме агрегата 6–10 км/ч обеспечивают реализацию бороздкового ленточного посева по мульчированным фонам со следующими параметрами посевной борозды: ширина по верху – 147–175 мм, по низу – 78–94 мм. При этих значениях скорости и влажности почвы высота мульчирующего слоя над семенами составила 32–57 мм при полном отсутствии семян на поверхности поля. Обосновано использование технического средства с дисково-анкерными сошниками с острым углом вхождения в почву с разнесенными структурными элементами для укладки семенного материала в увлажненный почвенный горизонт.

Ключевые слова: бороздковый ленточный посев, дисковый анкерный сошник, посевная борозда, глубина укладки семян.

В условиях степи и лесостепи Западной Сибири к моменту основного посева яровой пшеницы и других зерновых культур (20–25 мая) почва просыхает на глубину 60–80 мм. С одной стороны, это затрудняет заделку семян во влажный слой, с другой – посев дисковыми сеялками сильно разрыхляет и еще больше иссушает почву. При таком посеве верхние сухие и нижние более влажные слои почвы перемешиваются, что ухудшает условия набухания и прорастания семян, особенно если посевы не прикатывают. При прикатывании гладкими или кольчатыми катками поверхность поля уплотняется, создаются условия, вызывающие потерю влаги и дефляцию почвы. В этих случаях важно применять такие способы посева зерновых культур, которые позволяют заделывать семена во влажный слой почвы, обеспечивать быстрое появление всходов при одновременном создании условий, противодействующих дефляционным процессам [1–4].

Этому наиболее соответствует бороздковый посев зерновых культур. Суть его заключается в размещении семян в борозде лентой шириной 75–80 мм с образованием над семенами уплотненного слоя 30–40 мм, определяющего глубину заделки семян.

Цель работы – определить качество образования посевных борозд на поверхности поля при реализации бороздкового посева зерновых культур.

В задачу исследования входило выявить влияние скоростного режима агрегата и влажности почвы на характеристики посевной борозды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для сохранения осадков и влаги после таяния снега целесообразно проводить основную безотвальную обработку почвы с формированием мульчирующего слоя в виде измельченных растительных остатков – соломы, ботвы пропашных предшественников и др. При проведении весеннего почвообрабатывающего комплекса работ растительные остатки перемешиваются с верхним слоем почвы (до 100 мм), образуя своеобразный почвенно-растительный конгломерат, который затрудняет использование различных рабочих органов при проведении посева зерновых. При этом в соответствии с агротехническими требованиями семена зерновых культур должны укладываться на влажное и уплотненное семенное ложе. В этой ситуации целесообразно использование однодисковых анкерных сошников с разнесенными структурными элементами, реализующими бороздковый посев зерновых культур. Подобного рода сошники обеспечивают формирование U-образного профиля борозды путем перерезания длинно-волокнистых почвенных включений на глубину 50–70 мм и их сдвига в межполосное пространство, создание плотного семенного ложа и посев семян зерновых с формированием слоя почвы над семенами на уровне 30–40 мм (рис. 1) [5, 6].

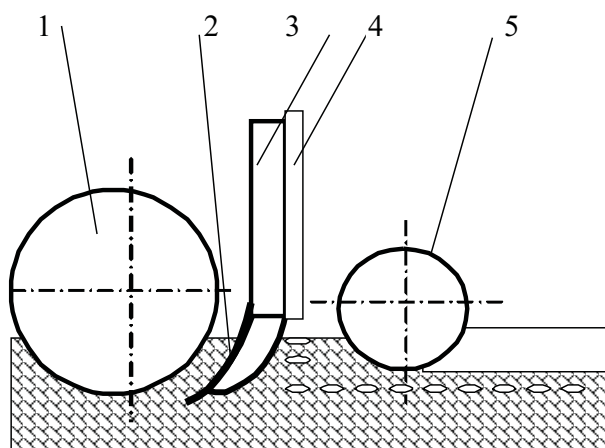


Рис. 1. Технологическая схема дискового анкерного сошника с острым углом вхождения в почву с разнесенными структурными элементами:

1 – дисковый нож; 2 – наральник; 3 – стойка; 4 – семяпровод; 5 – прикатывающий каток

Указанные требования могут быть выполнены различными по конструкции типами посевных сошников с глубиной хода $h_{\text{п}}$, которые обеспечивают заданную высоту мульчирующего слоя земли над семенами $h_{\text{м}}$, уложенными по ширине ленты посева (рис. 2).

При перемещении почвы из полосы посева в междуполосное пространство должно выдерживаться равенство перемещаемых и принимающих в междуполосной зоне площадей с учетом угла естественного откоса почвы и ее уплотнения

$$S_{\text{Н}} \geq S_{\text{У}}.$$

При допущении, что форма почвы, расположенной от уровня укладки семенного материала до свободной поверхности, и профиль насыпаемого в междуполосное пространство ее слоя имеют форму трапеции, то

$$S_{\text{Н}} = h_{\text{Н}} \frac{(a + m) \cdot \text{tg}\varphi}{2}; \quad S_{\text{У}} = h_{\text{У}} \frac{(b_{\text{Н}} + b_{\text{В}}) \cdot k}{2},$$

где $\text{tg}\varphi$ – угол естественного откоса почвы; k – коэффициент уплотнения почвы. По данным научных исследований установлено, что в лесостепной зоне Западной Сибири наиболее эффективно расположение семян зерновых в ленты шириной 75–80 мм [7] при величине междурядья 150 мм.

Экспериментальную оценку взаимодействия посевных рабочих органов с почвой при формировании посевных борозд и определение агротехнических показателей разработанного экспериментального образца проводили в два этапа. На первом этапе осуществляли проверку качества выполнения технологического процесса высеваящими аппаратами сеялки на высевах зерновых культур. Для этого в соответствии с [8] была установлена норма высева семян – 145 кг/га (3,4 млн шт./га). Предварительно опреде-

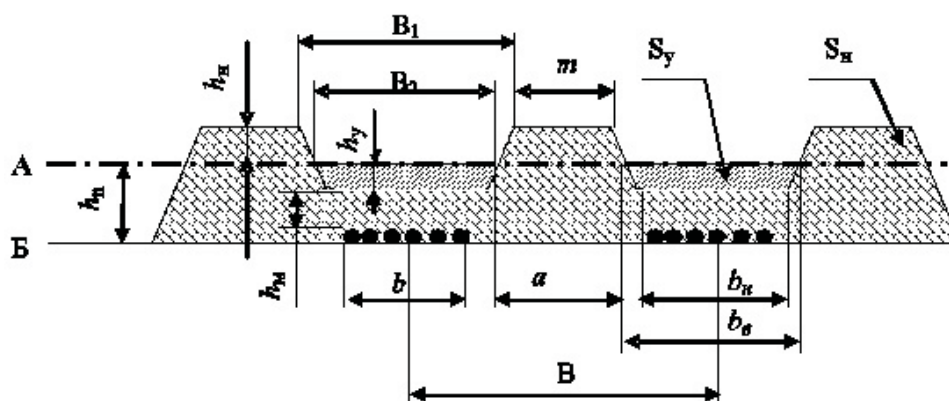


Рис. 2. Поперечное сечение посевной борозды:

А – поверхность обработанного поля; Б – глубина укладки семян; $h_{\text{п}}$ – глубина хода посевного сошника; $S_{\text{Н}}$ – площадь насыпного профиля почвы, перемещенной в междуполосную зону; $S_{\text{У}}$ – площадь профиля почвы, удаленной из полосы посева; В – междуполосное пространство; B_1 – ширина борозды по верху; B_2 – ширина борозды по низу; $h_{\text{у}}$ – высота удаляемого из полосы посева слоя почвы; $h_{\text{н}}$ – высота насыпного слоя почвы в междуполосной зоне; a – нижнее основание трапеции насыпного слоя почвы в междуполосной зоне; m – верхнее основание трапеции насыпного слоя почвы в междуполосной зоне



Рис. 3. Экспериментальный образец технического средства с дисково-анкерными сошниками с острым углом вхождения в почву с разнесенными структурными элементами

лена всхожесть семян (95 %) и масса 1000 зерен (42,2 г). Культура в эксперименте – пшеница Новосибирская 44.

На втором этапе проводили оценку качества образования посевных борозд. Характеристики посевной борозды определяли в соответствии с работами [9–12] и с использованием методических подходов [13, 14]. Для формирования полос посева использовали экспериментальный образец технического средства (рис. 3).

В номенклатуру показателей включены ширина борозды по верху и низу и высота от дна борозды до вершины валиков. Кроме того, определена глубина заделки семян по сошникам.

Определение значений показателей посевной борозды, формируемой экспериментальным образцом технического средства, проводили при четырех значениях влажности почвы – 13, 18, 21 и 24 %. Все эксперименты проходили на трех скоростных режимах – 6, 8 и 10 км/ч. Почва в опыте – чернозем выщелоченный, среднemosный, среднесуглинистый. Рельеф ровный с восточным уклоном (крутизна не более 2°).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ширина борозды по верху (развал борозды) увеличивалась практически линейно (рис. 4) с возрастанием скорости движения агрегата и повышением влажности почвы, хотя данное увеличение было незначительным – 5–15 мм. Ширина борозды по низу уменьшалась также линейно при возрастании скорости агрегата и увеличении влажности почвы. Это уменьшение было также небольшим – в пределах 5–10 мм.

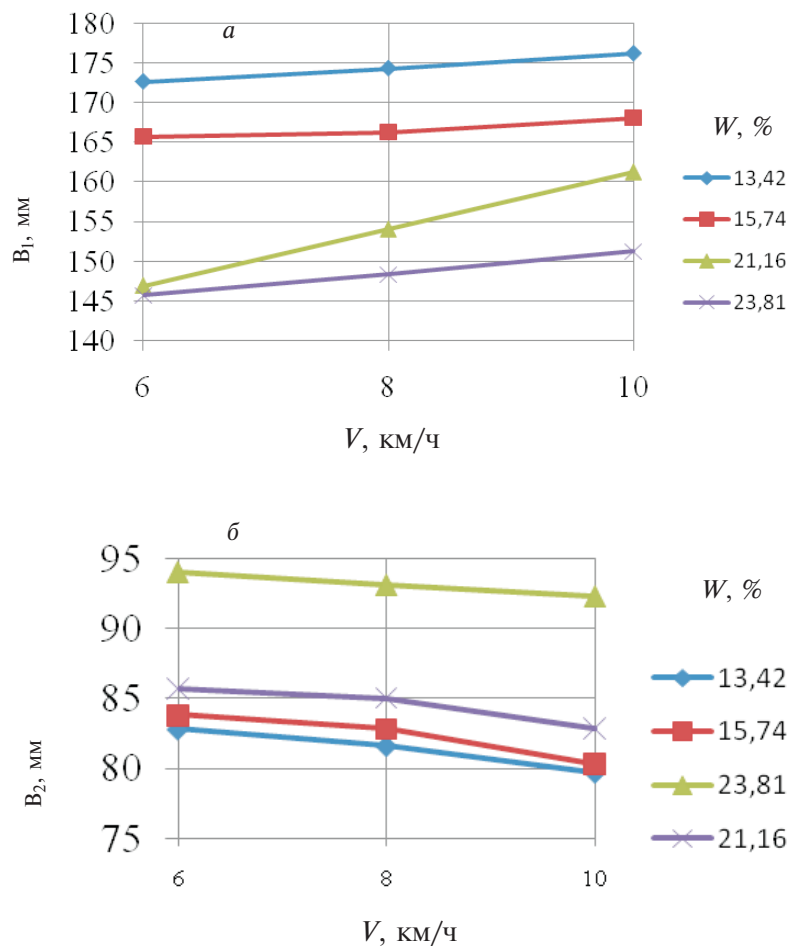


Рис. 4. Ширина борозды по верху (а) и низу (б) в зависимости от скорости агрегата и влажности почвы:

ширина борозды, мм: B_1 – по верху; B_2 – по низу; V – скорость движения, км/ч;
 W – влажность почвы, %

Необходимо отметить, что высота слоя земли от дна борозды до обработанной поверхности увеличивалась с повышением влажности почвы при всех скоростных режимах (рис. 5).

Определение глубины заделки семян осуществлено методом непосредственного нахождения по этиолированной части растений (рис. 6).

Приведенные данные свидетельствуют о некотором разбросе значений. Это вызвано неравномерностью распределения почвы после прохода посевных рабочих органов по полосам посева, при этом спектр зоны увеличенной глубины укладки семян смещается к центру сеялки.

Максимальную глубину укладки семян наблюдали при влажности почвы выше 21 % при скорости больше 8 км/ч. Посевные рабочие органы 3–6 заделывали семена несколько глубже, чем сошники 1, 2 и 7 (см. рис. 6). Это

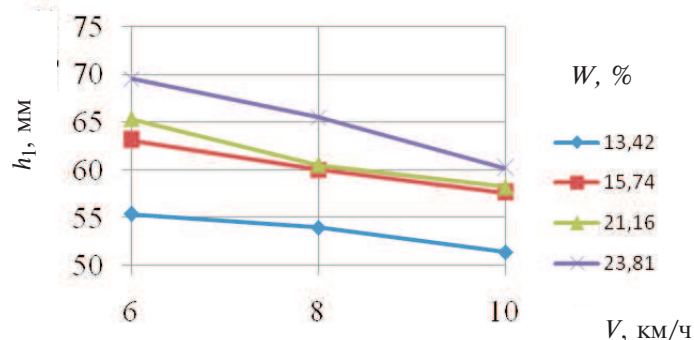


Рис. 5. Высота слоя земли до обработанной поверхности в зависимости от скорости движения агрегата и влажности почвы:

h_1 – высота слоя земли до обработанной поверхности, мм; V – скорость движения, км/ч; W – влажность почвы, %

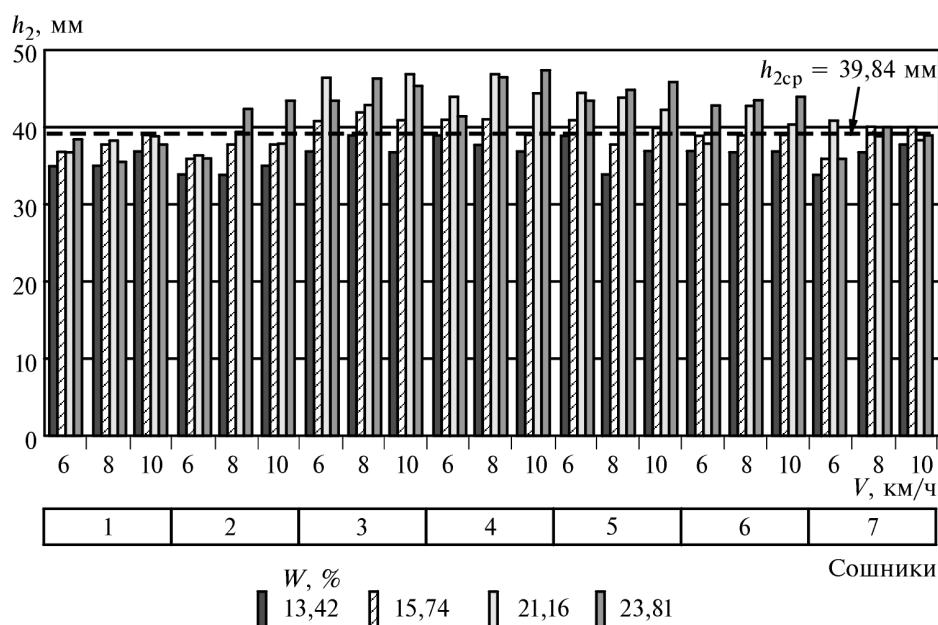




Рис. 7. Вид поля после прохождения экспериментального образца технического средства с дисково-анкерными сошниками с острым углом вхождения в почву с разнесенными структурными элементами

ВЫВОДЫ

1. Для повышения эффективности разрабатываемых технологий возделывания зерновых культур целесообразно использовать анкерные сошники в комплекте с вырезными дисками, обеспечивающие бороздковый ленточный посев.
2. При влажности почвы 13–24 % и скорости агрегата 6–10 км/ч параметры посевной борозды следующие: ширина по верху 147–175 мм, по низу – 78–94 мм, высота мульчирующего слоя над семенами 32–57 мм (при отсутствии семян, не заделанных в почву).
3. Максимальную глубину укладки семян наблюдали при влажности почвы выше 21 % при скорости больше 8 км/ч.
4. Использование дисково-анкерных сошников обеспечивает укладку семян во влажный слой почвы и создание наилучших условий для их прорастания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Докин Б.Д., Елкин О.В. Технологическая и техническая модернизация растениеводства Сибири // Экономика с.-х. и перерабатывающих предприятий. – 2015. – № 1. – С. 18–22.
2. Докин Б.Д., Иванов Н.М., Елкин О.В., Чекусов М.С. Альтернативные варианты технологий и технических средств для производства зерна в условиях Сибири // Достижения науки и техники в АПК. – 2015. – № 1. – С. 101–105.
3. Яковлев Н.С., Колинко П.В. Перемещение почвы кольцом кольчатого катка // С.-х. машины и технологии. – 2013. – № 3. – С. 32–34.
4. Орлов А.Н., Алгазин Д.Н., Красильников Е.В. Влияние параметров гребнеобразователя культиваторно-отвального типа на образование гребней // Омский науч. вестн. – 2013. – № 1. – С. 124–127.

5. **Яковлев Н.С.** Исследование влияния стойки лапового сошника посевной машины «Обь-4-3Т» на формирование профиля борозды // Вестн. Бурятской ГСХА. – 2011. – № 1. – С. 79–85.
6. **Ларюшин Н.П., Мачнев А.В., Шумаев В.В.** Лабораторные исследования сошника сеялки-культиватора с бороздообразующим рабочим органом // Нива Поволжья. – 2008. – № 8. – С. 60–63.
7. **Жуков С.П., Федотов И.А.** Алтайское село: история, современное состояние, проблемы и перспективы социально-экономического развития / материалы междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: Азбука, 2009. – С. 353–357.
8. **ГОСТ 20915–75–1975.** Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 34 с.
9. **ГОСТ Р 52778–2007.** Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки – М.: Стандартинформ, 2008. – 24 с.
10. **ОСТ АИСТ 001–2010.** Агротехническая оценка сельскохозяйственной техники. Термины и определения. – М.: Росинформагротех, 2013. – 48 с.
11. **ОСТ 105.1–2000.** Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей. – М.: Минсельхоз России, 2000. – 22 с.
12. **ОСТ 70.5.1–82.** Машины посевные. Программа и методы испытаний. – М.: Государственный комитет СССР по производственно-техническому обеспечению сельского хозяйства, 1983. – 148 с.
13. **Миляев П.П.** Система согласованных показателей для оценки эффективности функционирования инженерно-технологических систем производства продукции земледелия // Инженерно-техническое обеспечение технологических процессов в агропромышленном комплексе Сибири: сб. науч. тр. – Новосибирск, 2007. – С. 150–160.
14. **Арюпин В.В., Нестяк В.С.** Методология разработки энерго- и ресурсосберегающих тепличных комплексов для условий Сибири // Вестн. Красноярского ГАУ. – 2010. – № 4 (43). – С. 109–115.

Поступила в редакцию 31.08.2016

**N.N. NAZAROV, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher,
N.S. YAKOVLEV, Doctor of Science in Engineering, Head Researcher,
V.I. MYALENKO, Doctor of Science in Engineering, Lead Researcher**

*Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification
of Agriculture, SFSCA RAS*

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

A SOWING TOOL TO REALIZE FURROW BAND SOWING OF GRAIN CROPS

Results are given from theoretical and experimental studies on the effectiveness of forming a drill furrow at furrow band sowing of grain crops. The basic geometrical parameters of the drill furrow were determined depending on soil moisture and operating speed of a seeding unit. As the operating speed of the unit and soil moisture increase, the top furrow width (breakdown of the furrow) increases in a linear way practically, with that, the bottom furrow width decreases in a linear way as well. As the operating speed of the unit and soil moisture increase, the height of soil layer from the furrow bottom (presowing soil treatment depth) to the surface has a tendency to decrease. The maximum depth of seed placement was observed at the operating speed of the unit of higher than 8 km/h and soil moisture of more than 21 per cent. At soil moisture of 13–24 per cent and operating speeds of the unit of 6–10 km/h, the anchor openers together with cutout disks provide the realization of furrow band sowing against the mulched backgrounds with the following parameters of the drill furrow: the up furrow width of 147–175 mm, the bottom furrow width of 78–94 mm. With these values of operating speeds and soil moistures, the height of mulching layer above seeds made up 32–57 mm with the complete absence of seeds above ground. There is substantiated the use of the engineering tool with anchor-disk openers entering the soil at an acute angle and with diverse structural elements for placing seeds into the moistened soil horizon.

