

БАЛТИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. ИММАНУИЛА КАНТА

# АНТИОКСИДАНТЫ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОРМОВ

Монография

Издательство  
Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта  
2019

УДК 631:614.95:636.085.16

ББК 45.45

A721

*Коллектив авторов:*

Г. Н. Чупахина, Н. Ю. Чупахина, П. В. Масленников,  
Л. Н. Скрыпник, П. В. Федуреав, Э. С. Родина

*Рецензенты:*

*В. И. Панасин*, д-р сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный агроном России, Центр агрохимической службы «Калининградский»

*О. М. Бедарева*, д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой агропочвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «КГТУ»

Печатается по решению Ученого совета Института живых систем Балтийского федерального университета им. И. Канта.

A721 **Антиоксиданты растительных кормов** : монография / Г. Н. Чупахина, Н. Ю. Чупахина, П. В. Масленников [и др.]. — Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2019. — 191 с.

ISBN 978-5-9971-0560-0

Обсуждается возможность повышения антиоксидантных свойств кормов за счет использования многолетних трав, веточных кормов, овощных культур, отходов сельскохозяйственных производств и др. Рассматриваются примеры включения в рационы сельскохозяйственным животным антиоксидантных добавок.

Рекомендуется научным сотрудникам сферы кормопроизводства, преподавателям, аспирантам, магистрам, студентам, работникам сельского хозяйства.

УДК 631:614.95:636.085.16

ББК 45.45

© Чупахина Г. Н., Чупахина Н. Ю.,  
Масленников П. В., Скрыпник Л. Н.,  
Федуреав П. В., Родина Э. С., 2019

© БФУ им. И. Канта, 2019

ISBN 978-5-9971-0560-0

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

---

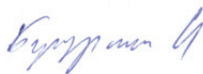
<b>Введение</b> .....	6
<b>Глава 1. Животноводство в Калининградской области</b> .....	9
1.1. Состояние отрасли животноводства в Калининградской области .....	9
1.1.1. Молочное скотоводство.....	10
1.1.2. Свиноводство и птицеводство.....	16
<b>Глава 2. Антиоксиданты — важнейшие компоненты кормов для сельскохозяйственных животных</b> .....	19
<b>Глава 3. Растительное сырье для кормопроизводства</b> .....	22
3.1. Традиционные растительные корма.....	22
3.2. Использование кормовых ресурсов леса в животноводстве ..	22
3.2.1. Свежие и сочные корма из зеленой фитомассы. Соки и настои из натуральной зелени.....	24
3.2.2. Свежий веточный корм.....	26
3.2.3. Лесной силос .....	29
3.2.4. Сухие корма из зеленой фитомассы.....	31
3.2.5. Витаминная мука из древесной зелени .....	33
3.2.6. Кормовая мука из лесного сырья.....	35
3.2.7. Кормовые добавки из коры.....	36
3.2.8. Эффективность использования кормов из зеленой фитомассы и коры в животноводстве .....	37
3.3. Основные требования к кормовым ресурсам леса .....	43
<b>Глава 4. Использование антиоксидантов растительного происхождения в животноводстве</b> .....	45
4.1. Антиоксиданты дикорастущих растений Калининградской области .....	51
4.2. Антиоксиданты культурных растений .....	59

4.3. Использование синтетических антиоксидантов в животноводстве .....	63
4.4. Эффективность антиоксидантов при кормлении животных .....	69
<b>Глава 5. Антиоксиданты в кормах крупного рогатого скота.</b>	<b>79</b>
<b>Глава 6. Антиоксиданты в кормах лошадей</b> .....	<b>99</b>
<b>Глава 7. Антиоксиданты в кормах свиней</b> .....	<b>117</b>
<b>Глава 8. Антиоксиданты в кормах кроликов</b>	<b>145</b>
8.1. Уровень антиоксидантов в кормах, крови и тканях мяса кролика.....	147
8.2. Антиоксиданты и TRAP тканей кроликов .....	149
8.3. Антиоксиданты и ростовые показатели кроликов .....	150
8.4. Антиоксиданты и жирнокислотные профили мяса кролика..	151
8.5. Антиоксиданты и окисление липидов мяса кролика .....	152
8.6. Антиоксиданты и физико-химические характеристики мяса кролика.....	153
8.7. Фитопроизводные / масла / жирные кислоты с антиоксидантными свойствами.....	154
8.8. Отношения селена и глутатионпероксидазы (GPx) у кролика.	157
8.9. Корма и особенности кормления кроликов .....	158
<b>Заключение</b> .....	<b>166</b>
<b>Список литературы</b> .....	<b>168</b>
<b>Об авторах</b> .....	<b>190</b>

Министерство сельского хозяйства Калининградской области поддерживает публикацию монографии «Антиоксиданты растительных кормов», написанную по результатам исследований коллективом авторов во главе с доктором биологических наук, профессором-консультантом ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта» Галиной Николаевной Чупахиной.

В данной работе содержатся рекомендации по использованию антиоксидантов природного естественного происхождения, способствующих понижению окислительных процессов в организме сельскохозяйственных животных. Монография будет полезной для специалистов сельского хозяйства.

Зам. министра  
сельского хозяйства  
Калининградской области



Бусуркин С. В.

## **ВВЕДЕНИЕ**

---

Кормопроизводство — важнейшая отрасль сельского хозяйства. Оно определяет состояние животноводства, дающего человеку наиболее ценные в биологическом отношении продукты питания: мясо, молоко, яйца и др. Кроме того, научно-технический уровень развития кормопроизводства оказывает существенное влияние на эффективность растениеводства, сохранение плодородия почв и окружающей среды.

Качество кормов зависит от их происхождения, и в настоящее время питательная ценность корма характеризуется почти 70 различными показателями. Полностью соответствовать им практически невозможно. Часто в кормах в недостаточном количестве содержится протеин, витамины, незаменимые аминокислоты, минеральные вещества. Несбалансированность рационов приводит к снижению продуктивности животных, поэтому для повышения эффективности производства продукции животноводства используются кормовые добавки, содержащие различные питательные и биологически активные вещества. В число таких добавок входят антиоксиданты, которые рассматриваются как средства, способные устранить или затормозить окисление органических веществ кислородом и увеличить срок хранения разнообразных кормовых средств. Действительно, входящие в состав кормов жиры, биологически активные вещества с большим количеством двойных связей (витамины А, Д, Е, каротин, ненасыщенные жирные кислоты и др.) легко окисляются в присутствии кислорода воздуха, света, повышенной влажности. При этом они теряют свою биологическую активность, а продукты окисления (альдегиды, кетоны, перекиси, свободные кислоты) могут проявлять не только антивитаминовые свойства, но и токсичные.

Процессы окисления особенно активно идут, когда в состав комбикормов и премиксов входят серноокислые соли минераль-

ных веществ и водные растворы холин-хлорида. Для предупреждения окисления применяются антиокислители (антиоксиданты). Часто это синтетические соединения: бутилокситолуол, бутилоксианизол, сантохин, дилудин, агидол, дибуг и др.

Другой аспект использования антиоксидантов в кормлении сельскохозяйственных животных касается того, что антиоксиданты включаются в обменные процессы, происходящие в организме животных. В частности, антиоксиданты принимают участие в важнейшем процессе нейтрализации свободных радикалов, которые образуются и в период нормального функционирования животных, и особенно активно в стрессовых условиях (облучение, загрязнение воды, почвы, воздуха тяжелыми металлами, некачественные корма, низкая температура и др.). Экологическая обстановка на планете, к сожалению, ухудшается, а это ведет к тому, что повышается уровень свободных радикалов у всех живых организмов.

Свободные радикалы повреждают липиды мембран, белки, нуклеиновые кислоты, что ведет к различным заболеваниям, преждевременному старению и даже к гибели клеток. Прервать негативное действие свободных радикалов могут антиоксиданты, поэтому качественные растительные и другие корма должны содержать достаточное количество антиоксидантов, а для этого необходимо знать объекты с повышенным их содержанием, а также условия, способствующие их накоплению у растений — основных поставщиков природных антиоксидантов для кормов.

Эндогенный пул антиоксидантов растений зависит от их видовой принадлежности, условий выращивания, экологических факторов. Для некоторых антиоксидантов, например витамина С, известны условия, способствующие его накоплению. Но для большинства антиоксидантов (рутин, антоцианы, глутатион, убихинон, токоферолы, флаваноиды и др.) это тема будущих исследований.

Поэтому перспективным в кормопроизводстве является обогащение кормов растительным сырьем с повышенным содер-

жанием природных антиоксидантов. Изменить их содержание в растениях можно меняя условия выращивания растений, действием химических факторов, радиационных и др. Однако для нужд животноводства это должны быть методы, во-первых, доступные технически, а во-вторых, экономически выгодные, так что реальным в настоящее время остается использование природных ресурсов и продуктов растениеводства с высоким содержанием природных антиоксидантов.

Авторы с признательностью примут все пожелания, замечания и конструктивную критику, которые будут учтены в дальнейшей работе.

## **Глава 1**

### **ЖИВОТНОВОДСТВО В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

---

#### **1.1. Состояние отрасли животноводства в Калининградской области**

Устойчивое обеспечение населения продовольствием — одно из важнейших условий стабильности государства. В Калининградской области, как и в общем по стране, проблема производства основных видов животноводческой продукции всегда была актуальна. В начале 90-х годов наблюдалась тенденция отставания объемов производства животноводческой продукции от возрастающей потребности населения. Сокращалась эффективность инвестиций в отрасль и их окупаемость.

Период перехода к рыночной экономике сопровождался значительным спадом производства. Отрасль оказалась неподготовленной к смене экономических условий. Имея низкую степень устойчивости, она была слишком зависима от монополизма предприятий других отраслей агропромышленного комплекса. Рост цен на материальные ресурсы опережал рост цен на сельскохозяйственную продукцию, а также рост реального уровня доходов населения. За годы реформ в стране было допущено сокращение поголовья крупного рогатого скота. Тенденция снижения поголовья характерна как для сельскохозяйственных организаций, так и других форм хозяйствования.

Однако сегодня животноводство — это не только традиционная, но и самая перспективная отрасль сельскохозяйственного производства Калининградской области. На рисунке 1 показана динамика изменений количества условного поголовья всех видов животных за исключением пушных зверей в Калининградской области в хозяйствах всех категорий за период с 1990 по 2018 год.

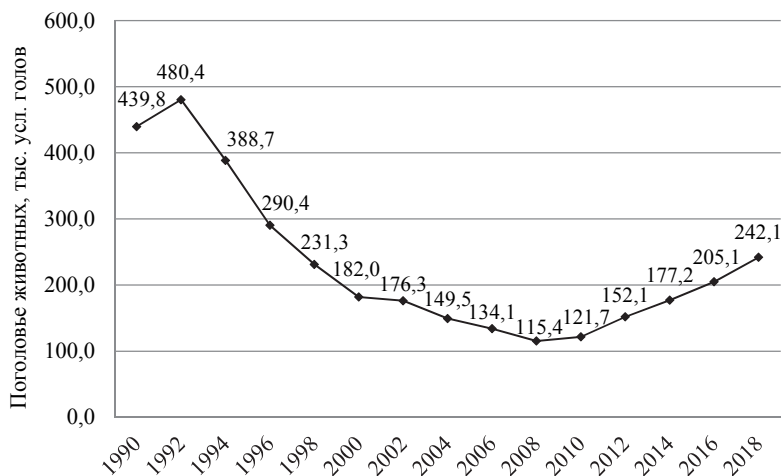


Рис. 1. Количество условного поголовья всех видов животных (за исключением пушных зверей) в Калининградской области

Как видно из этих данных, с 2008 года наблюдается устойчивая тенденция роста количества условного поголовья всех видов животных за исключением пушных зверей в Калининградской области. За последние десять лет поголовье увеличилось на 128,8% (или более чем в 2 раза). Однако если анализировать временной отрезок с 1992 по 2018 год, то наблюдается сокращение условного поголовья сельскохозяйственных животных более чем в 2 раза. Для более детального анализа состояния отрасли животноводства в Калининградской области необходимо отдельно рассмотреть основные ее направления: молочное, мясное скотоводство, свиноводство и птицеводство.

### **1.1.1. Молочное скотоводство**

Отрасль молочного животноводства — актуальнейшее и приоритетное направление сельскохозяйственного производства Калининградской области. Это одна из структурообразу-

ющих отраслей агропромышленного комплекса региона. Производство молока во всех категориях хозяйств области за период с 2010 по 2018 год отражено в таблице 1.

Таблица 1

**Производство молока в Калининградской области  
за период с 2010 по 2018 год (в разбивке по годам), тыс. т**

Показатель	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Производство молока	145,9	143,3	148,6	149,6	156,2	170,3	174,9	175,3	177,2

При анализе данных таблицы видим, что абсолютный минимум валового производства молока всеми категориями хозяйств области пришелся на 2011 год — 143,3 тыс. т. В последующие годы, в рамках доктрины продовольственной безопасности региона, особое внимание и государственная поддержка были оказаны приоритетным подотраслям сельскохозяйственного производства, работающим непосредственно «на прилавок», в число которых вошло и молочное скотоводство. Начиная с 2013 года Правительством Калининградской области осуществлялась программа по развитию молочного животноводства, позволившая переломить негативную ситуацию в отрасли. Благодаря комплексному подходу потребность населения области в цельном молоке обеспечена сегодня на 100%. Обеспеченность же молочной продукцией глубокой переработки (сыры, сгущенное молоко, творожные продукты) составляет только 76%. Поэтому молоко до настоящего времени остается одной из критических позиций в продовольственной безопасности региона и приоритетным направлением в оказании государственной поддержки как на федеральном, так и региональном уровне.

В структуре валового производства молока области основная доля (64% от общего объема, или 113,8 тыс. т) приходится на товаропроизводящие хозяйства, и доля эта имеет устойчивую тенденцию к росту, что является залогом стабильности

развития отрасли. В качестве примера можно назвать лидеров в производстве молока в Северо-Западном федеральном округе: Ленинградскую и Вологодскую области, где более 92 % валового производства молока сосредоточено в сельскохозяйственных организациях.

Кроме того, тенденция последних лет — это сосредоточение основного продуктивного скота в крупных вертикально интегрированных холдингах, на долю которых сегодня приходится 84 % валового объема молока, производимого в сельскохозяйственных предприятиях области.

В период с 2012 по 2018 год количество сельскохозяйственных предприятий молочного направления сократилось почти в два раза (с 50 до 24), при этом поголовье молочных коров сохранилось практически на прежнем уровне (14,3 тыс. голов).

Средний надой на одну корову молочного стада в сельскохозяйственных организациях, не относящихся к субъектам малого предпринимательства Калининградской области, в 2018 году составил 8340 кг, что на 29 % выше аналогичного общероссийского показателя. По итогам работы за 2018 год по данному показателю Калининградская область занимает третье место по Российской Федерации.

Высокая продуктивность молочного скота — это грамотная работа специалистов по максимальному использованию генетического потенциала животных, постоянная селекционная работа, инновационные технологии содержания и кормления, своевременное и квалифицированное ветеринарное обслуживание, эффективное использование государственной поддержки, высокая культура производства.

В малых формах хозяйствования содержится 16,2 тыс. голов коров, или 51 % от всего молочного поголовья области. По итогам 2018 года 72,8 тыс. т, около 40 % валового производства молока, приходится на долю малых форм хозяйствования, в том числе в личных подсобных хозяйствах населения произведено 63,3 тыс. т, то есть 36 % от общего областного валового производства молока. Динамика валового надоя молока в разных категориях хозяйств Калининградской области в период с 2014 по 2018 год представлена в таблице 2.

