



Biology in Agriculture

ISSN 2311-9322 (Print), ISSN 2311-9330 (Online)

Биология

В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ №4, 2017

Научно-практический и теоретический журнал



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Орловский государственный аграрный университет
имени Н. В. Парахина»

Фундаментальные и прикладные исследования по селекции, генетике, биотехнологии, физиологии,
этологии, микробиологии и многим другим отраслям современной науки

scientia, virtus, libertas

≡ Russian Federation ≡

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина»

<p align="center">Главный редактор: А.И. Шендаков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член Союза писателей России, тел. 8-953-816-78-84</p> <p align="center">Редакционная коллегия:</p> <p>В.С. Буяров (председатель), д. с.-х. н., профессор (г. Орёл) И.А. Егоров, д. б.н., профессор, академик РАН (г. Москва) А.С. Делян, д. с.-х. н., профессор (г. Москва) Л.В. Калашникова, д. филолог. наук, профессор (г. Орёл) С.И. Кононенко, д. с.-х. н., профессор (г. Краснодар) А.А. Коровушкин, д. биол. н., профессор (г. Рязань) С.Д. Князев, д. с.-х. н., профессор (г. Орёл) В.И. Крюков, д. биол. н., профессор (г. Орёл) Р.Н. Ляшук, д. с.-х. н., профессор (г. Орёл) В.В. Обливанцов, д. с.-х. н., профессор (г. Севастополь) С.Н. Харитонов, д. с.-х. н., профессор (г. Москва) М.А. Shariati, Islamic Azad University (г. Тегеран)</p>	<p align="center">Содержание</p> <p align="center">Современные аспекты генетики в животноводстве и растениеводстве</p> <p><i>А.И. Шендаков</i> Методические аспекты корреляционно-регрессионного анализа при вычислении генетического веса эритроцитарных аллелей в популяциях молочного скота.....</p> <p><i>Т.А. Рожмина</i> Идентификация генов устойчивости к фузариозному увяданию у сортов льна-долгунца.....</p> <p align="center">Биологические аспекты производства и переработки продукции животноводства</p> <p><i>О.А. Михайлова</i> Современные аспекты европейского свиноводства: тенденции, проблемы и перспективы</p> <p><i>Н.В. Абрамкова, А.Н. Зарубин</i> Влияние минерального питания тёлочек на последующую молочную продуктивность</p> <p><i>С.А. Кочеленко, К.А. Лещуков, Л.О. Иванова, Ю.О. Иванова</i> Исследование влияния биологически активного комплекса цикория на качество и сроки хранения сосисок.....</p>	<p align="center">стр.</p> <p align="center">2</p> <p align="center">10</p> <p align="center">13</p> <p align="center">25</p> <p align="center">29</p>
---	--	--

Адрес издателя и редакции: 302019, Россия, г. Орёл, ул. Генерала Родина, д. 69
Свидетельство о регистрации СМИ выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), ПИ №ФС 77-70557 от 03.08.2017 г. (предыдущее свидетельство ПИ №ФС 77-54372 от 29.05.2013 г.)

Отпечатано в издательстве ФГБОУ ВО Орловский ГАУ. **Адрес издательства** (типографии): 302028, г. Орёл, бульвар Победы, 19, лицензия ЛРН№021325 от 23.02.1999 г.

Язык: русский, английский

Телефон: гл. редактор – 8-953-816-78-84, **факс:** +7 (4862) 45-40-64

E-mail: bio413@ya.ru (для материалов), aish78@yandex.ru (для переписки)

Сдано в набор: 11.12.2017 г. **Подписано в печать:** 15.12.2017 г.

Дата выхода: 22.12.2017 г.

Периодичность выхода, объём: 4 раза в год, до 100 страниц, А4.

Тираж: 300 экземпляров. Цена свободная.

Формат: 60x84⁸. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Фото на обложке: С. Е. Ноздрунов (зимние деревья)

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

А. И. Шендаков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина»,
Россия, г. Орёл, tel.: 8-953-816-78-84, e-mail: bio413@ya.ru
A. I. Shendakov, Doctor of Agricultural Sciences, professor
Orel State Agrarian University, Orel City, Russia

**МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА
ПРИ ВЫЧИСЛЕНИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ВЕСА ЭРИТРОЦИТАРНЫХ АЛЛЕЛЕЙ
В ПОПУЛЯЦИЯХ МОЛОЧНОГО СКОТА**

(Methodological aspects of the correlation-regression analysis in the calculation of the genetic weight of erythrocyte alleles in populations of dairy cattle)

В научной работе проведён корреляционно-регрессионный анализ генетического веса эритроцитарных аллелей в популяции молочного скота. Математически, с помощью уравнений гипербол даны варианты прогноза количества аллелей во взаимосвязи с их генетическим весом – от 0,2 до 2,2. Предложено понятие генетического веса эритроцитарных аллелей. Проведённые исследования позволили сделать вывод о том, что в стадах молочного скота около 30-35% эритроцитарных аллелей подвержены элиминации и генетическому дрейфу и только около 10% аллелей постоянно стабильны, около 30% аллелей относительно стабильны, а 25-30% – находятся в группе, близкой как к риску выывания, так и к возможности закрепления в популяции. Полученные результаты дополняют научные данные о концентрации, динамике и стабильности эритроцитарных аллелей.

Ключевые слова: эритроцитарные антигены, аллели, гиперболы, генетический вес.

В настоящее время вопросы иммуногенетического полиморфизма исследованы широко и подробно как в нашей стране [2-4, 17 и др.], так и за рубежом [28]. При этом в последние десятилетия в странах Запада эритроцитарным аллелям учёные уделяли крайне мало внимания, считая решённой эту проблему и не вполне научно обоснованной маркерную селекцию по группе крови (MAS).

В нашей стране по ряду обстоятельств исследования групп крови и, в частности, иммуногенетического полиморфизма наиболее активным исследованиям подвергались в последние 15-20 лет [1, 5, 7, 8, 13, 20-22, 24 и др.]. При этом большинство учёных, в том числе *И. Литвинов, С. Тяпугин, Н. Катыева, С. Хромова* (2005) [15], *Попов Н.А., Ескин Г.В.* (2000) [17], *В. Чернушенко, А. Комошенков, В. Бабичева* (2009) [23] и др. особое внимание уделяли анализу маркерной способности локуса *EAB*, т. е. *Erythrocyte Antigen B*.

За время проведения исследований распространения эритроцитарных антигенов и генетических явлений, связанных с ними, в современной периодической литературе накопилось большое количество информации, характеризующей многообразие подходов, мнений, результатов и выводов.

В частности, многие исследователи утверждали о связи тех или иных антигенов с продуктивными каче-

In this scientific work a correlation-regression analysis of the genetic weight of erythrocyte alleles in the population of dairy cattle was carried out. Mathematically, using the hyperbole equations, variants of the prediction of the number of alleles are given in correlation with their genetic weight - from 0.2 to 2.2. The concept of the genetic weight of erythrocyte alleles is proposed. The conducted researches allowed to conclude that in the herds of dairy cattle about 30-35% of erythrocyte alleles are subject to elimination and genetic drift and only about 10% of alleles are permanently stable, about 30% of alleles are relatively stable, and 25-30% are in the group, close to both the risk of elimination and the possibility of fixation in the population. The obtained results supplement the scientific data on the concentration, dynamics and stability of erythrocyte alleles.

Key words erythrocyte antigens, alleles, hyperboles, genetic weight.

ствами, болезнями, особенностями тех или иных пород и пр. [6, 11, 12, 14, 16 и др.]. Интересные данные были получены *Романенко Г.А.* при изучении генетических маркеров в селекции уральского чёрнопёстрого скота [19], *Боевым М. М.* – при изучении групп крови у скота в Курской области [2], *Букаровым Н. Г.* – в Московской области [5] и т. п.

Согласно исследованиям *С. Исламовой с соавторами* [9], у изученных симменталов отсутствовали антигены P_2 , Y_1 , A'_2 , P'_2 , а T_2 имел наибольшую концентрацию, однако в Башкортостане также часто встречаются факторы W и F , не обнаружены Z' , R_1 , X_1 , M' , V'_1 , R' и пр. [22]. При этом факторы C' , C_2 , E , L , L' , R_2 , X_1 и X_2 встречались у чёрно-пёстрых коров, выбраковываемых и по старости, и по причинам различных заболеваний, частота антигена A_1 у коров-долгожительниц составляла 0,0566, а при болезнях сердца, эндометрите и пневмонии – до 0,1818.

Наряду с большим количеством противоречивой информации о маркерной способности тех или иных аллелей групп крови, в более современной работе, опубликованной в журнале «Сельскохозяйственная биология» *Н. В. Проскуриной, Т. И. Тихомировой, Е. А. Гладырь и др.* (2007) было доказано, что при небольших генетических различиях между внутрипородными структурами более информативны микросателлиты [18].

Вполне очевидным стало то, что полагаться на маркерные способности эритроцитарных аллелей в настоящее время весьма опрометчиво, учитывая даже явления плейотропии, сцепления генов, гетерозиса и пр., сущность которых в учебнике «Генетика» вполне весомо объяснил профессор *Бакай А. В. с соавторами* [1]. В подтверждение сложных генетических взаимосвязей следует привести работу *Н. Г. Букарова*, где сказано, что гены, кодирующие систему EAF (Erythrocyte Antigen F), находятся на 15 хромосоме, а открытие в этой системе антигена V' позволяет лучше понять сущность эволюции скота [5].

Прямо и косвенно превосходство цитогенетического анализа, ДНК-анализа и пр. генетических методов над иммуногенетическим анализом подтверждают работы *Калязиной Т.В.*(2012) [10], *Яковлевой А.Ф.* (1998-2000) [10] и др. Используя достижения современной науки, отдельные отечественные работы [25] и основная масса иностранных работ построены в настоящее время на подробном, научно обоснованном генетико-статистическом анализе [29-40 и др.]. В частности, многие иностранные работы посвящены геномной оценке [29-31, 34], оценке генетических параметров [32-33, 37, 38]. В своём труде «*Power of daughter and granddaughter designs for determining linkage between marker loci and quantitative trait loci in dairy cattle*» *Weller JI, Kashi Y, Soller M.*(1990) [35] сказал о маркерных локусах и количественных признаках.

Wiggans G.R., Misztal I., Van Tassell C.P. в работе «*Calving ease (co)variance components for a sire-maternal grandsire threshold model*» (2003) используют для более обоснованных выводов сложные статистические методы, включая ковариации [39].

Наряду с этим группа учёных во главе с *Wiggans G.R.* (2009) в работе «*Selection of single-nucleotide polymorphisms and quality of genotypes used in genomic evaluation of dairy cattle in the United States and Canada*», опубликованной в США, говорят о нуклеотидном полиморфизме и его взаимосвязи с продуктивными признаками молочного скота [40].

Всё это подтверждает необходимость более подробного анализа генетического полиморфизма, включая иммуногенетический полиморфизм, выявление математических закономерностей распространения, дрейфа и концентрации аллелей. Данной проблеме посвящена данная работа, представляющая собой некоторые экспериментальные подходы биометрии при анализе генетического веса аллелей в популяции молочного скота.

Материалы и методы исследований

Для решения обозначенной проблемы нами была предпринята попытка прогноза количества аллелей определённой концентрации по генетическому весу отдельного аллеля в популяции с целью выявления общепризнанных закономерностей в стадах молочного скота. Для анализа было взято поголовье быков-производителей голштинской породы, семя которых реализовалось в последние 10 лет на племенных

предприятиях РФ. В исследованиях впервые было введено понятие *генетического веса эритроцитарных аллелей*, вычисленного по собственной формуле:

$$G_{we} = E_i \cdot \Sigma E,$$

где G_{we} – генетический вес аллеля;

E_i – количество положительных реакций на аллель i в популяции;

ΣE – сумма всех положительных реакций на все аллели в популяции.

Данный подход был предпринят в качестве эксперимента с целью более чёткого понимания иммуногенетических процессов, распространения, дрейфа и элиминации аллелей. Отличия градаций генетического веса аллелей составляли 0,2: от 0,2 до 2,2. В зависимости от спада количества аллелей и роста их генетического веса для выражения математических зависимостей использовались уравнения нелинейной регрессии:

$$\bar{y}_x = a + \frac{b}{x}$$

нелинейная регрессия (гипербола первого порядка);

$$\bar{y}_x = a + \frac{b}{x^2}$$

нелинейная регрессия (гипербола второго порядка);

$$\bar{y}_x = a + b \cdot x + \frac{c}{x}$$

нелинейная регрессия (гипербола первого порядка с тремя неизвестными);

$$\bar{y}_x = a + \frac{b}{x^3}$$

нелинейная регрессия (гипербола третьего порядка).

Для построения уравнений регрессий пользовались учебником *Г. Ф. Лакина* («Биометрия»). Стандартная статистическая обработка данных проходила в компьютерной программе «Microsoft Excel».

Результаты исследований и их обсуждение

В результате предпринятого аналитического эксперимента было установлено, что 16 аллелей в выборке имели генетический вес 0,2, с увеличением генетического веса до 0,4-0,8 количество аллелей, имеющих схожий вес, значительно падало – до 3-6, и только один аллель имел генетический вес 2,2 (см. таблицы 1-4).

Для определения параметров a и b при построении уравнения гиперболы первого порядка была решена система следующих нормальных уравнений:

$$an + b \sum \frac{1}{x} = \Sigma y; \quad a \sum \frac{1}{x} + b \sum \frac{1}{x^2} = \Sigma \frac{y}{x}, \text{ откуда следует } a = \frac{1}{D} \left(\Sigma y \Sigma \frac{1}{x^2} - \Sigma \frac{y}{x} \Sigma \frac{1}{x} \right);$$

$$b = \frac{1}{D} \left(n \sum \frac{y}{x} - \sum y \sum \frac{1}{x} \right), \text{ где } D = n \sum \frac{1}{x^2} - \left(\sum \frac{1}{x} \right)^2 - \text{определитель системы};$$

x – значения независимой; y – значения зависимой переменных величин.

Таблица 1 - Вычисление при построении уравнения гиперболы первого порядка для прогноза количества антигенов по их генетическому весу

n	x	y	x ²	$\frac{y}{x}$	$\frac{1}{x}$	$\frac{1}{x^2}$	Прогноз: \bar{y}_x
1	0,2	16	0,04	80	5	25	14,7718
2	0,4	5	0,16	12,5	2,5	6,25	7,723675
3	0,6	6	0,36	10	1,666667	2,777778	5,3743
4	0,8	3	0,64	3,75	1,25	1,5625	4,199613
5	1	3	1,00	3	1	1	3,494801
6	1,2	3	1,44	2,5	0,833333	0,694444	3,024926
7	1,4	4	1,96	2,857143	0,714286	0,510204	2,689301
8	1,6	3	2,56	1,875	0,625	0,390625	2,437582
9	1,8	3	3,24	1,666667	0,555556	0,308642	2,241801
10	2	1	4,00	0,5	0,5	0,25	2,085176
11	2,2	3	4,84	1,363636	0,454545	0,206612	1,957028
Σ	-	50	-	120,0124	15,09939	38,9508	50

Из таблицы 1 были получены вычисления D , a и b :

$$D = n \sum \frac{1}{x^2} - \left(\sum \frac{1}{x} \right)^2 = 11 \cdot 38,9508 - 15,09939^2 = 428,4589 - 227,9916 = 200,567;$$

$$a = \frac{1}{D} \left(\sum y \sum \frac{1}{x^2} - \sum \frac{y}{x} \sum \frac{1}{x} \right) = \frac{1}{200,4674} (50 \cdot 38,9506 - 120,0124 \cdot 15,09939) = 0,675551;$$

$$b = \frac{1}{D} \left(n \sum \frac{y}{x} - \sum y \sum \frac{1}{x} \right) = \frac{1}{200,4674} (11 \cdot 120,0124 - 50 \cdot 15,09939) = 200,567(1320,137 - 754,9693) = 2,81925.$$

В результате вычислений была получена формула для построения теоретической линии количества аллелей в зависимости от их генетического веса:

$$\bar{y}_x = 0,675551 + \frac{2,81925}{x}$$

нелинейная регрессия (гипербола первого порядка).

Например, если $x=0,2$, то $\bar{y}_x = 0,675551 + \frac{2,81925}{0,2} = 17,7718$ (см. прогноз в таблице 1). Сумма

$\bar{y}_x = 50$ подтверждает правильность вычислений.