Keywords: furrow band sowing, anchor-disk opener, drill furrow, seed placement depth.



УДК 631.171

О.В. ЕЛКИН, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

Сибирский физико-технический институт аграрных проблем СФНЦА РАН

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: sibfti.n@ngs.ru

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИКИ И РЕСУРСОВ СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЯ

Представлены результаты применения многокритериальной оценки при выборе оптимального варианта использования машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия. На примере модельного хозяйства Новосибирской области выполнен расчет состава машинно-тракторного парка (МТП) при использовании метода сквозного просмотра вариантов годового комплекса работ. Для проведения многокритериальной оценки взяты показатели: стоимость приобретения техники; число механизаторов; прямые эксплуатационные затраты. Для учета трех показателей при оценке эффективности вариантов выбран аддитивный критерий. Целевая функция образуется путем сложения нормированных значений частных критериев, умноженных на коэффициенты значимости. Поскольку частные критерии имеют различную физическую природу и в соответствии с этим разную размерность, то при образовании обобщенного показателя мы оперируем не «натуральными» критериями, а их нормированными значениями, т.е. каждый параметр изменяется от нуля до единицы. Для определения обобщенного показателя используется экспертная оценка. Эксперты по присвоению коэффициентов значимости – руководители сельскохозяйственных предприятий. Оптимальным считается тот вариант, целевая функция которого минимальна. Установлено, что учет нескольких показателей и выбор приоритетов позволяют найти наилучший вариант использования техники и ресурсов для конкретного сельскохозяйственного предприятия. Предложенный способ многокритериальной оценки вариантов использования техники объединяет экспертный и технико-экономический подходы.

Ключевые слова: машинно-тракторный парк, технология, механизатор, прямые эксплуатационные затраты, многокритериальная оценка.

В условиях рыночной конкуренции сельхозпредприятиям необходимо эффективно использовать имеющиеся ресурсы. Сталкиваясь с дефицитом свободных финансовых средств и высококвалифицированных механизаторских кадров, а также с большими затратами на такие ресурсы, как ГСМ, электроэнергия, техника, хозяйства вынуждены решать многокритериальные задачи, где присутствуют показатели разной размерности и качественного характера. Не всегда наличие большего количества техники является положительным фактором, так как требует большего числа механизаторов. Нужно учитывать мощность энергомашин, а также их амортизационный износ, с которым прямо связаны расходы на ремонт и обслуживание.

Эффективность сельскохозяйственного производства зависит от ряда аспектов, включающих прогрессивность используемых технологий и технологических процессов; рациональный выбор технических средств; ис-

пользование имеющихся производственных ресурсов и т.д. Рыночная конъюнктура обусловлена как объективными, так и субъективными факторами, которые приводят к изменению спроса на производимую продукцию, колебаниям цен и влияют на рентабельность. В данных условиях целесообразен непрерывный мониторинг производственного процесса, позволяющий принять оптимальные управленческие решения с целью корректировки ряда факторов, включая выбор рационального состава МТП [1].

Для оперативного мониторинга производственных процессов и принятия оптимальных управленческих решений в СибФТИ разработан программный комплекс, включающий следующие компоненты: «Автоматизированное формирование технологических карт» (АФТК) и АГРОТЕХ. Web-приложение АФТК, представляющее систему поддержки принятия решений управления производством продукции растениеводства, включает динамические web-страницы, позволяющие осуществлять оперативное взаимодействие между пользователем, базой данных и методикой составления технологических карт. С помощью web-приложения АГРОТЕХ можно рассчитать различные варианты оптимального формирования состава МТП с учетом современной техники по двум критериям (минимум прямых затрат и количества механизаторов) с ограничением по срокам для конкретного хозяйства, что позволит повысить оперативность принятия управленческих решений [2].

В сельском хозяйстве большинство решений принимается с учетом нескольких факторов, поэтому выбор рационального состава МТП может содержать ряд целевых функций (критериев). Такие задачи принято называть многокритериальными.

Цель исследования – оценить возможность применения многокритериальной оценки при выборе вариантов использования машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия в зависимости от ресурсного обеспечения.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На примере модельного хозяйства Новосибирской области при использовании метода сквозного просмотра вариантов годового комплекса работы [3] выполнен расчет оптимального состава машинно-тракторного парка. В структуру посевных площадей модельного хозяйства входят зерновые культуры – 53 %, зернобобовые – 4, пропашные – 2, травы – 17 и пар – 24 %. Общая площадь 8200 га. Указанный метод позволяет сформировать рациональный состав МТП путем сопоставления затрат на выполнение одного и того же годового комплекса работ различными типами энергетических средств с соответствующим шлейфом машин и обеспечить выполнение заданных объемов работ в установленные агротехнические сроки с минимальными затратами. В состав прямых затрат входят оплата труда, стоимость горюче-смазочных материалов, отчисления на реновацию, ремонты, приобретение запасных частей и др. Размер затрат определяется не только составом проектируемого парка машин, но также расходами на семена, органические и минеральные удобрения, средства защиты растений, формируемыми на основе установленных экономических нормативов и

сложившихся цен на указанные ресурсы в зависимости от применяемых технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур.

Для оценки возможного отказа техники, ее сезонной готовности в расчетах применяли коэффициенты надежности и готовности технических средств. Чем выше коэффициенты технической готовности и надежности техники, тем ниже потери урожая, выше эффективность производства.

Применяемые технологии включали такие работы, как паровая или зяблевая подготовка почвы, зимняя мелиорация, подготовка семян, весенняя подготовка почвы и посев (ранневесеннее боронование, предпосевная культивация и прикатывание, посев и прикатывание после посева), уход за посевами, уборка (прямая и раздельная).

При планировании и комплектовании состава МТП руководитель предприятия оказывается между двумя выборами: использовать более дешевую, но менее производительную сельхозтехнику, при которой потребуются большее число механизаторов, либо приобрести более производительные агрегаты, способные уменьшить потребности в трудовых ресурсах. Совершенствование состава машинно-тракторного парка направлено на повышение производительности труда [4–6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведены расчеты вариантов потребности модельного хозяйства в технике для различных уровней интенсификации (табл. 1).

Таблица 1
Варианты расчета состава МТП для различных уровней интенсификации

Показатель	Вариант				
	I	II	III	IV	V
<i>Нормальная технология</i>					
Стоимость парка, млн р.	105,3	86,7	83	72,9	91,5
Механизаторов, чел.	14	16	15	17	15
Прямые эксплуатационные затраты, млн р.	31,1	23,8	25,5	22,4	29,7
<i>Интенсивная технология</i>					
Стоимость парка, млн р.	123,1	101,5	93,1	86	106,8
Механизаторов, чел.	17	19	20	21	19
Прямые эксплуатационные затраты, млн р.	34,6	27,2	29,1	25,8	33,2
<i>Ресурсосберегающая технология</i>					
Стоимость парка, млн р.	100	128,3	114,6	136,8	52,3
Механизаторов, чел.	14	11	15	9	23
Прямые эксплуатационные затраты, млн р.	27,8	42,2	39,2	46,8	20,4

Примечание. I – на базе К-744 и Вектор (Полесье); II – на базе ХТЗ-150К-09 и Вектор (Полесье); III – на базе К-744 и ХТЗ-150К-09, Вектор (Полесье) и Енисей-1200; IV – ХТЗ-150К-09 и Вектор (Полесье) и Енисей-1200; V – на базе К-744 и Вектор (Полесье) и Енисей-1200.

Оценивая оптимальный уровень использования МТП только по одному из трех показателей, мы не всегда получаем минимум по двум другим критериям (см. табл. 1). Так, выбирая самый низкозатратный вариант по показателю «прямые эксплуатационные затраты», не обязательно получаем наименьшие показатели стоимости парка и трудовых ресурсов.

Многокритериальная оценка проведена по следующим трем показателям: стоимость приобретения техники; число механизаторов; прямые эксплуатационные затраты.

При наличии нескольких показателей оптимальности аддитивный критерий выбирают тогда, когда существенными являются абсолютные значения критериев при выбранном векторе параметров проектирования. В случае, когда существенную роль играет изменение абсолютных значений частных критериев при вариации вектора переменных, целесообразно применять мультипликативный критерий оптимальности.

Для учета трех показателей при оценке эффективности вариантов выбран аддитивный критерий. Целевая функция образуется путем сложения нормированных значений частных критериев, умноженных на коэффициенты значимости.

Поскольку частные критерии имеют различную физическую природу и в соответствии с этим разную размерность, то при образовании обобщенного показателя оперируем не «натуральными» критериями, а их нормированными значениями, т.е. каждый параметр изменяется от нуля до единицы. Для того чтобы определить обобщенный показатель, проведем качественную оценку критериев, используя экспертную оценку. В качестве экспертов по присвоению коэффициентов значимости могут выступать руководители сельскохозяйственных предприятий. Так, например, согласно экспертной оценке, приняты следующие коэффициенты значимости по критериям: стоимость парка – 0,1; число механизаторов – 0,5; прямые затраты – 0,4. Обязательное условие для коэффициентов значимости – сумма коэффициентов значимости всех критериев должна быть равна единице.

Обобщенный показатель j -го варианта определяется как сумма всех показателей нормированных значений частных критериев $q_1, q_2, \dots, q_n$, взвешенных с помощью коэффициентов значимости по формуле

$$Q_j = \sum q_{ij} \cdot C_i, \quad (1)$$

где q_{ij} – нормированное значение i -го критерия j -го варианта; C_i – коэффициент значимости i -го критерия;

При этом нормированное значение i -го критерия j -го варианта определяется по формулам:

$$q_{ij} = X_{ij} / X_{\max}, \quad (2)$$

если желательна тенденция роста i -го критерия j -го варианта, или

$$q_{ij} = X_{\min} / X_{ij}, \quad (3)$$

если желательна тенденция снижения i -го критерия,

где X_{ij} – значение i -го критерия для j -го варианта; $X_{\min}$, $X_{\max}$ – соответственно минимальное и максимальное значение i -го критерия для сравниваемых вариантов или (если вариант один) устанавливается нормативом [7–9].

В нашем случае наилучшим вариантом окажется тот, для которого Q_j будет минимальным.

В табл. 2 приводится результат многокритериальной оценки вариантов использования МТП для различных уровней интенсификации.

В результате по данному модельному хозяйству получаем:

- для нормальной технологии: вариант III (0,846) со стоимостью парка 83 млн р., числом механизаторов 15 чел. и затратами 25,5 млн р.;
- для интенсивной технологии: вариант II (0,848) со стоимостью парка 101,5 млн р., числом механизаторов 19 чел. и затратами 27,2 млн р.;
- для ресурсосберегающей технологии: вариант I (0,614) со стоимостью парка 100 млн р., числом механизаторов 14 чел. и затратами 27,8 млн р.

Таким образом, если по исходным данным выбор варианта определялся по одному из показателей (прямые затраты, числом механизаторов или стоимость парка), то в результате применения многокритериальной оцен-

Таблица 2
Результаты многокритериальной оценки вариантов для различных уровней интенсификации

Показатель	Вариант				
	I	II	III	IV	V
<i>Нормальная технология</i>					
Стоимость парка, млн р.	0,100	0,082	0,078	0,069	0,086
Механизаторов, чел.	0,411	0,470	0,441	0,500	0,441
Прямые эксплуатационные затраты, млн р.	0,400	0,306	0,327	0,288	0,382
Обобщенный показатель	0,911	0,859	0,846	0,857	0,909
<i>Интенсивная технология</i>					
Стоимость парка, млн р.	0,100	0,082	0,075	0,069	0,086
Механизаторов, чел.	0,404	0,452	0,476	0,500	0,452
Прямые эксплуатационные затраты, млн р.	0,400	0,314	0,336	0,298	0,383
Обобщенный показатель	0,904	0,848	0,887	0,867	0,921
<i>Ресурсосберегающая технология</i>					
Стоимость парка, млн р.	0,073	0,093	0,083	0,100	0,038
Механизаторов, чел.	0,304	0,239	0,326	0,195	0,500
Прямые эксплуатационные затраты, млн р.	0,237	0,360	0,335	0,400	0,174
Обобщенный показатель	0,614	0,692	0,744	0,695	0,712

ки учитывались сразу все показатели и с учетом выставленной значимости получен один наилучший вариант для различных уровней интенсификации (см. табл. 1, 2).

Эффективное использование техники и иных ресурсов на сельскохозяйственном предприятии обусловлено рядом факторов, влияние которых можно учесть с применением метода экономического анализа и многокритериальной оценки.

Применение многокритериальной оценки вариантов использования техники и ресурсов сельскохозяйственного предприятия позволяет учесть критерии различной размерности и физической природы, рассчитать варианты рационального формирования машинно-тракторного парка, определить обобщенный показатель эффективного использования техники на конкретном сельскохозяйственном предприятии.

Предложенный способ многокритериальной оценки вариантов использования техники объединяет экспертный и технико-экономический подходы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Валге А.М., Папушин Э.А., Артемьев Ю.Г., Баранов Л.Н. Алгоритмические основы выбора состава машинно-тракторного парка для производства сельскохозяйственной продукции в рыночных условиях // Материалы международного агроэкологического форума. – СПб., 2013. – Т. 2. – С. 14–20.
2. Альт В.В., Исакова С.П., Лапченко Е.А. Применение современных систем машин в АПК на основе информационных технологий // Аграрная наука – сельскому хозяйству. – Барнаул: Алтайский гос. аграрн. ун-т, 2016. – С. 7–8.
3. Докин Б.Д., Елкин О.В. Информационные технологии для оптимизации структуры машинно-тракторного парка сельхозпредприятия // Ползуновский вестник. – 2014. – № 2. – С. 191–193.
4. Иванов Н.М., Чепурин Г.Е. Инженерное обеспечение сельскохозяйственного производства Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2009. – № 9. – С. 78–87.
5. Блынский Ю.Н., Докин Б.Д., Елкин О.В., Иванов Н.М., Мартынова В.Л. Методические подходы к выбору технологий и технических средств при производстве зерна в условиях Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 2 (249). – С. 105–109.
6. Милаев П.П., Назаров Н.Н. Методические подходы к выбору эффективных вариантов при инженерном проектировании агротехнологий // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2015. – № 1 (242). – С. 94–101.
7. Яшин С.Н., Боронин О.С. Многокритериальная оценка экономической эффективности инновационных проектов // Экономические науки. – 2010. – № 11 (72). – С. 253–256.
8. Лайко Д.В. Применение функционально-стоимостного анализа при формировании машинно-тракторных парков сельскохозяйственных производителей // Вестн. НГИЭИ. – 2011. – Т. 2, № 2 (3). – С. 138–142.
9. Бураев М.К., Сизов И.Г., Овчинникова Н.И., Болоев П.А. Методика комплексной оценки показателя уровня ПТЭ МТП // Вестн. ВСГУТУ. – 2013. – № 5 (44). – С. 78–84.

Поступила в редакцию 22.09.2016

O.V. ELKIN, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher

Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems, SFSCA RAS

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: sibfti.n@ngs.ru

MULTICRITERION EVALUATION OF USING MACHINERY AND RESOURCES OF AGRICULTURAL ENTERPRISE

Results are given from multicriterion evaluation of using machine-and-tractor fleet of an agricultural enterprise when choosing its optimal structure. By way of example of a model farm located in Novosibirsk Region, there was carried out a calculation of the machine-and-tractor fleet structure by using the method for looking through the options of annual complex of operations. To carry out multicriterion evaluation, the following indicators were selected: costs for purchasing machinery, the number of machine operators and direct operating costs. To take into account these three indicators when evaluating the efficiency of options, an additive criterion was selected. The objective function is formed by adding the normalized values of the particular criteria multiplied by the significance coefficients. Since the particular criteria have varied physical nature and accordingly different dimensions, then when forming a generalized index we operate with not "natural" criteria but their normalized values, i.e. each parameter varies from zero to one. In order to determine the generalized index, expert assessments are used. Experts in assigning significance coefficients are heads of agricultural enterprises. An option, the objective function of which is minimal, is considered to be optimal. It has been established that the selection based on several indicators (criteria) and priorities makes it possible to choose the best option of using machinery and resources for a particular agricultural enterprise. The proposed method for multicriterion evaluation of the machinery use options combines expert technical and economic approaches.

Keywords: machine-and-tractor fleet, technology, machine operator, direct operating costs, multicriterion evaluation.

УДК 631.527:004.4: 004.032.26

И.Г. ГРЕБЕННИКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией

Сибирский физико-технический институт аграрных проблем СФНЦА РАН

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: sibfti.grig@ngs.ru

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ФОРМ ТРИТИКАЛЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСА КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

По результатам селекционных исследований яровой тритикале в условиях Западно-Сибирской лесостепи Приобья за период 2009–2013 гг. сформирована компьютерная база данных, содержащая информацию по урожайности, качеству продукции, устойчивости к болезням, вредителям и другим признакам. Исходным материалом послужили межсортовые гибриды гексаплоидных яровых тритикале, полученные в результате диаллельных скрещиваний четырех сортов яровых тритикале из коллекции ВИР (Сокол Харьковский, Укро, Габо, К-3881), а также этих сортов с озимым сортом селекции СибНИИРС – Сирс 57. Разработана экспериментальная модель программно-алгоритмического комплекса по селекции тритикале. Результат работы комплекса позволил произвести оценку коллекционных образцов и подбор родительских форм яровой тритикале для гибридизации при создании селекционного материала с требуемым сочетанием хозяйственно ценных признаков. Использование программно-алгоритмического комплекса позволило выделить следующие исходные формы яровой тритикале: линию К-3881, которая имеет максимальное значение общей комбинационной способности по признаку «число зерен главного колоса»; интенсивный сорт К-3881; пластичный сорт экстенсивного типа Укро, дающий в различных условиях стабильно высокий урожай, и селекционно-ценную комбинацию Сирс 57 × Укро.

Ключевые слова: селекция, яровая тритикале, продуктивность, диаллельный анализ, экологическая пластичность, селекционная ценность.

Актуальность создания и внедрения в агропроизводство яровой тритикале как страховой культуры подтверждается тем, что ее озимые сорта не всегда могут дать гарантированный урожай по причине действия неблагоприятных факторов. Внедрение данной культуры в производство возможно только при создании сортов, соответствующих почвенно-климатическим условиям региона. Применение информационных технологий позволяет повысить надежность правильного подбора родительских форм для гибридизации, обладающих требуемым сочетанием хозяйственно ценных признаков.

Цель исследования – разработать методику оценки форм яровых тритикале с применением комплекса компьютерных программ. В задачи исследований входило создание межсортовых гибридов яровых тритикале, формирование базы данных, разработка экспериментальной модели программно-алгоритмического комплекса по селекции тритикале.

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2009–2013 гг. в лабораторных и полевых условиях СибНИИРС – филиале ИЦиГ СО РАН и биополигона ФГБНУ СибФТИ (Новосибирская область). Применялись следующие методы создания селекционного материала: межсортовая гибридизация гексаплоидных тритикале и использование озимой тритикале при получении яровых форм.

* Научный руководитель – доктор сельскохозяйственных наук П.И. Стёпочкин.

На первоначальном этапе селекционной работы всесторонне проработан исходный материал и произведён подбор родительских форм с целью получения разнокачественных в генетическом отношении гибридов. По результатам исследований, из образцов яровых тритикале коллекции ВИР по комплексу признаков (крупность и выравненность зерна, продуктивность, раннеспелость, устойчивость к полеганию) выбраны следующие сорта: К-3722 Gabo, К-3542 Сокол Харьковский, К-3644 Укро и К-3881 Dahbi 6/3/Ardi 1/Торо 1419. Сорта характеризовались устойчивостью к мучнистой росе и бурой ржавчине.