Таблица 2

**Динамика валового надоя молока  
в разных категориях хозяйств Калининградской области  
в период с 2014 по 2018 год, тыс. т**

Хозяйства	2014	2015	2016	2017	2018
Все категории	156,2	170,3	174,9	175,3	177,2
Сельскохозяйственные организации	87,1	101,3	105,2	104,9	104,4
Крестьянские (фермерские)	5,0	6,2	8,6	8,7	9,5
Личные подсобные	64,1	62,8	61,1	61,6	63,3

В таблице 2 отражена динамика валового производства молока в разрезе категорий хозяйств, в которой прослеживается устойчивая тенденция снижения валового производства молока в личных подсобных хозяйствах, однако она характерна не только для нашего региона, но и для всех регионов Российской Федерации. Министерство сельского хозяйства Калининградской области уделяет особое внимание развитию племенного животноводства. Породный состав коров молочной продуктивности представлен голштинской, черно-пестрой и симментальской породами.

Свыше 70% коров от общего поголовья дойного стада в сельскохозяйственных организациях — племенные, что стало основным фактором повышения продуктивности и качества молочного скота. В молочном животноводстве регион располагает одним племенным заводом и шестью племенными репродукторами. За последние пять лет в область импортировано 6,2 тыс. голов высокопродуктивных животных голштинской породы и свыше 185 голов симментальской породы.

Один из источников дохода племенных хозяйств — это реализация племенного молодняка. С 2016 года племенные хозяйства области впервые за постсоветский период возобновили поставки племенной продукции (933 головы) за пределы региона. В 2017 году произведена племенная продажа 1301 головы чистопородного молодняка голштинского скота в Башкирию, Рязанскую и Московскую области.

Ведение молочной отрасли и племенного дела базируется на применении информационных технологий. В Калининградской области активно работает государственное бюджетное учреждение «Центр по управлению племенным животноводством», который осуществляет информационное сопровождение в сфере племенного животноводства, ведение электронной базы данных по племенным животным, формирование племенных свидетельств и ежемесячных отчетов хозяйств, информационно-консультационное обслуживание специалистов, предприятий и организаций агропромышленного комплекса, оказывает помощь в организации искусственного осеменения животных. Почти во всех племенных хозяйствах области внедрена информационно-аналитическая система «Селэкс».



Рис. 2. «Залесский фермер» продолжает расширять производство в Полесском районе. Новый животноводческий комплекс содержит 2 тыс. голов голштинской породы скота (фото Н. Ю. Чупахиной)

Отрасль специализированного мясного скотоводства в регионе основана в 2012 году благодаря реализации целевой программы Калининградской области «Развитие мясного ско-

товодства на 2012—2014 годы». В области разводятся три специализированные породы крупного рогатого скота мясного направления продуктивности: абердин-ангусская, шаролежская и лимузинская.

Общее поголовье специализированного мясного скота и их помесей во всех категориях хозяйств на 1 января 2019 года составило 69,9 тыс. голов (120 % к соответствующему периоду 2018 года). По итогам работы 2018 года хозяйствами реализовано мяса говядины (в живом весе) специализированных пород крупного рогатого скота 1,4 тыс. т.

На территории региона — четыре племенных репродуктора по разведению крупного рогатого скота абердин-ангусской, шаролежской и лимузинской пород. Общее поголовье племенного крупного рогатого скота специализированных мясных пород — 16,3 тыс. голов, в том числе 9,9 тыс. голов коров. Доля племенного маточного поголовья специализированных мясных пород на начало 2019 года составляет 33 %.

На территории области в отрасли мясного скотоводства осуществляет деятельность ООО «Калининградская мясная компания», в котором сосредоточено более 92 % всего мясного поголовья крупного рогатого скота региона. Предприятие специализируется на разведении крупного рогатого скота мясного направления абердин-ангусской породы с круглогодичным пастбищным содержанием. Основная задача хозяйства — создание маточного стада скота специализированных мясных пород для его дальнейшего размножения и развития отрасли мясного скотоводства на территории области. Существующее стадо сформировано путем импорта маточного поголовья в течение нескольких лет: так, в 2012 году ввезено 12,2 тыс. голов, в 2013-м — 6,5 тыс. В последующие годы ввозилось только поголовье быков-производителей: в 2014-м — 200 голов, в 2015-м — 300. С 2016 года скот мясных пород не ввозился, таким образом племенная работа ведется специалистами внутри области. На сегодня отрасль мясного скотоводства единственная на территории региона, в которой применяется эмбриология как метод разведения крупного рогатого скота.



Рис. 3. Порода КРС мясного направления продуктивности (абердин-ангус) ООО «Калининградская мясная компания» (пос. Дубрава, Озерский район, агропромышленный холдинг «Мираторг». Фото Д. Б. Булгакова)

### ***1.1.2. Свиноводство и птицеводство***

После введения Россией продовольственного эмбарго произошло снижение импорта мяса. Ввозить сырье из стран ЕАЭС на территорию Калининградской области для полного импортозамещения невозможно и нецелесообразно, так как повлечет за собой увеличение логистических и прочих затрат на доставку сырья, что сделает неконкурентной продукцию местных мясоперерабатывающих предприятий.

Основным ресурсным потенциалом для увеличения действующих мощностей мясоперерабатывающих предприятий стало местное производство. В структуре животноводческих отраслей в данном направлении первостепенная роль принадлежит птицеводству и свиноводству как самым скороспелым отраслям. Свиное мясо наиболее энергетическая группа питания, которая позволяет ускоренно поднять суточную калорийность потребляемого продовольствия. В структуре потребления мяса в Калининградской области свинина занимает почти 50%, а мясо птицы, обладая диетической питательностью и привлекательной ценой, — более 27%.

Производство свинины и мяса птицы обеспечивает основной рост в мясном животноводстве и имеет хороший ресурсный, технологический и инвестиционный потенциал развития в режиме импортозамещения. Так, с 2010 по 2018 год поголовье свиней в хозяйствах всех категорий выросло на 109% и составило в 2018 году 204,4 тыс. голов, поголовье птицы за данный период — на 85% и достигло 3 260,5 тыс. голов (табл. 3).

Таблица 3

**Поголовье свиней и птицы в хозяйствах всех категорий  
Калининградской области, тыс. голов**

Поголовье	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Свиней	97,6	136,3	144,2	152,2	149,9	162,6	182,6	218,0	204,4
Птицы	1764,4	1494,4	2175,8	1946,4	2344,2	2517,6	2496,7	2501,5	3260,5

Из таблицы 3 видно, что в 2018 году сократилось поголовье свиней более чем на 6% (по сравнению с 2017 г.) из-за вспышки африканской чумы свиней на территории Калининградской области. В связи с этим планируется недополучить порядка 7,7 тыс. т свинины. Динамика производства мяса птицы и свинины приведена в таблице 4.

Таблица 4

**Производство свинины и мяса птицы в хозяйствах  
всех категорий Калининградской области в живом весе, тыс. т**

Мясо	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Свинины	19,1	25,1	28,9	32,1	34,0	33,2	36,9	41,9	34,2
Птицы	17,4	17,2	18,2	21,1	22,7	26,1	29,4	29,9	35,1

Валовое производство свинины в хозяйствах всех категорий области в 2018 году по сравнению с 2010 годом увеличилось на 173,8%, мяса птицы — в 1,5 раза.

Динамика основных валовых животноводческих показателей также свидетельствует о поступательном наращивании сель-

хозпроизводства практически по всем позициям. За последние 5 лет валовое производство скота и птицы на убой в живом весе выросло в 1,2 раза, молока — в 1,1 раз, яйца — в 1,5 раза.

Решающим фактором роста объемов производства стала целенаправленная региональная политика в части развития сельского хозяйства, однако важнейшее условие получения высоких результатов продуктивности — это высокая обеспеченность кормами. Применение интенсивных технологий в животноводстве предполагает круглогодичное стойловое беспривязное содержание коров с силосно-концентратным типом кормления. Соответственно изменился и объем заготовки кормов, которые используются не только в зимний стойловый период, а весь календарный год. Специалисты сельскохозяйственных предприятий в основном освоили современные технологические решения по заготовке кормов и рациональному балансированию кормосмесей. Отрадно отметить, что последние 10 лет область имеет бездефицитный баланс кормов. Именно качество кормов определяет степень реализации генетического потенциала сельскохозяйственных животных и срок их продуктивного использования.



Рис. 4. Комплекс ООО «Правдинское Свино Производство-2»  
(фото пресс-службы правительства Калининградской области)

## Глава 2

### **АНТИОКСИДАНТЫ — ВАЖНЕЙШИЕ КОМПОНЕНТЫ КОРМОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

---

Входящие в состав комбикормов компоненты (жиры, жирорастворимые витамины, каротин и др.) под воздействием кислорода воздуха, света, повышенной влажности легко поддаются окислению. В результате образуются и накапливаются токсические продукты — кетоны, альдегиды, перекиси, свободные кислоты. Все это приводит к ухудшению качества кормов, разрушению многих витаминов, вследствие чего снижается питательная ценность кормов, и при их потреблении у животных и птиц наблюдается отставание в росте и развитии, патологические изменения в крови, печени, почках и других органах (Тюркина, 2009).

С целью максимальной сохранности качества комбикормов сегодня довольно широко используют антиоксиданты. В биологических системах антиоксидантами называют вещества, способные ингибировать процессы свободнорадикального окисления. Для живых клеток наибольшую опасность представляет цепное окисление полиненасыщенных жирных кислот, или перекисное окисление липидов. В реакциях перекисного окисления липидов образуется большое количество гидроперекисей, которые обладают высокой реакционной способностью и оказывают мощное повреждающее действие на клетку. В последнее время свободные радикалы и реакции с их участием считаются причиной возникновения многих заболеваний у животных (Тюркина, 2009).

Принцип действия антиоксиданта состоит в том, что он взаимодействует с активными радикалами, в результате чего образуются малоактивные вещества и процесс окисления либо замедляется, либо прекращается вовсе. Если образование сво-

бодных радикалов происходит слишком интенсивно, организм перестает нейтрализовывать их и происходит нарушение равновесия — так называемый, «окислительный стресс». Из-за избытка свободных радикалов и их высокой биохимической активности начинаются процессы окисления фосфолипидов клеточных мембран. Вызываемые таким окислением повреждения могут приводить к нарушениям структуры молекулы ДНК и генным мутациям. Повышенный уровень антиоксидантов так же нежелателен, как и их недостаток, поскольку он может привести к подавлению важных процессов окисления в организме и, как следствие, к нарушению обмена веществ (Тюркина, 2009).

Антиоксидантной активностью обладают некоторые витамины: витамин С, Е, каротиноиды — предшественники витамина А и ряд ферментативных (каталаза, супероксиддисмутаза, глутатионпероксидаза, монодегидроаскорбатредуктаза и др.) и неферментативных соединений (антоцианы, лекоантоцианы, биофлавоноиды, глутатион, убихинон и др.).

По способности растворяться в воде или жирах антиоксиданты делят на водорастворимые (например, антоцианы, АС) и жирорастворимые (каротиноиды, токоферолы).

По механизму действия антиоксиданты подразделяют на два класса:

— Превентивные антиоксиданты, снижающие скорость инициации цепной реакции.

— Гасящие антиоксиданты — прерывающие цепи.

По механизму действия антиоксиданты можно разделить на три типа:

— Антиоксиданты, обрывающие цепные реакции.

— Антиоксиданты — очистители, которые освобождают организм от свободных радикалов, восстанавливая их до неактивных форм.

— Антиоксиданты — ловушки, имеющие сродство только с определенными свободными радикалами.

Доказано, что антиоксиданты, входящие в состав антиоксидантных препаратов, могут эффективно предотвращать окислительный стресс: они нейтрализуют свободные радикалы в ор-

организме животного и в кормах, играют важную роль в сохранении целостности клеток организма и, следовательно, его здоровья. Количество антиоксидантов может быть увеличено у животных при полноценном кормлении. При оптимальном балансе различных антиоксидантов в результате проявления синергизма возникает возможность значительного ограничения окислительных стрессов (Журавлев, 1982; Бурков, 2003; Комаров, 2004; Васильев, 2007; Тюркина, 2009).

В настоящее время антиоксиданты, уникальные свойства которых не могли остаться незамеченными, получили широкое распространение в животноводстве, и в первую очередь в производстве комбикормов и премиксов (Владимиров, Арчаков, 1972; Гольденберг, 1997; Гольдштейн, 2002; Тюркина, 2009).

Результаты отечественных и зарубежных исследований свидетельствуют, что применение антиоксидантов в животноводстве позволяет более эффективно использовать питательные вещества корма и снизить их затраты на единицу продукции (Дубинина, 1992; Тюркина, 2009). Введение в комбикорма антиоксидантов способствует понижению окислительных процессов в организме, обеспечивает высокую сохранность молодняка, повышение живой массы, общей резистентности и продуктивности животных (Хорст, 1982; Гродзинский и др., 1987; Sies, 1991; Меньшикова, 1993; Дубинина, 1995; Гольденберг, 2002; Айдинян, 2005; Тюркина, 2009).

Но, несмотря на широкое применение и свою универсальность, антиоксиданты не панацея, а очень тонкий регулирующий инструмент. Эффективность антиоксидантов зависит от дозы препарата не линейно. В больших концентрациях антиоксиданты начинают действовать в обратном направлении, не тормозят, а, напротив, ускоряют свободнорадикальные реакции (Бурков, 2003; Тюркина, 2009). Следовательно, к применению антиоксидантов необходимо подходить очень осторожно. Поскольку ассортимент антиоксидантов, разрешенных к применению, достаточно широк, особенно важным становится изучение эффективности их использования в кормлении животных и птиц.

## **Глава 3**

### **РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ КОРМОПРОИЗВОДСТВА**

---

#### **3.1. Традиционные растительные корма**

Корма для сельскохозяйственных животных различают по источникам получения или по химическому составу и питательности.

По источникам получения корма подразделяют на корма растительного происхождения; корма животного происхождения; минеральные корма, продукты микробиологического происхождения, продукты химического синтеза (Макарцев, 1999).

Корма растительного происхождения делят на объемистые и концентрированные (углеводистые и протеиновые). Первые подразделяют на грубые и сочные. Грубые корма — это сено, солома, полова, мякина и др. К сочным кормам относят траву, корнеплоды, силос, сенаж.

Кроме этого корма растительного происхождения можно разделить на корма, в которых используются дикорастущие растения, и корма, приготовленные с использованием культурных растений.

Кормовые травы, сено, солома, мякина, силос, жмых, зерно, отруби — традиционные источники.

#### **3.2. Использование кормовых ресурсов леса в животноводстве**

Скармливать животным наряду с отходами растениеводства (солома, мякина, отруби, жмых и др.) значительную долю валового сбора зерна, являющегося ценным пищевым продуктом, недопустимо. Поэтому в последние годы обращается особое внимание на растительные ресурсы леса.

В настоящее время объем ресурсов лесной фитомассы и отходов ее переработки, не используемых в целлюлозно-бумажном, дерево-обрабатывающем, гидролизном и лесохимическом производствах и не обеспеченных спросом со стороны разных потребителей, определяется в 125,4 млн м<sup>3</sup> отходов древесины, крон, хвороста, хмыза, коры и в 21 млн м<sup>3</sup> древесной зелени.

Уровень утилизации отходов леса в качестве технологического сырья довольно низок. Используются ограниченная часть твердых отходов лесопиления (около 42%), небольшое количество отходов лесозаготовок на нижних лесоперевалочных складах леспромхозов (около 13%), сравнительно небольшая доля опилок (немногим более 30%), образующихся на гидролизных заводах. Подавляющая часть разнообразно ценных по своим свойствам и составу отходов лесной фитомассы не находит промышленного применения, они остаются на лесосеках и складах, их отвозят в отвал, сжигают.

Значение ресурсов лесной фитомассы для кормопроизводства может быть охарактеризовано валовым количеством содержащихся в них питательных и биологически активных веществ. Общие валовые ресурсы питательных и биологически активных веществ в древесной зелени, образующейся при рубках леса, огромны. Они содержат более 1,5 млн т протеина, около 5,2 млн т безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ), почти 0,8 млн т макро- и микроэлементов, более 0,9 млн т жиров.

Достижения науки и практики позволяют рассматривать лесные ресурсы как перспективную сырьевую базу для производства разнообразных кормовых продуктов и добавок, в которых нуждается животноводство. Из них можно получить грубые и сочные корма (веточные хлопья, кормовую муку, лесной силос и т. д.), объемистые корма повышенной питательности (лесной комбикорм, осахаренный корм, высокопротеиновый корм и др.), углеводные (кормовые сахара), углеводно-минеральные, углеводно-протеиновые кормовые и витаминные добавки и др. (Манаков и др., 1988; Науменко, Ладинская, 1990; Эрнст и др., 2010; Коноваленко, 2011).