Аналогично для нахождения параметров a и b в *гиперболе второго порядка* была решена следующая система нормальных уравнений:

$$an + b \sum \frac{1}{x^2} = \sum y; \quad a \sum \frac{1}{x^2} + b \sum \frac{1}{x^4} = \sum \frac{y}{x^2}, \text{ откуда следует:}$$

$$a = \frac{1}{D} \left(\sum y \sum \frac{1}{x^4} - \sum \frac{y}{x^2} \sum \frac{1}{x^2} \right); \quad b = \frac{1}{D} \left(n \sum \frac{y}{x^2} - \sum y \sum \frac{1}{x^2} \right), \text{ где } D = n \sum \frac{1}{x^4} - \left(\sum \frac{1}{x^2} \right)^2 - \text{определитель системы.}$$

$$D = n \sum \frac{1}{x^4} - \left(\sum \frac{1}{x^2} \right)^2 = 7439,471 - 1517,165 = 5922,306;$$

Таблица 2 – Вычисление при построении уравнения гиперболы второго порядка для прогноза количества антигенов по их генетическому весу

n	x	y	x ²	x ⁴	$\frac{y}{x^2}$	$\frac{1}{x^2}$	$\frac{1}{x^4}$	Прогноз: \bar{y}_x
1	0,2	16	0,04	0,0016	400	25	625	16,035
2	0,4	5	0,16	0,0256	31,25	6,25	39,0625	6,0225
3	0,6	6	0,36	0,1296	16,66667	2,777778	7,716049	4,168333333
4	0,8	3	0,64	0,4096	4,6875	1,5625	2,441406	3,519375
5	1	3	1,00	1	3	1	1	3,219
6	1,2	3	1,44	2,0736	2,083333	0,694444	0,482253	3,058333333
7	1,4	4	1,96	3,8416	2,040816	0,510204	0,260308	2,95744898
8	1,6	3	2,56	6,5536	1,171875	0,390625	0,152588	2,89359375
9	1,8	3	3,24	10,4976	0,925926	0,308642	0,09526	2,849814815
10	2	1	4,00	16	0,25	0,25	0,0625	2,8185
11	2,2	3	4,84	23,4256	0,619835	0,206612	0,042688	2,795330579
Σ	-	50	-	63,9584	462,696	38,9508	676,3156	≈50

$$a = \frac{1}{D} \left(\Sigma y \Sigma \frac{1}{x^4} - \Sigma \frac{y}{x^2} \Sigma \frac{1}{x^2} \right) = \frac{1}{5922,306} (50 \cdot 676,3156 - 462,696 \cdot 38,9508) = 0,00017(33815,78 - 18022,37935) = 2,685;$$

$$b = \frac{1}{D} \left(n \Sigma \frac{y}{x^2} - \Sigma y \Sigma \frac{1}{x^2} \right) = 0,00017(11 \cdot 462,696 - 50 \cdot 38,9508) = 0,534.$$

В результате вычислений была получена вторая формула для построения теоретической линии количества антигенов в зависимости от их генетического веса:

$$\bar{y}_x = 2,685 + \frac{0,534}{x^2}$$

нелинейная регрессия
(гипербола второго порядка).

Таким образом, даже без вычисления корреляции было видно, что во втором случае фактические и эмпирические данные совпадают сильнее, а следовательно, для прогноза количества антигенов по их весу в популяции лучше использовать гиперболу второго порядка.

Для нахождения параметров *a* и *b* в *гиперболе третьего порядка* также была решена система нормальных уравнений:

$$an + b \Sigma \frac{1}{x^3} = \Sigma y; \quad a \Sigma \frac{1}{x^3} + b \Sigma \frac{1}{x^6} = \Sigma \frac{y}{x^3}, \text{ откуда следует:}$$

$$a = \frac{1}{D} \left(\Sigma y \Sigma \frac{1}{x^6} - \Sigma \frac{y}{x^3} \Sigma \frac{1}{x^3} \right); \quad b = \frac{1}{D} \left(n \Sigma \frac{y}{x^3} - \Sigma y \Sigma \frac{1}{x^3} \right),$$

где $D = n \Sigma \frac{1}{x^6} - \left(\Sigma \frac{1}{x^3} \right)^2$ - определитель системы.

$$D = n \Sigma \frac{1}{x^6} - \left(\Sigma \frac{1}{x^3} \right)^2 = 11 \cdot 15895,97 - 149,7854^2 = 174855,67 - 22435,666 = 152420,004;$$

$$a = \frac{1}{D} \left(\Sigma y \Sigma \frac{1}{x^6} - \Sigma \frac{y}{x^3} \Sigma \frac{1}{x^3} \right) = \frac{1}{152420,004} (50 \cdot 15895,97 - 2119,61 \cdot 149,7854) = 0,0000066(794798,5 - 317486,6) = 3,15;$$

$$b = \frac{1}{D} \left(n \Sigma \frac{y}{x^3} - \Sigma y \Sigma \frac{1}{x^3} \right) = 0,0000066(11 \cdot 2119,61 - 50 \cdot 149,7854) = 0,104;$$

Для примера вычисления параметров *a* и *b* воспользуемся предыдущими первичными данными (см. таблицу 3 или 4).

Таблица 3 – Вычисление при построении уравнения гиперболы третьего порядка для прогноза количества антигенов по их генетическому весу

n	x	y	x ³	x ⁶	$\frac{y}{x^3}$	$\frac{1}{x^3}$	$\frac{1}{x^6}$	Прогноз: \bar{y}_x
1	0,2	16	0,008	0,000064	2000	125	15625	16,15
2	0,4	5	0,064	0,004096	78,125	15,625	244,1406	4,775
3	0,6	6	0,216	0,046656	27,77778	4,62963	21,43347	3,631481
4	0,8	3	0,512	0,262144	5,859375	1,953125	3,814697	3,353125
5	1	3	1	1	3	1	1	3,254
6	1,2	3	1,728	2,985984	1,736111	0,578704	0,334898	3,210185
7	1,4	4	2,744	7,529536	1,457726	0,364431	0,13281	3,187901
8	1,6	3	4,096	16,77722	0,732422	0,244141	0,059605	3,175391
9	1,8	3	5,832	34,01222	0,514403	0,171468	0,029401	3,167833
10	2	1	8	64	0,125	0,125	0,015625	3,163
11	2,2	3	10,648	113,3799	0,281743	0,093914	0,00882	3,159767
Σ	-	50	-	239,9978	2119,61	149,7854	15895,97	≈50

В результате вычислений получаем третью формулу для построения теоретической линии количества антигенов в зависимости от их частоты в популяции:

$$\bar{y}_x = 3,15 + \frac{0,104}{x^3}$$

нелинейная регрессия
(гипербола третьего порядка).

Из приведённых в таблице 3 расчётов прогноза теоретических величин y следует, что при использовании для прогноза уравнения гиперболы третьего порядка основная часть количества антигенов, начиная с 0,8, была немного завышена.

Для нахождения параметров a , b и c в гиперболе первого порядка с тремя неизвестными была решена система нормальных уравнений, где не вычислялся определитель системы D :

$$an + b \sum x + c \sum \frac{1}{x} = \sum y; \quad a \sum x + b \sum x^2 + an = \sum xy; \quad a \sum \frac{1}{x} + bn + c \sum \frac{1}{x^2} = \sum \frac{y}{x}.$$

Чтобы по первичным данным построить эту систему, предварительно вычислялись $\sum x$, $\sum y$, $\sum xy$, $\sum \frac{y}{x}$, $\sum \frac{1}{x}$ и $\sum \frac{1}{x^2}$.

На основании предварительных вычислений (см. таблицу 4) нами была построена система нормальных уравнений, согласно общепринятым правилам:

$$\begin{aligned} an + b \sum x + c \sum \frac{1}{x} = \sum y &= 11a + 13,2b + 15,0994c = 50; \\ a \sum x + b \sum x^2 + an &= \sum xy = 13,2a + 20,24b + 11c = 42,2; \\ a \sum \frac{1}{x} + bn + c \sum \frac{1}{x^2} &= \sum \frac{y}{x} = 15,0994a + 11b + 38,9508c = 120,012. \end{aligned}$$

Для дальнейшего решения данной системы уравнений были сделаны следующие преобразования, в результате которых была получена четвёртая формула для построения теоретической линии количества антигенов в зависимости от их генетического веса в популяции:

$$\bar{y}_x = -1,7363 + 1,39118x + \frac{3,36}{x}$$

нелинейная регрессия
(гипербола первого порядка с тремя неизвестными).

Из таблицы 4 следует, что гипербола первого порядка с тремя неизвестными также отражала зависимость y от x , однако в связи с наличием четырёх полученных уравнений было целесообразно вычисление корреляции между фактическими и теоретическими (прогнозируемыми) значениями y (см. рисунок 1).

Таблица 4 – Вычисление при построении уравнения гиперболы первого порядка с тремя неизвестными для прогноза количества антигенов по их генетическому весу

n	x	y	xy	$\frac{y}{x}$	x ²	$\frac{1}{x}$	$\frac{1}{x^2}$	Прогноз: \bar{y}_x
1	0,2	16	3,2	80	0,04	5	25	15,341936
2	0,4	5	2	12,5	0,16	2,5	6,25	7,220172
3	0,6	6	3,6	10	0,36	1,66666667	2,77777778	4,698408
4	0,8	3	2,4	3,75	0,64	1,25	1,5625	3,576644
5	1	3	3	3	1	1	1	3,01488
6	1,2	3	3,6	2,5	1,44	0,83333333	0,69444444	2,733116
7	1,4	4	5,6	2,8571429	1,96	0,71428571	0,51020408	2,611352
8	1,6	3	4,8	1,875	2,56	0,625	0,390625	2,589588
9	1,8	3	5,4	1,6666667	3,24	0,55555556	0,30864198	2,63449067
10	2	1	2	0,5	4	0,5	0,25	2,72606
11	2,2	3	6,6	1,3636364	4,84	0,45454545	0,20661157	2,85156873
Σ	13,2	50	42,2	120,012	20,24	15,0994	38,9508	≈50

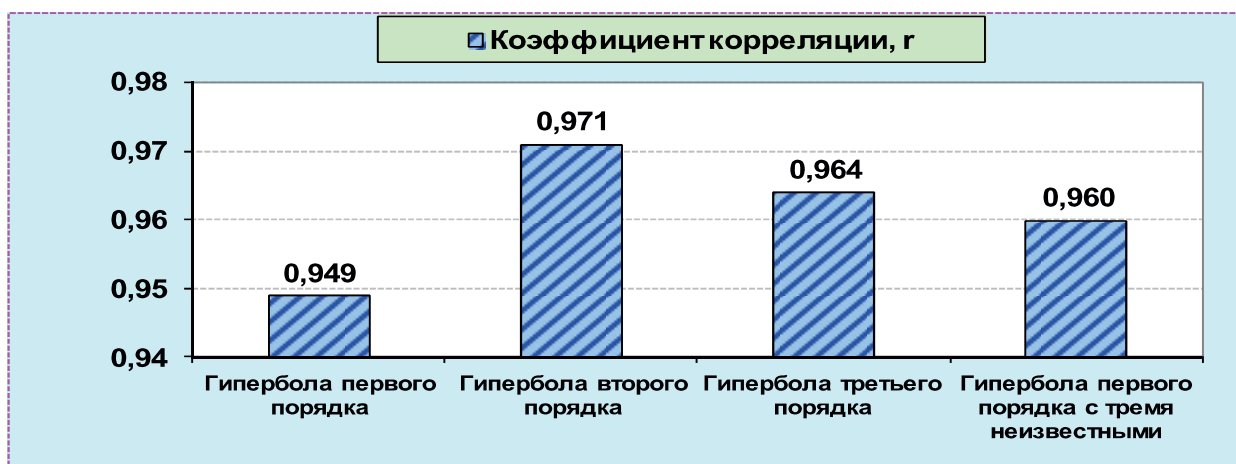


Рис. 1 – Корреляция между эмпирическими и теоретическими значениями y (количество антигенов)

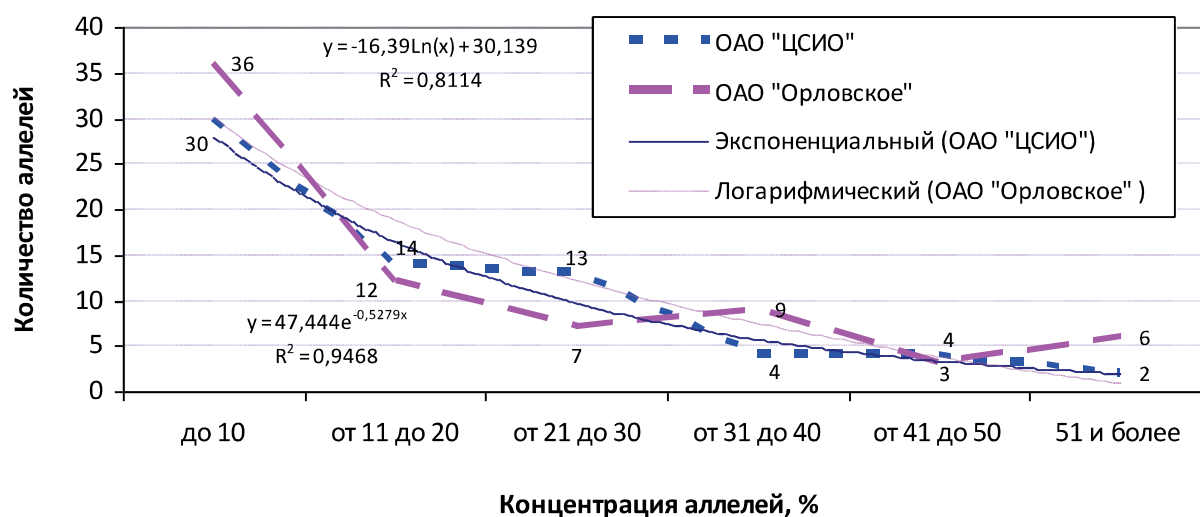


Рис. 2 – Графики нелинейной регрессии, выраженной логарифмическим и экспоненциальным типами

Анализ показал, что наиболее точной при прогнозе количества антигенов по их генетическому весу было уравнение гиперболы второго порядка $\bar{y}_x = 3,15 + \frac{0,104}{x^2}$ в связи с более высоким коэффици-

ентом корреляции эмпирических и теоретических значений y.

Наряду с подробным «ручным» вычислением уравнений нелинейной регрессии следует отметить возможности современной компьютерной техники.

Так, полученные нами данные по концентрации аллелей (классическая система подсчёта) у голштинских быков-производителей, семя которых реализовывало ОАО «ЦСИО» (см. рисунок 2), показали схожие тенденции спада графиков. Однако эти тенденции можно было выразить уравнением экспоненциального типа $y=47,444e^{-0,5279x}$ (при $R^2=0,9468$). Прогноз спада количества аллелей с увеличением концентрации у голштинских быков-производителей ОАО «Орловское» по племенной работе был более удачно выражен уравнением логарифмического типа $y=-16,39\ln(x)+30,139$ (при $R^2=0,8114$). Сложность математического выражения данной тенденции заключалась в большем иммуногенетическом разнообразии быков-производителей в Орловской области.

Полученные данные позволяют подчеркнуть, что у быков-производителей ОАО «ЦСИО» всего концен-

трацию менее 5% процентов имели 22 аллеля (или 32,3%), 10 аллелей постоянно присутствовали в популяции, имея концентрацию более 31-40% (их доля среди аллелей составила 14,7%).

В целом, проведённые исследования позволяют сделать вывод о том, что в стадах молочного скота около 30-35% эритроцитарных аллелей подвержены элиминации и генетическому дрейфу и только около 10% аллелей постоянно стабильны, около 30% - относительно стабильны, а 25-30% аллелей находятся в группе, близкой как к риску выбывания, так и к возможности закрепления в популяции. Использование уравнений нелинейных регрессий для прогноза генетического веса и концентрации эритроцитарных аллелей существенно дополняет научные данные об их динамике и стабильности.

Литература

1. **Бакай А. В.** Генетика / А. В. Бакай, И. И. Кочиш, Г. Г. Скрипниченко. – М.: КолосС, 2007. – 448 с.
2. **Боев М. М.** Селекционно-генетические аспекты продления сроков хозяйственного использования крупного рогатого скота / М. М. Боев, А. О. Савин, М. М. Боев // Материалы международной научно-практической конференции 27-28 марта 2008 года «Трансферт инновационных технологий в животноводстве». – Орёл, издательство ОГАУ, 2008. – С. 27-30.
3. **Бугаев С.П.** Иммуногенетические маркеры молочной продуктивности в селекции крупного рогатого скота молочных и комбинированных пород / С.П. Бугаев, В.В. Волобуев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 9. – С.135-140.
4. **Букаров Н. Г.** Генетика на службе молочного скотоводства / Н. Г. Букаров, И. М. Морозов // Материалы международной научно-практической конференции 27-28 марта 2008 года «Трансферт инновационных технологий в животноводстве». – Орёл, издательство ОГАУ, 2008. – С. 30-33.
5. **Букаров Н.** Новый уровень познания маркерных генов групп крови у скота / Н. Букаров, Е. Лебедев, И. Морозов // Молочное и мясное скотоводство. – 2005. – №7. – С. 39-41.
6. **Волобуев В.В.** Особенности генотипа скота молочных и комбинированных пород по частоте распространения полиморфных маркеров молочной продуктивности / В.В. Волобуев, С.П. Бугаев // Вестник сельского развития и социальной политики. – 2016. – Т. 9. – №. 1 (9). – С. 84-88.
7. **Гумеров У.** Аллелофонд групп крови и его связь с продуктивностью коров / У. Гумеров, С. Исламова // Молочное и мясное скотоводство. – 2009. – №2. – С. 11.
8. **Девятков, П. Н.** Генетические маркеры групп крови в селекции молочного скота [Текст] / П. Н. Девятков // Вестник РАСХН. – 1993. – №3. – С. 53-55.
9. **Исламова С.** Порода и антигенный состав крови быков-производителей / С. Исламова, Ф. Исламов // Молочное и мясное скотоводство. – 2006. – №5. – С. 34-35.
10. **Калязина Т.В.** Использование генной технологии для характеристики аллелофонда чёрнопёстрого скота (диссертация по специальности 06.02.07 – Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных на соискание ученой степени кандидата биологических наук), п. Быково Московской области, 2012, 101 стр.
11. **Ковалюк Н.** Использование генетических маркеров в селекционно-племенной работе / Н. Ковалюк, А. Ковалюк, Е. Чурилова, М. Масленников, Д. Сивогринов // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – № 8. – С.20-21.
12. **Ковалюк Н. В.** Использование генетических маркеров для повышения молочной продуктивности коров / Н. В. Ковалюк, В. Ф. Сацук, Е. В. Мачульская // Зоотехния. – 2007. – № 8. – С. 2-4.
13. **Коровушкин А. А.** Иммуногенетические маркеры устойчивости коров к заболеваниям // Зоотехния. – 2004. – №6. – С. :9-11.
14. **Коровушкин, А.А.** Влияние быков-производителей на устойчивость дочерей к болезням / А.А. Коровушкин, С.А. Нефедова, А.Ф. Яковлев // Сельскохозяйственная биология – 2003. – № 6. – С. 81-85.
15. **Литвинов И.** Анализ динамики ЕАВ – системы группа крови / И. Литвинов, С. Тяпугин, Н. Катышева, С. Хромова // Молочное и мясное скотоводство. – 2005. – № 5. – С. 38-39.
16. **Москаленко Л.** Генетические маркеры продуктивного долголетия коров / Л. Москаленко, А. Коновалов, Е. Зверева // Молочное и мясное скотоводство. – 2009. – №3. – С. 9-10.
17. **Попов Н.А., Ескин Г.В.** Аллелофонд пород крупного рогатого скота по ЕАВ-локусу. Справочный каталог. Москва, 2000. 299с.
18. **Проскурина Н. В.** Сравнительный анализ информативности эритроцитарных антигенов и ДНК-