Для изучения донорских способностей тритикале в 2009 г. проведена гибридизация по полной диаллельной схеме 4×4 яровых сортов: Сокол Харьковский, Укро, Габо, К-3881, а также этих сортов с озимым сортом селекции СибНИИРС – Сирс 57. В расщепляющихся поколениях F_2 – F_4 проводился негативный отбор, т.е. выбраковывали озимые и сверхпозднеспелые растения в комбинациях с озимым сортом Сирс 57, тонкостебельные, мелкоколосые, ломкоколосые растения, полустерильные и стерильные, с проросшим зерном.

В ходе исследования выделилась гибридная комбинация Сирс 57 $\times$ Укро, отличающаяся от других более высокой урожайностью (> 50 ц/га) и коэффициентом селекционной ценности (0,71). По этим показателям она ненамного уступала отцовскому сорту Укро. Но наличие более короткой соломины ($79,5 \pm 4,8$ см) по сравнению с Укро ($103,5 \pm 3,0$ см), а также безостого колоса, что унаследовано от материнской формы Сирс 57, делает эту гибридную популяцию более перспективной. В итоге пятилетних исследований проведенные отборы позволили получить в гибридных популяциях яровых тритикале большое количество форм, значительно превосходящих по своим показателям исходные родительские. Основными достоинствами этих гибридов являются высокая продуктивность, устойчивость к болезням, полеганию и осыпанию, а также высокое качество зерна (табл. 1).

Обработанный и систематизированный селекционный материал лег в основу создания компьютерной базы данных, содержащей информацию по урожайности, качеству продукции, устойчивости к болезням, вредителям и другим неблагоприятным факторам [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Разработан программно-алгоритмический комплекс, компонентами которого являются следующие программы [2–4].

1. Диаллельный анализ селекции сельскохозяйственных культур.

Программа выполняет основные функции: оценку комбинационной способности родительских форм; оценку генетических параметров исследуемого признака; выявление эффектов действия генов (аддитивность, доминирование, эпистаз); определение степени наследуемости признаков; определение соотношения частот доминантных и рецессивных генов в определенном локусе; сравнительный анализ родительских сортов и их потомства по отцовской и материнской линии [5].

Анализ показал, что у селекционного материала в схеме наследования признака «длина колоса» преобладают доминантные аллели, доминирование

Таблица 1

Основные количественные признаки гибридов F_5 и родительских форм, 2013 г.

Сорт, гибрид	Среднее значение, $\pm$	Высота растения, см	Число зерен главного колоса	Масса зерен главного колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га	Селекционная ценность
Укро	Среднее	103,5	47,8	2,1	43,2	55,5	0,737
	$\pm$	3,0	1,7	0,1	0,4	2,8	0,011
К-3881	Среднее	75,8	41,5	1,6	38,1	38,3	0,637
	$\pm$	5,3	3,1	0,1	0,9	4,8	0,034
Габо	Среднее	83,0	37,8	1,2	32,7	35,3	0,591
	$\pm$	5,6	3,5	0,1	0,4	9,0	0,015
Сирс 57 $\times$ Укро	Среднее	79,5**	54,8***	2,1**	38,3***	51,3	0,708**
	$\pm$	4,8	5,9	0,2	1,1	3,0	0,027
Укро $\times$ К-3881	Среднее	92,5***	45,3*	1,8***	40,2*	48,7***	0,668**
	$\pm$	1,7	4,2	0,1	1,9	2,7	0,006
Сирс 57 $\times$ К-3881	Среднее	82,8	44,5**	1,6**	36,7**	35,6**	0,617**
	$\pm$	3,3	1,9	0,1	0,5	3,2	0,023
Габо $\times$ Укро	Среднее	86,3*	41,0***	1,5***	35,8***	37,7*	0,606*
	$\pm$	4,3	3,1	0,1	1,0	3,4	0,013

Достоверное отличие:

*От отцовской формы при $p < 0,05$.

**От материнской формы при $p < 0,05$.

***От обеих родительских форм при $p < 0,05$.

направлено в сторону увеличения данного признака. Сорт Укро, характеризующийся высокой общей комбинационной способностью, целесообразно использовать в линейной селекции для увеличения значения признака. Гибридную комбинацию с высокой специфической комбинационной способностью К-3881 $\times$ Сокол возможно применять в селекции на гетерозис (рис. 1).

Название сорта	Константы СКС (S_{ij})				Эффекты ОКС (g_i)	Вклад в дисперсию ОКС	Вклад в дисперсию СКС
	К-3881	Сокол	Габо	Укро			
К-3881					-0,0109	-0,0006	0,3971
Сокол	0,5982 *				-0,5672 *	0,321	0,3172
Габо	0,1395	0,0137			0,0953	0,0084	0,0514
Укро	0,4535 *	0,3397 *	0,0011		0,4828 *	0,2324	0,2648

Рис. 1. Результаты анализа общей и специфической комбинационной способности четырех сортов яровой тритикале

2. Анализ экологической пластичности сельскохозяйственных культур.

Программа позволяет проводить оценку сортов и линий тритикале по степени отзывчивости на благоприятный агрофон через показатель интенсивности и оценку сортов и линий тритикале по степени устойчивости индекса стабильности при испытании их как минимум на двух агрофонах [6].

В результате тестирования программы выполнено дифференцирование сортов и линий яровой тритикале по их реакции на условия возделывания.

вания, а также установлен критерий ценности изучаемых образцов при селекции на продуктивность при различном сочетании высокой урожайности со свойствами стабильности и интенсивности (рис. 2).

Сорт	Интенсивность, %	Классификация сортов по интенсивности	Устойчивость, %	Классификация сортов по устойчивости
Сокол	23,875	Полуинтенсивный	23,181	Стабильный
Укро	3,356	Экстенсивный	71,276	Стабильный
Габо	14,484	Полуинтенсивный	52,843	Стабильный
K-3881	42,304	Интенсивный	79,852	Стабильный

Рис. 2. Результаты оценки экологической пластичности четырех сортов яровой тритикале

3. Интегральная селекционная оценка сельскохозяйственных культур.

Данная программа позволяет вычислять коэффициент интегральной оценки коллекционных и селекционных образцов в зависимости от доле-вых вкладов ряда ценных признаков [7]. Анализ интегральной оценки ис-следуемых форм позволил выявить селекционно-ценные образцы (рис. 3).

Номер	Название образц	Высота раст	Масса зёрен г/кол	Масса 1000 зёр	Натура зерн	Ценность образца
167	Укро * К крупн	5	5	5	5	0,845
225	Укро * Сокол	4	3	5	5	0,786
163	Укро * К	4	4	4	5	0,780
166	Укро * К	4	3	4	5	0,755
151	Габо * Укро	4	4	3	5	0,747
111	Сокол * Габо	2	3	4	5	0,726
56	Габо * К	5	3	3	5	0,714
168	Укро * К	4	3	4	5	0,703
264	Сирс * Укро	5	5	5	0	0,701
5	Сирс * Габо	1	0	0	0	0,234

Рис. 3. Интегральная оценка форм яровой тритикале

Полученные межсортные гибриды яровой тритикале используются в селекции на продуктивность и устойчивость к неблагоприятным факторам среды, а также для увеличения биоразнообразия сибирского генофонда. При изучении гибридных популяций F_2-F_5 выявлено большое разно-образие форм по количественным и качественным признакам.

ВЫВОДЫ

Применение комплекса компьютерных программ и методики оценки форм тритикале позволило сделать следующие выводы.

1. Выявлено, что яровой сорт Укро является источником по отдельным хозяйственно ценным признакам: числу зерен с главного колоса 46–67 шт.; массе зерна с главного колоса 2–4 г; массе 1000 зерен 42–60 г.

2. Определено, что в гибридизации с яровыми формами озимый сорт Сирс 57 является донором короткостебельности и безостости колоса.

3. Использование программно-алгоритмического комплекса позво-лило выделить следующие исходные формы яровой тритикале для воз-

делывания в Западно-Сибирском регионе: линию К-3881, которая имеет максимальное значение общей комбинационной способности ($g_i = 2,94$) по признаку «число зерен главного колоса»; интенсивный сорт К-3881 и пластичный сорт экстенсивного типа Укро, дающий в различных условиях стабильно высокий урожай (7,5-8,1 т/га); комбинацию Сирс 57 × Укро, характеризующуюся высокой селекционной ценностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гребенникова И.Г., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И. Компьютерная программа обеспечения селекционного процесса зерновых культур (на примере тритикале) // Ползуновский вестник. – 2011. – № 2/2. – С. 12–133.
2. Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И., Гребенникова И.Г. Диаллельный анализ селекции сельскохозяйственных культур: свидетельство об офиц. регистрации программы для ЭВМ Российская Федерация № 2011613440; опубл. 29.04.2011.
3. Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И., Гребенникова И.Г., Чешкова А.Ф. Анализ экологической пластичности сельскохозяйственных культур: свидетельство об офиц. регистрации программы для ЭВМ Российская Федерация № 2013611494; опубл. 15.01.2013.
4. Чешкова А.Ф., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И., Гребенникова И.Г. Интегральная селекционная оценка сельскохозяйственных культур: свидетельство об офиц. регистрации программы для ЭВМ Российская Федерация № 2013661141; опубл. 29.11.2013.
5. Гребенникова, И.Г., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И. Диаллельный анализ длины колоса у яровой тритикале // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 12. – С. 103–109.
6. Чешкова А.Ф., Гребенникова И.Г., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И. Компьютерная программа «Анализ экологической пластичности сельскохозяйственных культур» // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 8. – С. 74–76.
7. Чешкова, А.Ф., Гребенникова И.Г., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И. Компьютерная программа «Анализ экологической пластичности сельскохозяйственных культур» // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 12. – С. 69–71.

Поступила в редакцию 19.09.2016

I.G. GREBENNIKOVA, Candidate of Science in Agriculture, Laboratory Head

Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems, SFSCA RAS

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: sibfti.grig@ngs.ru

METHODS TO ASSESS TRITICALE FORMS USING A COMPLEX OF COMPUTER PROGRAMS

Resulting from spring triticales breeding research under conditions of West Siberian forest-steppe areas near the Ob for the period of 2009–2013, a computer database containing information on productivity, product quality, resistance to diseases and pests, and other traits was formed. The initial material for breeding were intervarietal hybrids of hexaploid-based spring triticales derived from diallel crossings among the four spring triticales varieties from the collection of the N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry (Sokol Kharkovskiy, Ukro, Gabo, K-3881) as well as these varieties with Sirs 57 cultivar of winter triticales bred at the Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding. A model of software algorithmic complex on triticales breeding was experimentally developed. Complex operation results allowed us to evaluate collection samples and select parental forms of spring triticales for hybridization when developing breeding material with a required combination of economic characters. The use of the software algorithmic complex made it possible to select the following initial forms of spring triticales: line K-3881 having the maximum value of total combining ability as to the trait of “the number of kernels per main spike”; intensive variety K-3881; plastic variety Ukro of the extensive type, which gives stable high yields under different conditions, and Sirs 57 × Ukro combination of breeding value.

Keywords: breeding, spring triticales, productivity, diallel analysis, ecological plasticity, breeding value.

УДК 631.3: 004.422

С.П. ИСАКОВА, научный сотрудник,
Е.А. ЛАПЧЕНКО, научный сотрудник

Физико-технический институт аграрных проблем СФНЦА РАН
630501, Россия, Новосибирск, пос. Краснообск
e-mail: sibfti.n@ngs.ru

WEB-КОМПЛЕКС НА БАЗЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

Представлена математическая модель, разработанная для формирования оптимального состава машинно-тракторного парка в хозяйстве с учетом ограничений по числу машин и механизаторов. Разработан web-комплекс «ПИКАТ» на основе математической модели, предназначенный для принятия решений и оперативного управления сельскохозяйственным предприятием. Приведена структурная схема web-комплекса. Данный комплекс осуществляет следующие функции: выполнение необходимых расчетов экономических показателей по технологическим картам с различными исходными данными, проверку сроков введенных технологических карт и наличия механизаторов соответствующей квалификации, оценку работоспособной техники для выполнения заданных работ, подбор оптимального состава машинно-тракторного парка с ограничением по срокам работ, сравнение полученных вариантов решений, оперативное реагирование на изменение условий деятельности предприятия. Сформирована база данных, содержащая информацию о культурах, тарифных ставках механизаторов, налогах и доплатах, ценах на горюче-смазочные материалы и электроэнергию, тракторах и комбайнах, сельхозмашинах, агрегатах, сведения о числе и квалификации механизаторов, технологических картах, технологических операциях, данных о средствах защиты и удобрениях, применяемых на технологических операциях. Проведена апробация web-комплекса на базе хозяйства «Элитное» (Новосибирская область). Рассчитаны варианты оптимального состава машинно-тракторного парка по прямым затратам и числу задействованных механизаторов. Сделан вывод, что web-комплекс «ПИКАТ» позволяет проводить необходимые расчеты по заявленным требованиям.

Ключевые слова: машинно-тракторный парк, математическая модель, технологии удаленного доступа, программный комплекс, технологическая карта.

Каждый сельхозпроизводитель выбирает тот или иной вариант технологий и технических средств для производства зерна в зависимости от ресурсного обеспечения сроков проведения полевых работ и наличия необходимого числа механизаторов. Современное сельскохозяйственное производство в значительной мере определяется организацией работы машин. Многообразие сельскохозяйственной техники различных производителей с разными характеристиками (эксплуатационные и стоимостные) требует научного обоснования формирования и обновления технической базы производства продукции растениеводства. Основу такой базы в сельскохозяйственных предприятиях составляет машинно-тракторный парк (МТП), который с учетом участия человека в технологических процессах определяет сроки и качество выполнения механизированных работ, уровень производительности труда и себестоимости продукции [1–3].

В настоящее время проблема дефицита кадров в сельском хозяйстве стоит достаточно остро. Чтобы решить проблему с нехваткой квалифицированных механизаторов на селе, необходимо рациональное и эффективное использование трудовых ресурсов и (или) применение более мощной техники, как правило более производительной. В результате потребуются меньшее число механизаторов [4, 5]. Необходимо также при производстве

сельхозпродукции учитывать взаимосвязь и взаимовлияние окружающей среды, растений, машин, земли и социума [6, 7].

Ряд существенных для хозяйственной деятельности факторов меняется в процессе проведения планирования или после составления планов, вследствие чего необходимо оперативно скорректировать их с учетом новых условий. При этом требуется выбор рациональных управляющих решений по корректировке видов и объемов производимой продукции, распределению производственных ресурсов и выбору оптимального состава технических средств. Решение данной задачи возможно с применением web-технологий, обеспечивающих доступ к данным в любой момент времени, что позволяет своевременно учитывать непостоянные и изменяющиеся во времени факторы при принятии управленческих решений [8–10].

С учетом сказанного выше для управления производством сельскохозяйственной продукции требуется принятие решения по формированию оптимального состава МТП в хозяйстве, рационального по числу и качеству машин с учетом ограничений по числу квалифицированных кадров.

Цель исследования – разработать математическую модель подбора оптимального состава машинно-тракторный парка в условиях кадровых ограничений и программное обеспечение для ее апробации.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для разработки математической модели необходимо применить информационные, интуитивные, экономические, а также методы системного анализа. Для апробации полученной модели, используя программирование на ЭВМ, нужно разработать программное обеспечение, выполняющее следующие функции:

- подбор оптимального состава МТП в условиях конкретного хозяйства;
- сравнение вариантов подбора состава МТП по экономическим показателям;
- возможность оперативной корректировки данных при изменении условий деятельности предприятия в процессе производства сельскохозяйственной продукции.

Для экспериментального исследования использованы данные ФГУП «Элитное» (Новосибирская область). Общая площадь полей, включенных в исследование, следующая: пшеница яровая (по зерновым) – 520 га, кукуруза – 130, ячмень – 379, овес – 270, однолетние травы – 656, пар – 50, пшеница яровая (по пропашным) – 130, пшеница яровая (по пару) – 50, многолетние травы – 105 га.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Под оптимальным составом МТП понимается такое сочетание тракторов и сельскохозяйственных машин, при котором выполняются все заданные объемы работ в условиях кадровых ограничений в положенные сроки с минимальными прямыми затратами и при соблюдении агротехнических условий. Предполагается, что парк формируется заново из возможных предлагаемых марок тракторов и сельскохозяйственных машин.

Задачу по определению оптимального состава МТП можно сформулировать следующим образом: необходимо найти такой состав парка и определить план его использования в течение всего года, при котором достигается минимум прямых затрат (1) и числа механизаторов (2). При этом должны быть выполнены ограничения по выполнению заданного объема работ, избыточности техники, наличию необходимого числа техники и механизаторов соответствующей квалификации.

Критерий оптимизации по прямым затратам:

$$\sum_{g=1}^G \sum_{p_g=1}^{P_g} \sum_{r=1}^{R_{p_g}} \sum_{a=1}^{A_r} (Gsm_{ar} \cdot Ga_{arp_g} \cdot C \cdot k_a + AT_{arp_g} + AC_{arp_g} + TOT_{arp_g} + TOC_{arp_g} + CM_{arp_g} + ЧМ_{arp_g} \cdot H_{arp_g} \cdot \left(1 + \frac{O_{rp_g}}{100}\right)) = F_1 \rightarrow \min, \quad (1)$$

где Gsm_{ar} – расход ГСМ a -го агрегата на r -й работе, кг/га; Ga_{arp_g} – объем работ a -го агрегата на r -й работе в p_g -й период, га; C – стоимость ГСМ, р./кг; k_a – коэффициент учета стоимости ГСМ (отечественной техники и стран СНГ – 1,1; зарубежной – 1,25); AT_{arp_g} , AC_{arp_g} – затраты на амортизацию для трактора и сельскохозяйственной машины a -го агрегата на r -й работе в p_g -й период, р.; TOT_{arp_g} , TOC_{arp_g} – затраты на техобслуживание и ремонт для трактора и сельскохозяйственной машины a -го агрегата на r -й работе в p_g -й период, р.; CM_{arp_g} – ставка механизатора, работающего на a -м агрегате на r -й работе в p_g -й период, р./смена; $ЧМ_{arp_g}$ – число механизаторов a -го агрегата, необходимых для выполнения r -й работы в p_g -й период; H_{arp_g} – норма a -го агрегата при выполнении r -й работы в p_g -й период, смена; O_{rp_g} – социальные отчисления за выполнение a -й работы в p_g -й период, %.