Зеленая фитомасса является наиболее физиологически доступной для животных и ценной в общепитательном и биологическом отношении частью лесной фитомассы. К зеленой фитомассе относятся листья и хвоя, древесная зелень, а также зеленые ветви, в составе которых на долю зеленых и неодревесневших компонентов приходится более половины всей фитомассы (рис. 5).

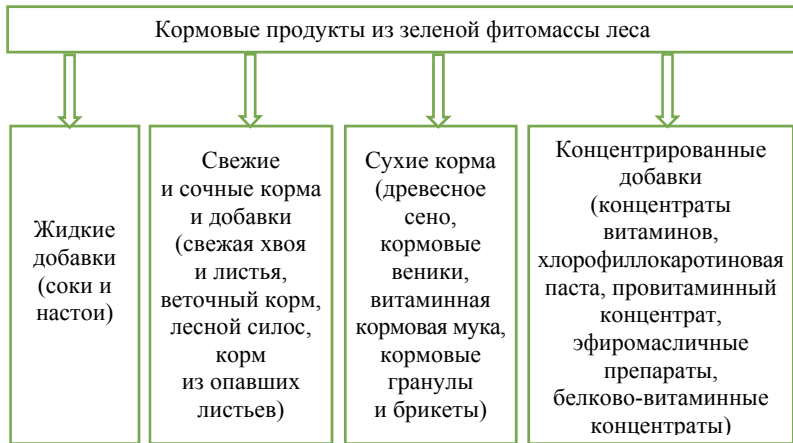


Рис. 5. Классификация кормов из зеленой фитомассы

### **3.2.1. Свежие и сочные корма из зеленой фитомассы. Соки и настои из натуральной зелени**

Наиболее распространены настои хвои можжевельника, ели, сосны. В 100 см<sup>3</sup> настоя еловой хвои содержится 26,4 мг витамина С, сосновой — 35,2, можжевельниковой — 28,1 мг. Водные настои хвои пихты обладают антибактериальным действием по отношению к стафилококкам, синегнойной палочке и кишечнo-тифозной группы. Водный экстракт хвои можжевельника содержит фитонциды, он обладает сильным бактерицидным действием. Получают настои путем экстракции зелени горячей (70—90°С) или холодной водой.

*Подкормка из натуральной зелени.* В хвое и листьях содержится обширный комплекс общепитательных и биологически активных веществ, не уступающих травам, поэтому они могут служить ценной подкормкой для животных зимой, а также при неблагоприятных для полевого кормопроизводства условиях. В 1 кг свежей подкормки из зеленой хвои сосны и ели содержится соответственно 60—130 и 50—120 мг каротина, 3000 и 2500 мг витамина С, 20 и 12 мг витамина К, 5 мг витамина В<sub>2</sub>, 50—60 г протеина, 20—30 г макро- и микроэлементов (железо, кобальт, медь, цинк, калий, натрий, кальций и др.), до 100 мг хлорофилла, ряд незаменимых аминокислот.

Хвоя — более дешевый источник каротина, чем сено, морковь, рыбий жир, травяная мука. Количество обменной энергии, содержащейся в 1 кг свежей подкормки, составляет 4180—7524 кДж сухого вещества, причем энергетическая ценность хвои из-за ее пониженной переваримости меньше, чем зеленых листьев. Натуральная хвоя может служить дополнительным источником питательных и биологически активных веществ в течение всего года, особенно зимой, листья — только в период вегетации.

Подкормку готовят из натуральной зелени как хвойных, так и лиственных пород. Свежезаготовленные листья в неизмельченном виде и без всякой подготовки уже могут представлять собой такую подкормку. Но лучше зелень измельчать, особенно если она включает в себя тонкие побеги. Измельчают зелень на кормодробилках различного типа. Однако лучшим способом измельчения хвои и листьев при приготовлении подкормки является не дробление их с растиранием и раздавливанием частиц (такой характер измельчения свойственен молотковым дробилкам), а их резка (сечка) на кусочки 3—5 см. Это достигается на измельчителях с ножевыми рабочими органами. Свежеизмельченная зелень хранится плохо, поэтому ее целесообразно заготавливать впрок в натуральном виде.

Для освобождения от антипитательных веществ, усиления водного гидролиза углеводов и других соединений измельчен-

ную хвою запаривают с помощью имеющихся в хозяйстве смесителей-запарников кормов (С-12, С-7). Обработку можно производить различными способами: зелень листовенных пород пропаривают при непрерывном перемешивании в течение 30—40 мин. Пропарку хвой ведут в сквозном потоке пара, с которым удаляются летучие эфирные масла. Лучшие результаты дает экстракция хвой горячей водой при 70—90°С в течение 1 ч, с предварительной или последующей обработкой хвой в потоке пара в течение 40—50 мин. Экстракционную воду после водной обработки хвой удаляют. При паровой обработке хвой удаляется большая часть эфирных масел и смол, количество танинов и горечи уменьшается более чем наполовину.

Для приготовления 1 т свежей питательно-биоактивной подкормки расходуется, в зависимости от влажности подкормки после ее обработки, 0,9—1,1 т древесной зелени. Подкормку из натуральной хвой и листьев целесообразно скормливать животным свежеприготовленную, так как в ней быстро теряется витамин С. В летнее время ее можно хранить не более трех суток, в холодное — две-три недели, а в замороженном виде — до размораживания (Буряков, Бурякова, 1995; Комов, 1996; Эрнст и др., 2010; Коноваленко, 2011).

### **3.2.2. Свежий веточный корм**

Свежезаготовленный корм из ветвей хвойных и листовенных пород — существенное подспорье для укрепления традиционной кормовой базы, это источник дополнительных питательных и биологически активных веществ, концентрация которых у него более низкая, чем в подкормке из хвой и листьев. Веточный корм выполняет также функции грубого корма, являясь источником клетчатки, стимулирующей моторику рубца.

В 1 кг свежего веточного корма содержится 100—150 г клетчатки, примерно столько же БЭВ, 15—20 г протеина, 10—15 г макро- и микроэлементов, 30—60 мг каротина, 500—1000 мг витамина С, небольшое количество витаминов К и В<sub>2</sub>, хлорофилла, 25—35 г водорастворимых сахаров. Кормовая ценность

веточного корма зависит от древесной породы, сезона заготовки, диаметра и облиственности ветвей и варьирует в среднем от 3762 до 5852 кДж обменной энергии на 1 кг сухого вещества. Повышенную ценность веточный корм лиственных пород имеет в первой половине вегетационного сезона, хвойных — в зимний период.

Свежий веточный корм получают обычно в виде веточных хлопьев путем измельчения облиственных (охвоенных) веток диаметром до 1—1,5 см на универсальной кормодробилке КДУ-2. При повышенной вязкости и влажности веток, недостаточной отсортированности их по диаметру, когда в составе сырья попадаются ветви толщиной более 1,5 см, сырье предварительно измельчают на силосном комбайне, косилках-измельчителях, после этого дробленку измельчают до состояния веточных хлопьев на молотковых дробилках. Из 1 т кондиционного веточного сырья получают 1 т веточных хлопьев. Готовить веточные хлопья можно круглый год в зависимости от потребности хозяйства, но особенно ценны они в стойловый период содержания скота, когда в кормах недостаточно свежих, биологически активных зеленых компонентов, а также во время неурожая основных кормов. Свежеприготовленные веточные хлопья подлежат скармливанию в течение ближайших дней (в зимний период — до пяти-семи дней). Корм в измельченном виде плохо сохраняет свое качество, лучше хранить неизмельченные ветви.

Для организации непрерывного производства веточных хлопьев целесообразно создавать буферный запас ветвей (в летнее время — на три дня, в зимнее — до десяти дней). Ветви укладывают легко разбираемыми кучами (грядами) высотой 1—1,5 м и во избежание загрязнения — на подмостках высотой 30—40 см. Веточное сырье для получения корма в зимний период лучше хранить под снегом — дольше сохраняется его витаминная ценность. Замороженные ветви легче и качественнее (с лучшим продольным расщеплением волокон) измельчаются в хлопья. Свежие хлопья являются наиболее простым по технологии веточным кормом, их можно без дополнитель-

ной подготовки скармливать животным. Но веточные хлопья, как и подкормка из листьев и хвои, нередко содержат антипитательные вещества (смолы, таниды, горечь, эфирные масла), которые ограничивают возможность применения этого корма в рационах, кроме того, из-за значительного количества древесины для лучшей поедаемости их нужно размягчать. С этой целью применяются различные приемы подготовки веточных хлопьев к скармливанию: запаривание, паровая обработка, обработка слабыми растворами щелочей и кислот, дрожжевание. Горячей водой выщелачивают водорастворимые дубильные вещества, паром отгоняют эфирные масла, щелочной обработкой удаляют омыленные смолистые вещества, кислотной обработкой некоторую часть полисахаридов переводят в водорастворимое состояние, дрожжеванием обогащают корма белком и другими усвояемыми веществами, горячей водой, паром, химическими реагентами размягчают древесные компоненты веточных хлопьев. По технологии исполнения приемы обработки веточных хлопьев близки к соответствующим приемам обработки свежей хвои и листьев, но из-за присутствия древесных компонентов они должны быть более продолжительными и концентрированными. В соответствии с имеющимся опытом заварка в горячей воде длится от 1,5—2 до 3—4 ч и даже до 6—12 ч, а пропарка — до 1—3 ч.

Веточные хлопья лиственных пород можно обрабатывать методом естественного самонагревания, что способствует удалению эфирных масел, частичной деструкции легкогидролизуемых полисахаридов, улучшению физического состояния (размягчению) корма, но при этом быстро разрушается витамин С. При непродолжительном кучевом хранении (три-десять дней) хлопья самонагреваются за счет деятельности термофильных микроорганизмов (бактерий) и окислительных экзотермических процессов разложения некоторых легкогидролизуемых компонентов (листьев, коры) веточных хлопьев.

Некоторые виды древесной и кустарниковой растительности обладают не только кормовыми достоинствами, но и лечебно-профилактическими (робиния — жаропонижающими,

тополь — бактерицидными, лох — противогельминтными и противовоспалительными). В Прикаспии были испытаны лечебно-профилактические свойства лоха (побеги с плодами) в осенний период при гельминтозном поражении овец (выживаемость их составила 70%). Производство свежего веточного корма организовано во многих областях и является апробированным средством укрепления кормовой базы в трудные для полевого кормопроизводства периоды (Буряков, Бурякова, 1995; Комов, 1996; Эрнст и др., 2010; Коноваленко, 2011).

### **3.2.3. Лесной силос**

Силосование лесной фитомассы — один из приемов ее консервации, позволяющий заготавливать впрок лесной корм. Вместе с тем в процессе силосования корм приобретает некоторые новые свойства, в частности кислый вкус и приятный запах, которые возбуждают аппетит у животных и повышают его поедаемость. В ряде случаев повышается и питательность корма.

Силосованию может быть подвергнут любой вид лесной фитомассы, но лучше использовать свежие листья и хвою, древесную зелень, облиственные (охвоенные) ветви, кору молодых деревьев, опавшие листья деревьев всех пород, за исключением нерекомендуемых для кормового использования. Для силосования отбирают облиственные (охвоенные) ветви толщиной до 0,8 см. Силосование лесной фитомассы по сравнению с силосованием трав имеет ряд особенностей. Сбраживание углеводов в древесной зелени протекает менее бурно и быстро, чем в травах, в силу худшей сбраживаемости сахаров и присутствия в ней ряда ингибирующих деятельность микрофлоры веществ (фитонциды и др.), которых нет или мало в травах. Это способствует лучшей сохранности углеводов, снижению вследствие брожения потерь других веществ (протеина, аминокислот, жирорастворимых витаминов). Кислотность лесного зеленого силоса обычно ниже, чем травяного.

В силосе из древесной зелени, приготовленном без закваски, содержится у лиственных пород 9,9—15,2% протеина, 38,9—57,7% БЭВ, 4,3—3,5% золы, у хвойных пород — соответственно 4,4—7,6; 46—56,6; 1,6—3,9%. В 1 кг чистого лесного зеленого силоса из древесной зелени лиственных пород содержится 5400—6300 кДж обменной энергии сухого вещества, хвойных — 3300—3800 кДж, из веток диаметром до 1,5 см лиственных пород — 3700—5000 кДж, хвойных — 2900—3300 кДж.

Лесная фитомасса, предназначенная для силосования, подлежит измельчению, которое производят с соблюдением требований для получения подкормки из листьев и хвои, веточных хлопьев на соломосилосорезке РСС-6Б, сельскохозяйственных дробилках «Волгарь-5», КДУ-2, а также на специальных измельчителях ИЗ-8 и др. Силосуемую массу измельчают до состояния хлопьев с размером недревесневших частиц и коры до 2—3 см, одревесневших — до 1 см. Силосовать можно и неизмельченные листья, хвою, хвойную лапку и мелкие ветви диаметром до 0,5 см, но при этом необходимо очень хорошо уплотнить массу, ликвидировать пустоты, в противном случае силос испортится.

По характеристикам силосуемости лесное сырье относится к группам среднесилосующихся (листья, хвоя), трудносилосующихся (тонкие облиственные ветви толщиной до 0,6 см, хвойная лапка, хлопья из них, измельченная хвоя молодых деревьев) и несилосующихся (хлопья из крупных ветвей, измельченная кора старых деревьев).

Восполнить недостающее для развития процесса молочнокислого брожения количество сахара можно введением в трудносилосующиеся виды лесного сырья кормовых сахаров или других сахаросодержащих растворов (соответственно 40—50 и 60—100 л гидролизного сахара 30%-ной концентрации на 1 т силосуемой массы). Влажность большей части лесных отходов недостаточна для их силосования (листья и хвои — 55—60%, мелких веток — 50—55, коры — 45—50%). По-

этому силосуемую массу нужно доувлажнять до 65—70%, для этого — добавить на 1 т силосуемой массы листьев 100—150 л воды, мелких ветвей — 150—200 л, коры — 200—250 л.

Силосование лесного сырья и древесных отходов ведут по технологическим правилам приготовления обычных силосов из травянистой растительности. При этом требуется быстрое заполнение силосуемой массой траншей, введение необходимого количества закваски (2—2,5 л на 1 т веточной массы), тщательная утрамбовка и полная герметизация.

Силосование лесного сырья производят как в чистом виде, так и в смеси с обычными травянистыми растениями, соломой. При получении смешанных (комбинированных) силосов слои лесных отходов толщиной 30—50 см перемешивают со слоями травянистых, лучше легкосилосующихся растений. Закладку можно производить и не слоями, а перемешиванием лесных отходов со свежими травами или соломой. В таких смесях доля лесного силоса может составлять от 20—30 до 50—70%. В силосуемую массу можно вводить такие кормовые компоненты, как торф, солома, опилки, кора, тогда не будет необходимости в добавке кормового сахара или других источников легкосбраживаемых сахаров. Хорошие результаты показал комбинированный силос следующего состава: древесная зелень — 65%, кора — 30%, углеводно-минеральная добавка или филтрат лимонной кислоты — 5%.

При приготовлении смешанных силосов, в которых травы занимают более 50%, дополнительное увлажнение силосуемой массы можно не производить. Для повышения питательности лесного древесного силоса в него целесообразно добавлять, как в обычный силос, мочевины (0,5%) (Буряков, Бурякова, 1995; Комов, 1996; Эрнст и др., 2010; Коноваленко, 2011).

### **3.2.4. Сухие корма из зеленой фитомассы**

*Корм из сухой зелени (веники).* Свежую зеленую фитомассу нельзя заготовить впрок, поэтому в России крестьяне для кормления скота издавна консервировали ее с помощью есте-

ственной сушки, собирая на зиму листья и связывая в пучки мелкие, хорошо облиственные ветви. Пучки сухих, мелких, хорошо облиственных ветвей называют вениками, сухие листья — «древесным» сеном. Иногда под «древесным» сеном понимают также высушенный для кормовых целей веточный материал.