- микросателлитов как генетических маркеров в селекционно-племенной работе со свиньями канадской селекции / Н. В. Проскурина, Т. И. Тихомирова, Е. А. Гладырь и др. // Сельскохозяйственная биология. – 2007. – №6. – С. 41-46.
19. **Романенко Г.А.** Генетические маркеры в селекции уральского чёрно-пёстрого скота / Г.А. Романенко // Аграрный вестник Урала. – 2009. – №4. – С. 82-83.
20. **Рыбин А.П.** Иммуногенетическая оценка голштинизированного скота в Нижнем Поволжье / А. П. Рыбин // Зоотехния. – 1998. – №5. – С. 3-5.
21. **Сердюк Г.Н.** Иммуногенетический контроль в селекционной практике / Г.Н. Сердюк, Ю.В. Селин // Зоотехния. – 2000. – №10. – С. 7-9.
22. **Хайруллина Н.** Влияние сочетания локусов эритроцитарных антигенов быков-производителей на структуру стада крупного рогатого скота / Н. Хайруллина, Н. Фенченко, З. Ярмухаметова, Р. Ахмадуллин // Зоотехния. – 2007. – №6. – С. 5-6.
23. **Чернушенко В.** Тип подбора родителей по ЕАВ-локусу групп крови и хозяйственно-биологические свойства дочерей / В. Чернушенко, А. Комошенков, В. Бабичева // Молочное и мясное скотоводство. – 2009. – №2. – С. 9-10.
24. **Шуайбов Т. М.** Использование иммуногенетических маркеров в селекции скота на резистентность / Т. М. Шуайбов, Ш. З. Бахарчиев // Зоотехния. – 2007. – № 7. – С. 9-11.
25. **Яковлева О.А.** Оценка корреляций между селекционными признаками у коров / О. А. Яковлева // Зоотехния. – 1998. – №5. – С. 5-7.
26. **Яковлев, А. Ф.** Оценка генотипа животных с помощью цитогенетики / А. Ф. Яковлев, Н. С. Никитин, Л. В. Козикова // Зоотехния. – 2000. – №8. – С. 6-8.
27. **Яковлев, А.** Определение носителей генетических дефектов среди быков-производителей / А. Яковлев, В. Терлецкий, О. Митрофанова, Н. Дементьева // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – №6. – С. 31-32
28. **Rocha, J. L.** 1994. Blood group polymorphisms and production and type traits in dairy cattle: after forty years of research. Ph.D. Diss., Texas A&M Univ., College Station.
29. **Schaeffer L.R.** Strategy for applying genome-wide selection in dairy cattle. *J. Anim. Breed. Genet.* 2006;123:218–22
30. **Schenkel, F., M. Sargolzaei, G. Kistemaker, G. Jansen, P. Sullivan, B. Van Doormaal, P. VanRaden, and G. Wiggans.** 2009. Reliability of genomic evaluation of Holstein cattle in Canada. Pages 51-58 in *Proc. Interbull Int. Workshop, Bulletin No. 39.* Interbull, Uppsala, Sweden
31. **Schnabel R.D., Sonstegard T.S., Taylor J.F., Ashwell M.S.** Whole-genome scan to detect QTL for milk production, conformation, fertility and functional traits in two US Holstein families. *Anim. Genet.* 2005;36:408–416
32. **Short T.H., Lawlor T.J., Lee K.L.** Genetic parameters for three experimental linear type traits. *J. Dairy Sci.* 1991;74:2020–2025
33. **Short T.H., Lawlor T.J.** Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 1992;75:1987–1998
34. **Sanchez M.P., Govignon-Gion A., Ferrand M., Gelé M., Pourchet D., Amigues Y., Fritz S., Boussaha M., Capitan A., Rocha D., Miranda G., Martin P., Brochard M., Boichard D.** Whole-genome scan to detect quantitative trait loci associated with milk protein composition in 3 French dairy cattle breeds. *Journal of Dairy Science.* Volume 99, Issue 10, October 2016, Pages 8203-8215
35. **Weller JI, Kashi Y, Soller M.** Power of daughter and granddaughter designs for determining linkage between marker loci and quantitative trait loci in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 1990;73:2525–253
36. **Weller JI, Ron M.** Detection and mapping of quantitative trait loci in segregating populations: Theory and experimental results. In: *Proc. 5th Wld. Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Guelph, ON, Canada XXI.* 1994;p. 213–220
37. **Welper RD, Freeman AE.** Genetic parameters for yield traits of Holsteins, including lactose and somatic cell score. *J. Dairy Sci.* 1992;75:1342–1348
38. **Wensch-Dorendorf M., Yin T., Swalve H.H., König S.** Optimal strategies for the use of genomic selection in dairy cattle breeding programs. *J. Dairy Sci.* 2011;94:4140–4151 doi:10.3168/jds.2010-4101
39. **Wiggans G.R., Misztal I., Van Tassell C.P.** Calving ease (co)variance components for a sire-maternal grandsire threshold model. *J. Dairy Sci.* 2003;86:1845–1848
40. **Wiggans G.R., Sonstegard T.S., VanRaden P.M., Matukumalli L.K., Schnabel R.D., Taylor J.F., et al.** Selection of single-nucleotide polymorphisms and quality of genotypes used in genomic evaluation of dairy cattle in the United States and Canada. *J. Dairy Sci.* 2009;92:3431–3436

Поступила в редакцию: 20.10.2017 г.

Шендаков Андрей Игоревич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина», Россия, г. Орёл, tel.: 8-953-816-78-84, e-mail: bio413@ya.ru

Т.А. Рожмина, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН,
директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт льна»,
г. Торжок, e-mail: yniil@mail.ru

T.A. Rozhmina, Doctor of Biological Sciences
All Russian Flax Research Institute, Torzhok

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К ФУЗАРИОЗНОМУ УВЯДАНИЮ У СОРТОВ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

(Identification of effective genes of resistance to fusarial wilt at Variety of Fibre-flax)

В результате фитопатологического тестирования выявлены отечественные сорта льна-долгунца, обладающие эффективными генами устойчивости к фузариозному увяданию. С использованием гибридологического анализа на инфекционном фоне идентифицирован у сорта Ленок новый ген устойчивости к *Fusarium oxysporum f. lini* - *Fu 11*. Установлено, что устойчивость к данному заболеванию у сорта Восход детерминируется геном *Fu 5*, а у сортов Русич и Смолич – *Fu 9*.

Ключевые слова: лен-долгунец, сорт, устойчивость, идентификация, ген, фузариозное увядание.

Фузариозное увядание является наиболее вредоносным и широко распространенным заболеванием как в условиях России, так и других льносеющих стран [Diederichsen A., Rozhmina T. et. al., 2008]. Устойчивость льна к фузариозному увяданию может определяться как генами горизонтальной [Pavelek M., 1983], так и вертикальной устойчивости [Knovles P.F., Houston B.R., 1956; Рожмина Т.А., 2008]. Учитывая тот факт, что передача инфекции происходит главным образом через почву, то к патогену применима защита, обусловленная единичными эффективными генами. Однако существует опасность развития эпифитотий заболевания из-за нестабильности расового состава популяции возбудителя [Рожмина Т.А., 2016]. Поэтому необходимы сорта льна, обладающие различными эффективными генами устойчивости к патогену. На сегодняшний день у льна известно о наличии десяти R-генов устойчивости к *Fusarium oxysporum f. lini*, восемь из которых идентифицировано с нашим участием [Жученко А.А., Рожмина Т.А. и др., 2009]. На их основе выведено четыре сорта льна-долгунца с различными R-генами, два из которых (Сурский, Цезарь) включены в Госреестр РФ [Рожмина Т.А., 2015].

С целью дальнейшего пополнения запаса эффективных генов устойчивости к фузариозному увяданию проведена фитопатологическая оценка современных сортов льна-долгунца. Высокий уровень устойчивости к популяции возбудителя и сильновирulentному моноизолату № 39 проявили такие сорта, как Восход, Русич (сел. Псковского НИИСХ), Смолич (сел. Смоленской ГОСХОС) и Ленок (сел. ВНИИ льна), что

As a result of phytopathologic testing the domestic variety of fibre-flax possessing effective genes of resistance to fusarial wilt are revealed. With use analysis of hybrids on an infectious background the new gene of , resistance to *Fusarium oxysporum f. lini* is identified at variety Lenok - *Fu 11*. It is established, that resistance to the given disease at a variety Vochod is determined by gene *Fu 5*, and at variety Rusich and Smolich - *Fu 9*.

Keywords: fibre-flax, variety, resistance, identification, a gene, fusarial wilt.

указывает на наличие у них эффективных R-генов.

В комбинациях F_1 от скрещиваний сортов льна Восход, Русич, Смолич и Ленок с линиями, обладающими различными R-генами устойчивости к фузариозному увяданию, выявлено полное доминирование признака. Следовательно, устойчивость к заболеванию у исследуемых сортов детерминируется доминантными генами.

С целью идентификации генов устойчивости у исследуемых сортов проведена оценка популяций F_2 на фоне с моноизолатом № 39 (табл.). Установлен моногенный контроль устойчивости сорта Восход и отличия его от других известных эффективных R-генов (χ^2 менее 3,1), за исключением комбинации F_2 л.1 Querandi x л.6 Восход, где выявлено отсутствие расщепления. Данный факт обусловлен идентичностью генов устойчивости Querandi и Восход, которая детерминируется геном *Fu 5*.

В комбинациях F_2 от скрещивания сорта Русич, л.2 с линиями из образцов Dakota, г-4749, г-2101-4-7, Currong и Linota, соотношение устойчивых и восприимчивых растений соответствовало соотношению 15R:1S (χ^2 менее 2,27), что указывает на моногенный контроль устойчивости сорта Русич и на неидентичность его генам *Fu 2*, *Fu 4*, *Fu 6*, *Fu 8* и *Fu 10*.

В комбинациях F_2 от скрещивания сорта Смолич, л.8 с линиями из образцов Dakota, Querandi, Currong Roja, г-2101-4-7 и Linota также определен дигенный характер расщепления (χ^2 менее 0,65), что указывает на моногенный контроль устойчивости сорта Смолич и на не идентичность его генам *Fu 2*, *Fu 5*, *Fu 6*, *Fu 7*, *Fu 8* и *Fu 10*.

Таблица - Расщепление по устойчивости к моноизоляту № 39 *F. oxysporum* в F₂ от скрещивания между устойчивыми линиями, 2014-2016 гг.

Ген Fu ♀	Гибридная комбинация	Соотношение фенотипов		χ ²	P
		R : S			
		фактическое	теоретическое		
2	Dakota, л.8 × Восход	149 : 13	15 : 1	0,89	0,2-0,5
4	г-4729, л.3 × Восход	61 : 3	15 : 1	0,02	0,8-0,95
5	Querandi, л. 1 × Восход	100 : 0	-	-	-
6	Currong, л. 3 × Восход	140 : 15	15 : 1	3,09	0,005-0,2
7	Roja, л. 8 × Восход	134 : 8	15 : 1	0,10	0,5-0,8
8, 9	Родник, л. 8 × Восход	307 : 5	63 : 1	0,01	< 0,99
10	Linota, л.12× Восход	132 : 6	15 : 1	0,84	0,2-0,5
2	Dakota, л.8× Русич	179 : 10	15 : 1	0,29	0,5-0,8
4	г-4729, л.3× Русич	128 : 6	15 : 1	0,74	0,2-0,5
5	Querandi, л. 1 × Русич	71 : 3	15 : 1	0,60	0,2-0,5
6	к-3978, л.3× Русич	68 : 8	15 : 1	2,27	0,005-0,2
8	г-2101-4-7 × Русич	59 : 5	15 : 1	0,27	0,5-0,8
8,9	Родник, л.8 × Русич	288 : 18	15 : 1	0,10	0,5-0,8
10	Linota, л.12× Русич	202 : 17	15 : 1	1,03	0,2-0,5
2	Dakota, л.8× Смолич	229 : 13	15 : 1	0,31	0,5-0,8
4	г-4729, л.3× Смолич	109 : 9	15 : 1	0,37	0,5-0,8
5	Querandi, л. 1 × Смолич	70 : 5	15 : 1	0,65	0,2-0,5
6	Currong, л. 3 × Смолич	106 : 7	15 : 1	0,001	< 0,99
7	Roja, л. 8 × Смолич	155 : 8	15 : 1	0,51	0,2-0,5
8	г-2101-4-7 × Смолич	89 : 7	15 : 1	0,18	0,5-0,8
8,9	Родник, л.8 × Смолич	155 : 8	15 : 1	0,51	0,2-0,5
10	Linota, л.12× Смолич	95 : 6	15 : 1	0,01	0,8-0,95
2	Dakota, л.8× Ленок	128 : 14	15 : 1	3,10	0,005-0,2
4	г-4729, л.3× Ленок	151 : 11	15 : 1	0,09	0,5-0,8
5	Querandi, л. 1 × Ленок	156 : 8	15 : 1	0,54	0,2-0,5
6	Currong, л. 3 × Ленок	100 : 6	15 : 1	0,06	0,8-0,95
7	Roja, л. 8 × Ленок	160 : 6	15 : 1	1,98	0,005-0,2
8	г-2101-4-7 × Ленок	181 : 8	15 : 1	1,30	0,2-0,5
8,9	Родник, л.8 × Ленок	301 : 5	63 : 1	0,19	0,5-0,8
10	Linota, л.12× Ленок	147 : 8	15 : 1	0,32	0,5-0,8

В комбинации F₂ от скрещивания сортов Русич, л.2 и Смолич, л.8 с сортом Родник, обладающим генами Fu 8 и Fu 9, выявлен дигенный характер расщепления. Поскольку R-ген сортов Русич и Смолич не идентичен гену Fu 8 линии г-2101-4-7, следовательно, исследуемые сорта обладают геном Fu 9.

В комбинациях F₂ от скрещивания сорта Ленок, л.7 со всеми линиями, обладающими различными R-генами, выявлен дигенный характер расщепления (χ² менее 3,1), что указывает на моногенный контроль устойчивости сорта и на не идентичность его известным эффективным в условиях России генам (Fu 2, Fu

4-10). Следовательно, устойчивость сорта Ленок детерминируется новым геном – Fu 11.

Выводы.

Выявлен высокий уровень устойчивости к популяции *Fusarium oxysporum f. lini* у современных сортов льна-долгунца - Восход, Русич, Смолич и Ленок, что указывает на наличие у них эффективных генов

резистентности. На основе анализа гибридов F₁ и F₂ с использованием инфекционно-провокационного фона установлено, что устойчивость к фузариозному увяданию у сортов льна-долгунца Восход, Русич, Смолич и Ленок контролируется моногенно. У сорта Восход устойчивость к данному заболеванию детерминируется геном Fu 5, у сортов Русич и Смолич – Fu 9, а у сорта Ленок – новым геном Fu 11.

Литература

1. **Жученко А.А., Рожмина Т.А., Понажев В.П., Павлова Л.Н.** Эколого-генетические основы селекции льна-долгунца. - Тверь, 2009. 272 с.
2. **Рожмина Т.А.** Генетическое разнообразие вида *L. usitatissimum* и его использование в селекции на устойчивость к абиотическим и биотическим факторам среды. В сб.: Генетические основы селекции. УФА, 2008. С. 233-247.
3. **Рожмина Т.А.** Селекционно-ценные гены устойчивости к фузариозному увяданию у льна. *Достижения науки и техники АПК*. 2015; 12:47-49.
4. **Рожмина Т.А., Лошакова Н.И.** Образцы прядильного и масличного льна (*Linum usitatissimum* L.) – источники эффективных генов устойчивости к фузариозному увяданию и ее зависимость от температуры. *Сельскохозяйственная биология*. 2016; 3 (том 51):310-317.
5. **Diederichsen A., Rozhmina T., Kudrjavceva L., Zhuchenko A. jr.** Variation patterns within 153 flax (*Linum usitatissimum* L.) genebank accessions based on evaluation for resistance to fusarium wilt, anthracnose and pasmo// *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization. England*. 2008; V. 6, № 1:22-32.
6. **Knovles P.F., Housten B.R.** Inheritance of resistance to fusarium wilt of flax in Punjab 53. *Agronomy journal*. 1956; V.48. 3 1. P.135.
7. **Pavelek M.** Dedicnost horisontalni resistance pradneho lnu proti fusarioze. Czech Republic. *J. Len a konopi*, 1983; 19: 7-164.