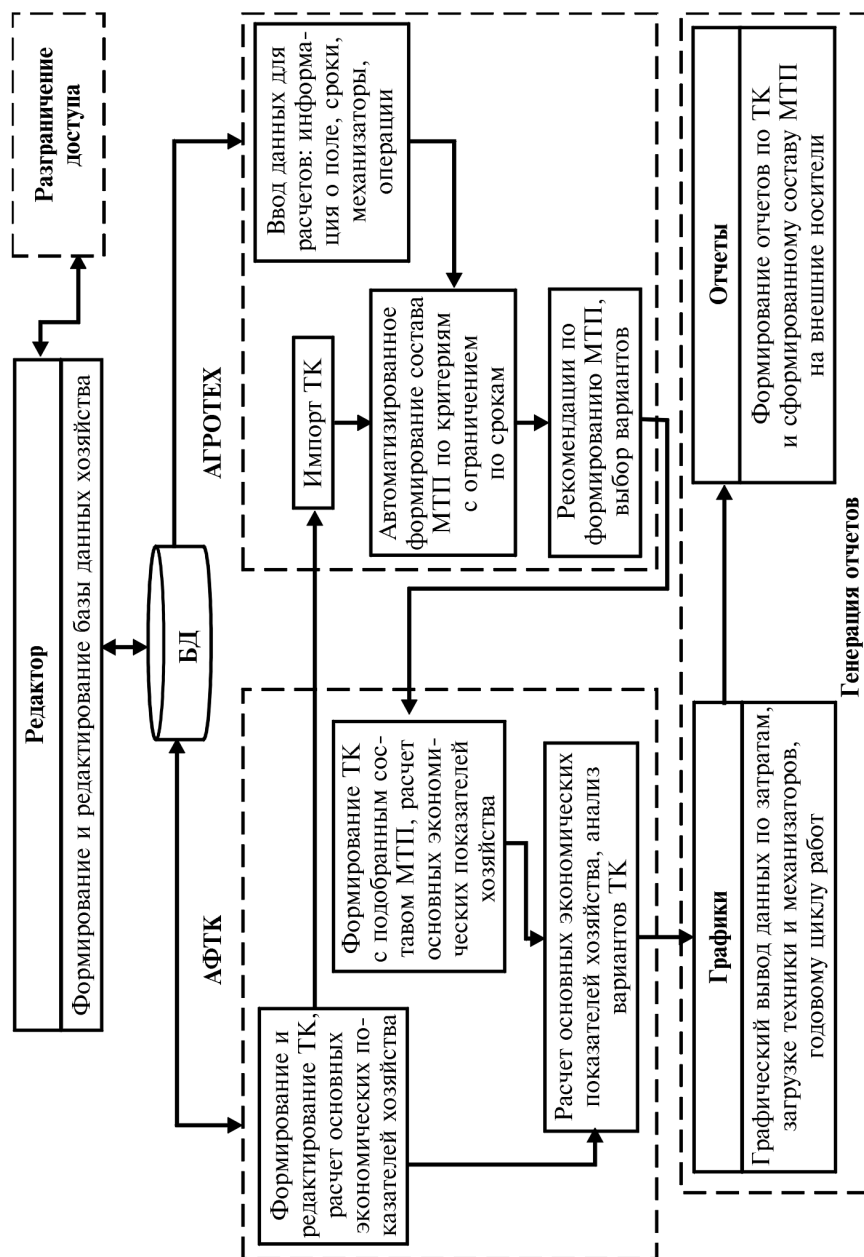
Критерий оптимизации по числу механизаторов выразится в следующем виде:

$$\sum_{g=1}^G \sum_{p_g=1}^{P_g} \sum_{r=1}^{R_{p_g}} \sum_{a=1}^{A_r} ЧМ_{arp_g} = F_2 \rightarrow \min. \quad (2)$$

На базе описанной выше модели в Сибирском физико-техническом институте аграрных проблем СФНЦА РАН разработан web-комплекс «ПИКАТ» для принятия решений и оперативного управления сельскохозяйственным предприятием, основанный на технологиях удаленного доступа. Он состоит из нескольких компонент, включающих автоматизированное формирование технологических карт (ТК), автоматизированный подбор техники, графический вывод результатов, и предназначен для ведения годового планирования сельскохозяйственных работ [11]. Структурная схема комплекса представлена на рисунке.

Входными данными для web-комплекса является информация:

- о технологиях производства продукции растениеводства (площадь полей, перечень технологических операций, оптимальные агротехнические сроки выполнения операций, разряд механизаторов, рабочих);
- о вносимых удобрениях и средствах защиты по каждой операции;
- о наличии техники, механизаторов (Ф.И.О., квалификации и ставке, закреплении техники за каждым механизатором);



Структурная схема комплекса «ПИКАТ»

- о больничных листах или увольнении механизаторов;
- о неисправностях или списании техники.

Функции «ПИКАТ»:

- формирование базы данных (БД) хозяйства путем добавления, редактирования и удаления данных;
- добавление, редактирование и удаление технологической карты хозяйства;
- расчет основных экономических показателей по технологической карте хозяйства;
- проверка введенных технологических карт выполнения сроков и наличия механизаторов соответствующей квалификации и работоспособной техники для выполнения заданных работ;
- автоматизированное формирование состава МТП по критериям (минимум прямых затрат и числа механизаторов) с ограничением по срокам работ;
- формирование технологической карты с выбранными вариантами формирования состава МТП;
- автоматизированное формирование имеющегося в хозяйстве состава МТП для технологической карты;
- графический вывод данных по затратам, загрузке техники и механизаторов, годовому циклу работ.

Для экспериментальных исследований использованы данные сельскохозяйственного предприятия ФГУП «Элитное» Новосибирской области. При этом решена следующая задача – сформирован оптимальный машинно-тракторный парк для условий конкретного предприятия с учетом объема работ, средств производства и социального фактора (квалифицированных механизаторов).

Сформирована база данных, содержащая информацию о культурах, тарифных ставках механизаторов, налогах и доплатах, ценах на ГСМ и электроэнергию, тракторах и комбайнах, сельхозмашинах, агрегатах, механизаторах, технологических картах, технологических операциях, данных о средствах защиты и удобрениях, применяемых на технологических операциях.

В результате подбора МТП по критериям минимума прямых затрат и числа механизаторов при ограничении по срокам получено восемь вариантов с прямыми затратами от 5 088 297,78 до 5 365 561,61 р. Из них выбран оптимальный вариант с минимальными прямыми затратами.

ВЫВОДЫ

1. Разработана математическая модель подбора оптимального состава машинно-тракторного парка с учетом выполнения всех заданных объемов работ в условиях кадровых ограничений в положенные сроки с минимальными прямыми затратами и при соблюдении агротехнических условий.

2. Для апробации математической модели разработан web-комплекс «ПИКАТ», который дает возможность подбирать оптимальный состав МТП, проводить необходимые расчеты с различными исходными данными, сравнивать полученные варианты решений, оперативно реагировать

на изменения условий деятельности предприятия в процессе производства сельскохозяйственной продукции, принимать решения по управлению предприятием.

3. Подобран оптимальный состав МТП по прямым затратам и минимуму механизаторов с учетом ограничений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Кастиди Ю.К.** Экономическая эффективность формирования обновления машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Краснодар, 2012. – 24 с.
2. **Альт В.В., Лапченко Е.А., Исакова С.П.** Формирование МТА с учетом социально-демографического фактора // Труды ГОСНИТИ. – М., 2013. – Т. 113. – С. 49–52.
3. **Разработка** принципов и обоснование параметров компьютерного моделирования вариантов использования машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия для целей оперативного управления технологическими процессами в растениеводстве. – [Электронный ресурс]: URL <http://tekhnosfera.com/view/110043/d?#?page=1>
4. **Ерохин М.Н., Ананьин А.Д.** Подготовка агроинженерных кадров на основе современных технологий // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: материалы VII междунар. науч.-практ. конф. – М.: Росинформагротех, 2014. – С. 30–37.
5. **Колпакова Л.А., Боброва Т.Н.** Применение информационных технологий для рационального использования трудовых ресурсов сельскохозяйственного предприятия // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 6-й междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2015. – Ч. 1. – С. 122–125.
6. **Alt V., Isakova S., Lapchenko E.** Information complex models of agriculture objects // 2014 12th International conference on actual problems of electronic instrument engineering proceedings APEIE-2014 (October 2–4, 2014). – Novosibirsk: NSTU, 2014. – Vol. 1. – P. 633–637.
7. **Валге А.М., Папушин Э.А., Пакскина Е.Г.** Использование информационных технологий при проектировании процессов производства продукции растениеводства // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. – 2012 – № 3. – С. 17–18.
8. **Корчуганова М.А., Сырбаков А.П.** Информационная система оптимизации технологических процессов в растениеводстве // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 6-й междунар. науч.-практ. конф. «АГРОИНФО-2015» (Новосибирск, 22–23 октября 2015 г.). – Новосибирск, 2015. – Ч. 2. – С. 82–85.
9. **Paz Joel O., Batchelor William D., Pedersen Palle.** A Web-Based Soybean Management Decision Support System // Agronomy J. – 2004. – Vol. 96, N 6. – P. 1771–1779.
10. **Альт В.В., Исакова С.П., Лапченко Е.А.** Применение современных систем машин в АПК на основе информационных технологий // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы 11-й междунар. науч.-практ. конф. (4–5 февраля 2016 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2016. – Кн. 3. – С. 7–8.
11. **Альт В.В., Исакова С.П., Лапченко Е.А.** Сетевая система поддержки принятия решения управления производством продукции растениеводства // Environmentally Friendly Agriculture and Forestry for Future Generations: Book of Full Papers of International Scientific XXXVI CIOSTA & CIGR SECTION V Conference (26–28 May, 2015, Saint Petersburg, Russia): SPbSAU, 2015. – P. 28–33.

Поступила в редакцию 19.09.2016

S.P. ISAKOVA, Researcher,
E.A. LAPCHENKO, Researcher

Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems, SFSCA RAS
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia
e-mail: sibfti.n@ngs.ru

WEB COMPLEX BASED ON MATHEMATICAL MODEL TO FORM OPTIMAL MACHINE-AND-TRACTOR FLEET

There is given a mathematical model developed to form the optimal structure of machine-and-tractor fleet in an agricultural enterprise taking into account limitations in the number of machines and machine operators. There was developed a web complex PIKAT based on the mathematical model and intended for decision-making and on-line control of an agricultural enterprise. The structural arrangement of the web complex is given. This complex implements the following functions: calculates economic showings according to process charts with different initial data; checks the dates of process charts and availability of machine operators having appropriate qualification; evaluates the usable machinery to perform the predetermined tasks; chooses the optimal structure of machine-and-tractor fleet with the limitations of work fulfillment dates; compares the decision variants; responds on-line to changes in the enterprise's activity conditions. There was created a database containing information on agricultural crops, tariff rates of machine operators, taxes and additional payments, fuel and lubricant prices, electrical energy cost, tractors, combines, agricultural machinery and units, machine operators, process charts, process operations, fertilizers and plant protection means. The approbation of the web complex was carried out at the farm "Elitnoe", Novosibirsk Region. There were calculated the variants of the optimal structure of machine-and-tractor fleet as to direct costs and the number of machine operators. It is concluded that the web complex PIKAT makes it possible to carry out the necessary calculations in accordance with the demands.

Keywords: machine-and-tractor fleet, mathematical model, remote access technology, software complex, process chart.



УДК 636.294:637

**В.Г. ЛУНИЦЫН, доктор ветеринарных наук, директор,
А.А. НЕПРИЯТЕЛЬ, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора**

Всероссийский научно-исследовательский институт пантового оленеводства

656031, Россия, Алтайский край, Барнаул, ул. Шевченко, 160

e-mail: wniipo@rambler.ru

БЕЗОТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ ПАНТОВОГО ОЛЕНЕВОДСТВА

Приведены результаты многолетних исследований по разработке безотходной технологии переработки продукции пантового оленеводства. Запатентованный технологический процесс позволяет изготавливать порошки, водные и водно-спиртовые экстракты, а также более высокотехнологичные биосубстанции, обладающие свойствами нативного сырья. Выход сухих веществ из сырья в биосубстанции составил от 40 до 94 % при практически 100%-й растворимости. Исследованы биохимические и биологические свойства кожи пантов и шкуры марала. Биологическая активность шкуры марала позволяет рассматривать их в качестве дополнительного сырья при производстве биосубстанций. Разработана и запатентована технология диспергирования цельной крови оленей, которая дает возможность исключить процесс дефибрирования крови и пастеризации готового продукта. С целью расширения спектра продуктов функционального питания на основе сырья пантовых оленей провели исследования по сочетанию гидролизатов и крови оленей. Создано и запатентовано шесть новых продуктов, в состав которых помимо цельной крови маралов входят гидролизаты из сырья маралов. Доклинические исследования опытных субстанций на животных показали выраженную тонизирующую активность и высокий ранозаживляющий эффект. В результате переработки продукции пантового оленеводства остаются жмыхи, по содержанию белка превосходящие панты марала в 1,3 раза, жира в 4,3 раза, аминокислот на 16,9 %. Данное сырье можно рассматривать в качестве нового легкоусвояемого пищевого продукта. Впервые в отрасли определена средняя масса побочной продукции маралов, выход консервированного сырья после вакуумной и инфракрасной сушки и потери сырья, связанного с его измельчением. Практическое внедрение полученных результатов позволило выпускать и реализовывать восемь новых продуктов функционального питания на основе сырья маралов.

Ключевые слова: мараловодство, безотходная технология, сушка, экстракция, гидролиз, биосубстанции.

Основную и второстепенную продукцию пантовых оленей в сочетании с лекарственными травами широко используют в лечебно-профилактической практике Юго-Восточной Азии. В настоящее время данная продукция начинает приобретать популярность и в Российской Федерации [1–5]. Однако существующие технологии переработки сырья оленей характеризуются большими потерями биологически активных веществ, трудоемкостью процесса, необходимостью утилизации отходов (жмыхов) переработки сырья, обладающих высокой биологической активностью, и незавершенностью технологического процесса. Перечисленные проблемы затрудняют создание и производство новых косметических, пищевых и фармацевтических продуктов на основе продукции пантового оленеводства [6–8].

Цель исследования – разработать безотходную технологию переработки продукции пантового оленеводства.

МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена в 2004–2015 гг. в лаборатории переработки и сертификации продукции пантового оленеводства Всероссийского научно-исследовательского института пантового оленеводства и на мараловодческих предприятиях Российской Федерации. Биохимические и биологические исследования проводили в Сибирском научно-исследовательском институте животноводства (Новосибирская область) и Центральной научно-производственной ветеринарной радиологической лаборатории (Барнаул). Доклинические исследования концентратов (адаптогенный, тонизирующий и ранозаживляющий эффект) осуществляли совместно с сотрудниками Алтайского государственного медицинского университета (АГМУ). Биологическую активность выявляли на кроликах по гипотензивному тесту согласно фармстатье ФС-42-0041-0860–01. Все исследования проведены по общепринятым методикам. Полученные данные подвергали стандартной статистической обработке [9] с использованием персонального компьютера INTEL PENTIUM IV в операционной системе Windows XP с помощью программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате многолетних исследований разработана и запатентована безотходная технология переработки основной продукции пантового оленеводства (панты) и второстепенной (мясо, кровь, репродуктивные органы самцов, хвосты, матки с эмбрионами, сухожилия, кожа). Впервые в отрасли определена средняя масса побочной продукции и процент потерь сырья, связанных с его измельчением (0,9–7,3 % в зависимости от вида сырья). Данные показатели обеспечат более точный расчет себестоимости готовых продуктов и рентабельности производства в целом.

В процессе подготовки сырья для переработки осуществляют его органолептическую оценку, удаление лишних тканей, волоса и др. Переработка сырья подразделяется на три группы: изготовление нерастворимых биосубстанций, растворимых (водных, водно-спиртовых) и гидролизатов.

Получение нерастворимых биосубстанций (порошок) включает подготовку и измельчение материала, консервирование и повторное измельчение до частиц требуемого размера. Измельченную до необходимых технологических размеров (1,0–0,5 см) продукцию помещают в вакуумную или инфракрасную сушилку, где она в течение 8–10 ч консервируется до влажности 10,0–12 % при температуре 45–50 °С. Выход консервированного сырья составляет от 6,6 (матки с эмбрионами) до 39,5 % (кожа пантов). Использование вакуумной и инфракрасной сушек позволяет максимально корректно осуществлять изготовление нерастворимых биосубстанций из продукции. При этом в 3,5–7,5 раза снижается время на их производство при максимальном сохранении биологической, тонизирующей и адаптогенной активности нативных свойств сырья.

По существующей ранее технологии кожу с пантов удаляли. В результате экспериментов определили, что удаление кожи до 30 % уменьшает массу пантов. Биохимические исследования показали, что кожа в 1,5 раза содержит больше белка, чем сами панты, в 4 раза – жира. Биологическая активность кожи составляет 20,2 %, при этом по ГОСТ 4227–76 панты должны обладать активностью не менее 25 %. С целью возможности использования кожи пантов разработали и запатентовали способ химического удаления волос с нее.

Полученные нерастворимые биосубстанции (порошок) из основной и второстепенной продукции пантовых оленей в различных сочетаниях можно реализовывать как самостоятельные продукты или использовать при изготовлении комплексных биологически активных продуктов в смеси с лекарственными травами или другими ингредиентами.

Изготовление водных или водно-спиртовых биосубстанций (экстрактов) можно осуществлять как на основе нативного сырья, так и консервированного (нерастворимых биосубстанций). При этом используется один вид сырья или сочетание нескольких видов продукции (панты, репродуктивные органы или кровь, хвосты, мясо и др.) в зависимости от конструируемых свойств конечного продукта. Экстракцию продукции осуществляют водой при температуре 100–120 °С или раствором этилового спирта нисходящей концентрации при температуре 25–50 °С в поле ультразвука с последующей фильтрацией раствора (растворимость экстракта 100 %). Выход сухих веществ в водный экстракт составляет не более 20 %, водно-спиртовой – 5–7 %. Полученные биосубстанции можно применять как самостоятельные продукты или использовать при изготовлении комплексных БАД, лечебно-профилактических или косметических продуктов.

С целью максимального сохранения нативных свойств сырья и получения универсальных растворимых биосубстанций (гидролизатов) из продукции мараловодства впервые в РФ разработали и запатентовали технологию, включающую измельчение сырья (1,0–0,5 см) и многочасовой (10–20 ч) гидролиз в присутствии нескольких ферментов в постоянном поле ультразвука 20–40 кГц. Предложенная технология гидролиза основной и второстепенной продукции мараловодства позволила увеличить выход сухих веществ в 1,2–3,1 раза по сравнению с разработанными нами ранее способами экстракции и гидролиза. При этом растворимость полученных биосубстанций составляет 97–99 %. Для удобства хранения и транспортировки гидролизаты высушивали с использованием инфракрасной или вакуумной сушки до влажности 10–12 %.

По содержанию белка гидролизаты из побочной продукции превосходят на 5,4–36,1 % ($p < 0,05$) биосубстанцию из пантов маралов (исключение составляет проба из маток с эмбрионами) (табл. 1). При этом из сырья в гидролизат переходит от 66,6 (матки с эмбрионами) до 100 % белка (кожа пантов). В сухожилиях отмечено минимальное количество жира, наибольшее его содержание зарегистрировано в образце из репродуктивных органов маралов. Разработанная технология позволила гидролизовать от 17,7 (кожа пантов) до 100 % жира (панты). По количеству аминокислот проба из кожи пантов имела максимальные показатели (91,15 %), в биосубстанции из репродуктивных органов самцов, сухожилий и мяса данный показатель составил 70–75 %. Уровень зольности образцов из маток с

Таблица 1
Биохимический состав концентратов (высушенные гидролизаты) ($n = 10$), %

Показатель	Концентрат						
	из репродуктивных органов самцов	из сухожилий	из хвостов	из эмбрионов с маткой и околоплодной жидкостью	из мяса	из пантов	из кожи пантов
Массовая доля:							
влаг	8,9 ± 0,7	9,2 ± 0,8	8,7 ± 0,7	9,6 ± 0,7	8,8 ± 0,6	8,1 ± 0,6	8,1 ± 0,7
белка	73,5 ± 2,4*	80,7 ± 2,5*	73,0 ± 2,4*	51,2 ± 3,7*	67,9 ± 2,6	64,4 ± 2,3	87,7 ± 2,4*
жира	7,5 ± 0,7**	1,2 ± 0,2*	2,1 ± 0,3	1,8 ± 0,3	1,5 ± 0,4	2,9 ± 0,5	1,6 ± 0,5
зола	11,9 ± 0,6*	8,0 ± 0,7**	6,6 ± 0,7**	23,5 ± 0,8	8,8 ± 0,6**	25,0 ± 0,9	8,5 ± 0,4**
Сумма аминокислот	70,0 ± 1,4*	70,0 ± 1,5*	61,9 ± 1,2	56,1 ± 1,6*	75,2 ± 1,6*	62,8 ± 1,5	91,2 ± 2,1*
Сумма макроэлементов	4,0 ± 0,3*	3,2 ± 0,4*	2,9 ± 0,3*	7,9 ± 0,5	4,4 ± 0,5*	8,4 ± 0,6	2,9 ± 0,3*
Сумма микроэлементов, г/кг	0,1 ± 0,02*	0,06 ± 0,004*	0,2 ± 0,03*	0,3 ± 0,03	0,2 ± 0,04*	0,4 ± 0,03	0,5 ± 0,04

* $p < 0,05$.

** $p < 0,01$.

эмбрионами и пантов превышала анализируемые пробы, поэтому очевидно их доминирование по содержанию макроэлементов. По микроэлементам кожа пантов и панты превосходят все анализируемые биосубстанции в 1,3–8,0 раза.