Сухие листья и сухая древесная зелень характеризуются высокой питательностью, содержат значительное количество минеральных веществ. Переваримость органического вещества «древесного» сена 41,6—48,5% (на уровне соломы), а кормовых веников — 32,3—36,1%. В этих кормах содержится 6—12% протеина, до 7—8% жира, много БЭВ, клетчатки.

Заготовка кормовых веников для домашнего скота в настоящее время не имеет широкого распространения. Она заменена другим, более интенсивным процессом кормоприготовления, в частности технологией производства витаминной муки с применением методов искусственной сушки зелени.

Велико значение веников в питании коз, в стойловый период ими можно заменять три четверти суточной нормы сена. Они выручат козоводов в дождливый год, особенно на севере страны, когда бывает трудно приготовить сено хорошего качества. Лучше давать козе по одному венику в день, а если нет такой возможности — по половине его через день. Веники — не основной корм, а исключительно ценная кормовая добавка в стойловый период. Веточный корм резко повысит молочность коз в первые месяцы после козления, козлята родятся крупными и жизнеспособными.

Веники заготавливают из ветвей ивы, березы, осины, клена, ясеня, рябины. Лучшими считаются ивовые, по питательности и вкусовым качествам они занимают первое место. Начинают вязать веники с 5—10 июня, когда отрастут молодые побеги. Ветки удобно срезать секатором. Толщина концов веточек у среза не должна превышать 1—1,5 см. Срезку нужно делать либо поздно вечером, либо рано утром. После срезки ветки раскладывают на земле на несколько часов для легкой подсушки и чтобы под воздействием солнечных лучей в них

образовался витамин D. Подвяленные ветки легче связывать шпагатом или полиэтиленовой бечевкой. Досушивают веники в тени, развешивая попарно. Через месяц их складывают в несколько слоев на решетчатый настил (Комов, 1996; Коноваленко, 2011).

### **3.2.5. Витаминная мука из древесной зелени**

В зависимости от древесной породы мука бывает хвойно-витаминная — из древесной зелени ели, сосны, кедра, пихты сибирской и лиственнично-витаминная — из древесной зелени березы, осины, серой ольхи, ивы.

Витаминная мука из древесной зелени представляет собой кормовую добавку общепитательного и биологически активного действия, основную ценность которой составляют протеин и каротин. В муке из древесной зелени содержится 7,2—16,6% протеина, причем в лиственничной муке его больше, чем в хвойной. Особенно много протеина в муке из зелени листьев (14—16,6%). Мука из лесного древесного сырья (особенно лиственные породы) по содержанию многих питательных веществ не уступает муке из люцерны: в ней несколько больше жира, БЭВ, несколько меньше протеина, клетчатки, золы. Мука из древесной зелени содержит больше каротина, хотя этот показатель неустойчив. В ней присутствуют и другие витамины. Разнообразен аминокислотный состав муки: в ней присутствуют все незаменимые аминокислоты. В витаминной муке содержится обширный комплекс минеральных веществ: кальций, фосфор, калий, цинк, марганец, кобальт, медь, а также молибден, железо, никель, свинец и некоторые другие элементы. В связи с этим хвойная мука ценится не только как витаминная, но и как минеральная подкормка. Отмечаются также антимикробные свойства хвойно-витаминной муки.

Энергетическая ценность витаминной муки из зелени лиственных пород благодаря более высокой переваримости ее органического вещества на 20—30% выше, чем из хвои, не освобожденной от смол и дубильных веществ. В 1 кг муки,

приготовленной из хвои, содержится 0,4 корм. ед. и 37 г переваримого протеина, из лиственных пород — 0,35—0,50 корм. ед. и 37—40 г протеина.

Древесная зелень, из которой готовят витаминную муку, включает в себя хвою и листья и не полностью одревесневшие побеги диаметром в месте среза до 4 см. Для приготовления 1 т витаминной муки в среднем расходуют 2,1—2,2 т хвойной и 2,4—2,5 т лиственной древесной зелени. Чтобы заготовить такое количество древесной зелени, надо переработать 25—30 м<sup>3</sup> отходов крон деревьев. На производство 1 т витаминной муки из чистых листьев затрачивается 3—4,9 т свежих листьев. Расход трав на приготовление травяной муки больше — 4,1—8,2 т. Оптимальным периодом сбора древесной зелени лиственных пород, при котором обеспечивается максимальное содержание питательных веществ и витаминов, является май-июнь. Для травянистых растений этот период соответствует началу их цветения, что происходит несколько позже, поэтому создаются благоприятные условия для организации в этот период в цехах витаминной муки переработки древесной зелени. Из древесной зелени сосны витаминную муку готовят в период с 15 июня по 31 марта, когда содержание смолистых веществ в ней минимальное.

Обычно скармливают муку из древесной зелени в зимнее время, ее вводят в состав комбикормов для всех видов сельскохозяйственных животных или в смеси при производстве гранул с использованием большого количества соломы (40—50% по массе). В комбикорм добавляют 3—5% муки из древесной зелени по массе, в гранулы — 6—9%.

Современные интенсивные технологии производства витаминной муки состоят в быстром (за несколько минут) высушивании древесной зелени в потоке горячего теплоносителя и последующем измельчении ее до частиц размером 1,5—2 мм. При искусственной сушке отмечается хорошая сохранность питательных веществ, лучшая, чем при силосовании, сенажировании или естественной просушке.

Новая технология производства хвойной витаминной муки основана на экструзии. В экструзионной установке измельченную хвою подвергают температурному воздействию в течение 12—16 с, так называемому «термическому удару», при котором витамины и биологически активные вещества сохраняются в ней в максимальном количестве, кроме того, она приобретает кисло-сладкий вкус и охотно поедается животными. Содержание витаминов и протеина максимально в период с ноября по март. Не требуются затраты на складирование и помещение, поскольку скармливать можно сразу с «колес». Установка может быть развернута в любом хвойном лесу либо рядом с ним. Положительным моментом является и то, что в этот период года техника и люди относительно свободны.

### **3.2.6. Кормовая мука из лесного сырья**

В отличие от витаминной муки из древесной зелени кормовая мука содержит значительно меньше витаминов, прежде всего каротина, и больше клетчатки, меньше протеина. Муку кормовую из лесного сырья готовят двух категорий: древесно-витаминную из тонких, диаметром до 3 см хорошо облиственных (охвоенных) ветвей и вершин разных хвойных и лиственных пород с содержанием зелени и неодревесневших побегов не менее 50% (по массе); из мелких слабооблиственных (охвоенных) и крупных, диаметром более 3 см ветвей разных пород с содержанием зелени и неодревесневших побегов не менее 20%, а также из коры осины и березы, отходов переработки осинового и другой древесины. В 1 кг кормовой муки первой категории содержится 3300—4200 кДж обменной энергии, второй — 2500—3300 кДж, на производство 1 т кормовой муки первой расходуется 1,8—2 т, второй — 1,5—1,7 т веточных хлопьев и 1,6—1,8 т опавших листьев.

Технология получения кормовой муки из лесного сырья объединяет две хорошо отработанные и освоенные кормопроизводством операции: получение измельченного веточного корма и сушку с последующим тонким дроблением для превращения

его в муку. Для выполнения этих операций используется то же оборудование, что и для получения веточного корма и витаминной муки из лесной древесной зелени. Из отходов химической переработки древесной зелени в производстве хлорофилло-каротиновой пасты, хлорофиллина натрия, провитаминного концентрата и других продуктов получают кормовую хвойную муку. По своему составу она не может служить источником витаминов для животных, поэтому ее можно рассматривать только как кормовую добавку. Ее энергетическая ценность на 15—20% ниже, чем натуральной еловой хвои (Комов, 1996; Коноваленко, 2011).

### **3.2.7. Кормовые добавки из коры**

Кора лиственных и хвойных пород в условиях необеспеченности кормовой базы также представляет собой важный сырьевой источник получения дополнительных грубых, объемистых и других кормов и добавок. Энергетическая ценность молодой коры в 2—2,5 раз выше, чем старой. В составе старой коры больше корки, пробки, лигнина, меньше питательных веществ, поэтому ее применение как источника корма по сравнению с молодой корой менее эффективно.

Кора лиственных пород содержит меньше веществ, ограничивающих ее использование по кормовому направлению, чем кора хвойных, в ней, в частности, отсутствуют смолы, поэтому она представляет большую (по сравнению с корой хвойных) ценность как источник кормовых средств. Из коры можно получить разнообразные грубые и сочные корма, объемистые корма повышенной питательности и компоненты, вводимые в состав различных кормосмесей (лесной комбикорм), а также субстраты для производства кормового белка. Кора содержит смолы, таннины и некоторые другие вещества, подлежащие регламентации в корме.

Дубильные вещества удаляются при замачивании измельченной коры в холодной воде в течение 4—5 ч, а в не измельченном виде — до одних суток. Кору от сплавной древесины

используют без замачивания. Удаление эфирных масел из коры хвойных пород производится во время пропарки измельченной коры. Обработку ведут в обычных кормосмесителях при постоянно действующей мешалке в течение 40—50 мин (до исчезновения смолистого запаха коры). Для удаления таннидов применяют щелочную обработку 1,5%-ным раствором NaOH.

Из коры деревьев готовят силосованный корм. В связи с небольшой плотностью измельченную кору силосуют в смеси (не более 30% массы) с обычными хорошо уплотняющимися кормами (Науменко и др., 1979; Коноваленко, 2011). Кору можно перерабатывать также в кормовую муку по технологии, применяемой для получения кормовой муки из веточных хлопьев. Наиболее пригодной для этих целей считается осиновая кора, в которой содержание сырого жира достигает 7,3%, протеина — 2,8, сахара — 2,2%. Кормовую муку из коры используют в качестве добавок при изготовлении комбикорма и кормосмесей (Коноваленко, 2011).

Исследования показали, что включение коры березовой измельченной как кормовой добавки в рацион телят в количестве 0,5 г/кг живой массы способствует сокращению расхода кормов на 0,55 корм. ед. на 1 кг прироста живой массы, себестоимости 1 кг прироста живой массы — на 8,2%, повышению рентабельности реализации молодняка на 9% (Щеголев, 2010). При гидробаротермической обработке коры в автоклавах получается осахаренный корм. При глубокой переработке из нее можно получить ценные кормовые препараты и добавки, в частности осиновый жир и кормовые дрожжи (Коноваленко, 2011).

### ***3.2.8. Эффективность использования кормов из зеленой фитомассы и коры в животноводстве***

Корма и добавки из лесной зеленой фитомассы леса не составляют существенной доли в составе рационов сельскохозяйственных животных. Чаще всего они используются в связи

с неблагоприятными и кризисными ситуациями в полевом кормопроизводстве. В большом количестве их используют в Беларуси, Латвии, Архангельской, Вологодской, Ленинградской, Новгородской, Псковской, Тверской, Нижегородской, Ярославской, Пермской областях.

Экономическая эффективность применения добавок из нетрадиционного сырья определялась на основе фактических производственных показателей хозяйств, в которых проведены научно-хозяйственные опыты, результатов исследований и внедрения, а также стоимости изучаемых добавок. Силовое сырье из листьев, коры осины и хвойных оказалось рентабельным. Применение полнорационных гранул из лесной биомассы (листья, ветки, коры) также было рентабельным. Объемистые кормовые добавки из лесной биомассы (листья, ветки, кора осины и др.), получаемые без капитальной переработки (натуральные), следует использовать в местах их получения (Коноваленко, 2011).

На основе обобщения научных и производственных опытов по приготовлению и скармливанию натуральных клеточных соков и настоев (разведенных соков) сельскохозяйственным животным рекомендуются следующие нормы скармливания натурального сока и настоев различным видам животных: растущим свиньям — 40—100 г на 100 кг массы, овцам, ягнятам — 50—100 г, молодняку крупного рогатого скота — 0,5—1 кг на одну голову в сутки, крупному рогатому скоту — 0,8—2 кг. Нормы дачи настоя по сравнению с соком при кормлении свиней и овец увеличивают в 10—15 раз.

Подкормка из свежей древесной зелени — дополнительный источник витаминов, других биологически активных компонентов и питательных веществ в рационах различных видов животных. В результате проведения масштабных опытов в 1950—1970 годах в хозяйствах за счет скармливания древесной зелени было достигнуто увеличение продуктивности овец и ягнят на 17—45 %, свиней — на 20—28 %, молочных коров — на 11 %, кур (яйценоскость) — на 355 яиц, мо-

лодняка крупного рогатого скота — на 5,7 кг дополнительного привеса (Коноваленко, 2011; Калашников, Щеглов, 2000; Кармацких, Невзорова, 2010).

Курам скармливали свежую измельченную хвою (по 8 г на одну голову в сутки). В опытной группе выросли яйценоскость, масса кур и содержание гемоглобина в их крови. Положительные результаты получены при применении свежей древесной зелени в промышленном звероводстве и кролиководстве.

В свиноводческом хозяйстве Иркутской области в течение десяти лет скармливали скоту и птице свежую хвою: крупному рогатому скоту — по 750 г, свиньям — 150—200, курам — 5 г. Это способствовало лучшему использованию корма и увеличению среднесуточных приростов животных, а также повышению их жизнеспособности и продуктивности.

Древесную зелень необходимо включать в рационы в подготовленном к скармливанию виде в соответствии с изложенными техническими требованиями к технологии ее приготовления. Скармливать хвойную древесную зелень животным необходимо не в чистом виде, а в дополнение к основному рациону, в смеси с концентратами и другими обычными компонентами корма (силосом, сеном, соломой и др.). Существуют нормы скармливания хвойной древесной зелени сельскохозяйственным животным: крупному рогатому скоту (взрослым) — 2,5—3 кг (до 5 кг) на одну голову в сутки, молодняку крупного рогатого скота старшего возраста — 1,5—2 кг (до 3), овцам, ягнятам — 0,25—0,4 кг (до 0,5) на 100 кг массы; курам — 5 г на одну голову в сутки (Коноваленко, 2011).

Веточный корм используют в качестве дополнительного источника грубого корма и отчасти питательных и биологически активных компонентов в рационах крупного рогатого скота. В зимний период, когда корма бедны витаминами, при скармливании хлопьев наблюдается тенденция некоторого увеличения удоев молочных коров (на 5%) и жирности молока, по видимому, за счет обогащения рационов витаминами. Введение в рацион обогащенных гидролизным сахаром и мочевиной

веточных хлопьев в количестве 10—20% массы грубых кормов стимулирует рост продуктивности сельскохозяйственных животных: молочной — на 5—10%, мясной — на 8—15%.

Корм веточный используют в качестве добавки к рациону сельскохозяйственных животных в естественном виде или после запаривания, замачивания в горячей воде преимущественно в смеси с другими компонентами рациона, а также в сухом, гранулированном, брикетированном (с добавками комбикормов, кормового сахара, мочевины и других компонентов), силосованном виде.

Крупный рогатый скот постепенно приучают к поеданию грубого корма в виде натуральных веточных хлопьев, начиная с 0,5 кг и доводя норму скармливания лактирующим коровам до 3 кг (хвойных) и 5 кг (лиственных) на одну голову в сутки, молодняку крупного рогатого скота старше года — по 2—3 кг. Дачу веточных хлопьев из ольхи необходимо уменьшать на 1—2 кг. Нормы скармливания запаренных хлопьев могут быть увеличены на 1—2 кг. Для достижения полной поедаемости скотом веточные хлопья смешивают с концентрированными кормами, смачивают подсоленной водой. При скармливании веточных хлопьев их обогащают добавками. На 10 кг хлопьев рекомендуется добавлять 1—4 л кормового сахара, 100—150 г мочевины, 100—150 г дикальций фосфата, 2—3 кг комбикорма. Нормы скармливания обогащенных добавками хлопьев регламентируются составом и питательностью рационов и составляют для взрослого крупного рогатого скота по 5 кг, для откармливаемого молодняка 1—3 кг на одну голову в сутки. Удельная масса хлопьев из тонких веток может составлять в рационе до 25—30% (по сухому веществу) (Коноваленко, 2011).