Рожмина Татьяна Александровна, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт льна, г. Торжок, тел. 8-905-604-11-84, (48251) 9-16-45
e-mail: vniil@mail.ru

О.А. Михайлова, кандидат биологических наук, доцент
кафедры частной зоотехнии и разведения с.-х. животных
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, Российская Федерация, г. Орёл
тел. 8 953 619 86 15, e-mail: omichk.olga@yandex.ru

O. A. Mikhailova, Candidate of Biological Sciences,
associate Professor, Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin
tel. 8 953 619 86 15, e-mail: omichk.olga@yandex.ru

**СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СВИНОВОДСТВА:
ТЕНДЕНЦИИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

(Modern aspects of European pig breeding: trends, problems and prospects)

Европейский Союз является вторым по величине производителем свинины в мире после Китая, крупнейшим экспортером продукции свиноводства, а также одним из мировых лидеров в области селекционно-племенной работы и технологий производства свинины. Среди стран ЕС необходимо выделить Данию, которая является ведущей с точки зрения разработки и применения передовых технологий в свиноводстве; получения, выращивания и экспорта высокоценного племенного молодняка свиней в разные страны, в том числе в Германию и Францию. В целом в ряде стран Европейского Союза свиноводство является развитой и наукоёмкой отраслью, однако перед европейским свиноводством стоят серьёзные проблемы, которые с каждым годом становятся острее, и носят глобальный характер. В данной статье отражено значение отрасли свиноводства для Европейского Союза, рассмотрены основные аспекты и современные тенденции европейского свиноводства, в том числе применение экологически безопасных, ресурсосберегающих технологий производства «органической» продукции, а также меры, направленные на поддержание благополучия и комфортной жизни свиней, качества производимой свинины. Приведен обзор общей численности свиней, уровня производства и потребления продукции свиноводства в Евросоюзе. Отражены перспективы развития, проблемы и пути повышения эффективности свиноводства в странах Европейского Союза.

Ключевые слова: свиноводство, Европейский Союз, Дания, динамика производства свинины, благополучие свиней, производство «органической» продукции животноводства, иммунологическая кастрация свиней, тенденции и проблемы европейского свиноводства.

The European Union is the second largest pork producer in the world after China, the largest exporter of pig production, and also one of the world leaders in selection and breeding work and pork production technologies. Among the EU countries it is necessary to allocate Denmark, which is leading in terms of the development and using of progressive technologies in pig production; and also in getting, growing and export of high-value breeding young pigs to different countries, including Germany and France. In general, in the European Union countries, hog production is a developed and science-intensive industry; however, before the European pig breeding industry there are serious problems that become more relevant every year, and they have a global essence. This article reflects the importance of the pig breeding for the European Union; the basic aspects and modern trends of European pig production are inspected, including the use of environmentally friendly, resource-saving technologies for the production of "organic" products, as well as measures aimed at maintaining the welfare and comfortable life of pigs, and the quality of pork. An overview is given of the total number of pigs, the level of production and consumption of pig production in the European Union. The prospects of development, problems and ways to improve the efficiency of pig production in the countries of the European Union are reflected.

Keywords: pig production, pig breeding in the European Union, hog breeding in Denmark, dynamics of pork production, welfare and comfortable life of pigs, production of "organic" livestock products, immunological castration of pigs, trends and problems of European pig production.

1.1. Поголовье свиней, производство и потребление продукции свиноводства в странах Европейского Союза

Поголовье свиней в Евросоюзе составляет примерно 150 млн. голов (по данным на 2016 год), что

делает его вторым по величине производителем свинины в мире после Китая, а также крупнейшим экспортером продукции свиноводства. Общее производство мяса свиней в странах ЕС составляет около 23-23,6 млн. тонн. С 2010 по 2014 годы в целом производство продукции свиноводства находилось в районе

22 млн. тонн (рис. 1), значительный прирост произошёл в 2015 году - на 801 тыс. тонн (36,2%) по сравнению с 2014 годом.



Рис. 1. Годовое производство свинины в ЕС (все 28 стран-участниц), в млн. тонн убойного веса (по данным Евростата).

Самообеспечение продуктами свиноводства в Евросоюзе составляет 111%, на экспорт отправляется около 13% от общего производства. Евросоюз - ведущий экспортёр продукции свиноводства в мире (рис. 14). Большая часть экспорта свинины предназначена для Восточной Азии, в частности для Китая [15].

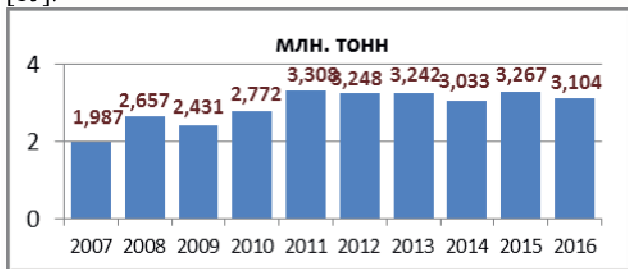


Рис. 2. Динамика экспорта свинины из ЕС (по данным Евростата, 2017)

Свинина остаётся любимым видом мяса жителей Евросоюза, хотя в последние годы её среднедушевое потребление несколько варьирует. Так, в 2015 году европейцы потребляли в пищу около 32,4 кг (в расчёте на душу населения, розничный вес) - почти на 1 кг больше, чем в 2014-м. По причине исключительно благоприятных перспектив для экспортных поставок свинины в Китай на рынке внутри Евросоюза в 2016 году возникли кратковременные дефициты, поскольку продавцы отдавали предпочтение экспорту. Благодаря высокому спросу на свинину в Китае европейские производители вышли из кризиса, который начался в конце 2014 года и был вызван перепроизводством данного вида мяса. В связи с этим потребление на душу населения в 2016 году сократилось на 1,6% (32 кг на душу населения). Предположительно данный показатель опять повысится в 2017-2018 годах в соответствии с тенденциями последнего десятилетия [33].

Необходимо также отметить, что в Евросоюз входят в настоящее время 28 стран, весьма неоднородных по темпам роста экономик, уровню доходов населения. Несомненно, имеются отличия в уровне жизни, например, в Германии и Греции, или Франции и Хорватии, что, конечно, отражается на степени раз-

вития свиноводства и доступности его продукции населению. Это отмечается в отчете Европейской Комиссии по теме: «Перспективы развития сельскохозяйственных рынков и доходов от сельского хозяйства в Европейском союзе в 2013-2023 гг.». Малодоступность свинины по причине высоких цен на мясо, продолжающегося экономического спада и высоких показателей безработицы в некоторых странах Южной Европы приводят к периодическому спаду общего потребления мяса свиней в среднем по Евросоюзу, так как население не очень богатых стран ЕС выбирает более дешёвые виды мяса. Предполагается, что развитие сектора мясной продукции в Европе будет сопровождаться высоким спросом на мировом рынке вследствие благоприятной экономической ситуации. Перспективы положительного экономического роста в Европе повысят чистый доход потребителей и позволят приобретать большее количество мясной продукции, в том числе свинины. Данный аспект весьма важен, так как если наблюдается обратная ситуация - стагнация и замедление темпов роста экономики, снижение реальных доходов населения, то это приводит и к уменьшению рентабельности производства свинины и росту цен на неё, и к снижению покупательской способности населения. Это в совокупности не позволяет любителям свинины приобрести её и вынуждает «переключиться» на более доступные по цене продукты питания (например, птицу или недорогую рыбу), что, конечно, снижает предложение, то есть ведёт к спаду производства свинины, порождая своеобразный круговорот «низкий платёжеспособный спрос - низкое предложение» [35].

Ведущие позиции в производстве свинины в Евросоюзе занимают производители из Германии, Испании и Франции. Их совокупная доля от общего убойного веса произведённой свинины в странах ЕС составляет около 50% (рис. 3).



Рис. 3. Ведущие производители свинины в Европейском Союзе (по удельному весу производства продукции свиноводства, по данным Евростата, 2016)

Наибольшее количество свинины производится в Германии (24% всего объёма производства в ЕС). Испания – второй по величине производитель свинины в ЕС. Испания производит меньше мяса, чем Германия, поскольку импортирует меньше 1 млн. живых свиней в год. Третье место по производству свинины занимает Франция [19; 27].

Европейским лидером в области технологий производства свинины является Дания. Эта небольшая по площади страна является лидером с точки зрения разработки и применения передовых технологий

в свиноводстве; получения, выращивания и экспорта высокоценного племенного молодняка свиней в разные страны, в том числе в Германию и Францию. Дания занимает четвёртое место по численности свиней среди стран Евросоюза. Свиноводство Дании - высокотехнологическая отрасль сельского хозяйства, которая занимает ведущие позиции в экономике страны. Высокому уровню датского свиноводства способствуют государственная поддержка, жесткое законодательное регулирование и применение передовых технологий, в том числе в области генетики и селекции [43].

В Дании производством продукции свиноводства занимаются около 38 800 ферм. поголовье свиней - около 12,25 млн., а население - 5,6 млн. человек, то есть на каждого жителя приходится в среднем более двух свиней. Себестоимость производства продукции свиноводства является одной из самых низких в ЕС. На данной отрасли во многом держится благосостояние датского государства, формируется бюджет. Ведь экспорт свинины составляет более 10% от объема всего экспорта, а свиноводство обеспечивает работой значительную часть населения, так что роль данной отрасли для экономики страны невозможно переоценить.

Дания - небольшая страна, для внутреннего потребления столько свинины не требуется, поэтому она является крупнейшим мировым экспортёром продукции свиноводства, поставляя на мировой рынок более 85% своей продукции. Она продаёт племенных свиней и свинину более чем в 130 стран мира, основные из которых Германия, Великобритания, Япония, США и Италия [93]. В Россию до введения ответных санкций Дания отправляла около 7% свинины. Внутреннее потребление свинины в стране составляет 50 кг (курятины - 18 кг, говядины - 25 кг). При этом датчане далеко не лидеры в потреблении свинины - по этому показателю их обходят австрийцы, немцы, поляки, испанцы. Чуть меньше свинины едят в Люксембурге, Португалии и Италии [43].

В настоящее время в свиноводстве Дании преобладают четыре породы - это датский Ландрас, Йоркшир, Гемпшир и Дюрок. Чистопородных свиней породы датский Ландрас легко отличить по удлиненно-му туловищу и большим висячим ушам (рис. 4). Эта порода наилучшим образом подходит для производства бекона, так как характеризуется высоким содержанием в туше постного мяса и тонким слоем подкожного шпика. Необходимо отметить выдающуюся роль датского Ландраса для всего мирового свиноводства, до 1980 года он был единственной породой, используемой в промышленном свиноводстве Дании.



Рис. 4. Хряк породы датский Ландрас [32]

На сегодняшний день успешность разведения свиней достигается за счет отраслевых инициатив и инвестиций в исследования, что помогает датским свиноводам оставаться на верхней строчке списка стран с наиболее высокой продуктивностью свиней в Евросоюзе: ещё в 2013 году были достигнуты показатели при отъеме - 30 поросят на 1 свиноматку. Кроме того, инвестиции выделяются и для совершенствования цепочки поставок таким образом, чтобы в Дании перерабатывалось как можно больше собственных свиней. Это позволяет сохранить большую часть доходов и создать буфер для страховки от непредвиденных ситуаций у своих потребителей на рынке.

Всего в Дании производится более 25 млн. голов свиней в год, из них было забито в этой стране - чуть более 15 млн. голов, экспортировано в Германию - 5-7 млн. голов, в Польшу - 2-3 млн. голов, в другие страны - 1-2 млн. голов (данные Евростата (Eurostat), 2014 год). Таким образом, датские поросята отправляются в первую очередь в Германию, где расходы на откорм ниже, кроме того, растет спрос в Польше, где трудовые затраты и земельные угодья стоят дешевле и внутреннее поголовье нуждается в пополнении [41].

Проблема, которая является следствием торговли поросятами-отъёмышами, - риск проникновения болезней. Поскольку Польша является одной из четырех стран Евросоюза, где поголовье подвергается заражению африканской чумой свиней (АЧС), заболевание может попасть оттуда при возврате грузовых автомобилей. Чтобы минимизировать эту угрозу, Дания инвестировала средства в систему очистки и мытья машин на пограничных переходах [3; 22].

Вопросам ветеринарной безопасности уделяется в стране большое внимание. Однако система работы данной службы организована по-другому по сравнению с Россией. На датских фермах нет в штате сотрудников постоянных ветеринарных врачей, а есть множество фирм и служб, оказывающих данные услуги. От каждой фермы требуется заключение контракта с ветеринаром на «обслуживание поголовья». Специалист, с которым заключен контракт, должен посещать ферму 12 раз в год (как минимум, раз в 35 дней).

Датские свиноводы в 1998 году добровольно приняли запрет на использование антибиотиков-стимуляторов роста на откормочных фермах, а ещё раньше производители столкнулись с налогом на использование антимикробных препаратов-стимуляторов роста, и после этого их использование прекратилось. В связи с этим, молодняк свиней стал расти медленнее. Производители вносили изменения в организацию производства: проводили более поздний отъём поросят и вводили разнообразные кормовые добавки в рацион кормления, чтобы добиться «дозапретного» уровня продуктивности, и это у них получалось с переменным успехом. Каждый месяц проводились ветеринарные проверки, и врачи фиксировали количество используемых антибиотиков [93]. Ветеринарная служба Дании несёт ответственность также и за то, чтобы производители следили за соблюдением комфортных условий жизни для свиней и исполнением законодательства.

Отличительной особенностью датского производства свинины является высокий уровень квалификации фермеров. Здесь очень серьезные требования к производителям свинины. Они обязаны окончить так называемую «сельскохозяйственную школу», дающую высокий уровень знаний, затем регулярно посещать учебные тренинги, повышать квалификационный уровень и быть членом отраслевого объединения. Технологические процессы в свиноводстве все больше автоматизируются, и традиционная для Европы модель семейных ферм все чаще заменяется бизнес-подходом. То есть владелец фермы уже не является главным исполнителем, а нанимает людей [43].

В Дании существует «Национальный Комитет по Свиноводству», включающий производителей и кооперативы, где проводятся исследования по различным аспектам производства и обработки свинины. Для этого они ранжируют (распределяют) ресурсы по степени важности:

- селекционная работа,
- полноценность кормления,
- репродуктивная способность,
- условия содержания,
- организация производства,
- забота о здоровье свиней и ветеринарная безопасность,
- информационные и консультационные услуги.

Перед запуском нового проекта или разработки его эффективность и ценность подробно обсуждается. Целью проекта может быть, например, селекция свиней для снижения уровня смертности поросят на пятом дне жизни. Как правило, производители работают совместно для достижения высоких показателей в свиноводстве [12].

На сегодняшний день датское племенное свиноводство считается самым лучшим в мире. Селекционеры Дании добились высоких результатов по повышению многоплодия, плодовитости, молочности, выравниванию помётов свиноматок. Благодаря целенаправленной длительной племенной работе были получены породы и линии свиней с довольно высокой конверсией корма. От таких животных можно получить продукцию высокого качества. Технология получения и выращивания поросят здесь подчинена требованиям минимизации затрат ручного труда. Племенная работа с поголовьем свиней, механизация и автоматизация всех технологических процессов на ферме позволяет свиноводам получать и доразвивать поросят практически без участия человека [5]. Кроме высокого генетического потенциала продуктивности свиней, среди самых сильных сторон датского свиноводства можно отметить инновационный и научно обоснованный подход к кормлению. Особое внимание датчане уделяют использованию высокого генетического потенциала роста и развития молодняка свиней. С одной стороны, корм должен быть вкусным, быстро перевариваться, с другой - быть сбалансированным по аминокислотам и энергии. Чем быстрее поросенок усвоит корм, тем быстрее вновь опустит голод и, соответственно, больше съест, что отражается на среднесуточных привесах.

Также как и в других странах Европейского Союза, Парламентом Дании приняты ряд мер, направленных на поддержание благополучия и комфортной жизни свиней, а также качества производимой свинины, 5% ферм ежегодно проверяется государством на предмет следования законодательству. Собственный устав есть также у кооперативных боен свиней, прописывающий стандарты качества мяса для поставки его на мировой и отечественный рынки. Обеспечение благополучия свиней в Дании основано на взаимосвязанных требованиях законодательства Европейского Союза, Дании, инициатив производителей, организации «Датской Гарантии Качества» и требованиях потребителей. Движение сторонников гуманного обращения с сельскохозяйственными животными в отношении создания для них благоприятных для жизни и удовлетворения их физиологических потребностей условий в Дании имеет свою длительную историю. Ведь успех производителя свиноводческой продукции зависит не только от благоприятных условий содержания и продуктивности стада, но также и от хорошего обращения с животными. Испытывая стресс или чувствуя плохое обращение, свинья начинает потреблять больше корма, становится более восприимчивой к заболеваниям, и её плодовитость снижается. По словам датских свиноводов: «Такой случай можно назвать добровольным разорением фермера, который пренебрегает хорошим обращением со свиньями» [48].

Поскольку Дания - маленькая страна, высокая концентрация свиноводческих ферм на единицу площади может приводить к неприятному запаху, который неизбежно должен их сопровождать. Существуют правила, регламентирующие удаленность свиноводческих ферм от ближайших жилых построек или населенных пунктов. Другая возможность уменьшить неприятный запах, - это специальные вентиляционные установки, прогоняющие воздух через систему влажных биофильтров. На сегодняшний день эти устройства наиболее эффективно способствуют очистке загрязнённого воздуха. Были попытки экспериментировать с различными химическими реагентами, но пока безуспешно.