В результате биологических экспериментов, проведенных на лабораторных животных в АГМУ, установлено, что анализируемые гидролизаты обладают способностью стимулировать биосинтетическую активность в клетках скелетной мускулатуры крыс с разной степенью интенсивности. Это позволяет утверждать, что данные биосубстанции обладают довольно выраженной тонизирующей активностью. Применение мази на основе пантового концентрата и экстракта из семян грейпфрута дает возможность повысить эффективность и сократить сроки лечения ран, расширить сферу использования биосубстанции. Результаты доклинических исследований разработанных гидролизатов позволяют рассматривать их в качестве компонентов при изготовлении пищевых, фармакологических и косметических препаратов

До настоящего времени для изготовления жидких форм лекарственных или пищевых продуктов на основе крови оленей использовали дефибринированную кровь [10]. При этом терялись до 30 % массы крови и значительная часть биологически активных веществ. В ходе

экспериментов разработана и запатентована технология диспергирования цельной крови оленей с последующим смешиванием с сахарным сиропом, экстрактом грейпфрута и иными ингредиентами с целью получения функционального продукта Пантогематоген. Данная технология позволяет исключить процесс дефибрирования крови и пастеризации готового продукта. Это сокращает сроки производства Пантогематогена в 1,5–2,0 раза, трудо- и энергоёмкость процесса в 2 раза при увеличении срока годности продукта в 2 раза. При этом используется весь потенциал крови.

С целью расширения спектра продуктов функционального питания на основе сырья пантовых оленей провели исследования по сочетанию гидролизатов и крови оленей. Создано и запатентовано шесть новых продуктов, в состав которых помимо цельной крови маралов входит гидролизат из репродуктивных органов самцов (ЛУБЯНЬГЕМ), хвостов (ЛУИ-БАГЕМ), маток с эмбрионом и околоплодной жидкостью (ЛУ-ТАЙГЕМ), сухожилий (ЛУД-ЗИНЬГЕМ), мяса (ЖОУГЕМ) и пантов (ЛУЖУНГЕМ) маралов.

Концентрация белка опытных биопродуктов была практически одинаковой и варьировала в пределах 8,5–9,5 % (табл. 2). Содержание жира составило 0,01–0,03 % (исключая продукт с гидролизатом из хвостов). Максимальная зольность зарегистрирована в биопродуктах с гидролизатом из хвостов и пантов, у остальных данный показатель 0,51–0,61 %. По сумме аминокислот анализируемые продукты делятся на три группы: с высоким уровнем – концентрат

Таблица 2

Показатель	Биохимический состав опытных биопродуктов (n = 10), %					
	Биопродукт с гидролизатом					
	из репродуктивных органов	из хвостов	из сухожилий	из маток с эмбрионом и околоплодной жидкостью	из пантов	из мяса
Массовая доля:						
влаги	60,20 ± 1,30	58,50 ± 1,27	58,40 ± 1,40	57,10 ± 1,54	58,90 ± 1,50	59,60 ± 1,42
белка	8,50 ± 0,36	9,00 ± 0,40	8,90 ± 0,34	8,70 ± 0,30	9,5 ± 0,38	8,80 ± 0,40
жира	0,01 ± 0,004	0,08 ± 0,01*	0,03 ± 0,003	0,02 ± 0,003	0,01 ± 0,003	0,01 ± 0,003
зола	0,51 ± 0,10*	0,72 ± 0,10	0,54 ± 0,08*	0,52 ± 0,10*	0,82 ± 0,10	0,61 ± 0,12*
Сумма аминокислот	7,07 ± 0,25*	9,70 ± 0,30	5,00 ± 0,34*	12,46 ± 0,30*	9,23 ± 0,27	11,13 ± 0,31*
Сумма макроэлементов	0,21 ± 0,05	0,26 ± 0,05	0,21 ± 0,04	0,24 ± 0,03	0,28 ± 0,05	0,21 ± 0,04
Сумма микроэлементов, г/кг	0,18 ± 0,02	0,21 ± 0,02	0,18 ± 0,03	0,20 ± 0,03	0,18 ± 0,02	0,20 ± 0,03

*p < 0,05.

для безалкогольных продуктов с гидролизатом из мяса и маток с эмбрионами, средним – с гидролизатом из пантов и хвостов, низким – с гидролизатом из репродуктивных органов самцов и сухожилий. Концентрация минеральных веществ в изученных продуктах практически одинаковая.

В результате изготовления гидролизатов (концентратов) из продукции маралов остаются отходы – жмых. Установлено, что по содержанию белка средняя проба жмыха превосходит панты марала в 1,3 раза, жира в 4,3 раза, аминокислот на 16,9 % (табл. 3). При этом трехкратное превосходство пантов по золе отразилось на низком уровне средней пробы жмыхов по минеральным веществам.

Исходя из биохимического состава жмыха на его основе разработали новый продукт функционального питания. Можно предположить, что благодаря ферментной обработке в поле ультразвука данный продукт будет максимально усваиваться в желудочно-кишечном тракте человека при минимальных энергетических затратах организма.

В настоящее время шкуры пантовых оленей утилизируются. Для оценки возможности использования шкур маралов в производстве биосубстанций провели анализ ее биохимического состава в сравнении с кожей пантов (табл. 4). Выход сухих веществ из шкуры после консервирования (вакуумная или инфракрасная сушка) составляет 21–23 %.

Шкура марала превосходит кожу панта по содержанию аминокислот в 1,7 раза при равной концентрации белка. Концентрация золы и жира в коже пантов выше в 2 и 2,5 раза по сравнению с анализируемым образцом. Биологическая активность шкуры марала составляет 20 %, что позволяет использовать ее в качестве сырья при производстве биосубстанций.

Т а б л и ц а 3
Биохимический состав объединенной пробы жмыхов и пантов ($n = 10$), %

Показатель	Средняя проба жмыхов	Панты марала
Массовая доля:		
влаги	$6,20 \pm 0,41$	$7,40 \pm 0,35$
белка	$71,20 \pm 1,36^*$	$56,35 \pm 2,64$
жира	$9,41 \pm 1,78^{**}$	$2,19 \pm 1,15$
золы	$10,45 \pm 2,31^{**}$	$36,72 \pm 1,98$
Сумма аминокислот	$74,95 \pm 1,12^*$	$62,26 \pm 1,09$
Сумма макроэлементов	$3,67 \pm 0,40^{**}$	$11,70 \pm 0,68$
Сумма микроэлементов, мг/кг	$197,55 \pm 25,42^{***}$	$880,87 \pm 36,97$

* $p < 0,05$.

** $p < 0,01$.

*** $p < 0,001$.

Таблица 4

Биохимический состав шкуры и кожи панта марала ($n = 10$), %

Показатель	Шкура	Кожа панта
Массовая доля:		
влаги	$7,50 \pm 0,24$	$7,70 \pm 0,25$
белка	$90,20 \pm 2,56$	$86,22 \pm 3,60$
жира	$2,98 \pm 1,78$	$8,77 \pm 1,15^*$
зола	$1,52 \pm 0,41$	$3,01 \pm 0,36^*$
Сумма аминокислот	$53,47 \pm 1,23$	$31,14 \pm 1,44^*$

* $p < 0,05$.

Разработанная безотходная технология переработки продукции пантового оленеводства включает изготовление как нерастворимых, так и растворимых биосубстанций (водных, водно-спиртовых, гидролизатов) в зависимости от требований производства, а также использование отходов переработки сырья (шкур, кожи пантов) с максимальным сохранением биохимических и биологических свойств. В настоящее время благодаря данной технологии производят восемь новых продуктов функционального питания из сырья маралов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Луницын В.Г. Производство и переработка продукции пантового оленеводства в Горном Алтае // Проблемы пантового оленеводства и пути их решения: сб. науч. тр. – Барнаул: Азбука, 2013. – Т. 7. – С. 8–13.
2. Луницын В.Г., Луницына Ю.В. Использование пантов в Российской Федерации // Проблемы пантового оленеводства и пути их решения: сб. науч. тр. – Барнаул: Азбука, 2013. – Т. 7. – С. 26–35.
3. Луницын В.Г., Луницына Ю.В. Использование крови пантовых оленей в зарубежной и отечественной практике // Проблемы пантового оленеводства и пути их решения: сб. науч. тр. – Барнаул: Азбука, 2013. – Т. 7. – С. 40–51.
4. Луницын В.Г., Луницына Ю.В. Второстепенная продукция пантового оленеводства в оздоровительной практике // Проблемы пантового оленеводства и пути их решения: сб. науч. тр. – Барнаул: Азбука, 2013. – Т. 7. – С. 51–57.
5. Ахременко А.К., Ядрихинский В.Ф., Находкин Н.А. и др. Лечебно-профилактические средства из органов северных животных: практ. реком. – Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2003. – 124 с.
6. Ярцев В.Г. Аминокислотный и минеральный состав отходов производства пантокрина // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 1988. – № 6. – С. 49–53.
7. Луницын В.Г., Неприятель А.А., Попова М.В. Анализ существующих методов консервирования пантов марала на Алтае и их совершенствование // Современные проблемы и достижения аграрной науки в животноводстве и растениеводстве: сб. статей. – Барнаул: Изд.-во Алтайского ГАУ, 2003. – Ч. 4. – С. 284–289.
8. Неприятель А.А. Рациональное использование отходов переработки пантов // Зоотехния. – 2011. – № 6. – С. 27–28.
9. Меркурьева Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве. – М.: Колос, 1977. – 239 с.
10. Неприятель А.А., Луницын В.Г. Биохимические свойства отходов производства пантогема-тогена // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 1. – С. 117–122.

Поступила в редакцию 23.09.2016

V.G. LUNITSYN, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Director,
A.A. NEPRIYATEL, Doctor of Science in Agriculture, Deputy Director

All-Russian Research Institute for Antlered Deer Farming

160, Shevchenko St., Barnaul, Altai Territory, 656031, Russia

e-mail: wniipo@rambler.ru

NON-WASTE TECHNOLOGY FOR PROCESSING ANTLERED DEER PRODUCTS

Results are given from long-term studies on developing a non-waste technology for processing antlered deer products. The patented production process makes it possible to produce powders, water and water-alcohol extracts, and more high-tech bio-substances possessing properties of native raw materials. The dry matter yield from raw materials to bio-substances made up 40–94% with practically full solubility. There were examined biochemical and biological properties of the skin, antlers and hide of the antlered deer. The biological activity of the deer hide makes it possible to consider it as additional raw material when produced bio-substances. There has been developed and patented a technique of whole blood dispersion, which allows us to eliminate the processes of blood defibrination and finished product pasteurization. In order to expand a spectrum of functional nutrition products based on antlered deer raw stock, a study into the combination of hydrolysates and deer blood was carried out. Six new products have been developed and patented, the compositions of which include hydrolysates from deer raw stock in addition to whole blood. The pre-clinical studies of experimental substances on animals have shown the expressed tonic activity and high wound healing effect. The result of processing of antlered deer products is pomace, which is 1.3 times as high in protein content, 4.3 times as high in fat content and by 16.9% in amino acid content as the antlers. This raw material can be considered as a new easily digestible foodstuff. For the first time in the industry, the average weight of by-products, the yield of cured material after vacuum and infrared drying and losses of raw material due to its grinding were determined. The introduction of the results obtained into practice made it possible to produce and sell the eight new names of functional nutrition products based on antlered deer raw stock.

Keywords: antlered deer farming, non-waste technology, drying, extraction, hydrolysis, bio-substances.



УДК 631.15

**Л.Р. ШАГИВАЛИЕВ, старший преподаватель,
руководитель Центра корпоративно-кластерного обучения**

Казанский государственный аграрный университет

420015, Россия, Казань, ул. Карла Маркса, 65

e-mail: lenar298@list.ru

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
И КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА НА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ
АГРАРНОГО СЕКТОРА**

Проведена оценка влияния ряда основных факторов сельскохозяйственного производства и кадрового потенциала на результативность аграрной отрасли. Обоснован выбор показателей, влияющих на эффективность сельскохозяйственного производства. Проведен множественный корреляционно-регрессионный анализ, для которого использованы данные 43 муниципальных районов Республики Татарстан в динамике за 5 лет. Выявлена сильная связь между выбранными факторными показателями и результативным признаком, о чем свидетельствует коэффициент множественной корреляции, равный 75,7 %. Для расширения возможности экономического анализа рассчитаны коэффициенты эластичности по каждому из факторных признаков. Наибольшее влияние на результативность аграрного сектора оказывают показатели кадрового потенциала. В частности, увеличение среднемесячной заработной платы работников на 1 % приводит к повышению стоимости валовой продукции на 0,86 %. Показатели сельскохозяйственного производства также оказывают существенное влияние на результативность отрасли. Увеличение уборочной площади и энергетических мощностей на 1 % приводит к увеличению стоимости валовой продукции на 0,58 и 0,42 % соответственно. Полученные результаты возможно использовать при оперативном и стратегическом планировании сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: аграрный сектор, кадровый потенциал, корреляционно-регрессионный анализ, Республика Татарстан.

В условиях политики импортозамещения исследования в аграрной отрасли направлены в первую очередь на решение вопросов по повышению эффективности производства продукции [1]. В связи с этим определение факторов, обуславливающих различия в уровнях результативных показателей отрасли, оценка степени их влияния на эффективность сельскохозяйственного производства актуальны и имеют большое практическое значение [2].

К. Маркс и Ф. Энгельс писали: «Как капитал, так и наемный труд и земельная собственность есть исторически определенные общественные формы, одна – труда, другая – монополизированной земли» [3].

Земля – основной фактор производства в сельском хозяйстве. Качественное состояние земли улучшается при ее рациональном использовании как средства производства [4]. Показателем, характеризующим качество почвы, ее плодородия, является балл оценки земли.

Показатель энергетических мощностей (в лошадиных силах) характеризует наличие транспортных средств в сельскохозяйственных предприятиях. На транспортные работы приходится от 20 до 60 % всех затрат труда при возделывании сельскохозяйственных культур в зависимости от их вида.

Эффективность использования земельных и материальных ресурсов, имеющихся у сельскохозяйственных организаций, зависит от деятельности компетентных и высокопрофессиональных кадров. Чем выше уровень их образования, тем конкурентоспособнее экономика.

Один из главных показателей, характеризующих уровень развития аграрного сектора, – соотношение средней заработной платы в агропромышленном комплексе со средней заработной платой по экономике в целом. Материальное стимулирование выступает одним из факторов повышения интенсивности труда [5]. Заработная плата в АПК Республики Татарстан составляет 50 % от средней заработной платы по экономике в целом [6]. В России данный показатель равен 40 %, Украине – 55, Беларуси – 63, Германии – 86 %. Следует отметить, что в СССР он составлял 95,4 % (1990 г.) [7, 8]. В результате проведенных исследований при помощи анкетирования выявлено, что для 81,25 % выпускников учебных заведений достойная зарплата – первоочередное условие для принятия решения о работе на селе. Большинство из них рассматривают заработную плату не ниже 25–30 тыс. р. – 43,7 %, более 30 тыс. р. – 26,4 %, 30,9 % готовы работать за сумму от 15–20 тыс. р. [9].

Цель исследования – оценить степень влияния показателей сельскохозяйственного производства и кадрового потенциала на результативность аграрного сектора.

УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве источника информации использованы данные ведомственного статистического наблюдения, проводимого Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, Федеральной службы государственной статистики по Республике Татарстан за 2010–2014 гг. [6, 10]. При исследовании применены следующие методы: социологический анализ, в частности анкетирование; статистико-экономический, в том числе корреляционно-регрессионный анализ; экономико-математический.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении исследований использован многомерный корреляционно-регрессионный анализ, который состоит из следующих этапов:

- разработки корреляционной модели;
- выполнения расчетов с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel;
- анализа результатов решения.

С помощью корреляционного анализа определяют наличие корреляционной связи между показателями, формируют матрицу коэффициентов парной корреляции и на этой основе проводят анализ взаимозависимости показателей. После анализа вычисленных парных коэффициентов корреляции из всей совокупности собранных для многофакторного моделиро-

вания показателей осуществляют отбор наиболее сильно влияющих на результативность отрасли. Показатели, имеющие слабую связь (низкий коэффициент корреляции) с результативным признаком, исключают из системы, как и те, которые имеют очень высокий линейный коэффициент корреляции при парном коррелировании друг с другом [11]. Далее проводят регрессионный анализ отобранных показателей и на этой основе выполняют построение корреляционно-регрессионной модели зависимости результативного признака (Y) от факторных признаков (X). Затем рассчитывают коэффициент множественной корреляции для подтверждения предположения о наличии устойчивой связи между выбранными показателями и результативным признаком.

Анализ показателей осуществлен на уровне муниципальных районов Республики Татарстан по данным статистических наблюдений. Исходя из изложенного выше для исследования оценки уровня влияния показателей сельскохозяйственного производства и кадрового потенциала на результативность аграрного сектора использованы следующие признаки: Y – стоимость валовой продукции сельского хозяйства в сопоставимых ценах в расчете на 10 000 га условной уборочной площади, млн р.; X_1 – балл оценки земли; X_2 – условная уборочная площадь, га; X_3 – наличие энергетических мощностей, тыс. л.с.; X_4 – среднемесячная заработная плата одного работника, р.; численность главных специалистов в расчете на 10 000 условной уборочной площади, чел.; X_5 – с высшим образованием; X_6 – со среднепрофессиональным; численность рядовых специалистов в расчете на 10 000 условной уборочной площади, чел.; X_7 – с высшим образованием; X_8 – со среднепрофессиональным.

Для регрессионного анализа использованы данные 43 муниципальных районов Республики Татарстан в динамике за 5 лет, по каждому фактору число наблюдений составило 215. По правилу трех сигм исключены 18 нетипичных районов. В результате получена выборка из 197 наблюдений по 8 факторным признакам (табл. 1).

Таблица 1
Регрессионный анализ факторов, влияющих на результативность аграрного сектора
(восьмифакторная модель)

Фактор	Коэффициент	Стандартная ошибка	t -статистика	P -значение
Y	-72,7921	13,7336	-5,3003	0,0000
X_1	0,8695	0,3443	2,5255	0,0124
X_2	0,0002	0,0001	3,6207	0,0004
X_3	0,0027	0,0004	3,6417	0,0004
X_4	0,0027	0,0004	6,1784	0,0000
X_5	1,5333	0,6860	2,2350	0,0266
X_6	0,1080	0,9105	0,1186	0,9057
X_7	2,0665	0,5712	3,6174	0,0004
X_8	0,3414	0,4625	0,7380	0,4614

Примечание. Регрессионная статистика – множественный R – 0,7574, R -квадрат – 0,5737, нормированный R -квадрат – 0,5556, стандартная ошибка – 14,6767, наблюдения – 197.

Вследствие предварительного анализа коэффициентов факторных признаков и значимости их влияния на результативный показатель такие факторы, как численность главных и рядовых специалистов со среднепрофессиональным образованием в расчете на 10 000 условной уборочной площади (X_6 и X_8), исключены из модели. P -значения данных показателей составляют больше 0,05, t -статистики – меньше 2, что свидетельствует об их незначительном влиянии на результативный признак.

В результате исключения из выборки двух показателей получена следующая модель (табл. 2).

Для изучаемой совокупности коэффициент множественной корреляции составил 0,757, что свидетельствует об одновременном влиянии факторных признаков на результативный признак на 75,7 %, т.е. о сильной связи. Значимость уравнения множественной регрессии в целом оценивали с помощью критерия Фишера. Полученное уравнение значимо: $F = 42,4$.