Силос из зеленой фитомассы служит дополнительным источником сочных кормов в рационах скота. Силос скармливали телкам (совхозы «Красная Славянка», «Память Ильича» в Ленинградской области) в количестве до 5 кг к основному рациону в течение двух месяцев. Прирост массы в контрольной группе телок составил на одну голову 26 кг, а в группе, кото-

рая получала силос из листьев с добавкой кормового сахара и мочевины, — 48,8 кг, в группе, которой скармливали силос из ветвей с листьями, кормовым гидролизным сахаром и мочевиной, — 52,4 кг.

Можно рекомендовать получение и скармливание силоса из древесной растительности или смешанного силоса, приготовленного из лесных отходов и травянистой растительности (трава, отходы овощеводства и полеводства) с использованием кормовых гидролизных сахаров.

Такой силос скармливают крупному рогатому скоту (лактующим коровам, молодняку старше года) вместо обычного силоса в количестве до 30%. Смешанный силос, получаемый с использованием 20—30% лесного сырья, скармливают по зоотехническим нормам для обычного силоса: крупному рогатому скоту — от 5 (из крупных ветвей) до 10 кг (из древесной зелени, мелких ветвей) на одну голову в сутки (Коноваленко, 2011).

Витаминная мука пополняет кормовые рационы каротином и протеином. Витаминную муку скармливают различным видам сельскохозяйственных животных, вводя в качестве добавки (в комбикорм, резку грубых кормов и т. д.), обычно в стойловый период содержания скота.

Питательность витаминной муки из древесной зелени зависит от ее качества и составляет 0,5—0,6 корм. ед.; переваримость питательных веществ такой муки — 50—60%. Хвойную муку скармливают в следующих объемах (на одну голову в сутки): дойным коровам — 1,5—2 кг, молодняку крупного рогатого скота — 1 кг, взрослым овцам — 0,2 кг, уткам — 3—5 г, свиньям — до 50 г, ягнятам и пороссятам в возрасте трех-пяти недель муку добавляют в молоко по 3—4 г в день. Необходимо соблюдать нормы дачи витаминной муки из древесной зелени: превышение установленных норм не дает положительных результатов. При организации производства витаминной муки из древесной зелени можно обеспечить круглогодичную загрузку агрегатов по ее производству, которые зимой обычно простаивают (Коноваленко, 2011).

Кормовая мука из лесного сырья в 1980-е годы успешно прошла испытания. Лактирующим коровам дополнительно к основному рациону скармливали по 3 кг на одну голову в сутки кормовой муки из зеленых хвойно-лиственных ветвей диаметром в среднем до 3 см и получили увеличение удоев на 6,8%. При скармливании 3 кг этой муки с добавкой 1 г кормового сахара из торфа удои повысились на 10,3% по сравнению с контролем. Кормовую муку скармливали в смеси с комбикормом.

Кормовая древесно-витаминная мука — полноценный корм для лактирующих коров и молодняка крупного рогатого скота на откорме. Ее можно скармливать дополнительно к основному рациону или восполнять ею дефицит грубых кормов в рационе. Нормы скармливания древесно-витаминной кормовой муки крупному рогатому скоту зависят от дефицита объемистых кормов, состава, питательности основного рациона и составляют 1—3 кг на одну голову в сутки. В условиях дефицита грубых кормов скармливание древесно-витаминной кормовой муки способствует значительному повышению молочной продуктивности (в среднем на 15%), сокращению затрат на производство молока и мяса. Скармливать древесно-витаминную кормовую муку рекомендуется не только в стойловый период, но и в начале летнего периода содержания скота, когда в кормах недостает клетчатки. Использование кормовой муки не оказывает отрицательного влияния на физиологическое состояние и здоровье животных.

Кормовую муку из лесного сырья лучше вводить в качестве компонента в кормосмеси и в таком виде давать животным. Ее можно скармливать вместе с комбикормом, жидкими питательными добавками (кормовыми сахарами и др.), а также в гранулированном виде. Питательная ценность кормовой муки составляет (на натуральную массу) из охвоенных веток 0,3—0,4 корм. ед., из опавших листьев — 0,2 корм. ед. Переваримость сухого вещества кормовой муки — 30—40% (Коноваленко, 2011).

### 3.3. Основные требования к кормовым ресурсам леса

Лесные корма должны соответствовать общим зоотехническим требованиям:

- содержать максимальное количество характерных для данного корма питательных веществ, доступных для переваривания и усвоения;
- не содержать или содержать минимальное количество антипитательных и ядовитых веществ;
- иметь пригодные для скармливания морфологические характеристики и физико-механические свойства, соответствовать цвету, запаху и вкусу, характерным для данного корма, не иметь признаков порчи, отличаться хорошей поедаемостью;
- сохранять свойства при длительном хранении в консервированном и натуральном виде;
- обладать высокими технологическими свойствами, соответствующими процессам кормопроизводства (механизация и автоматизация раздачи, формирование кормовых смесей и др.).

В корм не могут быть использованы деревья и кустарники, имеющие колючки и шипы (аралия маньчжурская, барбарис обыкновенный, боярышник кроваво-красный, крушина слабительная, заманиха высокая, малина, лох, облепиха, шиповник, ежевика, держидерево и ряд других пород). Из-за неблагоприятной морфологии хвои (жесткой, шиловидной, заостренной колючей) нельзя использовать можжевельник. В плодах шиповника содержатся многочисленные острые щетинистые волоски, что ограничивает скармливание их животным.

В лесах СНГ практически отсутствуют древесные и кустарниковые породы с выраженными признаками токсичности для животных. Токсические последствия у животных могут вызвать хвоя, кора, побеги, цветки и плоды черемухи обыкновенной, бузины черной, волчьей ягоды, андромеды (подбела). В бузине содержится гликозид самбунигрин, в черемухе — амигдалин, которые при расщеплении освобождают синильную кислоту. Перечень древесно-кустарниковых пород, фито-

масса которых не рекомендуется к использованию в кормовых целях из-за повышенного содержания регламентируемых (антипитательных), а также из-за присутствия вредных веществ, приведен в таблице 5. Малосъедобными из-за присутствия ряда вредных веществ являются листья бархата амурского, ореха грецкого, а из-за высокого содержания дубильных веществ — облепихи, скумпии кожевенной, сумаха дубильного.

Таблица 5

**Древесные и кустарниковые породы,  
не рекомендуемые к использованию в кормовых целях**

Барбарис обыкновенный	Листья
Бархат амурский	Листья, луб ствола
Боярышник кроваво-красный	Цветки, плоды
Бузина черная	Листья, цветки, плоды
Волчье лыко	Ягоды, листья, ветки, кора, цветки
Крушина слабительная	Плоды, кора
Крушина ломкая	Листья, почки, плоды, кора
Можжевельник обыкновенный	Стебли, хвоя, кора, плоды
Скумпия кожевенная	Листья
Облепиха крушиновидная	Листья, кора
Сумах дубильный	Листья, кора
Черемуха обыкновенная	Листья, кора, цветки, плоды
Фисташка дикая (скипидарное дерево)	Кора, листья, древесина, костянка

Не рекомендуется использовать на корм листья секуриноги (богата алкалоидом секуринином), самшита, лавровишни, родедендрона, а также багульника, брусники, вереска, кассандры и др.

Важный фактор — санитарно-гигиеническое состояние кормового сырья. Исследованиями доказано, что содержание свинца в хвое и древесине сосен, расположенных в зоне 50-метровой полосы от автострaды с интенсивным движением, превышает допустимые нормы. Такая хвоя не может быть использована на кормовые цели (Коноваленко, 2011).

## **Глава 4**

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

---

---

В большинстве развитых стран наблюдается устойчивая тенденция к сокращению расхода зерна при производстве кормов до 50% рациона и ниже. Комбикорм может содержать большое количество альтернативных сырьевых компонентов. В США и европейских странах использование такого сырья набирает обороты, осталось не так много материалов растительного или животного происхождения, которые не применялись бы в качестве кормовых компонентов. Нетрадиционные кормовые средства могут заменить в рационе часть зерна, по потреблению которого птица конкурирует с человеком. Использование в птицеводстве дешевых местных нетрадиционных кормов натурального происхождения является, с одной стороны, основой повышения рентабельности производства, с другой — дает возможность получить экологически чистую продукцию. В условиях дороговизны комбикормов, энергоресурсов, оборудования, разобщенности субъектов Федерации и других негативных факторов, изыскание, оценка и использование нетрадиционного сырья и компонентов в настоящее время становится весьма актуальным. В связи с этим применение кормовых добавок, состоящих из местных растительных ресурсов и гидробионтов, таких как травяная мука различного состава, мука из бурых морских водорослей (ламинарии), хвостланика кедрового, обладающих высоким содержанием различных биологически активных веществ, может оказаться хорошей альтернативой поступления необходимых действующих веществ в организм птицы и других сельскохозяйственных животных.

В состав травяной муки из дикорастущих растений (88 % иван-чая узколистного, 2 % вейника Лангсдорфа, 3 % мятлика лугового, 7 % крестовника ромболистного) и муки из крапивы двудомной входит большое количество витаминов, высокомолекулярных органических соединений различной химической природы, синтезируемых главным образом растениями.

Витамины обеспечивают выполнение жизненно важных функций организма: провитамин А, входящий в состав травяной муки различного состава, влияет на рост, развитие, продуктивные качества птицы, регулирует обмен веществ, обладает мощным антиоксидантным действием. Витамины группы В принимают участие в обмене углеводов, способствуют переводу углеводов в жиры, обеспечивают процессы генерации энергии; витамин С участвует в обмене веществ, синтезе гормонов и гемоглобина, оказывает антиоксидантное и детоксическое действие; витамин Е защищает от окисления свободными радикалами витамины А и D, оказывает влияние на репродуктивные функции организма; витамин К обуславливает нормальное состояние свертывающей системы крови, повышает прочность стенок сосудов.

Травяная мука богата минеральными элементами, не имеющими питательной ценности, но являющимися катализаторами многих биохимических реакций, протекающих в организме: железо катализирует образование гемоглобина крови; фосфор входит в состав многих коэнзимов, макроэргических соединений (АТФ, АДФ); марганец активизирует обменные процессы и обладает специфическим липотропным действием, повышает утилизацию жиров в организме и противодействует жировой дегенерации печени; медь является катализатором включения железа в структуру гемма, нормализует обмен кальция и фосфора; калий необходим для построения тканей и регуляции обменных процессов.

Протеин травяной муки различного состава содержит незаменимые аминокислоты лизин, метионин, гистидин, изолейцин, валин, треонин, лейцин, триптофан, фенилаланин и аргинин, используемые птицей для выполнения целого ряда функ-

ций. Из аминокислот, как и из протеинов, формируются структурные и защитные ткани (кожа, перо, костная и мышечные ткани).

Применение муки из крапивы двудомной в рационах птицы улучшает аппетит, повышает усвоение питательных веществ корма, снижает повышенный уровень сахара в крови и моче, стимулирует кроветворную функцию, регулирует щелочно-кислотное равновесие в организме. В некоторых странах крапивой рекомендуют заменять антибиотические препараты.

Лечебное и стимулирующее действие травяной муки на организм птицы связано также с наличием в ней биологически активных веществ разнообразного состава, относящихся к различным классам химических соединений: дубильных веществ, хлорофилла, флавоноидов, фитонцидов, стеаринов, гликозида уртицина, протопорфирина и др., обладающих сосудорасширяющим, спазмолитическим, противоопухолевым действием; мочегонными и желчегонными свойствами; они способствуют улучшению пищеварения и усвоению питательных веществ корма, поддерживают работу сердечной мышцы, влияют на работу желудочно-кишечного тракта и др. (Старикова, 2005; Игнатович, 2009; Игнатович, 2016; Игнатович, Корж, 2017).

Мука из ламинарии обладает огромным комплексом действующих веществ: провитамин А, витамины группы В, витамины С, Е, К, витамин D, оказывающий влияние на стабилизацию усвоения в костях кальция и фосфора. В ней содержатся такие минеральные элементы, как хлор, принимающий участие в поддержании осмотического давления и кислотно-щелочного равновесия; натрий, влияющий на стимуляцию транспорта аминокислот; кальций, активизирующий многие ферменты; а также калий, железо; фосфор, медь, действие которых описано выше. Важнейшее действующее вещество ламинарии — йод, стимулирующий синтез и метаболизм тиреоидных гормонов и влияющий на репродуктивные функции организма. В протеине водорослей содержатся все незаменимые для птицы аминокислоты, выполняющие функции обмена веществ и выступающие в роли предшественников многих не-

протеиновых составляющих. В ламинарии содержатся редкие по своей природе биологически активные вещества: таурин, цитрулин, хондрин их соединения, играющие важную роль в обмене веществ в организме, и такие соединения, как моно- и дийодтирозин, дейодтиронин и дийодтироксин, выполняющие особо важную роль в организме (Старикова, 2005; Игнатович, 2009; Игнатович, 2016; Игнатович, Корж, 2017).

Мука из хвои стланика кедрового обладает высокой биологической ценностью, в ней присутствуют витамины группы В, аскорбиновая кислота, стерины (источники витамина D); практически все незаменимые аминокислоты. Терпеноиды, содержащиеся в хвое, называют «атмосферными витаминами» леса; они являются активаторами ферментов живого организма, им свойственны аллелопатические и иммунные качества, ряд терпеноидов выступают начальными и промежуточными компонентами при биосинтезе сложных биологических продуктов, таких как стероиды и витамины (Старикова, 2005; Игнатович, 2009; Игнатович, 2016; Игнатович, Корж, 2017).

Применение данных кормовых добавок способствовало интенсификации обменных процессов, происходящих в организме кур-несушек: улучшилось усвоение (переваримость) питательных веществ корма, что повлияло на повышение продуктивности птицы: так, валовое производство яиц возросло до 10,1%; интенсивность яйцекладки — до 8,3%; масса яиц — до 5,3%; яичная масса — до 24,0%. Более полное усвоение питательных веществ корма оказало положительное влияние на повышение качества продукции: так, концентрация каротиноидов в желтке яиц выросла в 1,6 раза; йода — до 8,6 раза. Наивысшие показатели увеличения концентрации йода в яйце выявлены при вводе в рацион 5,0% муки из ламинарии, при этом рост показателей продуктивности были ниже, чем при использовании других доз. В связи с этим было показано, что применение кормовой добавки, состоящей из 5,0% ламинарии, более эффективно с точки зрения повышения качества продукции (яиц). Более высокая концентрация каротиноидов в

желтке яиц наблюдалась при использовании в рационах многокомпонентных кормовых добавок с включением муки из хвои стланика кедрового.

Применение нетрадиционных кормовых добавок из растительных ресурсов способствовало росту конверсии кормов: так, затраты корма на 10 штук яиц снизились до 9,7%; на 1 кг яичной массы — до 19,9%. Эффективность использования кормовых добавок в данном случае зависит от поставленной задачи, состава основного рациона кормления и рационального выбора доз и компонентов, включаемых в состав кормовых добавок (Старикова, 2005; Игнатович, 2009; Игнатович, 2016; Игнатович, Корж, 2017).

В настоящее время считается, что животные получают каротин из растительных кормов и за счет микрофлоры кишечника. Следует отметить, что животные имеют крайне неравномерную обеспеченность в витамине А. С одной стороны, животные обладают способностью создавать себе резервы витамина А, но к весне они, как правило, истощаются. С другой стороны, содержание каротина в основных источниках корма (сено, силос, сенаж) в этот период изначально невелико, и к тому же в процессе хранения кормов каротин довольно быстро разрушается. Таким образом, суточная потребность в каротине за счет только комбикорма не может быть удовлетворена и необходима подкормка. Наибольшее содержание каротиноидов авторами обнаружено в клевере среднем — 132,2 мкг/г и подорожнике ланцетном — 106,6 мкг/г. Для того чтобы взрослому кролику получить суточную норму каротина, необходимо добавить в рацион 120 г зеленого корма. Для соблюдения потребности в каротине молодняку требуется добавка 200 г зеленого корма.