Таким образом, производство продукции свиноводства в Дании всегда было устойчивым и гибким, несмотря на все проблемы, с которыми сталкивалась свиноводческая отрасль. Вероятно, тенденция роста производства поросят продолжится; неизвестно, увеличится ли отечественная переработка продукции свиноводства, или от этой ситуации выиграют немецкие и польские скотобойни. В любом случае, Дания останется одним из самых влиятельных производителей племенных свиней и свинины в Европейском Союзе [31].

1.2. Основные аспекты и тенденции европейского свиноводства

Среди актуальных европейских направлений оптимального выращивания свиней и экономического стимулирования производства мясных продуктов, можно выделить следующие:

- технологии выращивания свиней в промышленном секторе становятся все более эффективными и интенсивными. В странах Евросоюза убойная масса свиней должна быть не менее 120 кг;

- европейские свиноводы многих стран (в том числе Германии) обязаны обеспечивать качественные характеристики мяса (рН, содержание мышечной и жировой ткани и др.);

- затраты на производство свинины открытые фермеры посылают все данные в отраслевые союзы, где производится анализ экономики отрасли и выра-

батываются необходимые корректирующие меры в случае негативных тенденций;

- общество требует от свиноводов улучшения условий содержания свиней (среди обязательных требований повышенный комфорт в загонках, наличие солярия и зон нагрева, предоставление животным развлечений и игрушек, теплый душ, достаточная для подвижного образа жизни площадь и т. д.) (рис. 5, 6). Аудит свиноводческих предприятий производится многими общественными и государственными организациями, причем без четкого графика и предварительных уведомлений [48].



Рис. 5, 6. Просторные станки для содержания свиней и игрушки для их нескучного времяпрепровождения – обязательные атрибуты современных свиноводческих ферм ряда развитых стран Европы [54; 28]

С первого января 2013 года в ЕС вступил в силу закон, запрещающий содержание свиноматок в индивидуальных станках на сроке беременности от четырех недель и неделю спустя после опороса. Введение новых правил содержания свиней несколько затруднило работу европейских свиноводов и потребовало дополнительных затрат на создание требуемых условий содержания. Понятно, что не все фермеры смогли поместить своих свиноматок с 1 января в отдельные стойла, поэтому поголовье свиного стада в Европе сократилось на 3,9% с июня 2011 по июнь 2012 в преддверии вступления в силу новых правил. Практически единственной страной, для которой данный запрет оказался не страшен, является Великобритания, которая добровольно ввела односторонний запрет на использование стойл для свиней 13 лет назад в интересах животных и с целью улучшения условий их содержания [21].

К моменту вступления в силу данного закона 80% стран Евросоюза еще не модернизировали свои свинофермы и не подготовили их к новому регламенту. Например, во Франции всего 33% свиноферм соответствовало новым требованиям, в Германии этот показатель составлял около 48%, в Ирландии - 57%. Бельгия, Италия, Нидерланды и Испания также не успели полностью подготовить все свинофермы к назначенной дате [40].

- в большинстве стран Евросоюза с развитым свиноводством законодательство обеспечивает экологическую, ветеринарную безопасность и благополучие стада.

Так, в Германии с 2015 года работает программа под названием «Инициатива, обеспечивающая благополучие животных» («Initiative Tierwohl»), основной идеей которой является стремление создать животным максимально комфортные условия жизни с це-

лью получения наивысшего качества мяса. Таким образом, производители свинины реагируют на возрастающее чувство ответственности европейского потребителя и на его представление о гуманности по отношению к животным. Кроме того, и потребители, и производители едины во мнении, что мясо высокого качества можно получить лишь от «счастливых» животных. С учетом этих новых тенденций в запросах потребителя был разработан перечень требований к выращиванию свиней (программа касается именно свинины). В рамках программы установлен целый список критериев, которые может выбрать для себя фермер-участник с целью улучшения условий содержания и благополучия животных на своем предприятии. Германия стала первой страной Евросоюза, закрепившей в 2002 году в своей Конституции защиту животных как одну из государственных целей (в дополнение к защите окружающей среды). На практике это означает, что нарушение законодательства и предписаний, регулирующих вопросы защиты животных и критерии их благополучия, может преследоваться гораздо строже, чем до закрепления в Конституции [17].

Основная цель «Инициативы, обеспечивающей благополучие животных» («Initiative Tierwohl») заключается в том, что свиньи с момента своего рождения и вплоть до момента убоя никогда, ни при каких обстоятельствах не должны испытывать голод, боль, страх или какой-либо другой вид стресса; у них всегда должна быть качественная пища и свежая вода. Животных нельзя бить, у них не должно быть повреждений, нанесенных другими животными или полученных в результате некомфортных условий содержания. Например, по состоянию суставов можно определить качество покрытий полов в свинарниках. Поэтому после убоя производится осмотр туш по це-

лому списку параметров, объективно подтверждающих соблюдение технологии.

Участвующие в программе свиноматки и поросята на откорме никогда не ограничены в движении, то есть отсутствуют все станки, стесняющие животных, в том числе и те, которые используются для ограничения подвижности свиноматки сразу после осеменения и при выкармливании ею новорожденных поросят. Кроме того, у свиней должно быть как минимум два вида игрушек - мячики, цепочки и т.д., но только не деревянные - во избежание заноз, которые могут причинить боль.

Если фермер-поставщик готов соблюдать эти требования, то ему полагается определенная премия к каждому килограмму сданной свинины, а продукция, изготовленная в соответствии с принципами «Initiative Tierwohl» маркируется специальным значком - жёлтой свинкой-смайликом. Для покупателя это особый знак качества мяса.

- ужесточение требований к условиям убоя свиней. Разрешается убой животных только после предварительного оглушения электрошоком. Для улучшения вкуса мяса свиньи проходят на участок убоя из тени к свету, через теплую воду. Это снижает стресс животных, а их мясо становится менее жестким и более насыщенным по вкусу;

- особое внимание уделяется перевозке животных, чтобы избежать причин стресса в последние дни перед убоем [28].

- поэтапный отказ от хирургической кастрации хряков, запрет на проведение данной операции без анестезии и анальгезии в европейских странах также является актуальной и неоднозначной проблемой для европейских свиноводов. В 2010 году была принята «Европейская декларация об альтернативах хирургической кастрации свиней». В ней было определено, что, начиная с 1 января 2012 года, хирургическая кастрация свиней должна выполняться только с использованием длительной анальгезии и/или анестезии, а с 2018 году она должна быть поэтапно и повсеместно ликвидирована [51].

Для стран Европейского Союза отказ от кастрации очень важен с точки зрения заботы о животных, избавления их от лишних страданий, является еще одним шагом на пути к улучшению благополучия животных. Этичность кастрации свиней уже давно вызывает у борцов за права животных сильные сомнения. Эта процедура весьма болезненна и вызывает у свиней сильный стресс, что не может не отразиться на последующем физиологическом состоянии. Локальная анестезия и наркоз (газ или инъекции) при кастрации поросят, несмотря на интенсивные исследования в этой области, пока не являются надежными и экономически рентабельными способами обезболевания. Технически уже существует возможность селекции пола будущих эмбрионов для получения животных исключительно женского пола. Однако и этот способ пока не оправдывает себя экономически [17]. Помимо этической стороны вопроса, хирургическая кастрация является причиной множества последующих заболеваний свиней, связанных с занесением инфекции и воспалительным процессом [26]. Кроме то-

го, боров по сравнению с хряком потребляет больше корма, медленнее растет и накапливает больше жира. Для производителей свинины выращивание хряков вместо кастрированных животных может быть экономически более выгодно. Проблема в том, что их репродуктивная система хряков вырабатывает определенные вещества, под влиянием которых их мясо приобретает неприятный запах, а это не нравится потребителям. Кастрация помогает устранить неприятный запах свинины. Пока ещё на сегодняшний день основным методом избавления от запаха хряка, который используется в большинстве стран, является кастрация. Другой проблемой является повышенная специфическая активность животных мужского пола после наступления полового созревания, соперничество. К моменту полового созревания хряки становятся очень агрессивными и могут драться друг с другом или нападать на людей.

Поэтому, вероятнее всего, даже второй крайний срок (2018 год) не будет выполнен. Несмотря на это, декларация объединила всех сторонников гуманного свиноводства и способствовала повышению числа хряков, подвергнутых хирургической кастрации с той или иной формой обезболивания и выращенных некастрированных животных [51]. Поставленная цель (отказ от хирургической кастрации хряков) является серьезным вызовом для всех участников цепочки производства продукции свиноводства. Она осложняет жизнь фермерам-свиноводам, вынуждая их искать альтернативу хирургической кастрации, или способы избавиться от характерного неприятного запаха «хряковины». В тоже время, тенденции гуманизации животноводства в современном обществе ряда ведущих европейских стран очень сильны.

Очевидно, что при совместной работе европейских фермеров эти проблемы будут со временем решены, так как идея создания наиболее благоприятных условий существования для сельскохозяйственных животных в ряде стран Евросоюза очень актуальна. Сегодня уже разработаны ряд методов, представляющих альтернативу хирургической кастрации и позволяющих без болезненной процедуры значительно снизить (а в идеале совсем избавиться) мясо хряков от неприятного запаха, сохраняя при этом высокую постность мяса и скорость роста животных. Одним из таких методов является **иммунологическая (химическая) кастрация**. Иммунологическая кастрация свиней была разработана в Австралии и доступна для коммерческого использования с помощью препаратов и методов Improvac®, Improvest, Vivax®, Innosure® и др. [6].

Данный метод предоставляет большие возможности в контроле роста, позволяет нивелировать риск смертности животного после хирургического вмешательства, улучшить коэффициент конверсии корма. При физическом (хирургическом) методе кастрации на ранней стадии развития животного происходит замедление роста и увеличение объема жировой ткани животного, что приводит к снижению объемов производства постного мяса. Применение методов для химической кастрации позволяет, по мнению многих

исследователей, предотвратить потери и увеличить чистую прибыль при производстве свинины.

Сущность действия препаратов заключается в стимуляции выработки нейтрализующих антител против гонадотропин-релизинг фактора пептидного гормона (GnRF₁), обеспечивающего развитие и функционирование половых желез (тестикулов) у хряков. Антитела, которые вырабатываются при применении данных веществ, уменьшают концентрацию GnRF₁, что приводит к снижению функции тестикулов и, следовательно, предотвращению накопления в мясе соединений, вызывающих неприятный запах (андростенон и скатол) [47].

Андростенон - феромон, который вырабатывается семенниками и способствует привлечению самок. Имеет запах мочи. Скатол (3-метилиндол) продуцируется бактериальным расщеплением триптофана в задней части кишечника и имеет фекальный запах. Если они не удаляются печенью, эти соединения накапливаются в жире и мышцах самцов свиней в период полового созревания (Croninetal., 2003). Концентрация андростенона и скатола в жировой ткани зависит от возраста, массы тела, питания и генетических особенностей [49]. Однако существуют и противники данного метода, опасаясь накопления химических веществ в мясе и ухудшения его качества.

Производители свинины разрабатывают и другие методы, позволяющие избавить мясо хряков от характерного неприятного запаха. Так, немецкие, голландские, французские, датские фермерские и отраслевые организации совместно с Европейской группой по защите животных уже разработали соответствующий свод правил по уходу за свиньями, способствующий избавлению хряков от неприятного запаха без кастрации. Технология включает в себя особые методы кормления (направленное кормление и определённый состав кормов), предотвращение любых стрессов и возбуждения, минимизацию агрессии при транспортировке и половой охоте;

- в большинстве стран - крупнейших производителей продукции свиноводства Европейского Союза (Например, в Дании, Германии, Великобритании, Франции, Нидерландах и др.) существуют также альтернативные рыночные ниши, обеспечивающие производство экологически чистых продуктов питания, или так называемой «органической продукции». Производство такой продукции осуществляется на основе ресурсосберегающих технологий регламентированных специальными стандартами. Например, есть системы «Frilandgrise» (свободный выгул), «Økologisk» (органическое производство) и др. Системы свободного выгула и органического производства свинины ориентированы как на собственный рынок, так и на экспорт [41].

Свинина на таких фермах производится с тщательным контролем качества. Корма для свиней выращиваются на пастбищах, необработанных химическими веществами (либо на пастбищах, обработанных разрешёнными стандартом веществами) с применением научно-обоснованного севооборота. В рацион для свиней часто включаются люцерна, кукуруза, овёс,

свёкла, морковь, тыква, редька, репа, сено, яйца. Животным не дают антибиотики, гормоны, стимуляторы роста, искусственные ингредиенты, отходы, барду.

Одним из условий производства экологически чистых продуктов является использование местных, приспособленных к конкретным условиям разведения пород свиней, часто у фермеров есть опыт производства качественного мяса свиней исчезающих и малочисленных пород, которые не используются при интенсивной промышленной технологии. Деятельность ряда «органических ферм» Европы, кроме того, включает выявление предков и составление родословных, планов спаривания, увеличения численности той или иной породы, исследование ДНК, размещение маточного поголовья на других фермах и, самое главное, информирование населения о необходимости сохранения биоразнообразия пород свиней. По мнению фермеров, лучший способ спасти исчезающих животных - это найти их предназначение, нишу в современном свиноводстве, то есть использовать в пищу («есть, чтобы сохранить их»).

1.3. Перспективы и проблемы свиноводства стран Евросоюза

Обобщение и анализ европейского опыта развития свиноводства подтверждают, что высокий уровень производства продукции отрасли может быть достигнут достигается за счет следующих факторов:

1. Генетического совершенствования и целенаправленной селекции животных, на основе использования новейших систем воспроизводства и внедрения математических методов сбора, хранения и анализа генетической и технологической информации. В странах, которые добились резко увеличения производства свинины, достигнут высокий уровень воспроизводства, имеются большие успехи в племенной работе, широко применяется гибридизация, в больших масштабах организован интенсивный откорм.

Стратегия селекции проводится, как правило, по пяти основным признакам: среднесуточный прирост живой массы, экономия корма, плодовитость, содержание нежирного мяса, особенности конституции и экстерьера.

2. Улучшения рационов кормления свиней и структуры кормовой базы. Производство высокопродуктивных и плодовитых животных невозможно без создания научно обоснованных систем нормированного кормления.

В структуре затрат на производство свинины, как известно, больше половины приходится на долю кормов. В настоящее время нормирование и техника кормления одинаковы для всех пород свиней. Между тем потребность в питательных веществах у свиней разных пород и, особенно направлений продуктивности, неодинакова.

При производстве мясной свинины предъявляются повышенные требования к качеству кормов и уровню кормления, поскольку свиньи мясного типа нуждаются в более интенсивном кормлении, особенно в ранние периоды, когда происходит усиленный рост

мышечной ткани и для них требуется высокая обеспеченность рационов полноценным белком. Максимально возможную продуктивность свиней можно получить при концентратном, биологически полноценном кормлении. В зависимости от скороспелости животные используют корма по-разному. В то же время мясные свиньи расходуют на единицу прироста меньше кормов, чем мясо-сальные и обладают лучшей скороспелостью, что делает их откорм более выгодным.

Кроме того, при составлении рационов для свиней обычно пользуются табличными данными о питательной ценности и химическом составе кормов для всех зон. Эти данные не отражают истинного состава кормов. Питательность их значительно колеблется в зависимости от экологических условий зонального кормопроизводства. Поэтому рационы часто бывают несбалансированными по питательным веществам, что ведет к нерациональному расходу кормов и получению меньшего количества продукции.

Современные принципы оценки кормов и нормирования кормления свиней основаны на представлении о корме, как сложном комплексе различных элементов питания, способных в той или иной мере удовлетворить определенные потребности организма, которые в свою очередь зависят от физиологического состояния, живой массы и возраста, уровня и направления продуктивности животных. Стремление производителей свинины получить более постное мясо привело к совершенствованию норм кормления свиней, в частности, нормированию энергии и протеина, аминокислот, витаминов, микроэлементов и других биологически активных веществ.

3. Более широкого применения искусственно-осеменения. Например, в Германии 100% специализированных хозяйств используют данный способ оплодотворения.

4. Правильного и своевременного проведения ветеринарно-санитарных мероприятий.

Здоровье животных - гарантия безопасности продукции свиноводства. Для гарантии качества свинины, необходима слаженная и комплексная работа ветеринарных служб. Свиноводство в странах Европейского союза находится в сложной ситуации в связи распространяющейся африканской чумой свиней (АЧС). Эстония, например, столкнулась с сильными трудностями на рынке свинины. За счет общего увеличения производства свинины в Европе и продолжающегося риска распространения АЧС в европейской части, цены на свинину в прибалтийском регионе снизились, что, соответственно, отразилось на показателях рентабельности ферм [22]. Случаи этого смертельного для свиней и высококонтагиозного заболевания регулярно фиксируют в странах Евросоюза, в том числе были они в Польше и Литве, что заставило Россию ввести запрет с января 2014 года на ввоз свинины и живых свиней с территории ЕС.

Кроме того, согласно статистическим данным, каждый год возникает как минимум один новый вирус, поражающий поголовье. Многие такие инфекции, переносимые с других ареалов, являются причиной серьезных последствий, оказывают влияние на

свиноводство в мировом масштабе. Так, в мае 2013 года в США были зафиксированы первые случаи заболевания свиней вирусом эпидемии свиной диареи (PEDV). Опасность состоит в том, что заболевание не имеет эффективного лечения и приводит к доходящей до 100% смертности поросят. Единственным методом сдерживания эпидемии является строжайшее соблюдение правил ветеринарной безопасности [16; 29].

Причинами появления новых вирусов и заражения животных могут быть:

- появление новых технологий, развитие промышленности;
- урбанизация;
- путешествия людей по всему миру;
- недостаточное внимание проблемам экологии;
- создание новых лекарственных препаратов;
- интенсификация сельского хозяйства в целом, в том числе, животноводства.