В результате корреляционно-регрессионного анализа получено следующее уравнение:

$$Y = -68,9121 + 0,8534X_1 + 0,00023X_2 + 0,1561X_3 + 0,0026X_4 + 1,5313X_5 + 2,0921X_6.$$

С целью расширения возможности экономического анализа используем коэффициенты эластичности. В результате применения данных коэффициентов происходит следующее: увеличение балла оценки земли (X_1), условной уборочной площади (X_2), энергетических мощностей (X_3), заработной платы (X_4), численности главных специалистов с высшим образованием (X_5), численности рядовых специалистов с высшим образованием (X_6) на 1 %, приводит к увеличению результативного показателя:

$$EX_1 = 0,8534 \times (31,07 / 33,4) = 0,79, \text{ т.е. на } 0,79 \%;$$

$$EX_2 = 0,0002 \times (83646,34 / 33,4) = 0,58, \text{ т.е. на } 0,58 \%;$$

$$EX_3 = 0,1561 \times (90,83 / 33,4) = 0,42, \text{ т.е. на } 0,42 \%;$$

$$EX_4 = 0,0026 \times (11066,83 / 33,4) = 0,86, \text{ т.е. на } 0,86 \%;$$

$$EX_5 = 1,5313 \times (3,53 / 33,4) = 0,16, \text{ т.е. на } 0,16 \%;$$

$$EX_6 = 2,0921 \times (3,81 / 33,4) = 0,24, \text{ т.е. на } 0,24 \%.$$

Таблица 2

Регрессионный анализ факторов, влияющих на результативность аграрного сектора (шестифакторная модель)

Фактор	Коэффициент	Стандартная ошибка	t -статистика	P -значение
Y	-68,9121	12,5461	-5,4927	0,0000
X_1	0,8534	0,3394	2,5143	0,0128
X_2	0,0002	0,0001	3,9996	0,0001
X_3	0,1561	0,0343	4,5516	0,0000
X_4	0,0026	0,0004	6,2937	0,0000
X_5	1,5313	0,6784	2,2573	0,0251
X_6	0,3414	0,5179	4,0393	0,0001

Примечание. Регрессионная статистика – множественный $R = 0,7566$, R -квадрат – 0,5725, нормированный R -квадрат – 0,5590, стандартная ошибка – 14,6210, наблюдения – 197.

ВЫВОДЫ

1. Показатели кадрового потенциала оказывают существенное влияние на результативность аграрного сектора. Увеличение на 1 % среднемесячной заработной платы работников приводит к увеличению стоимости валовой продукции на 0,86 %. Наличие высшего образования как у главных, так и у рядовых специалистов влияет на итоговый показатель. Увеличение на 1 % данных показателей приводит к повышению результативного признака на 0,16 и 0,24 % соответственно. Использование труда главных специалистов без высшего образования, как и рядовых специалистов, практически не оказывает воздействия на результативность аграрного сектора.

2. Показатели сельскохозяйственного производства также оказывают большое воздействие на результативность. Увеличение уборочной площади и энергетических мощностей на 1 % приводит к повышению стоимости валовой продукции на 0,58 и 0,42 % соответственно. Балл оценки земли позволяет прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур. Сохранение и повышение данного показателя является стратегической задачей сельскохозяйственных предприятий. Рост балла оценки земли на 1 % приводит к увеличению результативного признака на 0,79 %.

3. Коэффициент множественной корреляции показывает сильную связь между факторными признаками и результативным показателем. Необходимо комплексно влиять на показатели сельскохозяйственного производства и кадрового потенциала для достижения оптимального результата в аграрном секторе.

4. Практическая значимость исследования состоит в возможности использования полученных результатов главами администраций муниципальных районов, специалистами Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, а также руководителями сельскохозяйственных предприятий при оперативном и стратегическом планировании сельскохозяйственного производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Norman Uphoff.** Supporting food security in the 21st century through resource-conserving increases in agricultural production // Agriculture and food security, 2012. – 12 p.
2. **Захаров В.П.** Эффективность сельскохозяйственного производства: факторы, резервы и пути повышения: учеб. пособие. – Казань: Изд-во Казанского с.-х. ин-та, 1994. – 293 с.
3. **Маркс К., Энгельс Ф.** Капитал. Критика политической экономии / под ред. В. Адоратского. – М.: Гос. изд-во полит. лит-ры, 1939. – 504 с.
4. **Малышева Н.В.** Факторы, влияющие на развитие сельского хозяйства с учетом особенностей деятельности сельхозтоваропроизводителей // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – С. 404–408.
5. **Брыкина Н.В.** Формирование кадрового потенциала сельского хозяйства: дис. ... канд. экон. наук. – Ульяновск, 2014. – 198 с.
6. **Труд и занятость в Республике Татарстан. 2015: Статистический сборник** / под ред. В.П. Кандилова, О.М. Красновой и др. – Казань: Татарстанстат, 2015. – 170 с.
7. **Горохов А.А.** Система кадрового обеспечения агропромышленного комплекса: опыт Германии // Аграр. вестн. Урала. – 2011. – № 3 (82). – С. 91–92.
8. **William L. Miller.** Adam Smith on wage differentials against agricultural laborers // Atlantic Economic J. – 1981. – P. 19–27.
9. **Жизненные и профессиональные стратегии выпускников научно-образовательного кластера агропромышленного комплекса Республики Татарстан** / Ф.Т. Нежметдинова, Л.Р. Ша-

- гивалиев, под общей ред. Д.И. Файзрахманова. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2014. – 247 с.
10. **Сельское** хозяйство Республики Татарстан. 2014: Статистический сборник / под ред. В.П. Кандилова, А.Ф. Саматовой и др. – Казань: Татарстанстат, 2014. – 371 с.
11. **Максимова А.А.** Вероятностная модель потребности в специалистах с высшим профессиональным образованием для экономики Томской области // Вестн. ТГПУ. – 2011. – № 12 (114). – С. 87–92.

Поступила в редакцию 04.10.2016

L.R. SHAGIVALIEV, Senior Lecturer, Corporate-Cluster Training Center Head

Kazan State Agrarian University
65, Karl Marx St, Kazan, 420015, Russia
e-mail: lenar298@list.ru

ASSESSING A LEVEL OF INFLUENCE INDICATORS OF AGRICULTURAL PRODUCTION AND HUMAN RESOURCES FOR AGRICULTURAL SECTOR

The effects of key factors of agricultural production and human capacity on the effectiveness of the agricultural sector were assessed. The choice of factors influencing sustainability and efficiency of agricultural production was substantiated. The multiple correlation and regression analysis of data from 43 municipalities of the Republic of Tatarstan for 5 years was carried out. Strong relationship between the factor indicators selected and the effective basis was found as evidenced by the coefficient of multiple correlations equal to 75.7 per cent. To expand possibilities of the economic analysis, the elasticity coefficients for each factor indicator were calculated. It is shown that the efficiency of the agricultural sector is greatly influenced by the indicator of personnel potential. In particular, the 1 per cent increase in average monthly wages of workers results in increasing gross product costs by 0.86 per cent. The indicators of agricultural production have a significant impact on the efficiency of the industry as well. The increases in harvesting areas and energy capacities by 1 per cent result in increasing gross product costs by 0.58 and 0.42 per cent, respectively. The results obtained could be used in strategic and on-line planning of agricultural production.

Keywords: agrarian sector, human resources, agricultural specialists, education level, correlation and regression analysis, the Republic of Tatarstan.



УДК [619+636]:001.89:005.71(091)(571.1/.5)

А.С. ДОНЧЕНКО, академик РАН, научный руководитель,
С.А. ПАПКОВ*, доктор исторических наук, ведущий научный сотрудник,
Т.Н. САМОЛОВА**, кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: referent@ievsidv.ru

**Институт истории СО РАН*

630090, Россия, Новосибирск, ул. Академика Николаева, 8

e-mail: sparkov@ya.ru

***Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН*

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: referent@ievsidv.ru

ИЗ ИСТОРИИ СИБИРСКИХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ИНСТИТУТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА И ВЕТЕРИНАРИИ В ПЕРИОД ПОЛИТИЧЕСКИХ РЕПРЕССИЙ 1930-х ГОДОВ

На основе архивных материалов Управления Федеральной службы безопасности по Новосибирской и Омской областям показаны репрессивные акции партийно-советского аппарата в отношении научных кадров Западной Сибири в 1930-е годы. Приведены неизвестные ранее факты, позволяющие раскрыть масштабы и характер преследований ученых-аграрников того периода, когда множество ученых были объявлены участниками контрреволюционного заговора и виновниками экономических провалов социалистической реконструкции сельского хозяйства. На несколько десятилетий прервалась исследовательская деятельность в важнейших направлениях сельскохозяйственной науки. Восстанавливаются имена несправедливо репрессированных ученых, которые были реабилитированы в 1950-е годы и последующие за недоказанностью предъявленных им обвинений.

Ключевые слова: исследовательские институты, животноводство, ветеринария, специалисты-аграрники, аресты, вредительские теории, репрессии, эпизоотии.

Особенность периода становления советской аграрной науки в Сибири и формирования первых научных школ состояла в активном и благотворном влиянии на нее специалистов старой дореволюционной школы. Их опыт и те фундаментальные знания, которые внедряли в практику ветеринарные врачи, физиологи, растениеводы, животноводы, не покинувшие Россию в период хаоса гражданской войны, помогали сохранять научные традиции, способствовали развитию новых направлений отечественной науки, закладывали базу для появления свежих профессиональных сил.

Взаимоотношения советского режима с научными кадрами «старого мира» строились крайне противоречиво. От первоначальной практики

привлечения и достойного отношения к их труду и статусу советские власти часто переходили к дискриминации и неоправданным «чисткам», превращая сотни квалифицированных работников во «вредителей» народного хозяйства, обвиняя их в экономических провалах в той или иной сфере. Аресты и ссылки, реабилитации и новые аресты становились неизменными спутниками жизненного пути многих ученых и практиков сельского хозяйства.

Периодом наиболее резкого обострения взаимоотношений Советской власти и специалистов-аграрников были годы коллективизации. Данная статья посвящается трагическим событиям, происходившим в тот период в Сибирском научно-исследовательском институте животноводства (СибНИИЖ) (Новосибирск), Сибирском ветеринарном бактериологическом институте (Омск) и Омском ветеринарно-зоотехническом институте.

Институт животноводства с немногочисленным штатом был создан в 1934 г. путем слияния Новосибирского научно-исследовательского института крупного рогатого скота и Новосибирской свиноводческой опытной станции для разработки широкого круга научных проблем в области физиологии животных, кормления и содержания домашнего скота и обслуживал Западную и Восточную Сибирь, включая Якутскую и Бурято-Монгольскую АССР, Обь-Иртышскую, Челябинскую и Свердловскую области [1]. Директором института был Иван Иванович Вальдман.

Как и в ряде других научных учреждений того времени, часть сотрудников СибНИИЖа имела необычный статус. Это были административно-ссылные – ученые и специалисты дореволюционного периода, отправленные в Сибирь по приговорам ОГПУ как осужденные по «контрреволюционным» статьям. В их числе находился ряд признанных исследователей, «вычищенных» из различных научных центров страны.

Среди них физиолог, заведующий лабораторией, профессор Пиров Леонид Степанович, ранее руководивший отделом ВНИИ животноводства в Москве; профессор Беляков Евгений Васильевич (прежде заведующий степной станцией и ботаническим отделом НИИ заповедника Аскания-Нова на Украине); профессор Зворыкин Петр Павлович (работал во Всесоюзном институте растениеводства под руководством Н.И. Вавилова) и некоторые другие, менее известные, ученые. Каждый из них имел за плечами ценный опыт творческой работы в российских и зарубежных организациях, ряд крупных научных публикаций, а также опыт советской тюрьмы или ссылки по обвинению во вредительстве в области сельского хозяйства.

В рассматриваемый период во многих научных, хозяйственных, плановых и кооперативных организациях Сибири работали специалисты с подобной биографией. Они состояли на особом учете в ОГПУ-НКВД и обязаны были проходить процедуру периодической регистрации. Спецслужбы контролировали их поведение, знакомства, перемещения и переписку.

Благодаря сети тайных агентов, действовавшей в каждом крупном научном и хозяйственном учреждении, органы ОГПУ-НКВД получали детальные сведения обо всех ссыльных и время от времени раскрывали «контрреволюционные заговоры», производя коллективные аресты «вре-

дителей». Такого же рода сценарий был разыгран в середине 1930-х годов и в Сибирском институте животноводства.

Первые два «заговорщика» – научные сотрудники института Евгений Васильевич Беляков и Петр Павлович Зворыкин были арестованы 4 февраля 1935 г. Их поместили в Новосибирскую следственную тюрьму НКВД и приступили к систематическим допросам. В справке на арест, подготовленной чекистами секретно-политического отдела (СПО) управления НКВД по Западно-Сибирскому краю (Жабрев, Погодаев, Волов и др.), излагался перечень преступных действий ссыльных, по которому должно было развернуться следствие. В документе говорилось, что в институте «сформировалась к.-р. вредительская группа в числе 15 человек, из которых: ссыльных – 5, детей попов – 3, быв. белых офицеров – 1, дворян – 1, кулаков – 1, мещан – 1 и служащих – 3.

Группа возглавлялась профессорами Беляковым Евгением Васильевичем и Зворыкиным П.П. В число активных членов группы входили: Солотчин И.Д., Пияшев А.Н., Пирогов Л.С., Храмов А.С., Куфарев В.П., Зюзюкин В.В., Симпсон Н.А. и другие. Систематически проводили сборища (по 2–3 человека), на которых обсуждаются вопросы тактики и методов к.-р. деятельности в области животноводства. Группа через Зворыкина П.П. и Белякова Е.В. увязалась с проф. Устьянцевым и Крупским, арестованными СПО ГУГБ НКВД в январе месяце 1935 г. как члены к.-р. организации, связанной с заграницей, а также установили связи с к.-р. элементом, работающим в СибкрайЗУ, Омской и Ойротской зональных станциях и др.

Деятельность группы направлялась по линии:

1. Подбора к.-р. кадров и вовлечения их в активную деятельность по срыву мероприятий соввласти и по подъему и развитию животноводства.

2. Организации подрывной и вредительской деятельности в наиболее важных звеньях научно-исследовательской работы по линии животноводства, а также проведения такой работы на зональных станциях, в животноводческих совхозах и колхозах.

3. Систематической антисоветской агитации. (...)» [2].

Спустя 5 дней вслед за П.П. Зворыкиным и Е.В. Беляковым были арестованы еще два сотрудника института, фигурировавшие в приведенной справке: И.Д. Солотчин (исследователь) и А.Н. Пияшев (переводчик-референт по иностранной литературе). Профессор Л.С. Пирогов, которого следствие называло «активным членом группы», в этот раз арестован не был, успев покинуть Новосибирск в январе 1935 г. ввиду завершения срока ссылки, поэтому следствие сосредоточилось на четырех основных фигурантах.

Главными действующими лицами в расследовании выступали профессор Е.В. Беляков и П.П. Зворыкин. Являясь авторитетными учеными, они руководили несколькими научными проектами в НИИ животноводства, так что их показания должны были послужить широкому разоблачению скрытого вредительства в советском сельском хозяйстве. По версии следствия, профессор Е.В. Беляков исполнял роль руководителя раскрытой контрреволюционной группы в институте: «организовывал сборища», «давал тактические и вредительские установки», систематически пропагандировал идею защиты так называемой «чистой науки», «вовлек в группу Пирогова Л.С., Зворыкина П.П., Солотчина И.Д., Никольского В.Г. и других».

К 10 мая 1935 г. следствие завершилось. Обвинительное заключение, подготовленное для последующего суда, утверждало, что «контрреволюционная вредительская группа во главе с Беляковым Е.В. ставила перед собой задачу организованного срыва мероприятий партии и советской власти в области животноводства с целью создания экономических затруднений в стране и обострения политического положения». Утверждалось также, что подрывные действия группы выражались «в систематическом протаскивании в издаваемых научных «трудах» вредительских установок, ориентирующих работников мест на недокорм скота, удлиненную дойку молочных коров, холодное содержание скота в зимнее время, заведомо неправильное составление рационов, создание дутых фондов кормовой базы, отрицание возможности разведения донника в молочных зонах, неправильное составление планов по севооборотам многолетних и однолетних трав, мелкую пахоту, а также саботировали выполнение тематических планов научной работы института» [3].

Материалы следствия были отправлены в Москву, в Особое совещание (ОСО) НКВД СССР, где предстояло заочно вынести внесудебный приговор каждому из арестованных. В 1930-х годах это было обычной практикой дел о «контрреволюционных преступлениях». По вердикту ОСО 2 августа 1935 г. все обвиняемые сотрудники института животноводства: Е.В. Беляков, П.П. Зворыкин, И.Д. Солотчин и А.Н. Пияшев – приговорены к пяти годам исправительно-трудовых лагерей в различных зонах СССР (Карлаг, САЗлаг, Чибью и Ухтпечлаг) [4].

О дальнейшей судьбе осужденных мало что известно. Установлены лишь подробные биографические сведения о П.П. Зворыкине [5, 6]. Отбывая срок в Среднеазиатском лагере НКВД, ученый продолжал работать как специалист в пригородном совхозе НКВД. Затем был переведен на север, на опытный участок в Чибью, где стал заведующим опытным полем Ухтинской сельскохозяйственной станции. Выступал с докладами на конференциях в северных городах, печатался в местных газетах. В 1940 г. был освобожден, но оставался работать в Ухте на той же опытной станции в качестве ее начальника и научного руководителя. В 1943 г. награжден медалью «За трудовое отличие». Умер Петр Павлович Зворыкин в январе 1946 г., оставив о себе светлую память у своих коллег как неординарный, всесторонне одаренный, эрудированный специалист сельскохозяйственной науки.

Составной частью кампании «борьбы с вредительством в сельском хозяйстве» была специальная операция по «разоблачению» ученых-ветеринаров. В марте 1931 г. работники ОГПУ объявили о раскрытии так называемого «дела о контрреволюционной вредительской организации в области ветеринарии». В Омске в марте 1931 г. в связи с этим был арестован директор Сибирского ветеринарно-бактериологического института (Сибветбактин), профессор Александр Николаевич Чеботарев. Вместе с ним в следственной тюрьме ОГПУ оказались также профессора Омского ветеринарно-зоотехнического института А.Д. Васильевский, А.Д. Бальзаментов, заведующий кафедрой Д.В. Соколов, заведующий Омской противочумной станцией К.И. Ростов, директор Омского биокомбината А.А. Иванов, заведующий отделением Омского биокомбината А.А. Любушин, заведующий цехом Омской противочумной станции С.К. Гудков, заведующий Иркутской ветбаклабораторией М.А. Ларионов (ранее работал в Сибвет-

бактине) и заведующий кафедрой Белорусского ветеринарного института К.Л. Марсальский (бывший сотрудник Сибветбактина).

Следствие продолжалось до середины 1931 г. В обвинительном заключении, подписанном полпредом ОГПУ по Запсибкраю Л.М. Заковским, перечислялись все «преступные действия» ветеринарных врачей. «Вредительской деятельностью, – говорилось в нем, – были охвачены *Ветотдел СибЗУ, Сибветбактин, Омский биокомбинат* (создан на базе производственного отдела Сибветбактина) и *Ветеринарно-зоотехнический институт*», т.е. основные участки ветеринарного обслуживания животноводства Сибири. По утверждению следователей, вредительская организация возникла в период 1920–1923 гг. и в основном состояла из ветеринарных работников, выходцев из семей служителей религиозного культа, дворян и чиновничества. «В состав контрреволюционной вредительской организации входили руководители важнейших краевых ветеринарных организаций, профессора и научные работники, связанные между собой общностью работы, идеологии, объединившиеся на почве невосприимчивости советского строя и враждебного к нему отношения...». В обвинении перечислялись также конкретные акции вредительства: «к.-р. саботаж научно-исследовательских работ по актуальнейшим вопросам, связанным с эпизоотическим состоянием Запсибкрая, вредительство в области выработки биопрепаратов, подготовки новых кадров ветработников и руководства общим ветеринарным обслуживанием животноводства» [7].