Добавление в рацион кроликов зеленого корма, обогащенного антоциановыми пигментами, должно способствовать нейтрализации свободных радикалов, образующихся в кормах и в организме животных. Наибольшее количество антоцианов было выявлено в кормах, содержащих ежу сборную, овсяницу луговую и клевер гибридный (Чупахина и др., 2015).

Содержание рутина в гранулированных кормах уступает аналогичному показателю в зеленых и подкормке из веток, поэтому оптимизация рационов питания кроликов и антиоксидантная защита кормов возможны за счет зеленых кормов по таким антиоксидантам, как каротин, рутин и витамин С, а по каротину и витамину С за счет использования в качестве подкормки веточного корма (Чупахина и др., 2015).

Применение кормовых добавок из пихты в рационах дойных коров стимулировало молочную продуктивность, уменьшило сервис-период, стимулировало иммунитет. Введение 2 мл/сут водного раствора экстрактивных соединений пихты повысило удои на 19% по сравнению с контролем, 0,3 кг/сут хвояной муки — на 3,7% (Жариков, 2011; Кузьмина, 2017).

По результатам исследований последних лет среди антиоксидантов по эффективности лидируют биофлавоноиды (Чупахина и др., 2010; Чупахина и др., 2011; Масленников и др., 2012; Масленников и др., 2013а; Масленников и др., 2014; Чупахина и др., 2014). Использование малотоксичных природных полифенольных антиоксидантов весьма перспективно в животноводстве. Обогащенные природными полифенолами корма позволяют поднять эффективность их использования, повысить резистентность и улучшить откормочную продуктивность животных, что в свою очередь приводит к снижению кормовых затрат и сокращению периода откорма. Оценка антиоксидантных свойств местного растительного сырья, в том числе и по содержанию биофлавоноидов, проводилась в лаборатории природных антиоксидантов Института живых систем БФУ им. И. Канта (г. Калининград). Результаты количественного содержания полифенолов и виды растений с максимальным накоплением данных антиоксидантов представлены в монографии «Природные антиоксиданты (экологический аспект)» (Чупахина и др., 2011).

Весьма перспективной кормовой добавкой для сельскохозяйственных животных является амарант. Он привлекает современных исследователей тем, что обладает большим потен-

циалом роста продуктивности и выращивается практически на всех континентах. В фитомассе амаранта содержится большое количество биологически активных веществ: сквален, фенольные соединения, в том числе антиоксиданты (витамины Е, С и  $\alpha$ -токоферол), флавоноиды (кверцетин, треолин и рутин), гликозиды (алкалоиды — амарантин и бетанин), антидиуретические вещества, летучие вещества, характеризующиеся аллелопатическими свойствами, и пектины, обладающие детоксицирующими, радиопротекторными, бактерицидными свойствами. Применение амаранта в России в настоящее время весьма ограничено, что связано, во-первых, с малой известностью этой растительной культуры, во-вторых, с недостатком опыта ее возделывания и переработки и, в-третьих, с недостаточностью рекомендаций и технологий по использованию амаранта в кормопроизводстве и с неполной информированностью животноводов о влиянии кормовых добавок из амаранта на физиологическое состояние, жизнеспособность и продуктивность животных (Лапин и др., 2016).

#### **4.1. Антиоксиданты дикорастущих растений Калининградской области**

Богатая флора Калининградской области (Дедков и др., 2004), к сожалению, пока еще ждет своего детального физиолого-биохимического исследования и если кормовые растения, используемые в животноводстве, проходят анализ на содержание белка, жира, клетчатки, минеральных веществ, некоторых витаминов, то для других дикорастущих травянистых растений и такой ограниченный биохимический анализ недосягаем.

Изучению антиоксидантных свойств растений Калининградской области способствовало открытие в Балтийском федеральном университете имени Иммануила Канта лаборатории природных антиоксидантов в 2008 году, в которой ведутся исследования суммарной антиоксидантной активности растений,

а также отдельных антиоксидантов: антоцианов, лейкоантоцианов, каротиноидов, аскорбиновой кислоты и ее дериватов, рутина, катехинов, суммы биофлавоноидов и ферментативных антиоксидантов — супероксиддисмутазы, глутатионпероксидазы, аскорбатпероксидазы, дегидроаскорбатредуктазы, каталазы в дикорастущих и культурных растениях Калининградской области, Литвы, Польши Эстонии в норме и под действием различных экологических факторов и стрессоров.

Определено содержание антиоксидантов в онтогенезе некоторых дикорастущих растений-доминантов луговых фитоценозов Калининградской области, а также у растений-доминантов флоры дюнной гряды Куршской и Балтийской кос. Подобные исследования говорят о том, что максимум накопления физиологически активных веществ обычно приходится на пору цветения. Однако изучение антиоксидантов показало, что в онтогенезе может наблюдаться несколько максимумов в их накоплении.

Так, у колосняка песчаного (*Leymus arenarius* (L.) Hochst.) антоцианы в большом количестве присутствовали в начале вегетации (Дедков и др., 2006; Головина и др., 2008; Головина и др., 2010; Чулахина и др., 2010). Антоцианы — это водорастворимые флавоноиды, которые присутствуют в клеточном соке листьев, цветков, плодов и окрашивают их в красно-фиолетовые цвета. Поскольку это окрашенные соединения, они выполняют фоторецепторную функцию, но, помимо этого, они могут играть важную роль в процессе адаптации растений к различным стрессовым факторам. В условиях стресса у растений часто появляется красная окраска листьев, вследствие повышения содержания антоцианов. Стрессовые условия снижают скорость утилизации АТФ и НАДФН, синтезированных в процессе световых реакций фотосинтеза. Увеличение синтеза антоцианов в клетках мезофилла помогает растению избежать накопления избыточного количества продуктов с высоким восстановительным и энергетическим потенциалом вследствие снижения общей биосинтетической активности листа (Масленников, 2003; Масленников и др., 2013б).

В начале вегетации, когда у колосняка песчаного еще не сформирован полностью фотосинтетический аппарат, антоцианы предохраняют его зеленые пигменты от фотоокисления. Кроме того, антоцианы, будучи окрашенными соединениями, поглощают солнечный свет видимой области спектра и тем самым способствуют энергетической подпитке растений, дают дополнительную энергию растению, начинающему рост в весеннее еще холодное время года.

Второй максимум в накоплении колосняком антоцианов наблюдается во время деградации зеленых пигментов в конце вегетации, что приходится на период более низких температур, и в этом случае будут востребованы те же функции антоцианов, что и в период весеннего возобновления роста растений.

Летний максимум накопления антоцианов всегда связан с физиологическим состоянием растений в пору цветения. Это время летних максимальных положительных температур, которые относятся к стрессовым факторам и могут стимулировать биосинтез антиоксидантов, так как уже доказана связь между уровнем стресса у растений и продукцией вторичных метаболитов, включая многие антиоксиданты (Головина и др., 2008; Головина и др., 2010).

Предшественниками в биосинтезе антоцианов являются лейкоантоцианы. Динамика их накопления в онтогенезе клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) (Федураев и др., 2011а) подтверждает сделанный вывод о наличии трех максимумов в накоплении антиоксидантов. У клевера лугового исследовано распределение антиоксидантов в различных частях растений. Уровень лейкоантоцианов доминировал в генеративных частях растений. Подтверждается (Федураев и др., 2011а), что у растений семейства Бобовые водорастворимые антиоксиданты преимущественно накапливаются в генеративных частях растений, тогда как у растений семейства Злаковые — в вегетативных частях.

Анализ локализации антиоксидантов в надземных и подземных частях растений щавеля курчавого (*Rumex crispus* L.) (Федураев и др., 2011б) показал, что высоким он может быть и

в подземной части. В данном случае функционирует аттрагирующая система — синтезируясь в листьях, антиоксиданты перетекают в корни. Следовательно, не только листья щавеля курчавого, богатые антиоксидантами, но и его корни могут представлять интерес как источник БАД для кормов сельскохозяйственных животных.

Активнее всех антиоксидантов исследуется водорастворимый антиоксидант — аскорбиновая кислота (АК). Окисляясь, она легко переходит в дегидроформу — дегидроаскорбиновую кислоту (ДАК). Этот процесс обратимый и ДАК может вновь восстановиться до АК. Окисление АК до ДАК происходит в результате отдачи двух электронов и двух протонов. При отдаче только одного протона возникает свободный радикал — монодегидроаскорбиновая кислота. Это нестабильная, реакционно способная форма АК. Лактоновое кольцо в молекуле АК стабильно, а в ДАК легко гидролизует с образованием кислоты с открытой цепью — 2,3-дикетогулоновой кислоты, которая уже не обладает витаминной активностью (Чупахина, 1997).

Изучена система трех кислот (АК, ДАК и ДКГК) у доминантов флоры Куршской косы: колосняка песчаного, песколюба песчаного (*Ammophila arenaria* (L.) Link), чины приморской (*Lathyrus quinquenervius* (Miq.) Litv.), осоки песчаной (*Carex arenaria* L.), произрастающих на надветренной и подветренной сторонах авантюны Куршской косы (Головина и др., 2008; Головина и др., 2010). В условиях наветренной стороны, где растения подвергаются постоянному ветровому воздействию, орошению соленой морской водой, более низким температурам воздуха и почвогрунтов уровень всех трех кислот повышался. Условия наветренной стороны авантюны менее благоприятны для роста растений, чем условия подветренной стороны, поэтому можно заключить, что аскорбиновая кислота и ее производные являются элементами механизма адаптации растений в неблагоприятных условиях.

Аскорбиновая кислота выступает фактором неспецифической защиты растений во время стресса. При повышении тем-

температуры почвогрунтов выше 33°С и понижении температуры ниже 11°С в растениях увеличивается уровень восстановленной формы аскорбиновой кислоты и ее дериватов — ДАК и ДКГК. Это говорит о том, что в условиях стресса активируется новообразование аскорбиновой кислоты и ее использование.

Одновременный анализ системы трех кислот (Головина и др., 2008; Головина и др., 2010;) у колосняка песчаного, произрастающего в условиях Куршской и Балтийской кос, позволил выявить три максимума в накоплении аскорбиновой кислоты в онтогенезе данного растения. Два максимума связаны с низкими положительными температурами весной и осенью, тогда как третий летний максимум обусловлен высокими положительными температурами, которые также являются стрессовыми для растений.

Количественный анализ рутина у данного растения показал наличие только двух максимумов в его накоплении, при этом преобладал весенний максимум, связанный с низкими температурами. Рутин — 3-рутинозид кверцетина обладает антиоксидантными свойствами, а в медицинской практике нашел применение при заболеваниях, сопровождающихся нарушением проницаемости сосудов, при этом он более эффективен с одновременным приемом аскорбиновой кислоты (Головина и др., 2008; Головина и др., 2010).

Калининградская область отличается специфическими климатическими особенностями, обусловленными близостью к Балтийскому морю. С учетом особенностей местной циркуляции атмосферы, микроклиматической изменчивости метеорологических показателей под влиянием не только моря, но и рельефа, ландшафтного разнообразия региона выделено три типа климата — морской, переходный и континентальный (Федоров и др., 2016).

В работе (Чупахина и др., 2013) проанализировано накопление водорастворимых антиоксидантов в злаковых и бобовых кормовых растениях, произрастающих в разной удаленности от морского побережья: на расстоянии 2, 3, 42, 53, 135 и 183 км. Первые две точки сбора растений характеризуют ус-

ловия прибрежной зоны Калининградской области. У исследованных злаков — ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.) и тимopheевки луговой (*Phleum pratense* L.) при удалении от морского побережья содержание водорастворимых антиоксидантов понижалось и в генеративных, и вегетативных частях растений, т. е. в листьях, которые отличались более высоким уровнем накопления водорастворимых антиоксидантов. Бобовые растения — клевер луговой, клевер ползучий (*Trifolium repens* L.), отличающиеся более высоким содержанием водорастворимых антиоксидантов в генеративных частях растений, — как и злаки реагировали на удаление от морского побережья: содержание водорастворимых антиоксидантов у них снижалось (Чупахина и др., 2013).

Максимальные уровни накопления суммы водорастворимых антиоксидантов выявлены среди злаков у тимopheевки луговой —  $1,4 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$ , а среди бобовых у клевера лугового —  $3,65 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$ , хотя другие виды бобовых растений — мышинный горошек (*Vicia cracca* L.), люпин многолистный (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) — содержали не более  $0,65 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$ . Люпин многолистный отличался еще и тем, что максимальное содержание водорастворимых антиоксидантов у него было в листьях, а не в генеративной части, как у других бобовых растениях (Чупахина и др., 2013).

Следует отметить, что масштаб ответа на менее благоприятные условия приморской зоны был выше у бобовых растений, чем у злаков, пул антиоксидантов которых был более стабилен и в меньшей степени понижался при удалении от морского побережья.

Таким образом, близость к морю накладывает свой отпечаток на обменные процессы у растений. Так, эндогенный уровень водорастворимых антиоксидантов у дикорастущих травянистых растений Калининградской области определяется местом их произрастания и удаленностью от морского побережья, а также микроклиматическими условиями, например наветренная или подветренная сторона авандюны.

Антиоксидантные свойства растений могут меняться в присутствии поллютантов, например нефтяного загрязнения, что отмечено у растений-доминантов флоры дюн Куршской косы. Множественные включения нефтепродуктов (песчано-мазутная смесь) иногда встречаются на пляже от уреза воды до подножья наветренной стороны авантюны, где растут некоторые из псаммофитов. Нефтяное загрязнение морской воды при температуре 14—15°С, которая выше температуры застывания мазута (+10°С), может перемещаться с водными потоками по поверхности воды и при волнении выбрасываться на берег. Нефтепродукты, выброшенные на пляж, образуют песчано-мазутную смесь в виде полутвердых смоляных агрегатов, смешанных с песком. Исследовано их влияние на содержание в растениях антоциановых пигментов, которые являются антиоксидантами (Дедков и др., 2006; Чупахина и др., 2010).

Определено количественное содержание антоцианов в доминантах флоры дюн Куршской косы: колосняке песчаном, песколюбое песчаном, чине приморской, белокопытнике ложном (*Petasites spurius* (Retz.) Reichb.) и в трех видах ивы: иве козьей (*Salix caprea* L.), иве волчьиной (*Salix daphnoides* Vill.), иве ушастой (*Salix aurita* L.) в процессе онтогенетического развития. Показано, что уровень антоцианов, как и у растений луговых фитоценозов, повышается в начале и в конце вегетации (колосняк песчаный, белокопытник ложный), а также при загрязнении нефтепродуктами. В листьях чины и белокопытника в условиях загрязнения нефтепродуктами сохранялся высокий уровень антоцианов в течение всего вегетационного периода, что дало возможность авторам (Дедков и др., 2006; Чупахина и др., 2010) предложить использовать эндогенный уровень антоциановых пигментов растений как тест в экологическом мониторинге растительных сообществ Куршской косы, хотя видна возможность экстраполяции этого метода и на другие растительные сообщества.

Изменение содержания низкомолекулярных антиоксидантов у растений происходит также под действием тяжелых металлов. Так, увеличение в почве концентрации кадмия стиму-

лирует накопление в листьях чины приморской антоцианов, каротиноидов и способствует снижению содержания суммы фенольных водорастворимых антиоксидантов: аскорбиновой кислоты и рутина (Чупахина и др., 2014; Масленников и др., 2013в; Масленников, 2013г; Масленников и др., 2013д). В листьях райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.), овсяницы красной (*Festuca rubra* L.), мятлика лугового (*Poa pratensis* L.) кадмий стимулировал накопление антоцианов, рутина, аскорбиновой кислоты на фоне снижения суммарного содержания фенольных водорастворимых антиоксидантов (Чупахина и др., 2014; Масленников и др., 2013в; Масленников, 2013г; Масленников и др., 2013д).

Таким образом, исследование антиоксидантных свойств дикорастущих растений Калининградской области позволило выявить следующие закономерности в накоплении ими водорастворимых антиоксидантов:

1. Уровень пула водорастворимых антиоксидантов в растениях имеет видовую специфичность, которая определяет преимущественное накопление антиоксидантов в тех или иных компартментах растений. Она же указывает на те периоды онтогенеза, в которые отмечается максимальное накопление антиоксидантов.