5. Повышения качества продукции свиноводства. Приобретая мясную продукцию, современный европейский потребитель в первую очередь думает о её качестве. Продовольственная безопасность (количественные и качественные показатели) - одно из ключевых требований к мясу свиней. Конкуренентоспособность отрасли свиноводства в ближайшее время будет определяться, в первую очередь, качеством свинины, от которого будут зависеть внутренний спрос и экспорт этой продукции.

6. Получения новых знаний относительно биологических особенностей свиней, механизмов функционирования их организма; применение этих знаний и научных достижений в этой области в практике свиноводства для создания оптимальных условий разведения, максимально отвечающих физиологическим потребностям свиней. Успеха в современном свиноводстве может достигнуть только тот специалист, который знает биологические особенности животного, его потребности и возможности. Производители свинины обязаны понимать механизмы процесса производства, знать основные факторы репродукции, уметь провести расчет основных технологических параметров работы предприятия, определить потребность поголовья в помещениях, кормах, средствах механизации и т.д.

В настоящее время приоритетными исследованиями в области свиноводства являются:

- изучение биологии свиньи, процессов пищеварения и обмена веществ в организме;
- совершенствование пород свиней с использованием ДНК-технологий в генотипировании животных;
- возможность получения постного мяса при сохранении устойчивости к стрессу и здоровья свиней;
- разработка новых методов оценки качества продукции свиноводства;
- освоение интенсивных технологий производства свинины, дающих конкурентоспособную и высококачественную продукцию.

Еще одним актуальным направлением в свиноводстве является «ресурсосберегающее» или «устойчивое» производство. Под «ресурсосберегающим» или «устойчивым» производством свинины понимают развитие отрасли, которое способствует удовле-

творению нужд нынешнего поколения, таким образом используя природные ресурсы, чтобы последующие поколения смогли удовлетворять их потребности, и при этом сохранять природный баланс, не причиняя вред экологии. На Всемирной конференции по свиноводству «Свиноводство сегодня. Перспективы развития», проходившей в Германии была представлена так называемая «Пирамида Устойчивости» [19].

В основании пирамиды находится деятельность предприятия, четко отвечающая требованиям законодательства страны; далее - следуют основные мировые стандарты, которые постоянно обновляются и пополняются и становятся расширенными. Последние постепенно становятся базовыми благодаря развитию промышленности и науки. На корпоративном уровне инициативы компании связаны состратегическими программами постоянного развития, которые должны при необходимости обновляться. Конечный результат - продукция высшего класса, в данном случае - свинина или племенные свиньи.

«Устойчивое развитие» - это не просто концепция, изложенная на бумаге, а стратегия, применяемая на практике, которая обусловлена целой группой факторов, требующая постоянного развития, предусматривает по возможности совершенствование всех аспектов и этапов производства, и является «бесконечным процессом». Выделено три неотъемлемых компонента комплексного подхода, позволяющего предложить потребителю экологически чистую продукцию свиноводства, полезную и выгодную с экономической точки зрения, производство которой не причиняет вред окружающей среде:

- 1- прогнозирование и анализ спроса на мясо;
- 2- устойчивость развития;
- 3- ресурсосбережение и экологическая эффективность производства продукции свиноводства.

На пути к перспективному развитию свиноводства на основании анализа европейских и мировых тенденций можно выделить 4 фактора:

1. Высокий уровень конкурентоспособности первичного этапа производства свинины (компетентность персонала и достаточная численность отечественных и импортных поросят для откорма).
2. Применение современных технологий и санитарных стандартов при убое животных.
3. Ветеринарные соглашения со странами-импортерами свинины.
4. Внедрение и постоянное совершенствование системы обеспечения высокого качества продукции от первичного производства до ее продажи.

Очень важно, чтобы свиноводческая ферма (фермерское хозяйство) имело качественный менеджмент (план работы, методы выполнения плана, контроль на всех этапах производства), необходимо уделять внимание оптимизации фермы (формулировать цели работы фермы, план работы, проводить оценку выполнения). Технологию производства и управления свиноводческим предприятием (фермой) желательно ориентировать на животное (акцентировать внимание на нуждах отдельного животного), добиваться показателей меньших повреждений кожи и копыт, более высокой продуктивности у свиноматок [19; 41].

В целом, по мнению многих аналитиков, в предстоящем десятилетии основные европейские страны-производители свинины сохраняют свое лидерство. Отрасль свиноводства в большинстве регионов мира перешла на важный рубеж в развитии, когда повышение продуктивности и соответственно снижение себестоимости на 35-40% обеспечивается за счет достижений в области селекции, генетики и воспроизводства свиней. Выполненный датской фирмой «Topigs Genetics» прогноз отражает генетический прогресс в свиноводстве (таблица 1).

Таблица 1. - Анализ и прогноз генетического совершенствования свиней по показателям продуктивности

Показатели	Годы				
	2000	2004	2008	2012	2020
Число: Опоросов на одну свиноматку в год	2,35	2,35	2,35	2,4	2,45
Поросят при отъеме в месячном возрасте, гол.	10,2	10,7	11,2	12,2	13,0
Многоплодие, гол.	11,7	12,1	12,5	13,1	14,1
Выход поросят-отъемышей на свиноматку в год, гол.	24	25	26	26,5	30
Отход поросят за период подсоса и дорастивания, %	12	11,8	11,5	11,1	10,0

Аналогичные показатели по прогнозам могут быть получены и в других европейских странах с развитым свиноводством (Германия, Испания, Англия, Франция, Нидерланды, Бельгия и др.) [1; 4]. Кроме того, прогрессивные свиноводы стран Евросоюза поставили цель - снижение к 2025 году затрат корма до 2 кг на один произведенный килограмм свинины. Было рассчитано, что в мировом свиноводстве при таком значении будет сэкономлено 1,4 млн. тонн кормов.

Также проанализированы другие факторы, способствующие достижению задачи повышения эффек-

тивности свиноводства. Среди них можно выделить следующие:

- снижение затрат на лечение вирусных инфекций (таких, как репродуктивно-респираторного синдрома свиней, PRRS; цирковирусной инфекции, вызываемой вирусом porcine circovirus - PCV-1, микоплазмоза и свиного гриппа) [36];
- борьба с микотоксинами, которые наносят существенный вред здоровью свиней. Здесь большая роль отводится эффективно работающим абсорбентам;
- нормализация работы кишечника, от которой зависит конверсия корма. На первый план выходит гра-

мотное использование ферментов, подкислителей, пре- и пробиотиков, органических кислот;

- совершенствование систем содержания и обеспечения оптимальных параметров микроклимата, в том числе исключение механических потерь корма;

- эффективное управление производством и высококвалифицированный персонал;

- снижение возраста достижения убойной массы за счёт достижений генетики и селекции с учётом физиологии животного, недопущение чрезмерной нагрузки на организм вследствие очень быстрого роста [11; 12].

Вместе с тем, в современном мире положение данной отрасли животноводства не так оптимистично и однозначно - перед мировым и европейским свиноводством стоят серьёзнейшие проблемы, которые с каждым годом становятся острее, и носят глобальный характер.

На его развитие в числе многих других будут влиять следующие факторы:

- экономика (как мировая, так и в рамках конкретных стран), негативным для свиноводства являются её нестабильность и экономические кризисы;

- погодные условия, которые влияют на урожайность кормовых культур для животных;

- заболевания животных;

- политические события;

Так, например, негативное влияние на прибыльность свиноводческой отрасли в странах ЕС оказывает введенный в 2014 году запрет России (ответные

санкции) на импорт продукции свиноводства и низкий уровень доверия потребителей. Данные факторы в совокупности с текущими экономическими трудностями в ряде стран ЕС оказали определенное влияние на снижение цен на свинину, то есть европейские животноводы не выиграли от высоких цен на мясо свиней, в сравнении с ценами, которые сформировались в 2014-2015 гг. в остальной части мира, где производители столкнулись с проблемами, связанными с эпизоотической диареей свиней (ЭДС) [8; 22; 31].

- социальные проблемы: слабый рост численности населения некоторых стран Европы, бедность, безработица, эпидемии;

- стремительное увеличение потребности в мясной продукции в мировом масштабе;

- возможные научные открытия и достижения.

Развитие мировой экономики сопровождается нестабильностью, колебаниями в связи с политическими волнениями и проблемами непогашения внешних долгов. Климат, спекуляции ценами, эпидемии, продовольственная небезопасность - глобальные проблемы, препятствующие развитию свиноводства Европейских стран. Завоевать доверие потребителя и занять достойное место на рынке можно, если учитывать все эти факторы. Производитель должен гарантировать качество производимой продукции, бережно использовать природные ресурсы, не нанося вред экологии, а также помнить, что животные - тоже живые существа [19].

Литература

1. **Альбрехт А.** Рентабельный откорм / А.Альбрехт // Новое сельское хозяйство, 2013. - С. 42-45.
2. **Бекенёв В.А.** Технология разведения и содержания свиней: учебное пособие для вузов / В.А. Бекенёв.- СПб.: Лань, 2012. - 416 с.
3. **Белоусов Н. В** «Россвинпроме» прошло отчётно-выборное собрание: главные проблемы - АЧС, себестоимость, конкурентоспособность / Н.Белоусов // Свиноводство, 2014. - № 2. - С. 41-42.
4. **Буяров В.С.** Современные технологии производства свинины: учебное пособие / В.С. Буяров, О.А. Михайлова, А.В. Буяров, В.В. Крайс. - Орел :ОрелГАУ, 2014. - 184 с.
5. **Бюше А.** На пути к высокому генетическому потенциалу / А. Бюше // Свиноводство, 2014. - № 1. - С.8-9.
6. **Каменик Я.** Качество мяса иммунокастрированных свиней / Я. Каменик, Л. Штейнхаузер // Всё о мясе, 2012. № 6. - С.34-36.
7. **Михайлова О.А.** История выведения и проблема сохранения редких и исчезающих пород свиней / О.А.Михайлова // Свиноводство. - 2016. - № 1. - С.8-11.
8. **Михайлова О.А.** Мировые тенденции производства продукции свиноводства: учебное пособие/ О.А. Михайлова, В.С. Буяров. - Орёл: изд-во ФГБОУ ВО Орловского ГАУ, 2017. - 135 с.
9. **Мысик А.** Развитие отрасли свиноводства в странах мира / А. Мысик // Свиноводство. - 2006. - №1. - С. 18-20.
10. **Разумовский А.** Счастливые свиньи для счастливых потребителей // Аграрное обозрение. - 2012. - № 1 (29). - С. 58-59.
11. **Топчин А.** 2:1 в пользу свинины. Материалы издания PigInternational за декабрь 2013 и январь 2014 г. / А.Топчин // Свиноводство, 2014. - № 1. - С. 19.
12. **Топчин А.** В датском свиноводстве почти как в футболе. Pige-News (Международные новости в свиноводстве) / А.Топчин // Свиноводство, 2014. - № 2. - С. 44.
13. **Утверждены тарифные квоты** на импорт мяса в 2014 г. Лента новостей // Свиноводство, 2014. - № 1. - С. 35.
14. **Council Regulation (EEC) № 2967/85**// Official Journal. - 1994. - № L 330, p.43.
15. **Roguet C.** Evolution des modèles d'exploitations porcines en France sous l'effet des contraintes économiques setrègles men taires depuis 2008. Journées Rech. Porcine, 49;
16. **Американские эксперты** назвали вирус PED загадкой [Электронный ресурс]. URL: <http://meatinfo.ru/news/amerikanskie-eksperti-nazvali-virus-ped-zagadkoy-325002> (дата обращения: 11.04.2017).

17. **Байер Е.** Откорм хряков как альтернатива кастрации [Электронный ресурс]. URL: <http://agroobzor.ru/svin/a-201.html>. (дата опубликования: 17.06.2016, дата обращения: 23.05.2017).
18. **Всё о животноводстве.** Теория и практика. Кормовые станции [Электронный ресурс]. URL: <http://worldgonesour.ru/kormlenie-sviney/2140-kormovye-stancii.html>. (Дата опубликования: 14.09.2015, дата обращения: 21.05.2017).
19. **Всемирная конференция** по свиноводству в Германии Свиноводство сегодня. Перспективы развития [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agroproj.ru/articles/article8.html> (дата обращения: 19.01.2017).
20. **Глобальные тенденции** потребления мяса / А. Дальнов [и др.] [Электронный ресурс]. URL: <http://meat-milk.ru/meat/articles/1/view/181.html>. (дата опубликования: 07.10.2012, дата обращения: 28.01.2017).
21. **Европарламент настаивает** на улучшении условий содержания свиней на фермах [Электронный ресурс]. URL: <http://meatinfo.ru/news/evro-parlament-nastaivaet-na-uluchshenii-usloviy-soderzaniya-273298>. (дата опубликования: 28.03.2012, дата обращения: 16.11.2016).
22. **Европейский рынок** свинины остается под давлением в результате распространяющейся АЧС [Электронный ресурс]. URL: http://pticainfo.ru/news/?ELEMENT_ID=48557 (дата опубликования: 27.10.2016, дата обращения: 23.05.2017).
23. **Испания** является мировым лидером свиноводства [Электронный ресурс]. URL: <http://kedem.ru/news/2016/11/25/ispaniya-yavlyaetsya-mirovym-liderom-svinovodstva/>. (дата опубликования: 25.11.2016, дата обращения: 12.05.2017).
24. **Испания:** сектор свиноводства достиг рекордных размеров [Электронный ресурс]. URL: <http://meatinfo.ru/news/ispaniya-sektor-svinovodstva-dostig-rekordnih-razmerov-356737>. (дата опубликования: 13.04.2016, дата обращения: 11.05.2017).
25. **Итоги** свиноводческой отрасли за 2016 год. Курс на экспорт. [Электронный ресурс]. URL: <http://meatinfo.ru/news/itogi-svinovodcheskoj-otrasli-za-2016-god-368494> (дата обращения: 28.04.2017).
26. **Кастрация поросят** [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agroxxi.ru/zhivotnovodstvo/veterinarija/kastracija-porosjat.html>. (дата опубликования: 17.04.2013, дата обращения: 28.03.2017).
27. **Кес ван Дорен.** Свиноводство в странах Евросоюза [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tsenovik.ru/articles/obzory-i-prognozy/svinovodstvo-v-stranakh-evrosoyuza/>. (дата опубликования: 10.01.2017, дата обращения: 03.05.2017).
28. **Лукманн О. Ю.** Новые технологии производства свинины [Электронный ресурс]. URL: <http://www.meatbranch.com/publ/view/731.html> (дата обращения: 11.04.2017).
29. **Максимович В.В.** Эпидемическая (эпизоотическая) диарея свиней - еще одна серьезная проблема для свиноводческой отрасли [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vsavm.by/wp-content/uploads/2012/07/Epidemicheskaya-diareya-svinei.pdf>. дата обращения: 22.05.2017).
30. **Мировые поставщики** получают прибыль от экспорта в Китай [Электронный ресурс]. URL: <http://meatinfo.ru/news/mirovie-postavshchiki-svinini-poluchayut-pribil-ot-eksporta-v-kitay-364649> (дата опубликования: 08.11.2016, дата обращения: 27.04.2017).
31. **Обзор тенденций** на мировом рынке свинины [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tsenovik.ru/articles/obzory-i-prognozy/obzor-tendentsiy-na-mirovom-rynke-svininy/>. По материалам АНДВ/ВРЕХ, www.ahdb.org.uk/www.brex.org.uk. Перевод Т. Руденко (дата опубликования: 04.08.2015, дата обращения: 26.01.2017).
32. **Порода свиней** Ландрас [Электронный ресурс]. URL: http://www.vancats.ru/Podvor_svinovodstvo_porody_svinei_landras.htm (дата обращения: 17.02.2017).
33. **Производство мясной** продукции в странах Европейского союза в 2013-2023 гг. [Электронный ресурс]. URL: <http://meatinfo.ru/news/proizvodstvo-myasnoj-produktsii-v-stranah-evropeyskogo-323447> (дата опубликования: 6.06.2014, дата обращения: 18.05.2017).
34. **Развитие свиноводства** в странах мира / Герасимов В.И. [и др.] [Электронный ресурс]. URL: http://www.rusnauka.com/26_NII_2009/Veterenariya/51530.doc.htm. (дата обращения: 11.02.2017).
35. **Развитие свиноводства:** современное состояние и перспективы [Электронный ресурс]. URL: <http://vselhoz.ru/animal/pig-breeding.html> (дата обращения: 24.01.2017).
36. **Репродуктивно-респираторный синдром** свиней (PPCC) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.omedvet.ru/disease-of-pigs/reproduktivno-respiratornyjsindrom-svinej.html> (дата обращения: 16.06.2016).
37. **Российское продовольственное эмбарго** (с 2014 года) [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Российское_продовольственное_эмбарго_\(с_2014\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Российское_продовольственное_эмбарго_(с_2014)) (дата обращения: 19.08.2016).
38. **Рост свиноголовья** в США и Канаде может оказать давление на экспорт ЕС [Электронный ресурс]. URL: <http://meatinfo.ru/news/rost-svinopogolovya-v-ssha-i-kanade-370812>. (дата опубликования: 11.04.2017, дата обращения: 21.05.2017).
39. **Свиноводство будущего** [Электронный ресурс]. URL: <https://rynok-apk.ru/articles/animals/svinovodstvo-budushchego/>. (дата опубликования: 27.09.2016, дата обращения: 29.04.2017).
40. **Свиноводство** в Великобритании не дает прибылей [Электронный ресурс]. URL: <http://prodinfo.by/foreignnews/2013/03/11348/svinovodst.html>. (дата обращения: 28.05.2017).