На заседании Коллегии ОГПУ 7 декабря 1931 г. обвиняемым заочно был вынесен приговор – А.А. Иванов приговаривался к 10 годам концлагерей, А.Н. Чеботарев – к 5 годам, остальные ветврачи получили по 3 года, из них трое: А.Д. Бальзаментов, А.Д. Васильевский и Д.В. Соколов – условно. Дальнейшая судьба арестованных сложилась по-разному. Часть осужденных вскоре получила освобождение и смогла продолжить научно-исследовательскую и преподавательскую карьеру, у других оказалась иная участь. «Дело» на бывшего директора Омского биокомбината А.А. Иванова не найдено; профессор А.Н. Чеботарев отбывал срок заключения в Осинниковском отделении Сиблага НКВД и был освобожден в январе 1935 г. После освобождения вернулся в институт, был восстановлен в должности заведующего кафедрой микробиологии. Умер Александр Николаевич Чеботарев в октябре 1941 г. А.А. Любушин в июле 1937 г. повторно арестован как участник «Белогвардейской эсеровской повстанческой организации», 10 октября 1937 г. решением тройки УНКВД по Омской области приговорен к расстрелу и казнен [8]. Профессор А.Д. Бальзаментов повторно арестован 23.01.1953 г. По приговору судебной коллегии по уголовным делам Омского областного суда 03.09.1953 г. осужден к 25-ти годам заключения в исправительно-трудовых лагерях (ИТЛ) по совокупности преступлений «за антисоветскую деятельность» (как «агент контрразведки Колчака, клеветал на советскую действительность и политику партии, саботировал научно-исследовательские работы, задерживал проверку диссертаций» и т.п.). Постановлением Пленума Верховного суда СССР от 01.07.1955 г. освобожден за недоказанностью предъявленного обвинения [9]. В последующие годы он продолжил преподавательскую деятельность в Омском ветеринарном институте. Арсений Дмитриевич Бальзаментов умер в 1965 г. В 1932 г. по столь же

фальшивому обвинению был арестован декан ветеринарного факультета Оренбургского сельскохозяйственного института профессор А.Ф. Дорофеев – бывший ректор Омского ветеринарного института и первый руководитель советской ветеринарной службы в Сибири. Он был приговорен к расстрелу с заменой на 10 лет лагерей. Дорофеев Александр Федорович умер в 1936 г., отбывая срок в Белбалтлаге НКВД [10].

В разгар проведения еще более широкой общегосударственной кампании массового террора 1937 г. Политбюро ЦК ВКП(б) организовало новую спецоперацию против «вредителей в области животноводства». В октябре 1937 г. от имени Сталина и Молотова всем руководителям партийных и советских органов власти в СССР, а также всем республиканским, краевым и областным прокурорам была разослана директива о проведении серии показательных судебных процессов в области животноводства и ветеринарии. В ней говорилось:

«На основании следственных материалов НКВД установлено, что в краях и областях подрывная работа врагов народа особо злостную форму вредительства и диверсий приняла в области развития животноводства. Эта подрывная работа выразилась:

а) В проведении актов бактериологической диверсии путем заражения крупного рогатого скота, конского поголовья, овечьего и свиного стада чумой, ящуром, сибирской язвой, бруцеллезом, анемией и др. эпизоотическими заболеваниями;

б) в срыве снабжения препаратами и дезинфицирующими средствами районов, пораженных эпизоотией, и вредительством при изготовлении сыворотки на биофабриках;

в) во вредительском сокращении посевных площадей кормовых культур с целью сужения кормовой базы.

По вредительству в области животноводства арестовано значительное количество ветеринаров, зоотехников, лаборантов биофабрик, которые собственно и являлись организаторами распространения заразных болезней, ведущих к массовой гибели скота. За последний год, в результате вредительства в области животноводства, колхозники лишились сотен тысяч крупного рогатого скота и лошадей, не говоря уже о гибели мелкого скота.

В целях ограждения колхозов и совхозов от вредительской деятельности врагов народа, СНК СССР и ЦК ВКП(б) решили разгромить и уничтожить кадры вредителей в области животноводства.

СНК СССР и ЦК ВКП(б) обязывают всех секретарей обкомов, крайкомов, ЦК нацкомпартий, всех председателей совнаркомов республик и председателей исполкомов областей и краев организовать незамедлительно показательные суды над вредителями по животноводству, имея в виду как изблеченных ветеринаров, зоотехников, лаборантов биофабрик, так и работников местных земельных и совхозных органов. В этих целях Совнарком СССР и ЦК ВКП(б) предлагают организовать по каждой республике, краю и области от 3 до 6 открытых показательных процессов с привлечением крестьянских масс и широким освещением процесса в печати.

Изоблеченных во вредительстве приговаривать к расстрелу, об исполнении приговоров публиковать в местной печати» [11].

В атмосфере 1937, 1938 гг. обвинения во «вредительстве» и «распространении вредительских теорий» оказали огромное влияние на проведе-

ние многих научных экспериментов в области сельского хозяйства, а также на повседневное развитие отраслей агрономии, зоотехнии, ветеринарии. «Вредительскими теориями» были объявлены некоторые перспективные творческие разработки и предложения научных коллективов и ученых. В их числе – предложения СибНИИЖа по улучшению сибирской породы молочного скота «самого в себе» и ряд других исследований. По «делу» этого института были арестованы и расстреляны 9 сотрудников. В постановлении совещания при Главном управлении животноводства Наркомзема СССР от 08.03.1938 г. отмечалось: «В связи с тем, что институт был засорен враждебными элементами (органами НКВД изъято 9 человек), которые проводили свою гнусную вредительскую деятельность в исследовательской работе, оказались сорванными темы.... Бывший руководитель отдела кормодобывания Мелешко, ныне враг народа, проводя свою вредительскую работу, делал ставку на заполнение Сибири донником, игнорируя клевер и люцерну... В связи с тем, что главный бухгалтер оказался врагом народа, финансовая отчетность к концу года была запущена. Имело место нарушение финансовой дисциплины по отдельным темам, а также израсходование средств тематики на строительство» [12].

В материалах следствия по делу «О заговоре в сельском хозяйстве» 1937, 1938 гг. приводился перечень ученых СибНИИЖа, а также указывались приписываемые им «вредительские теории». Среди названных упоминались А.М. Порываев, Л. Жуховицкий, А.С. Храмов, В.Г. Никольский, Д.И. Петухов, В.П. Куфарев и др., «которые придерживались вредительской теории по разведению сибирского скота. Распространяли «вредительскую теорию» и разведение местного малопродуктивного скота исключительно в «самом себе», направленную против метизации и на срыв племенной работы в крае. Путем печати и устной пропаганды эта «теория» была преподнесена в массу практических работников в области животноводства. После разоблачения этой теории крайкомом ВКП(б) они продолжали дискредитировать мероприятия по ввозу в край чистопородных производителей путем внедрения вредительских методов их содержания. Затянули районирование и распространение по территории края улучшенных пород (остфризы, симменталы, краснемец), подведение под метизацию основной фенотипической базы (утепление и постройка скотных дворов, телятников, корма). Кредитование первичных кооперативов сельскохозяйственных артелей тормозилось со стороны финансовых отделов Сибмаслосоюза, Сибмолживсоюза, КрайЗУ и краевого отделения Сельхозбанка».

Руководители и сотрудники СибНИИЖа обвинялись также в том, что «выполняли НИР по обоснованию комплекса «вредительских теорий» и установок, таких как: о нецелесообразности выращивания теленка от первотелок; о применении молока с пониженным содержанием жира; о применении при выголке телят «бедных норм»; об убое бычков-метисов в возрасте до 2,5 лет, чем снижали контингент метисовых производителей; о конвейерном содержании скота; о свободном содержании скота в холодных помещениях, чем достигалось снижение продуктивности и была лишняя затрата корма; о мелкой пахоте под силосные культуры; о «вредительском графике» пастьбы скота».

«Искоренение вредительства» в СибНИИ животноводства завершилось традиционным итогом. А.М. Порываев, старший научный сотрудник, агроном-зоотехник, арестованный 20.09.1937 г. как член «Трудовой Кре-

стьянской партии» (ТКП), расстрелян 21.01.1938 г.; Д.И. Петухов, старший научный сотрудник СибНИИЖа, арестованный 13.12.1937 как член ТКП, расстрелян. Н.А. Бухаров, научный сотрудник СибНИИЖа, и Г.М. Кучеренко, главный бухгалтер СибНИИЖа, расстреляны [13].

Директор Ухин и его заместитель Л. Жуховицкий как лица, «прикрывавшие крупные вредительские действия ТКП группы в СибНИИЖе и допускаявшие расход государственных денег в несколько млн. рублей на псевдонаучные труды», понесли соответствующее наказание [14].

В институтах 1938-й год, как и по всей стране, прошел под знаком «ликвидации последствий вредительства». В атмосфере всеобщего возбуждения и готовности к новым разоблачениям было проведено очередное общее собрание в СибНИИЖе, на котором сотрудники института клеймили выявленных «врагов» и их «сообщников», говорили о их вреде, нанесенном науке. Научная тематика института подверглась радикальному пересмотру. Прекращены исследования по «вредительским направлениям», работы А.М. Порываева и других авторов изъяты из научного обращения [15].

Таким образом, в годы массовых репрессий 1930-х годов сельскохозяйственная наука страны понесла невосполнимые потери. Животноводство и ветеринария лишились многих ученых и практиков. Прервалась часть важных исследовательских программ, затормозилось развитие научных школ, у истоков которых стояли многие крупные специалисты. Более двух десятилетий сведения о жертвах «заговора в сельском хозяйстве» и «Трудовой Крестьянской партии» вместе с массой других аналогичных дел оставались неизвестны. Только в 1950–1960-е годы в процессе реабилитации жертв репрессий открылись действительные факты фальсификаций, проведено детальное исследование документов, свидетельских показаний и восстановлена справедливость в отношении множества невинно пострадавших ученых и специалистов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сборник постановлений и приказов НКЗ СССР с 1 по 10 октября 1934 г. – С. 11. – Приказ № 4767 от 4.10.1934 г.
2. Архив УФСБ по НСО. – Д. 16189. – Т. 1. – Л. 1–2.
3. Архив УФСБ по НСО. – Д. 16189. – Л. 267–269.
4. Архив УФСБ по НСО. – Д. 16189. – Л. 280–283.
5. Рошевская Л.П., Рочева И.В. Репрессированный ученый П.П. Зворыкин // Политические репрессии в России. XX век: материалы региональной научной конференции 7–8 декабря 2000 г. / под ред. И.Л. Жеребцова. – Сыктывкар, 2001. – С.181–183.
6. Рошевская Л., Котелина Н. Исторический очерк об изучении клеверов на Севере – [Электронный ресурс]: <http://ib.komisc.ru/add/old/t/ru/ir/vt/01-44/08html>
7. Архив УФСБ по Омской области. – Д. 6816. – Л. 322–393.
8. Архив УФСБ по Омской области. – Д. 6576. – Л. 153 об, 315, 322. – Т. 2116.
9. Архив УМВД по Омской области. – Д. 6109. – Т. 1.— Л. 139; д. 6816. – Л. 437.
10. Справка УФСБ по НСО от 15.07.09.
11. Трагедия советской деревни. Коллективизация и раскулачивание. Документы и материалы. 1927–1939 гг. В 5 т. 1937 г. – М.: РОССПЭН, 2004. – Т. 1. – С. 486.
12. ГАНО. Ф. Р–1841. Оп. 1. – Д. 5. – Л. 10.
13. Архив УФСБ по НСО. – Д. 3981. – Т. 1–3.
14. Архив УФСБ по НСО. – Д. 5628.
15. ГАНО. Ф. Р–1841. Оп. 1. —Д. 9; д. 5. – Л. 9.

Поступила в редакцию 20.09.2016

**A.S. DONCHENKO, Member of the Russian Academy of Sciences, Research Director,
S.A. PAPKOV*, Doctor of Science in History, Lead Researcher,
T.N. SAMOLOVOVA**, Candidate of Science in Veterinary Medicine, Lead Researcher**

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies, Russian Academy of Sciences

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: referent@ievsidv.ru

**Institute of History, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences*

8, Akademika Nikolayeva St, Novosibirsk, 630090, Russia

e-mail: spapkov@ya.ru

*** Institute of Experimental Veterinary Science of Siberia and the Far East, SFSCA RAS*

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: referent@ievsidv.ru

**FROM THE HISTORY OF SIBERIAN RESEARCH INSTITUTES
OF ANIMAL HUSBANDRY AND VETERINARY SCIENCE
DURING THE PERIOD OF POLITICAL REPRESSION
OF THE THIRTIES**

Based on archival records from Federal Security Service Administration for Novosibirsk and Omsk Regions, there are shown repression actions of the Soviet Party apparatus towards research workers of Western Siberia in the thirties. There are given facts unknown before, which allow us to discover the extent and character of prosecutions of agricultural scientists of that period, when a lot of them were declared participants of the counter-revolutionary conspiracy responsible for failures in socialist agriculture re-construction. Research activities in a number of agricultural research fields stopped conducting for decades. The names of scientists wrongfully subjected to repression, who were rehabilitated in the fifties and later because of failures to prove their faults, have been recovered.

Keywords: research institutes, animal husbandry, veterinary science, agricultural specialists, arrests, wreckers' theories, repression, epizootics.

УДК 631.527:633.321

Р.И. ПОЛЮДИНА, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель селекцентра

Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦ РАН

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: sibkorma@ngs.ru

СЕЛЕКЦИЯ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В СИБИРИ

Изучен вопрос клеверосеяния и селекции клевера лугового в России и Сибири с 1908 по 2015 г. С использованием современных селекционных методов: индуцированного мутагенеза, полиплоидии, поликросс-метода, экологической селекции и отборов – на диплоидной и тетраплоидной основе созданы новые сорта клевера лугового. Новые сорта раннеспелого и позднеспелого типа отличаются зимостойкостью, высокой продуктивностью, устойчивостью к экстремальным природным условиям Сибири. Использование местных сортов в гетерозисной селекции клевера лугового позволило создать на диплоидной основе зимостойкие и позднеспелые высокоурожайные сорта СибНИИК 10, Родник Сибири, Атлант. Коллекционный образец № 880 (США) послужил основой для создания методом отбора по сопряженным признакам сорта Огонек. Методом экологической селекции (программа ТОС «Клевер») создано 8 генотипических смесей разной спелости и плоидности. Выведен новый тетраплоидный сорт клевера лугового Памяти Лисицына. Сорт раннеспелый, высокозимостойкий. По урожайности сухого вещества в сумме за два укоса превосходит стандарт на 17 %. В результате сочетания методов мутагенеза, полиплоидии, гибридизации, отборов впервые в Сибири создан раннеспелый двуукосный (на тетраплоидной основе) сорт Метеор. Урожайность зеленой массы за два укоса сорта достигает 700 ц/га. Использование современных селекционных технологий позволяет с высокой эффективностью реализовать генетический потенциал клевера лугового при создании новых сортов в экстремальных условиях Сибири.

Ключевые слова: клевер луговой, селекция, поликросс, мутагенез, полиплоидия.

Научный анализ вопросов клеверосеяния и селекции в России с 1908 г. по настоящее время позволил выявить огромный генетический потенциал этой культуры. С 1908 по 1960 г. в России П.И. Лисицыным [1], Н.Г. Хорошайловым [2], А.М. Константиновой [3], А.С. Новоселовой [4] в результате изучения и оценки местных популяций создана серия сортов методом массового отбора. С 1960 по 2010 г. А.С. Новоселовой [5, 6], Н.А. Мухиной [7], Н.К. Навалихиной [8], М.Ю. Новоселовым [9] и другими исследователями методами принудительного скрещивания, гетерозисной селекции, полиплоидии, мутагенеза, клеточной и гаметной селекции созданы современные сорта на диплоидном и тетраплоидном уровне, сочетающие зимостойкость, урожайность, скороспелость и другие полезные качества и свойства.

Для объективной оценки селекционного потенциала клевера на современном этапе необходимо проследить рост продуктивности культуры в процессе селекционной работы. Для клевера лугового этот период составил 100 лет.

В табл. 1 отражена оценка продуктивности естественных популяций клевера лугового, не подвергавшихся целенаправленной селекционной работе, за 1903–1928 гг. в условиях деляночного опыта. Продуктивность этих популяций в первый год пользования в среднем по всем образцам и годам испытаний составила 39,5 ц/га сухого вещества, что на 38 % меньше, чем у современных сортов клевера лугового. Средняя урожайность современных сортов клевера лугового, районированных с 2004 г., по данным Государственной комиссии по сортоиспытанию, составила 54,4 ц/га (табл. 2). Потенциальная возможность сорта Огонек селекции Сибирского науч-

Таблица 1

Продуктивность местных популяций клевера лугового в первый год пользования
(Лисицын П.И. [1])

Год изучения	Место изучения	Число образцов	Урожайность клеверного сена, ц/га	Сбор сухого вещества, ц/га
1903	Кировская опытная станция	2	42,4	35,7
1912	Сировитцкий питомник	14	38,7	32,1
1924	Семенной рассадник «Узкое»	5	70,2	58,3
1926	Московская и Ивановская области (6 районов)	9	32,8	27,2
1927	Московская и Ивановская области (7 районов)	9	52,4	43,5
1928	Московская и Ивановская области (6 районов)	8	48,7	40,4
Средняя урожайность по образцам				39,5

Таблица 2

Продуктивность современных сортов клевера лугового (Госреестр [10])

Сорт	Год районирования	Регион районирования	Урожайность за годы испытания, ц/га	
			максимальная	средняя
Делец	2004	2, 3	63,2	55,7
Корифей	2004	1		46,6
Огонек	2004	9, 10, 11	70,0	51,5
Оникс	2004	4		59,3
Памяти Бурлаки	2004	4		63,6
Средняя урожайность по сортам				54,4

но-исследовательского института кормов в оптимальных агрометеорологических условиях Уральского региона по этому показателю на 29 % выше.

Таким образом, за последние 100 лет в результате целенаправленной селекционной работы с местными сортами клевера лугового продуктивность этой культуры выросла на 40 %.

Селекционный потенциал определяется не только показателями урожайности современных сортов клевера лугового, но и количеством сортов, находящихся в производстве (табл. 3). На 1995 г. в производстве находился 91 сорт клевера лугового. Более половины их представлены местными популяциями. Однако 69 % – это стародавние сорта, районированные 65 (10 %) и 20 лет назад (58 %). Это свидетельствует о необходимости ускоренного создания новых сортов, чтобы в полном объеме реализовать селекционный потенциал клевера лугового. С 1996 по 2015 г. 42 стародавних сорта сняты с районирования, а 45 новых включены в Государственный реестр.

В Сибири с 1940 г. районированы местные сорта клевера лугового Бийский, Казачинский, Томский, Асиновский, Сибиряк. Начало селекционной работы по клеверу луговому в регионе положено А.С. Звездиной на Тулунской ГСС. Методом массового отбора созданы и районированы но-

Таблица 3

Число сортов клевера лугового, находящихся в производстве, и годы их районирования (Госреестр [11])

Число сортов	Годы районирования									
	до 1940 г.		с 1941 г.		с 1961 по 1980 г.		с 1981 по 1995 г.		с 1996 по 2015 г.	
	число	%	число	%	число	%	число	%	число	%
1995 г.										
91	9	10	40	44	13	14	29	32		
2015 г.										
96	4	4	15	16	11	11	21	22	45	47

вые сорта Тулунский и Шерагульский. На Нарымской ГСС селекционерами В.К. Немлиенко, В.Б. Овсянниковым и Б.И. Герасимовым в результате свободного переопыления с последующим массовым отбором из местной популяции Парабельского района создан и с 1950 г. районирован сорт Нарымский местный. На Хакасской СХОС А.В. Фоминой методом массового отбора создан и районирован с 1971 г. сорт Хакасский 1.

На Казачинской СХОС Е.И. Поплавной и П.Р. Поплавным методом многократного массового отбора создан диплоидный позднеспелый сорт Казачинский, который с 1981 г. районирован по Восточно-Сибирскому региону [12].

Таким образом, в Сибири до 70-х годов XX в. возделывали местные сорта клевера лугового, районированные в 40-х годах прошлого столетия, приспособленные к возделыванию лишь в локальных районах. Это являлось сдерживающим фактором для клеверосеяния.

Для расширения зоны клеверосеяния нужны были новые сорта, более зимостойкие, скороспелые, с высокой кормовой и стабильной семенной продуктивностью, большой экологической пластичностью и выраженной способностью эффективно использовать биоклиматический потенциал региона. Для их создания необходимо использование традиционных и новых методов: полиплоидии, мутагенеза, гетерозисной и экологической селекции. Эти методы давно используют в селекции растений, однако их необходимо было модифицировать применительно к культуре клевера лугового, учитывая его биологические особенности (многолетность, длина вегетационного периода, зимостойкость) в условиях резко континентального климата Сибири.