2. Экологические условия произрастания растений существенно влияют на уровень в них антиоксидантов. Высокие и низкие положительные температуры, поллютанты выступают как стрессоры. На их фоне увеличивается содержание антоцианов и восстановленной формы аскорбиновой кислоты, накопление которых можно рассматривать как неспецифическую реакцию на стресс. Уровень антоцианов можно учитывать и как тест на загрязнение различными поллютантами.

Для Калининградской области выявлена географическая зональность в накоплении водорастворимых антиоксидантов у дикорастущих травянистых растений местной флоры. В стрессовых условиях приморской зоны уровень антиоксидантов в растениях повышается (Чупахина и др., 2014).

## 4.2. Антиоксиданты культурных растений

По сравнению с дикорастущими растениями, значительно лучше изучены антиоксидантные свойства культурных растений, особенно овощных, которые нередко используются как основной корм или как витаминная добавка к основному корму животных. С этой целью используют корнеплоды (свекла кормовая, сахарная и полусахарная, морковь, брюква, турнепс), клубнеплоды (картофель, топинамбур) и бахчевые — кормовые сорта тыквы, кабачков, арбузов.

Животные хорошо поедают корнеклубнеплоды. Перевариваемость их жвачными животными и свиньями достигает 85—90%. Сухое вещество корнеклубнеплодов отличается высоким содержанием энергии (1—1,2 к. ед. в 1 кг сухого вещества). Много в них сахаров, крахмала, поэтому такой корм способствует молочной продуктивности. Однако корнеклубнеплоды отличаются невысокой питательностью. Это углеводистые корма, бедные протеинами и минеральными веществами. Свое положительное действие корнеклубнеплоды проявляют только в составе сбалансированных рационов. Лучше всего питательные вещества сохраняются в них при их высушивании, что позволяет вводить их в состав комбикормов.

Выращивание корнеклубнеплодов на корм животным пока остается менее выгодным, чем производство зеленого корма и зерна. Если принять себестоимость одной кормовой единицы в траве за единицу, то в зерновых кормах 1 к. ед. будет дороже в 1,5—2 раза.

**Свекла кормовая.** Из корнеплодов в кормлении сельскохозяйственных животных чаще всего используется свекла. Она бывает кормовая, сахарная и полусахарная. Содержание сухого вещества в кормовой около 0,15% жира. Перевариваемость свиньями и жвачными животными достигает 85—87%.

Животным кормовую свеклу скармливают в сыром виде целой или в виде резки. Молочные коровы могут съедать в день до 30—35 кг кормовой свеклы, овцам в рацион свеклу включают до 3—4 кг, лошадям 10—15 кг, свиньям 5—6 кг на

100 кг живой массы. Свеклу кормовую перед скармливанием свиньям желательно сварить или пропарить. Не рекомендуется при этом ее длительное время (свыше 5 часов) охлаждать, так как при этом образуются нитриты, которые могут вызывать отравление животных.

**Свекла сахарная.** Выращивается в основном для использования в пищевой промышленности, для получения сахара. Избыток урожая, а также некондиционные плоды применяются для кормления сельскохозяйственных животных. Питательные свойства сахарной свеклы выше, чем у свеклы кормовой: она содержит 25 % сухого вещества, где до 17 % сахаров, а в 1 кг сахарной свеклы содержится 0,24 кормовых единиц.

Нормы скармливания сахарной свеклы животным зависят от их возраста и продуктивности. Так, стельным коровам в сухостойный период можно давать до 8 кг свеклы в сутки, молодняку до года — 5 кг, молодняку на откорме — 10—15 кг, телятам — до 2 кг.

Корма из свеклы рекомендуется сразу же скармливать, так как измельченная сырая свекла окисляется, темнеет и плохо поедается, а сваренная свекла при длительном остывании накапливает нитриты.

Мука из сахарной и полусахарной свеклы, приготовленная при высокотемпературной сушке, содержит в 4—5 раз больше питательных веществ, чем исходное сырье. Такая мука может использоваться при кормлении всех видов животных, входя в состав комбикормов, брикетов, гранул. Свекла хорошо силосуется с сухими и трудносилосующимися кормами. Антиоксидантные свойства двух сортов свеклы представлены в таблице 6.

Таблица 6

**Антиоксидантные свойства корнеплодов свеклы**

Сорт	Витамин С, мг%	Витамин Р, мг%	Каротиноиды, мкг/г	АОА, мг/г
Детройт	713±215	72,6±17,9	280±16	3,46±0,11
Бордо 237	673±162	122,3±11,1	508±41	3,45±0,13

Таким образом, антиоксидантные свойства свеклы сорта Детройт и Бордо 237 практически одинаковы.

**Морковь.** Универсальный корм для всех сельскохозяйственных животных, особенно для молодняка и племенных животных. Это ценный корм: в моркови содержится 13—14% сухого вещества, 80% которого составляют углеводы. Кроме того, морковь — это источник провитамина А — каротина. Его содержится от 100 до 200 мг в 1 кг моркови. Она богата кальцием, фосфором, железом, медью. Молочным коровам сырой моркови можно давать до 8 кг в день. При кормлении коров морковью молоко обогащается каротином, витамином А, приобретает приятный желтый цвет и нежный вкус.

При полугодовом хранении моркови содержание каротина в ней снижается в два раза, поэтому для сохранения ценных свойств корнеплода морковь подвергают высокотемпературной сушке или силосуют. Морковная мука — это высокопитательный корм: в 1 кг ее содержится 1 к. ед., 40 г переваримого протеина, 2 г кальция, 2,6 г фосфора и 895 мг каротина (Макарцев, 1999). Для сохранения каротина в морковной муке рекомендуется вносить в нее антиоксиданты: сантохин, дилудин и др. Морковь хорошо силосуется, что способствует сохранности каротина. Антиоксидантные свойства нескольких сортов моркови приведены в таблице 7.

Таблица 7

#### Антиоксидантные свойства корнеплодов моркови

Сорт	Витамин С, мг%	Витамин Р, мг%	Антоцианы, %	Кароти- ноиды, мкг/г	АОА, мг/г
F1 Пралине	287±21	44,8±6,2	0,043±0,004	935±26	1,00±0,11
Нантская 4	242±18	52,7±5,2	0,064±0,006	725±34	0,97±0,09
Витаминная	463±35	58,6±6,3	0,043±0,001	380±98	4,89±0,06
Lange Stumpfe ohne Herz	211±15	38,4±4,6	0,024±0,008	621±19	0,75±0,108

**Капуста белокачанная (*Brassica oleracea* L.).** Во многих странах мира под выращивание капусты отводятся значительные площади. Широкому распространению способствует ее холодостойкость, высокая урожайность, хорошая лежкость и значительная питательная ценность в сочетании с хорошими вкусовыми качествами.

Разновидностью белокачанной капусты является краснокочанная капуста, которая имеет фиолетово-красные иногда с пурпурным оттенком наружные и внутренние листья, содержащие антиоксиданты — антоцианы. Это более холодостойкая, чем белокачанная капуста, меньше повреждается вредителями, а ее плотный кочан хорошо сохраняется длительное время. После уборки урожая капусты, когда срезаются кочаны, в поле остаются крупные наружные листья и часть кочерыжки, которые охотно поедаются животными.

Антиоксидантные свойства краснокочанной капусты значительно превосходят белокачанную капусту, благодаря наличию в ней большого количества антоцианов (рис. 6).



Рис. 6. Суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов в овощах семейства капустные (Калининградская область)

Кроме отходов белокачанной капусты, в кормлении сельскохозяйственных животных рачительные хозяева используют отходы многих других овощных культур. С антиоксидантными свойствами таких культур можно познакомиться в монографии Г. Н. Чупахиной и др. (2016). «Антиоксидантные свойства культурных растений Калининградской области».

#### **4.3. Использование синтетических антиоксидантов в животноводстве**

Впервые антиоксиданты были использованы как ингибиторы аутоокисления при производстве полимеров. По мере выявления закономерностей аутоокисления органических веществ и взаимодействия продуктов переокисления с ингибиторами окисления стали появляться практические разработки по применению антиоксидантов в пищевой промышленности для стабилизации жиров, каротина, витамина А и других компонентов неопредельной природы, легко подвергающихся процессам аутоокисления (Тюркина, 2009).

Первые научные данные по использованию синтетических антиоксидантов в кормлении животных были получены учеными МГУ в экспериментах с облученными животными. И уже тогда были сделаны практические выводы, что если перед облучением снабдить животных антиокислителями, то удастся затормозить окисление липидов и появление токсических продуктов. В дальнейшем в институте химической физики РАН развернулись исследования химии и биологии антиоксидантов. Антиканцерогенный эффект антиоксидантов впервые в мире обнаружили Н. Эмануэль и О. Франкфурт. Тем не менее у первых работ по антиоксидантам были и противники как среди биологов и медиков, так и среди некоторых химиков и физиков. Но со временем все возражения были сняты и скептицизм преодолен. И сейчас уже никто не сомневается в том, что антиоксиданты играют важную роль в жизни нормальной

клетки. Синтетические и природные антиоксиданты нашли применение в медицине, пищевой промышленности, а также в сельском хозяйстве (Вальдман, 1980; Тюркина, 2009).

Значимость использования антиоксидантов обуславливается следующими причинами: способностью в малых количествах тормозить окисление молекулярным кислородом многих веществ (в первую очередь — ненасыщенных жирных кислот) как в корме, так и в организме животных; увеличением ввода в комбикорма для свиней и птицы растительного масла; повышенными требованиями новых пород животных и кроссов птицы по продуктивности. Отсутствие антиоксидантов в корме животных может приводить не только к снижению продуктивности животных, но и к ухудшению состояния их здоровья (вплоть до падежа) из-за отрицательного влияния на организм животных промежуточных и конечных продуктов окисления жировой фракции корма. Многочисленными работами показано, что синтетические антиоксиданты оказывают ростостимулирующее влияние на животных и птицу (Burton, 1984; Осипов, 1990; Дубинина, 1992; Черняк, 1993; Тюркина, 2009), обладают иммунологическим действием (Васильева, 1982), профилактируют стресс и его вредное последствие на организм животных (Ефимов, 1985; Драганов, 2007; Драганов, 2008; Тюркина, 2009).

К синтетическим антиоксидантам относятся искусственно синтезированные препараты: бутилокситолуол, бутилгидроксанизол, сантохин, дилудин, фенозан, этоксивин, галловая кислота и ее соли — пропил-галлат, октил-галлат и др. Синтетические антиоксиданты обладают значительно более выраженным антиокислительным действием по сравнению с природными антиокислителями (Вальдман и др., 1980; Балакирев, 1991; Тюркина, 2009).

При применении антиоксидантов в комбикормах необходимо контролировать общий уровень этих веществ, который складывается за счет природных антиокислителей компонен-

тов комбикорма и синтетических препаратов. Если в комбикорм будут внесены в повышенном количестве витамины Е, К, С, аминокислоты цистин и цистеин, добавлены кормовые фосфатиды, да еще введены синтетические антиоксиданты, то скорее всего будет иметь место завышенный уровень антиокислителей, что может привести к подавлению важных процессов окисления в организме животного и, как следствие, к нарушению обмена веществ (Кузьминова, 2017; Тюркина, 2009).

Для стабилизации жиров и жиросодержащих кормовых продуктов чаще всего используется два типа синтетических антиоксидантов: фенольные — к ним относится бутилгидрокситолуол (БНТ, Агидол), ионол, бутилгидроксианизол (БНА) и кормолан, Анок<sup>™</sup> (сухой и жидкий); а также аминные — к ним относится сантохин, дилудин, эхинолан.

Механизм действия этих антиоксидантов сводится к реакции перекисных радикалов с фенольными или аминными группами антиоксидантов с образованием молекулярного продукта и неактивного радикала антиоксиданта, который не участвует в реакции продолжения цепи. Это приводит к обрыву цепи окисления и торможению его процесса (Гродзинский, 1987; Тюркина, 2009).

Наиболее широко используемый синтетический антиоксидант фенольной природы — ионол. Отсутствие токсичности, достаточная антиокислительная активность, разнообразный спектр лечебного воздействия этого антиоксиданта способствовало его широкому распространению. Добавка ионола к основному рациону молодняка крупного рогатого скота в количестве 5 мг/кг живой массы положительно сказывалась на переваривании всех питательных веществ. При этом наблюдались повышенное отложение азота в организме и лучшее использование минеральных веществ рациона, отмечалось увеличение в крови содержания белка, фосфора, витамина А, и β-каротина (Тюркина, 2009).

В последнее время в практику активно внедряются аналоги ионола, такие, например, как Фенозан. Они хорошо зарекомендовали себя при стабилизации кормов с целью сохранения в них витаминов, в частности каротина. Применение антиоксиданта Селдокс<sup>®</sup>-М (продукт включает такие компоненты, как ВНА (Е 320), Этоксивин (Е 324), лимонную кислоту (Е 330), силикат магния (Е 562) и карбонат кальция (Е 170)) в качестве основы из расчета 500 г на 1 т позволило значительно снизить окисление кормов (жмых соевый, подсолнечный, фуз подсолнечный) в процессе их хранения (Хорст, 1982). Использование Агидола кормового также показало, что при 4-месячном хранении рассыпной травяной муки из клевера с добавлением антиоксидантов сохранность каротина составила 68,9—74,7% от исходного содержания против 43,7% без антиоксидантов (Тюркина, 2009).

В. Гольденберг, Е. Гаврилова, Т. Сиволоцкая (1997) установили, что содержание каротина в травяной муке, стабилизированной эхиноланом из расчета 750 г/т, выше на 30—40% после 6 месяцев хранения и на 50% по истечении 9-месячного срока по сравнению с контрольной (без антиоксидантов) партией продукта (Тюркина, 2009; Гольденберг, 2002). При стабилизации продуктов, содержащих соединения с высокой степенью насыщенности (рыбные жиры, рыбная мука, каротин в травяной муке), более высокой активностью обладают антиоксиданты аминного типа (Тюркина, 2009).

А. Рязанов показал, что при использовании в качестве антиоксиданта эхинолана (500 г/т) при длительном хранении (более 3 мес) мясокостной муки не изменился такой показатель, как кислотное число, не наблюдалось плесневение, тогда как в образцах без эхинолана уже происходило окисление жира через 15 суток и появлялась плесень. При стабилизации эхиноланом (500 г/т) рыбной муки установлено, что при хранении от 30 до 270 суток в такой муке не накапливались продукты окисления и не снижалось содержание полезных для организма животных полиненасыщенных жирных кислот (ПЖК),

тогда как в нестабилизированном продукте происходило интенсивное накопление токсинов в результате его окисления и падало содержание ПЖК (Тюркина, 2009).

М. Черняк (1993) установил, что введение антиоксидантов в комбикорма, содержащие жир низкого качества, нивелировало отрицательное действие такого жира и способствовало повышению содержания в печени витамина А и Е, возрастанию антиокислительной активности липидов печени. Более эффективным оказалось применение фенозана как в комбикормах, содержащих жир с кислотным числом 6 мг КОН/г, и уровнем перекисей 0,03 % йода, так и в комбикормах, содержащих жир с высоким кислотным и перекисным числом. Введение фенозана в дозах 60 и 120 г/т увеличивало живую массу бройлеров в среднем на 12,3 % по сравнению с контролем и на 30 % по сравнению с использованием кормов с низким качеством жира. Затраты корма на килограмм прироста при этом снижались соответственно на 2,3 и 12,1 % (Elchuri, 2005; Тюркина, 2009).

При стабилизации мясокостной муки (125 г/т) кормоланом было выяснено, что спустя 3 месяца после введения в нее антиокислителей в эмульсионной (кормолан-А1) и кристаллической формах содержание пероксидов в первом случае было наименьшим (Гольдштейн, 2002). О положительном влиянии использования антиоксидантов свидетельствуют результаты опытов по применению кормолана и эхинолана в дозах 150—200 г/т. Установлено, что применение данных антиоксидантов предотвращало энцефаломалицию циплят-бройлеров, у которых к тому же повышалась жизнеспособность и живая масса. Сохранность поголовья при этом составляла 85,5 % против 82,3 в контроле. Этими же авторами отмечено увеличение яйценоскости кур в весенний период на 5—10 % при добавлении в рацион эхинолана из расчета 200 г/т (Гольденберг, 2002; Гольдштейн, 2002).