41. **Свиноводство в Дании** [Электронный ресурс]. URL: http://fermadk.ucoz.com/publ/svinovodstvo_v_danii_chast_pervaja/1-1-0-1. 11.01.2013. (дата обращения: 19.04.2017).
42. **Свиноводство в мире** и интенсификация производства свинины [Электронный ресурс] /Герасимов В.И. [и др.] URL: <http://usnasuperbio.com.ua/page/svinovodstva-v-mire-i-intensifikacija-proizvodstva-svininy>. (дата обращения: 30.11.2016).
43. **Свиноводство Дании** - пример для подражания [Электронный ресурс]. URL: <http://atmagro.ru/2016/02/28/svinovodstvo-danii-primer-dlya-podrazhaniya/>. (дата опубликования: 28.02.2016, дата обращения: 19.04.2017).
44. **Семенова А.** Итоги конференции «Тенденции свиноводства в России и мире. Новый взгляд на ветеринарию» [Электронный ресурс]. URL: <http://ветеринария.рф/analytics/reportazhi/itogi-konferentsii-tendentsii-svinovodstva-v-rossii-i-mire-novuuy-vzglyad-na-veterinariyu/> (дата обращения: 22.03.2017).
45. **Сколько мяса едят** в разных государствах? [Электронный ресурс]. URL: <http://www.servis-expo.ru/news/skolko-myasa-edyat-v-raznyh-gosudarstvah/> (дата обращения: 17.11.2016).
46. **Сколько мяса едят** в разных странах мира? [Электронный ресурс]. URL: www.brestmeat.by (дата обращения: 16.11.2016).
47. **Сорокин М.** Импровак - новый экономически выгодный метод избавления мяса от специфического запаха хряка [Электронный ресурс]. URL: <http://agroobzor.ru/svin/a-141.html>. (дата обращения: 23.04.2017).
48. **AASV** Statement on the Welfare of Swine. [Электронный ресурс]. URL: https://www.aasv.org/aasv/welfare_statement.htm. (дата опубликования: 11.10.2011, дата обращения: 26.05.2017)
49. **Bradford J., Mellencamp M.** The benefits of immunological castration [Электронный ресурс]. URL: <http://takingstock.asas.org/?p=9782>. (дата опубликования: 06.10.2013, дата обращения: 11.05.2017).
50. **Borrer E.** «Global Pork Market. Perspectives from the U.S. Challenges & Opportunities», 2016 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agroalimentarias.coop/ficheros/doc/05104.pdf> (дата обращения: 11.05.2017).
51. **De Briyne Nancy, Berg Charlotte, Blaha and Deborah Temple Thomas.** Кастрация свиней - сможет ли ЕС запретить кастрацию к 2018 году? Менеджмент здоровья свиней. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.pig333.ru/abstracts/кастрация свиней - сможет ли-ес-запретить-кастрацию-к-2018-г_1967/](https://www.pig333.ru/abstracts/кастрация%20свиней%20-%20сможет%20ли%20ес%20запретить%20кастрацию%20к%202018%20г%201967/)(дата обращения: 18.03.2017).
52. **Strak J.** Denmark's pig production - modern, efficient, changing. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pigprogress.net/Sows/Articles/2016/12/Denmarks-pig-production--modern-efficient-changing-64850E/>. (дата опубликования: 23.12.2016, дата обращения: 12.04.2017).
53. **The new face** of Brazilian pig production - Challenges and prospects [Электронный ресурс]. URL: <https://labexkorea.wordpress.com/2012/01/03/the-new-face-of-brazilian-pig-production-challenges-andprospects/>(дата обращения: 19.03.2017).
54. **Wean-to-finish** production systems evolve for healthy pigs [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nationalhogfarmer.com/animal-health/wean-finish-production-systems-evolve-healthy-pigs>(дата обращения: 21.03.2017).

Поступила в редакцию: 13.11.2017 г.

Михайлова Ольга Александровна, кандидат биологических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»,
тел. 8 953 619 86 15, e-mail: omichk.olga@yandex.ru

Н.В. Абрамкова, кандидат биологических наук, доцент

А.Н. Зарубин, аспирант

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

The candidate of biological science, associate professor N.V. Abramkova

The graduate student, A.N. Zarubin

Orel agricultural university of N.V.Parakhin, Orel City, Russia, e-mail: necz34@mail.ru

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ТЕЛОК
НА ПОСЛЕДУЮЩУЮ МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ**
(Influence of mineral food of heifers on the subsequent dairy productivity)

Известно, что минеральные вещества играют большую роль в формировании продуктивности животных. В то же время с увеличением генетического потенциала продуктивности возрастает и потребность в питательных, биологически активных и минеральных веществах. Следовательно, необходимо уточнение норм кормления по отдельным элементам. В результате исследований установлено, что увеличение в рационах телок уровня минерального питания позволяет увеличить интенсивность их роста и последующую молочную продуктивность.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, продуктивность, рост, минеральные вещества

It is known that mineral substances play a large role in formation of efficiency of animals. At the same time with increase in genetic potential of efficiency also the need for nutritious, biologically active and mineral agents increases. Therefore, specification of norms of feeding on separate elements is necessary. As a result of researches it is established that increase in diets of heifers of level of mineral food allows to increase intensity of their growth and the subsequent dairy productivity.

Key words: cattle, productivity, growth, mineral substances

В настоящее время перед животноводством нашей страны остро стоит проблема увеличения производства продуктов животноводства. Основными направлениями в решении этой задачи являются повышение генетического потенциала продуктивности животных и оптимизация их кормления, которая включает в себя не только улучшение качества кормов, применения новых кормовых средств, но и уточнение норм кормления по питательным и биологически активным и минеральным веществам [2, 6, 7, 16, 19, 20, 21, 26, 27]

Установлено, что с увеличением генетического потенциала продуктивности животных растет их потребность в питательных и биологических веществах. Корма растительного и животного происхождения не могут удовлетворить эти потребности, что ведет к задержке роста и развития молодых животных, а впоследствии к снижению продуктивности взрослых животных. Особенно требовательны к качеству кормления молодые интенсивно растущие животные. [1, 5, 9, 12, 13, 17, 22, 24, 25]

К группе питательных и биологически активных веществ, участвующих в процессах роста, развития, поддержания здоровья, воспроизводительной функции и продуктивности, относятся и минеральные вещества. Они участвуют практически во всех окислительно-восстановительных реакциях и таким образом определяют состояние обмена веществ в организме [3, 4, 8, 11, 14, 15, 18, 23].

В связи с вышеизложенным, нами были проведены исследования по изучению влияния уровня минерального питания в рационах телок черно-пестрого скота на интенсивность их роста и последующую молочную продуктивность первотелок.

Материалы и методы исследований

Для проведения научно-хозяйственных и физиологических опытов по изучению влияния различных уровней минерального питания на особенности пищеварения у телок черно-пестрого были отобраны 36 телок с учетом происхождения, возраста и массы тела, родившиеся от коров 2-3 отела, которые в 5-месячном возрасте были расформированы на 3 группы по 12 животных по принципу аналогов.

Рационы кормления телок составлялись с учетом детализированных норм РАСХН и включали в себя силос кукурузный, сено из бобово-злаковых трав, свеклу свекловичную патоку, концентратную смесь, состоящую из ячменной, овсяной, пшеничной и гороховой дерти. Нами было установлено, что наибольший дефицит животные испытывают в следующих минеральных веществах: кальций, фосфор, медь, цинк, кобальт.

Различия в кормлении животных подопытных групп заключались в уровнях минерального питания:

- 1 группа – уровень минерального питания, сложившийся в производственных условиях,
- 2 - согласно существующим нормам РАСХН,
- 3 – уровень нормируемых минеральных веществ выше на 15-25%.

С 20-месячного возраста животные были переведены на одинаковые рационы кормления, включающие в себя: в стойловый период - силос кукурузный, сено клеверо-тимофеевичное, свекловичную патоку, концентратную смесь, летом – пастбищную траву и концентратную смесь, сбалансированные согласно нормам РАСХН в зависимости от

физиологического состояния и уровня продуктивности.

В научно-хозяйственных и физиологических опытах изучалось: химический состав, потребление и использование кормов, переваримость составных веществ рационов, рост животных, молочная продуктивность первотелок, а также гематологические и клинические показатели при различных уровнях минерального питания телок.

Результаты и их обсуждение

В ходе исследований было установлено, что уровень минеральных веществ в рационах оказыва-

ют существенное влияние на динамику массы тела телок подопытных групп (табл.1).

До 5-месячного возраста, животные находились на общепринятой схеме кормления. Изменение массы тела телок подопытных групп в этот период не имеет различий.

С 9-месячного возраста отмечены достоверные различия в приросте массы тела телок подопытных групп в зависимости от изменения уровня минерального питания. Было выявлено, что с увеличением содержания в рационах минеральных веществ, увеличиваются приросты массы тела животных.

Таблица 1. - Динамика массы тела телок подопытных групп в течении опытов

Возраст	Группа		
	1	2	3
При рождении	29,5±0,5	29,0±0,5	29,5±0,4
В 5 месяцев	123,6±0,8	123,0±0,9	123,0±0,9
Прирост	94,1	94,0	93,5
В 9 месяцев	179,2±2,8***	201,7±2,9	209,5±2,0*
Прирост	55,6	78,7-	86,5
В 12 месяцев	218,2±3,9***	244,5±3,0	259,5±5,3*
Прирост	39,0	42,8	50,0
В 14 месяцев	246,9±4,2**	274,0±5,1	290,6±6,4*
Прирост	28,7	29,5	31,1
В 18 месяцев	311,5±10,5**	356,0±5,0	378,3±5,2**
Прирост	64,6	82,0	87,7

Сравнение достоверности с показателями у телок 2 группы при - P<0,05; *-P<0,01, ***-P<0,001.

При достижении телками 18-месячного возраста было отмечено, что по показателю массы тела только телки 3 группы соответствовали плановому показателю. Телки 1 группы, уровень минерального питания которых соответствовал, сложившемуся в производственных условиях, отставали по этому показателю от телок 3 группы, находившихся на повышенном уровне минерального питания на 21,5%. Животные 2 группы, получавшие минеральные вещества в соответствии с существующими нормами имели массу тела в 18-месячном возрасте на 6,3% меньшую, чем животные 3 группы.

В 18-месячном возрасте все животные были осеменены. В 20-месячном возрасте - переведены на

одинаковые рационы, согласно схеме опыта. Отелы подопытных первотелок проходили в августе-сентябре.

Данные по молочной продуктивности на 3-ем месяце лактации животных подопытных групп, представлены в таблице 2.

Наибольшим суточным удоем отличались животные 3 группы, выращенные на рационах с повышенным уровнем минеральных веществ, наименьшим – животные 1 группы, выращенные на рационах с уровнем минерального питания, сложившимся в производственных условиях.

Таблица 2 - Показатели молочной продуктивности у первотелок подопытных групп на 3-ем месяце лактации

Группа	Среднесуточный удой, кг.	Жирность молока, %	Расход кормовых единиц на 1 кг. молока
1	9,2	3,68	1,19
2	11,5	3,67	1,11
3	16,3	3,67	1,04

Полученные результаты показывают, что при увеличении уровня минеральных веществ в рационах телок 2 группы до существующих норм РАСХН для черно-пестрого скота, их молочная продуктивность увеличилась на 25% по сравнению с животными, минеральное питание которых соответство-

вало сложившемуся в хозяйстве (т.е. было ниже нормы на 15-20%). Наилучшую молочную продуктивность удалось получить от телок 3 группы – на 77% выше, чем у 1 группы и на 42% выше, чем у животных 2 группы.

Низкая молочная продуктивность первотелок I группы обусловлена тем, что эти животные, имея низкую массу тела, расходовали большую часть питательных и биологически активных веществ на рост, в то время как животные оставшихся групп использовали их на образование продукции – молока.

Выводы

В результате изучения влияния уровней минерального питания на интенсивность роста телок и последующую молочную продуктивность первотелок было выявлено, что корма растительного проис-

хождения, которые составляют основу рациона, не удовлетворяют потребность растущих телок в кальции, фосфоре, меди, цинке и кобальте. Поэтому возникает необходимость устранения дефицита минеральных элементов с помощью минеральных добавок.

Увеличение в рационах телок уровня минерального питания (кальций, фосфор, медь, цинк, кобальт) на 15 – 25 % привело к увеличению их приростов и оказало положительное влияние на последующую молочную продуктивность первотелок.

Литература

1. **Абрамкова Н.В.** Обмен минеральных веществ у молодняка черно-пестрого голштинизированного скота в зависимости от возраста и условий кормления. *Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук*. 2002. – 119 с.
2. **Абрамкова Н.В.** Минеральная питательность кормов и обеспеченность потребности молодняка крупного рогатого скота в минеральных веществах. *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. 2012; 7:16-18.
3. **Абрамкова Н.В., Феофилова Ю.Б.** Особенности роста телят при различных уровнях магния в их рационах. *В сборнике: инновационные фундаментальные и прикладные исследования в области химии сельскохозяйственному производству материалы IV международной заочной научно-практической интернет-конференции*. 2011. - С. 100-104.
4. **Абрамкова Н.В., Феофилова Ю.Б., Козлов А.С.** Особенности роста телят при различных уровнях цинка в рационах. *Вестник орловского государственного аграрного университета*. 2011; 6:57-58.
5. **Абрамкова Н.В., Козлов И.А., Козлов А.С.** Влияние способов скармливания кормов ремонтным телкам на процессы пищеварения и последующую молочную продуктивность. *В сборнике: Инновационные фундаментальные и прикладные исследования в области химии сельскохозяйственному производству. Материалы V международной заочной научно-практической интернет-конференции*. 2012. - С. 125-128.
6. **Абрамкова Н.В., Козлов А.С., Лактионов К.С.** Показатели рубцового пищеварения у телок черно-пестрого скота в зависимости от возраста и уровня минеральных веществ в рационах. *Вестник орловского государственного аграрного университета*. 2012; 6: 64-65.
7. **Абрамкова Н.В.** Сравнительная эффективность силосного и сенажного типов кормления ремонтного молодняка черно-пестрого скота. *Главный зоотехник*. 2012; 7: 6-11.
8. **Василенко Н.** Восполнение дефицита энергии и минеральных веществ у КРС. *Комбикорма*. 2012; 1:97-98.
9. **Гагарина О.Ю., Мошкина С.В.** Правильное выращивание молодняка молочного скота – залог продуктивного долголетия животных. *В сборнике: Материалы международной научно-практической конференции. Пути продления продуктивной жизни молочных коров на основе оптимизации разведения, технологий содержания и кормления животных*. 2015. - С. 12-15.
10. **Гагарина О.Ю., Мошкина С.В.** Продуктивные качества телят при использовании различных технологий кормления. *В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию факультета ветеринарной медицины и технологии животноводства, проводимой на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I»*. 2016. - С. 73-76.
11. **Гагарина О.Ю., Мошкина С.В.** Физиологическое обоснование использования различных рационов кормления молодняка молочного скота. *В сборнике статей по материалам III научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского государственного аграрного университета: Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции*. 2017. - С. 484-493.
12. **Гагарина, О.Ю., Мошкина С.В.** Эффективность различных технологий выращивания ремонтного молодняка крупного рогатого скота. *Вестник биотехнологии*. 2017; 1: 6.
13. **Зарубин А.Н., Петухов А.В., Абрамкова Н.В.** Влияние состава рациона на баланс кальция в организме ремонтных телок. *Сетевой научный журнал ОрелГАУ*. 2014; 3: 9-12.

14. **Зелов К.А., Мурленков Н.В., Абрамкова Н.В.** Применение кормовой добавки «Мегалак» в молочном скотоводстве. В сборнике: *1 международная научно-практическая интернет-конференция, посвященная 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский Научно-Исследовательский Институт Аридного Земледелия»*. 2016. - С. 3217-3220.
15. **Карпова Н.В., Гудкова Н.А., Дежаткина С.В., Мухитов А.З.** Влияние минеральных веществ на рост и развитие молодняка животных. *Международный студенческий научный вестник*. 2016; 43: 327-328.
16. **Козлов А.С., Дедкова А.А., Мошкина С.В., Козлов И.А., Феофилова Ю.Б., Абрамкова Н.В.** Влияние различных типов кормления и способов скармливания кормов на потребление корма, переваримость питательных веществ и их продуктивное использование у молочных коров. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2009; 4: 67-76.
17. **Кокорев В.А., Прытков Ю.Н., Сыропятова Т.Е.** Использование минеральных веществ телятами-молочниками черно-пестрой породы. В сборнике: *Актуальные проблемы развития агропромышленного комплекса Прикаспийского региона. Материалы Международной научно-практической конференции*. 2013. - С. 34-38.
18. **Кузнецова Т.С., Кузнецов С.Г., Кузнецов А.С.** Контроль полноценности минерального питания. *Зоотехния*. 2007; 8: 10-14.
19. **Лёвичева Е.В., Абрамкова Н.В.** Особенности минерального питания телят по периодам их роста В сборнике: *Современный агропромышленный комплекс глазами молодых исследователей. Материалы региональной научно-практической конференции молодых ученых*. 2012. - С. 100-102.
20. **Менькова А.А., Андреев А.И., Чикунова В.И.** Обмен веществ в организме телок при разном уровне минерального питания. В сборнике: *Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции*. 2016. - С. 32-35.
21. **Мошкина С.В., Феофилова Ю.Б., Абрамкова Н.В.** Пути повышения эффективности молочного скотоводства. *Главный зоотехник*. 2012; 9:27-29.
22. **Натыров А.К., Убушаев Б.С., Мороз Н.Н.** Сравнительная оценка использования минеральных веществ жвачными животными при различных типах кормления. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017; 1: 96-99.
23. **Никулин В.Н., Мустафин Р.З.** Состояние обмена минеральных веществ у молодняка КРС при включении в рацион пробиотика. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2014; 1: 164-166.
24. **Петросян А.** Уроки минерального питания/ А. Петросян. *Животноводство России*. 2008; 10:61-63.
25. **Рахимжанова И.А., Галиев Б.Х., Ширнина Н.М., Дусаева Х.Б., Ушаков А.С.** Обмен минеральных веществ у подсосных телят при использовании в их рационах белково-витаминно-минеральной добавки. В сборнике: *Инновационные направления и разработки для эффективного сельскохозяйственного производства материалы международной научно-практической конференции, посвящённой памяти члена-корреспондента РАН В.И. Левахина: в 2 частях*. 2016. - С. 235-240.
26. **Сергеева Ю.С., Абрамкова Н.В.** Динамика роста ремонтных телок в зависимости от уровня минеральных веществ в рационах. *Сетевой научный журнал ОрелГАУ*. 2015; 43: 66-67
27. **Эленшлегер А.А., Афанасьев К.А.** К проблеме нарушения минерального обмена веществ у коров. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017; 3: 143-148.