А.С. Нагибин в Сибирском научно-исследовательском институте растениеводства и селекции [13] и Б.П. Сосин на Нарымской ГСС [14] провели изучение и оценку коллекционного материала клевера лугового в условиях Западной Сибири; Н.М. Макаров в СибНИИ кормов занимался созданием тетраплоидных форм методом полиплоидии [15–17].

С использованием метода мутагенеза в Научно-исследовательском институте сельского хозяйства Северного Зауралья Т.П. Липовцовой созданы новые сорта Ермак, Памяти Бурлаки, Гефест для Западно-Сибирского региона [18].

Перспективным направлением в селекции перекрестноопыляющихся культур в настоящее время как в России, так и за рубежом является создание синтетических и сложногобридных популяций с использованием гетерозиса в течение нескольких поколений [19]. Исследования по селекции клевера лугового в СибНИИ кормов начаты в 1976 г. Разработана схема поликроссного питомника, несколько отличающаяся от описанных в литературе, где предусматривается одиночное рендомизированное размещение растений в 100-кратном повторении. Это обеспечивает наиболее полное переопыление и позволяет наряду с основной задачей получения гибридных семян изучить полиморфизм исходных популяций по основным хозяйственно-биологическим признакам, установить корреляционные связи между ними и отобрать лучшие формы [20]. Впервые в Сибири методом поликросса целенаправленно подобранных исходных генотипов по основным хозяйственно ценным признакам с последующим формированием поликроссных сложногобридных популяций созданы сорта СибНИИК 10 и Родник Сибири позднеспелого типа [21].

Сорт СибНИИК 10 имеет повышенную семенную продуктивность – 3,1 ц/га (стандарт Асиновский местный – 2,06 ц/га). Сорт обладает высокой зимостойкостью (90 %). Урожайность абсолютно сухого вещества составляет 59 ц/га (у стандарта 44 ц/га). Наиболее скороспелый: созревает на 8–10 дней раньше стандарта. С 1993 г. включен в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию в производстве Западно-Сибирского региона.

Сорт Родник Сибири, созданный совместно с НИИСХом Северного Зауралья, характеризуется высокой экологической пластичностью. В связи с этим он включен в Государственный реестр не только по Западной и Восточной Сибири, но и по Центральному и Северному регионам. Сорт Родник Сибири обладает повышенной зимостойкостью (93 %), урожайностью сухого вещества 46,0 ц/га (у стандарта 36,0 ц/га) и высокой семенной продуктивностью – 3,9 ц/га (у стандарта 3,1 ц/га). Содержание сырого протеина у него 18,1 % (у стандарта 16,1 %). Сорта СибНИИК 10 и Родник Сибири созревают на 5–8 дней раньше стандарта Асиновский местный.

Сорт Атлант – синтетическая популяция, созданная в СибНИИ кормов совместно с НИИСХом Северного Зауралья на основе подбора исходных сортообразцов с высокой общей (111–149 %) и специфической комбинационной способностью (110–156 %). Сорт позднеспелого типа, обладает высокой зимостойкостью (90–95 %), созревает на семена на 7–8 дней раньше стандарта СибНИИК 10. Отличается повышенной семенной продуктивностью – 3,4 ц/га (у стандарта 2,9 ц/га). Более устойчив к фузариозу (на 4,5–12 %) и мучнистой росе (на 4,4–5,7 %) по сравнению со стандартом [21]. С 2007 г. сорт включен в Госреестр по Северному и Западно-Сибирскому регионам, с 2008 г. – Северо-Западному и Волго-Вятскому, с 2009 г. – Уральскому и Восточно-Сибирскому.

Сорт Огонек создан в СибНИИ кормов совместно с Кемеровским НИИСХом методом многократного массового отбора по сопряженным признакам, направленным на улучшение семенной продуктивности, из коллекционного сортообразца № 880, США (К-34438) [22]. Данный сорт превысил стандарт СибНИИК 10 по урожайности зеленой массы во втором укосе на 17 %, семян – на 29, по облиственности – на 5 %, по скоро-

спелости на 4 дня. Сорт Огонек с 2004 г. включен в Госреестр по Уральскому, Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому регионам. Получен патент № 2679 от 21.04.05.

Методом экологической селекции (программа ТОС «Клевер») [23–30] создано 8 генотипических смесей разной спелости и плоидности. На основе лучшей сложногибридной популяции № 54 совместно с ВНИИ кормов и ВНИИЗБК создан новый тетраплоидный сорт клевера лугового Памяти Лисицына, который в 2005 г. включен в Государственный реестр по Средневолжскому региону. Сорт раннеспелый, созревает на 13–16 дней раньше стандарта СибНИИК 10, высокозимостойкий (94,8 %). По урожайности зеленой массы (493 ц/га) и сухого вещества в сумме за два укоса (101 ц/га) превосходит стандарт на 60,3 ц/га (14 %) и 15,0 ц/га (17 %) соответственно, по содержанию сырого протеина – на 1,6 %, облиственности – на 2 %.

Впервые в условиях Западной Сибири совместно с ВНИИ кормов создан раннеспелый тетраплоидный сорт клевера лугового Метеор на основе образца № 14/17, полученного в результате комплексного использования химического мутагенеза, экспериментальной полиплоидии, внутривидовой гибридизации и многократного массового отбора зимостойких, раннеспелых с высокой обсемененностью форм на специально созданных селективных фонах в условиях Сибири. Сорт Метеор характеризуется высокой зимостойкостью (95–98 %), раннеспелостью (на 14–16 дней раньше стандарта СибНИИК 10), высокой урожайностью сухого вещества 118 ц/га (на 18 % выше стандарта) и стабильной семенной продуктивностью (до 2,0 ц/га) [31]. Сорт Метеор с 2007 г. включен в Госреестр по Западно-Сибирскому региону, с 2008 г. – Волго-Вятскому, с 2009 г. – Восточно-Сибирскому. Получен патент № 3242 от 25.10.06.

В Государственный реестр сортов, допущенных к использованию в производстве в областях России, включены 96 высокоурожайных сорта клевера лугового. Для Западно-Сибирского и Восточно-Сибирского регионов – 17 сортов: Атлант, Гефест, Ермак, Лобановский, Метеор, Трио, Огонек, Ранний 2, Томский местный, Фаленский 1, СибНИИК 10, Родник Сибири, Орион, Памяти Бурлаки, Светлячок, Сударь, Сальдо [11].

Использование современных селекционных технологий на основе индуцированного мутагенеза, полиплоидии, гибридизации, отборов, поликросс-метода, экологической селекции позволяет с высокой эффективностью реализовать генетический потенциал клевера лугового при создании новых сортов в экстремальных природных условиях Сибири.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисицын П.И. Клевер красный // Избранные сочинения. – М.: Сельхозгиз, 1951. – 320 с.
2. Хорошайлов Н.Г. Материалы по истории земледелия СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – Сб. 2. – 748 с.
3. Константинова А.М. Селекция и семеноводство многолетних трав. – М.: Сельхозиздат, 1960. – 387 с.
4. Новоселова А.С. Межсортовое и внутрисортовое свободное переопыление у красного клевера // Агробиология. – 1964. – № 5. – С. 23–27.
5. Новоселова А.С. Селекция и семеноводство клевера красного. – М.: Россельхозиздат, 1972. – 116 с.
6. Новоселова А.С. Селекция тетраплоидного клевера красного для сенокосного и пастбищного использования // Межд. конгр. по луговодству. – М., 1974. – Т. 5. – С. 229–233.

7. Мухина Н.А., Шестиперова З.И. Клевер. – Л.: Колос, 1978. – 168 с.
8. Навалихина Н.К. К методике получения исходного материала, селекции и агротехнике высокоурожайных и тетраплоидных сортов клевера красного // Генофонд и селекция многолетних трав. – Киев: Наук. думка, 1983. – С. 75–85.
9. Новоселов М.Ю. Селекция клевера лугового. – М.: Типография ГУ КПК, 1999. – С. 183.
10. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сор-та растений. – М., 2004. – Т. 1. – 320 с.
11. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сор-та растений. – М., 2014. – Т. 1. – 318 с.
12. Гончаров П.Л., Гордеева Т.Н., Шаламанова Л.Н. Каталог сортов сельскохозяйственных культур, созданных учеными Сибири и включенных в Госреестр РФ (районированных) в 1929–2003 гг. – Новосибирск, 2003. – Вып. 3. – 272 с.
13. Нагибин А.Е. Селекционное значение коллекции люцерны и клевера в Новосибирской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Л., 1976. – 24 с.
14. Соснин Б.П. Исходный материал клевера розового в Томской области // Селекция и гене-тика кормовых культур: сб. науч. тр. – Новосибирск, 1983. – С. 35–39.
15. Макаров Н.М. Роль полиплоидии в селекции клевера красного // Науч.-техн. бюл. – Но-восибирск, 1976. – Вып. 3-4. – С. 88–114.
16. Макаров Н.М. Популяционные и хозяйственные особенности тетраплоидного клевера красного // Сиб. вестн. с.-х. науки, 1971. – № 3. – С. 43–48.
17. Макаров Н.М. Создание и изучение сибирских тетраплоидных популяций клевера крас-ного: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л.: ВИР, 1974. – 26 с.
18. Полюдина Р.И., Липовщина Т.П. Гетерозисная селекция клевера лугового в Западной Си-бири // Материалы докладов науч.-практ. конф., посвященной 30-летию НИИСХ Северного Зауралья. – Новосибирск, 1995. – С. 90–91.
19. Кедров-Зихман О.О. Поликросс-тест в селекции растений. – Минск: Наука и техника, 1974. – 127 с.
20. Полюдина Р.И. Внутрипопуляционная изменчивость и корреляционные связи клевера лугового в питомнике поликросса // Задачи селекции и пути их решения в Сибири: мате-риалы 7-й ген.-селек. шк. (Новосибирск). – Новосибирск, 2000. – С. 127–134.
21. Полюдина Р.И. Гетерозисная селекция при создании новых сортов клевера лугового // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2004. – № 4. – С. 102–106.
22. Полюдина Р.И., Рожанская О.А., Потапов Д.А., Ланин В.А. Создание сортов кормовых культур в Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2015. – № 2. – С. 49–57.
23. Новоселов М.Ю., Новоселова А.С., Разгуляева Н.В. Результаты экологической селекции в исполнении программы «ТОС Клевер» // Основные виды и сорта кормовых культур. – М.: Наука, 2015. – С. 417–423.
24. Новоселов М.Ю. Клевер луговой // Основные виды и сорта кормовых культур. – М.: Нау-ка, 2015. – С. 22–74.
25. Новоселова А.С., Новоселов М.Ю., Бекузарова С.А., Полюдина Р.И. и др. Адаптивная се-лекция и сорта клевера нового поколения для различных почвенно-климатических усло-вий России // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения. – М: Росинформагр-ротех, 2002. – С. 271–278.
26. Полюдина Р.И. Экологическая селекция клевера лугового для создания сортов с повы-шенной адаптивностью к отрицательному воздействию температурных факторов среды в условиях Западно-Сибирского региона // Экологическая селекция и семеноводство кле-вера лугового. – М. ООО «Эльф ИПР», 2012. – С. 77–103.
27. Зарьянова З.А., Новоселов М.Ю., Полюдина Р.И. Новый сорт клевера лугового Памяти Лисицына // Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в со-временных условиях: сб. науч. ст. – Орел, 2008. – С. 419–425.
28. Новоселов Н.Ю., Новоселова А.С., Полюдина Р.И. и др. Результаты и перспективы эколо-гической селекции клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) // Кормопроизводство. – 2007. – № 9. – С. 16–19.
29. Новоселова А.С., Новоселов М.Ю., Бекузарова С.А., Разгуляева Н.В., Пайвина Т.И. Адап-тивная селекция и сорта клевера нового поколения для различных почвенно-климатиче-ских условий России // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения. – М.: Росинформагротех, 2008. – С. 271–278.
30. Новоселова А.С., Новоселов М.Ю., Бекузарова С.А., Зарьянова З.А., Липовщина Т.П. Некото-рые итоги работы творческого объединения селекционеров по созданию сортов клевера лугово-го // Селекция и семеноводство. – 1998. – № 1. – С. 2–6.

31. Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Потапов Д.А., Ланин В.А. Селекционные достижения для кормопроизводства Сибири // Кормопроизводство в Сибири: достижения, проблемы, стратегия развития материалы междунар. науч.-практ. конф. (с. Михайловка Красноярского края, 31 июля – 1 августа 2014 г.). – Новосибирск, 2014. – С. 91–98.

Поступила в редакцию 02.09.2016

R.I. POLYUDINA, Doctor of Science in Agriculture, Breeding Center Head

Siberian Research Institute of Fodder Crops, SFSCA RAS

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: sibkorma@ngs.ru

BREEDING OF RED CLOVER IN SIBERIA

The matters of red clover cultivation and breeding in Russia and Siberia from 1908 to 2015 were studied. There were developed new diploid- and tetraploid-based red clover varieties by using modern breeding methods such as induced mutagenesis, polyploidy, polycross method, ecological breeding and selections. The new varieties of early and late types are distinguished by winter hardiness, high productivity, and resistance to extreme environmental conditions of Siberia. The use of native varieties in the heterosis breeding of red clover allows developing diploid-based, winter-hardy and late-ripening high-yielding cultivars SibNIK 10, Rodnik Sibiri, Atlant. The collection sample N 880 (USA) served as a basis for developing the cultivar Ogonek by the method of selection by correlated traits. By the method of ecological breeding (within the CBT Program “Klever”) were developed the eight genotypic mixtures of different maturity and ploidy. A new tetraploid-based, early-ripening, high-winter-hardy red clover cultivar Pamyati Lisitsyna has been developed, which exceeds the standard in dry matter yields for two cuts in total by 17 per cent. Resulting from the combination of mutagenesis, polyploidy, hybridization and selection methods, a tetraploid-based, early-ripening, two-cut cultivar Meteor was for the first time developed in Siberia. The yield of green mass for two cuts of this cultivar can be up to 70 t/ha. The use of modern breeding technologies makes it possible to highly effectively realize the genetic potential of red clover when developing new varieties under extreme conditions of Siberia.

Keywords: red clover, breeding, polycross, mutagenesis, polyploidy.

ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫМ ДЛЯ ОПУБЛИКОВАНИЯ В ЖУРНАЛЕ

1. На публикацию представляемых в редакцию материалов требуются письменное разрешение и рекомендация руководства организации, на средства которой проводились работы. Рукопись подписывается автором (соавторами). Сведения об авторах (соавторах) заполняются согласно представленной анкете **на русском и английском языках**.

Анкета автора

- Фамилия, имя, отчество (полностью)
- Ученая степень
- Место работы (полное название организации и подразделения)
- Должность
- Почтовый адрес места работы
- Контактные телефоны (служебный, домашний, мобильный), факс, e-mail

2. Представляемая статья должна содержать новые, еще не опубликованные, результаты научных исследований и соответствовать одной из следующих рубрик: «Земледелие и химизация», «Растениеводство и селекция», «Садоводство», «Биотехнология», «Кормовая база», «Защита растений», «Мелиорация», «Животноводство», «Ветеринария», «Рыбоводство», «Переработка сельскохозяйственной продукции», «Механизация и электрификация», «Автоматизация, моделирование и информационное обеспечение», «Экономика», «Проблемы. Суждения», «Научные связи», «Краткие сообщения», «Из диссертационных работ».

3. Статью необходимо представить в двух экземплярах на одной стороне стандартного листа формата А4, без рукописных вставок и помарок, а также в электронном варианте. Текст оформляется в программе Word, кеглем 14, шрифтом Times New Roman, с интервалом 1,5, все поля 2,0 см, нумерация страниц внизу и посередине.

4. Объем статьи, включая таблицы, иллюстрации и библиографию, не должен превышать 10 страниц компьютерного набора; статей, размещаемых в рубриках «Из диссертационных работ» и «Краткие сообщения», – не более 4 страниц.

5. Порядок оформления статьи: УДК, инициалы и фамилия автора, ученое звание и степень, должность, полное название научного учреждения, в котором проведены исследования, адрес электронной почты автора, заголовок статьи (не более 70 знаков), реферат на русском и английском языках (не менее 200 слов), ключевые слова (5–10), основной текст статьи, библиографический список (не менее 15 источников).

Примерный план статьи, представляемой для опубликования:

- постановка проблемы, цель, задачи исследования;
- условия, методы (методика) исследования, описание объекта, место и время проведения исследования;
- результаты исследования и их обсуждение;
- выводы.

6. Библиографический список должен быть оформлен в соответствии с требованиями и правилами составления библиографической ссылки (ГОСТ Р 7.05– 2008) в виде общего списка в порядке цитирования: в тексте ссылка на источник отмечается порядковой цифрой в квадратных скобках, например [1]. Литература в списке дается на тех языках, на которых она издана; библиографические данные приводятся по титульному листу издания, все

элементы библиографического перечня отделяются друг от друга тире; цифры, обозначающие том, выпуск, издание, страницы, ставятся после сокращенного слова, например: Т. 3, вып. 8. – С. 15–20.

Схема перечня библиографических данных:

- для монографий – фамилия и инициалы автора или первых четырех (если это коллективная монография, ссылка дается на название книги), название книги, повторность издания, место издания, название издательства, год издания, номер тома, общий объем.

- для статей – фамилия, инициалы автора или первых трех и др., название статьи, если это журнал – его название, год выпуска, том, номер, страницы, если сборник – его название, место издания, издательство, год издания, номер тома, выпуска, страницы.

7. Формулы должны быть напечатаны четко. Необходимо соблюдать различия между одинаковыми по начертанию прописными и строчными буквами, подчеркивая прописные буквы двумя черточками снизу. Латинские буквы размечаются волнистой чертой снизу.

8. Таблицы должны иметь порядковый номер и название. Диаграммы следует представлять в программе Excel (с базой данных, на основе которой они построены). На осях абсцисс и ординат графиков указываются величины и единицы измерения. Не рекомендуется рисунки загромождать надписями, лучше детали занумеровать и расшифровать в подрисунковой подписи или тексте статьи. Фотографии должны быть сделаны с хорошего негатива, контрастной печатью. Всем иллюстрациям нужно дать сквозную нумерацию. Необходимо избегать повторений данных в таблицах, графиках и тексте статьи.

9. Корректурa дается авторам лишь для контроля. Стилистическая правка, дополнения и сокращения не допускаются.

10. Число публикаций одного автора в номере журнала не должно превышать двух, при этом вторая статья допустима лишь в соавторстве.

11. Плата за публикацию статей в журнале с аспирантов не взимается, для иных авторов статьи в журнале публикуются на платной основе.

После прохождения рецензирования рукописи редакция направляет в адрес организации или автора счет (квитанцию) для оплаты.

В стоимость публикации входит один бесплатный авторский экземпляр журнала. Стоимость пересылки – 120 рублей по России, 200 рублей – в зарубежные страны. Автор может заказать и дополнительно оплатить любое количество экземпляров.

Автор, подписывая статью и направляя ее в редакцию, тем самым передает авторские права на издание этой статьи редакции журнала.

Редакция оставляет за собой право не регистрировать рукописи, не отвечающие настоящим требованиям.

Все рукописи, представляемые для публикации в журнале, проходят рецензирование, по результатам которого редколлегия принимает решение о целесообразности опубликования материалов.

Научный журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» включен в утвержденный ВАК Перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны публиковаться основные научные результаты диссертационных работ на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (редакция Перечня от 01.12.2015 года).

Журнал представлен в международной библиографической базе данных Agris, включен в международный каталог периодических изданий “Ulrich’s Periodicals Directory” (издательство “Bowker”, США).

«Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» входит в Russian Science Citation Index (RSCI) на базе Web of Science.

УВАЖАЕМЫЕ ПОДПИСЧИКИ!

Подписка на журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»
принимается в почтовых отделениях
ФГУП «Почта России» и в других организациях,
осуществляющих прием подписки

В каталоге «Газеты. Журналы» ОАО Агентство
«Роспечать» подписной индекс 46808

На годовой комплект журналов
или отдельные номера можно подписаться
в редакции

Полнотекстовая версия журнала
«Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»
размещена на сайте
Научной электронной библиотеки:
<http://www.elibrary.ru>