Поступила в редакцию: 05.09.2017 г.

Абрамкова Наталья Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент,
Зарубин Андрей Николаевич, аспирант
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»,
e-mail: necz34@mail.ru

С.А. Кочеленко, К. А. Лешуков, Л.О. Иванова, Ю.О. Иванова
Koshelenko, S. A., Leshukov K. A., Ivanova A. O., Ivanov O. Yu.
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет
имени Н.В. Парахина», Орел, Россия
Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education
"Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin", Orel, Russia
E-mail: kostl77@mail.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО КОМПЛЕКСА
ЦИКОРИЯ НА КАЧЕСТВО И СРОКИ ХРАНЕНИЯ СОСИСОК**
(Study the influence of biologically active chicory complex on the quality and shelf life of sausages)

Первостепенная задача пищевой промышленности – производство продуктов повышенной пищевой и биологической ценности, сохранение пищевых продуктов и предотвращение их порчи. Эти задачи могут быть решены в значительной степени с помощью рационального и грамотного применения пищевых добавок, обладающих повышенной пищевой и биологической ценностью, консервирующим и антиоксидантным действием. Изучено влияние биологически активного антиоксидантного комплекса цикория на качество и срок хранения сосисок. Применение антиоксидантов цикория улучшает функционально-технологические свойства и увеличивает срок хранения сосисок.

Ключевые слова: пищевая промышленность, сосиски, функционально-технологические свойства, антиоксиданты цикория.

Введение. Концепция государственной политики в области здорового питания населения России в качестве основных приоритетов предусматривает значительное расширение отечественного производства пищевых продуктов и обеспечение их безопасности.

В этой связи, первостепенное значение приобретает проблема максимального сохранения уже произведенных продовольственного сырья и пищевых продуктов на всех этапах их производства, хранения, транспортировки и реализации, включая домашние условия.

Первостепенная задача – производство продуктов повышенной пищевой и биологической ценности, сохранение пищевых продуктов, предотвращение их порчи, и в итоге – предотвращение или снижение экономических потерь.

Эти задачи могут быть решены в значительной степени с помощью рационального и грамотного применения пищевых добавок, обладающих повышенной пищевой и биологической ценностью, консервирующим и антиоксидантным действием [1, 3, 4].

Целью настоящей работы является исследование влияние биологически активного комплекса цикория на качество и сроки хранения сосисок без снижения показателей их качества и безопасности.

Использование подобной добавки позволит еще и повысить пищевую ценность мясопродуктов. Известно, что мясо и мясные продукты содержат значительное количество всех незаменимых аминокислот. В говядине также отмечается высокое содержание железа, хорошо усвояемого организмом человека,

The primary task of the food industry is to produce food of high nutritional and biological values, preserve food and prevent spoilage. These problems can be solved largely with the help of rational and literate use of food additives with high nutritional and biological value, preservative and antioxidant action. The influence of biologically active antioxidant complex of chicory on the quality and shelf life of sausages. The use of antioxidants chicory improves functional and technological properties and increases the shelf life of sausages.

Key words: food industry, sausages, functional and technological properties, antioxidants chicory.

в свинине – большое количество витаминов группы В, участвующих в регулировании углеводного объема, нормализующих работу сердечно-сосудистой, центральной и периферической нервной систем.

Однако в состав традиционных мясных блюд не входят необходимые витамины и антиоксиданты, которые играют важную роль в позитивном питании. Введение в рецептуру сосисок биологически активного комплекса цикория позволит разработать продукт, удовлетворяющий потребности человека как в основных питательных веществах и энергии, так и обладающий лечебно-профилактическими свойствами за счет содержания антиоксидантов. Биофлавоноиды, содержащиеся в цикории, благодаря антиоксидантным свойствам, защищают организм человека от свободных радикалов, проявляя антиканцерогенное действие, а также блокируют активные перекисные радикалы, замедляя процесс старения [5, 6].

В связи с этим, в работе необходимо решить следующие задачи:

- исследовать влияние биофлавоноидов и антиокислительной системы биологически активного комплекса цикория на общее увеличение количества микроорганизмов при хранении модельных образцов сосисок;

- изучить действие биологически активного комплекса цикория на физико-химические изменения в модельных образцах сосисок в процессе хранения;

- изучить влияние различных концентраций биофлавоноидов цикория на качественные показатели сосисок с длительными сроками хранения;
- определить оптимальную дозу внесения биофлавоноидов цикория в мясные продукты.

Решение указанных задач позволит разработать технологию производства комбинированных продуктов увеличенного срока хранения без применения синтетических консервантов.

Материал и методы исследований.

Сосиски вареные «Ливенские» первого сорта вырабатываются в соответствии с ТУ 9213-005-00423261. Фарш сосисок содержит: говядину односортную или первого сорта (60%), свинину жирную (16%), белковый стабилизатор, соевый белок, из специй добавляют мускатный орех или кардамон, перец красный молотый и чеснок.

Сосиски вареные «Ливенские» первого сорта выпускаются в батончиках с чистой сухой поверхностью без повреждений оболочки, наплывов фарша, слипов, бульонных и жировых отеков. Консистенция сосисок должна быть упругой и сочной. Вид на разрезе розовый или светло розовый равномерно перемешан.

Массовая доля, % должна быть не более: влаги – 70%, поваренной соли 2,5%, нитрата натрия 0,005%, белка и жира не менее, соответственно, 11 и 20%. Остаточная активность кислой фосфатазы % не более 0,006%.

В работе использовали корнеплоды цикория сушёные в виде порошка (РСТРСФСР 286-77). Корни цикория содержат от 40% до 61% инулина, 4% белко-

вых веществ; до 15% сахара, 0,1-0,2% глюкозида интибина, 4,5-9,5% фруктозы, 10-20% левулезы, 4,7-6,5% пентозанов, а также пектин, жиры, смолы, дубильные вещества и органические кислоты - аскорбиновая (15,8%), цикоревая, яблочная, лимонная и винная. Корни цикория богаты углеводами, в частности фруктозанами (4,7-6,5%). В них содержится до 4,5-9,5% свободной фруктозы и ее водорастворимый полимер – инулин. Кроме того, в состав корней растения входят жирные кислоты (линолевая, пальмитиновая, линоленовая, стеариновая), стерины (α -амирин, та-ракастерол, β -ситостерол), смолы, холин, а также флавоноиды: апигенин, лютеолин-7-о- β -D-глюкопиранозид, кверцетин-3-о- β -L-рамнозид, кверцетин-3-о- β -D-галактозид, апигенин-7-о-L-арабинозид.

Порошок корня цикория добавляли на стадии составления фарша согласно рецептуре в количестве, представленном в таблице 1.

Первый образец сосисок был контрольным, выработанным согласно нормативно-технической документации на сосиски «Ливенские» 1 сорта, во второй образец добавляли порошок корня цикория в количестве 150 г на 100 кг несоленого сырья взамен чеснока, в третий образец добавляли порошок корня цикория в количестве 100 г на 100 кг несоленого сырья взамен кардамона или мускатного ореха.

Результаты исследований и их обсуждение

В экспериментах использовали образцы сосисок «Ливенские» 1 сорта с различным содержанием цикория, которые хранили 15 суток в бытовом холодильнике при температуре t 4°C и влажности 65%.

Таблица 1. - Рецептура сосисок «Ливенские» первого сорта и модельных образцов сосисок с биологически активным комплексом цикория

Наименование сырья, пряностей и материалов	Норма для сосисок - «Ливенские» Образец №1	Норма для сосисок «Ливенские» с цикорием, Образец №2	Норма для сосисок «Ливенские» с цикорием, Образец №3
Сырье не соленое, кг (на 100 кг сырья)			
Говядина жилованная односортная или первого сорта	60	60	60
Свинина жирная или щековина свинья	16	16	16
Белковый стабилизатор	10	10	10
Гидратированный соевый белок	14	14	14
Пряности и материалы, г (на 100 кг не соленого сырья)			
Соль поваренная пищевая	2500	2500	2500
Нитрит натрия	5,7	5,7	5,7
Перец красный молотый	50	50	50
Кардамон или мускатный орех молотый или вместо пряностей «Флора» №3 или №4	100	100	-
Чеснок свежий, консервированный, очищенный, измельченный или сушеный	200	50	200
Корень цикория сушеный (порошок)	-	150	100
Оболочка	Искусственные d 21-24 мм	Искусственные d 21-24 мм	Искусственные d 21-24 мм

Общая бактериальная обсемененность сосисок «Ливенские» в начале эксперимента составляла 20 тыс. колоний КОЕ/г. В течение последующих 8 суток объем микрофлоры практически не изменился и находился в пределах 95-250 КОЕ/г. На 9 -13 сутки

отмечено незначительное повышение концентрации микроорганизмов в образцах №2 и 3, которая составила соответственно 126 КОЕ/г и 320 КОЕ/г. В контрольном образце на 9 сутки происходит значительный рост м/о и на 10 сутки уже превышает ПДК. Че-

рез 13 суток после начала эксперимента произошло увеличение общей бактериальной обсемененности у образцов № 2 и 3, однако к моменту окончания эксперимента величина КМАФАнМ не превысила ПДК.

На основании полученных данных можно увеличить длительность хранения сосисок «Ливенские» в холодильнике при температуре 4°C и влажности 65% с 3 до 15 суток без существенного изменения микробиологических и органолептических показателей за счет внесения биологически активного комплекса цикория в количестве 100 г на 100 кг сырья.

В процессе хранения происходит уменьшение содержания влаги во всех образцах: в 1-м на 10%, во 2-м на 3% и в 3-м на 4% (рисунок 1).

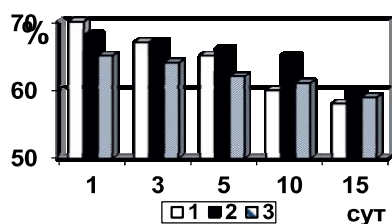


Рис. 1. – Изменение массовой доли влаги модельных образцов сосисок «Ливенские» в зависимости от сроков хранения

В обратной зависимости находится и содержание соли в исследуемых образцах, ее количество повышается (рисунок 2).

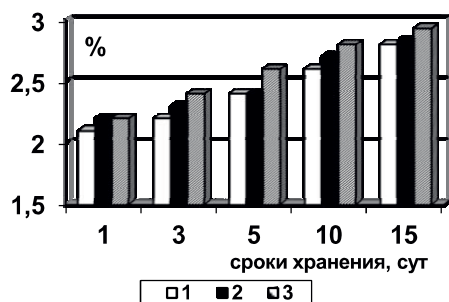


Рис. 2. - Изменение массовой доли соли модельных образцов сосисок «Ливенские» в зависимости от сроков хранения

Показатель pH является важным фактором роста и обмена веществ микроорганизмов. Различные виды бактерий выдерживают разные диапазоны pH, благодаря чему показатель pH пищевого продукта приводит к селекции микроорганизмов. Большинство патогенных микроорганизмов, а также бактерии порчи, вызывающие распад белка, имеют оптимальный pH в пределах нейтрального пункта (pH 7,00). Фарш вареной колбасы до термообработки имеет pH около 5,8-6,2. В зависимости от интенсивности тепловой обработки показатель pH поднимается примерно на 0,2-0,5 еди-

ниц pH. Поэтому для многих микроорганизмов среда мясного фарша, вареных колбас и продуктов благоприятна с точки зрения показателя pH [2].

Во всех исследуемых образцах отмечено увеличение данного показателя. Наименьшие колебания были у 2 и 3 образца. Через 15 дней хранения сосисок данный показатель изменился на 0,5 ед во 2 образце, на 0,4 ед в 3-м и в контроле на 1 ед.

Таким образом, можно сделать предположение о том, что биологически активный комплекс цикория при внесении в мясной фарш хотя и незначительно, но повышает pH среды, затем благодаря своим буферным свойствам ограничивает рост pH, происходящий обычно при созревании мясного сырья. Результаты измерения pH приведены на рисунке 3.

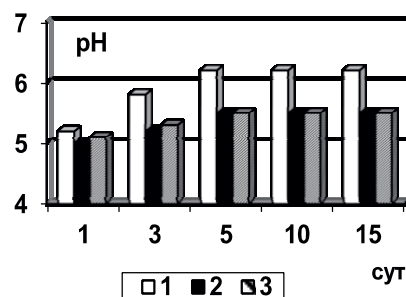


Рис. 3. - Влияние сроков хранения на pH модельных образцов сосисок

Анализ органолептической оценки модельных образцов сосисок показал, что по внешнему виду, консистенции, вкусу, запаху опытный образец № 2 не отличался от контрольного в течение первых трех суток хранения. На 5-сутки в контрольном образце (№1) появились выраженные признаки порчи (ослизнение оболочки, запах, свойственный испорченному продукту), в то время как опытный образец №2 не имел признаков порчи. В образце №2 признаки порчи (запах несвежего продукта) появились лишь после 15-и суток хранения.

В результате органолептических исследований модельных образцов было обнаружено, что признаки порчи (ослизнение, прогорклый запах, изменение цвета фарша, потемнение и появление сероватого оттенка) появились:

- в образце №1 – на 3-е сутки.
- в образце №2 – на 15 сутки.
- в образце №3 – на 10-е сутки.

Выводы. Таким образом, уровень качества оцениваемой продукции не ниже базового, а по некоторым показателям, таким как внешний вид, сочность, консистенция превосходит контроль.

В результате исследований установлено, что наиболее оптимальным при производстве сосисок «Ливенские» 1 сорта по комплексу признаков (КМАФАнМ, массовая доля влаги, pH) является внесение биологически активного комплекса цикория (порошок) в количестве 100 г на 100 кг сырья в мясной фарш на стадии куттерования.

Внесение биологически активного комплекса цикория в указанном количестве позволяет увеличить

срок хранения сосисок «Ливенские» 1 сорта с 3 до 15 суток в холодильнике при температуре 4°C и влажности 65% без существенного изменения микробиологических и органолептических показателей.

Применение цикория при производстве сосисок «Ливенские» 1 сорта позволяет увеличить выход продукта на 3 % за счет увеличения влагоудерживающей способности.

Установлено, биологически активный комплекс цикория при внесении в мясной фарш хотя и незначи-

тельно, но повышает pH среды, затем благодаря своим буферным свойствам ограничивает рост pH, происходящий обычно при созревании мясного сырья.

Следовательно, использование биологически активного комплекса цикория дает возможность продлить срок хранения сосисок, защищая их от порчи без существенного изменения показателей качества.

Литература

1. **Коснырева, Л.М.** Товароведение и экспертиза мяса и мясных товаров : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Л.М. Коснырева, В.И. Криштафович, В.М. Позняковский. — 3-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2007. — 320 с.
2. **Антипова, Л. В.** Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Рогов, И.А. Глотова // М. : Колос, - 2001. - 570 с.
3. **Жаринов, А. И.** Проектирование комбинированных продуктов питания /А.И. Жаринов, Ю.А. Ивашкин // Все о мясе. - 2004. - № 2. - С. 16-20.
4. **Липатов, Н. Н.** Совершенствование методики проектирования биологической ценности пищевых продуктов / Н.Н. Липатов, А. Б. Лисицын, С.Б. Юдина // Хранение и переработка сельхозсырья. Россельхозакадемия. 2006.- № 2.- С. 24-25.
5. **Жаринов, А. И.** Исследование фракционного состава белков мясного сырья /А.И. Жаринов, А.О. Юнакова // Мясные технологии. 2009. - № 5. - С. 50.
6. **Мамаев, А.В.** Изучение пищевой и биологической ценности мясных консервов из мяса птицы для детского питания / Мамаев А.В., Родина Н.Д., Сергеева Е.Ю., Лещуков К.А., Сучкова Т.Н., Цикин С.С.// Биология в сельском хозяйстве. - 2016. -№ 4 (13). - С. 14-16.
7. **Колесник, Л.С.** Использование энзимрезистентного горохового крахмала в технологии мясных продуктов: тенденции и перспективы / Колесник Л.С., Сучкова Т.Н., Мамаев А.В.// В сборнике: Фундаментальные научные исследования: теоретические и практические аспекты сборник материалов Международной научно-практической конференции. Западно-Сибирский научный центр. - 2016. - С. 404-406.

Поступила в редакцию: 05.10.2017 г.

Лещуков Константин Александрович, кандидат биологических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»,
E-mail: kostl77@mail.ru