Экспериментальные исследования по изучению эффективности Агидола кормового, проведенные кафедрой кормления

сельскохозяйственных животных Тимирязевской академии и проектно-технологическим институтом животноводства и кормпроизводства Республики Башкортостан, показали положительное влияние на продуктивность кур-несушек дозировок антиоксиданта от 150 до 200 мг/кг кормосмеси. У кур, получавших Агидол кормовой, в яйце выросло содержание витамина А и каротина (Тюркина, 2009).

При использовании антиоксиданта Анок<sup>TM</sup> (смесь антиоксидантов бутилгидрокситолуола и этоксицина) повышалась сохранность витаминов в витаминно-минеральных премиксах, БВМК, комбикормах. Доказано, что содержание витаминов в опытных пробах не снижалось, тогда как в контроле потери витаминов при хранении составляли до 25 %. Было выявлено значительное повышение содержания витаминов А и Е в печени цыплят-бройлеров, получавших комбикорма с антиоксидантом Анок по сравнению с контролем — без антиоксиданта (Рассказова, 2004). Добавка в рацион одинакового количества бутилгидроксиантизола и бутилгидрокситолуола улучшала рост цыплят (Sohal, 1996). В опытах на курах-несушках установлено также положительное влияние антиоксидантов и на действие пробиотиков (Beisel, 1982).

Замечено, что смеси различных антиоксидантов более эффективно препятствуют окислению жиров. Это связано с тем, что отдельные антиоксиданты эффективно предотвращают окисление одного вида жира, но неэффективны в отношении других. Смесь же антиоксидантов в этом смысле обладает более широким спектром действия и большей антиоксидантной активностью (Айдинян, 2005; Тюркина, 2009)).

Эффективность антиоксидантов зависит от дозы препарата не линейно. В больших концентрациях антиоксиданты начинают действовать в обратном направлении и не тормозят, а, напротив, ускоряют свободно-радикальные реакции (Бурков, 2003). Дело в том, что, взаимодействуя со свободным радикалом, антиоксидант сам превращается в радикал, только менее

активный. Пока таких радикалов мало, они не опасны для организма. Но если их накапливается слишком много, вклад в окисление становится весомым (Буртов, 1990).

Таким образом, важность применения антиоксидантов в животноводстве несомненна. Однако в большей степени исследования посвящены сохранности отдельных питательных элементов в комбикормах, а не влиянию антиоксидантов на обменные процессы и состояние антиоксидантной системы организма сельскохозяйственных животных. Практически отсутствуют данные, показывающие влияние ввода антиоксидантов на морфологические и биохимические показатели качества сельскохозяйственных животных.

#### **4.4. Эффективность антиоксидантов при кормлении животных**

В настоящее время наметилось два пути применения антиокислителей в животноводстве: стабилизация биологически активных веществ в кормах (травяной, рыбной, мясо-костной муке, концентратах витаминов и готовой продукции — комбикормах, белково-витаминно-минеральных добавках и премиксах) и стабилизация веществ в организме животных при непосредственном скармливании им антиоксидантов. Более изученными антиокислителями, которые применяются на практике, являются: токоферолы, бутилокситолуол (БОТ), сантохин, бутилоксианизол (БОА), дилудин. Особое значение эта проблема приобретает при широком использовании в комбикормовой промышленности животных технических жиров (Пелевин и др., 2008).

При испытании влияния БОТ в различных количествах — 100 мг/кг (рекомендованная доза) и 1000 мг/кг — на продуктивность цыплят не установлено существенной разницы в живом весе и изменений в мышцах и тканях птицы. Увеличение уровня БОТ в кормах позволяет без отрицательных последствий для организма лучше стабилизировать мясную и рыб-

ную муку и сохранять линолевую кислоту в кормах. Исследователями отмечается, что БОТ в дозе 250 мг на 1 кг корма оказывал примерно такое же действие на развитие цыплят, как и токоферол, хотя полностью заменить его не может. Добавление антиоксиданта к рациону не влияло на рост бройлеров, но повышало их сохранность, содержание витаминов А, Е в печени и снижало расход корма на единицу прироста (Пелевин и др., 2008).

Введение антиоксиданта дибуга в комбикорма для цыплят в дозе 0,02% способствовало лучшей сохранности, увеличению среднесуточных приростов и депонированию витамина А и каротина в печени; эффективность действия антиоксиданта повышалась при растворении его в жире.

Подтверждены высокие антиокислительные свойства сантохина в кормах и в организме животных. Так, у кур-несушек, получавших в 1 кг комбикорма 20 мг сантохина, последний способствовал накоплению витамина А в яйце и организме, повышал Е-витаминную обеспеченность, продуктивность и процент вывода цыплят (Пелевин и др., 2008).

Сантохин в дозе 150 г/т комбикорма предупреждает кормовую энцефаломалацию цыплят, что дает возможность в несколько раз сократить затраты на дорогостоящий и дефицитный препарат витамина Е, применяемый для лечения болезни, снизить расходы на корма и повысить живой вес молодняка. При скармливании цыплятам стабилизированной сантохином травяной муки запасы витамина А в печени выросли на 15—40%, усиливалась пигментация кожного покрова, снижалось количество случаев энцефаломалации, хотя полностью последняя не предотвращалась. В литературе приводятся данные, что обработка муки из убойных отходов животных сантохином приводит к улучшению переваримости протеина и повышению обменной энергии у цыплят за счет ингибирования окислительных процессов (Пелевин и др., 2008).

В практике животноводства часто находят совместное применение сантохин и витамин Е. В таких опытах повыша-

лась сохранность поголовья цыплят на 4%, увеличивался живой вес одной головы на 119 г, снижался расход корма на 1 кг прироста. Эти препараты повышали эффективность использования жира корма и способствовали накоплению общих липидов в теле птицы, ингибировали процессы аутоокисления непредельных жирных кислот. Также установлено, что с повышением уровня жира в рационе с 9 до 13% снижалось содержание витамина А в печени на 8,4—6,3% и в жире — на 10,1—24,8%, витамина Е в печени — на 7,2—6,9%; включение в рацион цыплят антиоксидантов увеличивало концентрацию этих витаминов в органах и тканях, но не предотвращало их снижения под влиянием высоких количеств жира в корме. При этом антиоксидант сантохин оказывал более эффективное действие, чем витамин Е (Пелевин и др., 2008).

Проведенные во ВНИТИП сравнительные опыты по введению  $\alpha$ -токоферола и сантохина в рационы цыплят-бройлеров показали, что витамин Е значительно лучше выполнял функции антиоксиданта в организме птицы даже в дозах почти в 10 раз меньших, чем сантохин. С увеличением потребления витамина Е повышалось содержание витамина А и одновременно витамина Е в печени цыплят. В результате исследований запаса витамина А в печени цыплят, содержащихся в течение 4 недель на рационе, лишенном витаминов А, Е и жира, найдено снижение содержания витамина А в 2 раза. Добавка 0,01% dl- $\alpha$ -токоферилацетата сохраняла 91% витамина А, а 0,1% сантохина — 58%. В настоящее время для практического применения рекомендованы сантохин и БОТ соответственно в дозах 125 и 250 мг на 1 кг корма (Пелевин и др., 2008).

В литературе имеются указания о действии витамина Е, добавленного в рационы, на устойчивость жира тушек бройлеров. Он единственный естественный антиоксидант, проходящий через кишечную стенку в неизменном виде и сохраняющий определенное время в органах тела и жировом депо. В результате исследований установлено, что чем больше цып-

лята получали витамина Е с кормом, тем больше его откладывалось в жировой ткани. Через 6 мес хранения внутренний жир был свежим по показателям кислотного и перекисного чисел, в то время как у цыплят контрольной группы жир имел более высокие перекисные и кислотные числа (Пелевин и др., 2008).

В опытах на индюках инъекции за 24 ч до убоя токоферола, БОТ, БОА, пропилгаллата, лимонной кислоты и других не оказывали заметного влияния на стабильность жира тушек при хранении. В связи с этим многие исследователи рекомендуют добавлять антиокислители в корм птице при ее выращивании.

Дилудин при введении в корм в дозе 150—200 г/т является антиоксидантом каротина. В опытах на птице было установлено, что дилудин не оказывал положительного влияния на рост бройлеров, но повышал депонирование витаминов А и Е в печени. При скармливании люцерновой муки, стабилизированной сантохином и дилудином, у цыплят с суточного до 80-дневного возраста наблюдалось повышение прироста и значительное накопление витамина А в печени. Их приросты были выше соответственно на 16—19%, а содержание витамина А — на 123 и 160% по сравнению с указанными показателями у цыплят, получавших корма без антиокислителей (Пелевин и др., 2008).

Показано, что в рационе кур-несушек дилудин достоверно вызывал повышение содержания каротина и витамина Е в печени, витамина А в яйце, липидов в плазме крови, грудной мышце и уменьшение липидов в печени, а сантохин увеличивал концентрацию каротина, витаминов А, Е в печени и желтке яиц, общих липидов и холестерина в плазме крови и желтке яиц с одновременным снижением липидов и холестерина в печени. У кур, потреблявших стабилизированную травяную муку, количество непредельных жирных кислот, депонированного жира и липидов печени возрастало, а уровень токсических продуктов аутоокисления непредельных жирных кислот сокращался. Стабилизированная травяная мука положи-

тельно влияла на выводимость и жизнеспособность цыплят. Применение антиокислителей в рационах повышает D-витаминную обеспеченность и снижает содержание холестерина в органах и тканях бройлеров. Наиболее эффективной дозой дилудина для птиц является 400 мг/кг комбикорма (Пелевин и др., 2008).

Дилудин в сочетании с витамином Е повышал живой вес цыплят, который в конце опыта был на 11 % выше контроля, способствовал отложению жира в тушках бройлеров (9—15 % сырого жира), накоплению витаминов А, Е в печени и улучшал мясные качества. По депонированию ретинола в печени цыплят наиболее активным оказался дилудин, за ним следует дигисан и сантохин.

Приведенный выше материал по исследованию эффективности использования антиоксидантов, особенно дилудина, разноречив, что, видимо, обусловлено плохой растворимостью в растворителях. С целью повышения активности дилудина применяют поверхностно-активные вещества, из которых распространение получили алкилсульфат, сульфонат, каолин и др. Такие формы дилудина по стабилизации каротина травяной муки и влиянию на организм животных приближались к сантохину. К тому же дилудин стимулирует рост и развитие животных, вследствие чего его применяют как биостимулятор (Пелевин и др., 2008).

Антиоксиданты, ингибирующие окислительные реакции в кормах, при наличии в них различных продуктов окисления иногда оказываются малоэффективными, что обусловлено присутствием микроэлементов, являющихся сильными катализаторами окисления и способствующих разрушению синтетических стабилизаторов. В связи с этим ищутся возможности усиления действия антиоксидантов (явление синергизма). Синергисты сами по себе не обладают антиокислительными свойствами, но повышают стабилизирующее действие антиокислителей. К ним относятся аскорбиновая, лимонная, винная, фосфорная кислоты, бикарбонат натрия и др.

Так, при изучении влияния сантохина и бикарбоната натрия в смеси и по отдельности в количествах соответственно 0,0125 и 0,325 % на пигментацию яичного желтка было установлено, что интенсивная окраска желтка, обусловленная содержанием каротина, наблюдалась при кормлении кормом, содержащим бикарбонат натрия. В проведенных опытах доказано, что наибольший эффект был получен при введении в комбикорм смеси, состоящей из БОТа, сантохина и лимонной кислоты в концентрациях 0,01; 0,0015 и 0,02 % соответственно. Такое сочетание антиоксидантов и синергиста замедляло процессы окисления жирных кислот жиров в комбикормах, а при скармливании последних цыплятам увеличивался живой вес и снижались затраты корма на единицу прироста. Кроме того, константы жира, хранившегося в течение 3 мес после убоя этих цыплят, были наиболее низкие (перекисное число — 0,048 % йода и кислотное — 1,2 мг КОН/г); немного выше были перекисное и кислотное числа во внутреннем жире бройлеров, получавших в рационе БОТ и лимонную кислоту (0,089 % I и 1,5 мг КОН/г). Антиоксиданты (сантохин и БОТ) по отдельности не оказали стабилизирующего действия на жир: перекисное число жира равнялось 0,223—0,259 % I, кислотное — 6,3—6,9 мг КОН / г (Пелевин и др., 2008).

С практической точки зрения определенный интерес вызывают работы по изучению оптимальных сроков хранения сырья и комбикормов. Проведенные в этом плане исследования показали, что при содержании цыплят на рационе, включающем 28 % стабилизированной сантохином муки из побочных продуктов домашней птицы и жира потрохов, которая хранилась 12 недель, приросты были на 10 % выше, чем при использовании муки без антиоксиданта. Включение в корм цыплят рыбной муки, обогащенной антиоксидантами (сантохином или БОТом) и хранившейся в течение 15 недель, повышало содержание витамина Е в печени с одновременным снижением его уровня в тушке птицы, особенно с увеличением количества рыбной муки с 7,5 до 30 %. При этом аромат и вкус

мяса бройлеров, получавших стабилизированную муку в нормальных количествах, был заметно хуже по сравнению с таковыми у птиц, содержащихся на рационе с необработанной рыбной мукой. Эти различия значительно сглаживались, если рыбную муку скармливали вскоре после изготовления. Подобные результаты получены и в опытах на свиньях (Пелевин и др., 2008).

При скармливании цыплятам нестабилизированных комбикормов, хранившихся 6 мес, сохранность поголовья составила 83,2% и живой вес в 56-дневном возрасте был равен 950 г с затратами на 1 кг прироста 3,13 кг кормосмеси, а в группах бройлеров, получавших комбикорм с антиоксидантами после 6-месячного хранения, сохранность птицы колебалась в пределах 97,2—98,8% и живой вес составлял 1330—1380 г с затратами на 1 кг прироста 2,57 кг корма. При скармливании свежих комбикормов живой вес цыплят достигал 1480 г с затратами на 1 кг прироста 2,45 кг смеси. Кроме того, содержание птицы на стабилизированных комбикормах, хранившихся 6 мес, приводит к снижению в тканях тушек ненасыщенных жирных кислот, особенно линолевой, участвующей в синтезе арахидоновой кислоты, что влечет за собой нарушение жирового обмена, а это в свою очередь отрицательно влияет на скорость роста и сохранность цыплят (Пелевин и др., 2008).

В другом опыте скармливание стабилизированных сантохином комбикормов после двухмесячного хранения позволило получить живой вес бройлеров в 56-дневном возрасте 967,6 г, при использовании БОТ — 956,2 г и на рационе без антиоксиданта — 920,0 г; затраты корма на 1 кг прироста составили соответственно 2,88; 2,89 и 3,11 кг (Пелевин и др., 2008).

В настоящее время антиоксиданты находят применение и в свиноводстве. В результате установлено, что скармливание свиньям беконного откорма комбикормов с травяной мукой, стабилизированной энтоксихином или дилудином, повышает каротиновую обеспеченность свиней с 5,8 до 21,3—21,4 мг на голову в сутки, живой вес — на 13,3—14,0%; снижает расход

кормов на единицу прироста на 10,4—11,8%, переваримого протеина — на 11,0—12,5% и себестоимость 1 ц прироста на 11,7—12,3%; увеличивает отложение витамина А в печени в 2,0—2,7 раза по сравнению с группами животных, получавших в рационе нестабилизированную травяную муку. Подобные результаты исследований получены в опытах на откормочных свиньях и поросятах-отъемышах (Пелевин и др., 2008).

В частности, добавление в рацион для молодняка свиней травяной муки, стабилизированной жировым раствором сантохина, повысило концентрацию витамина А в плазме крови на 7,8%, а в печени — почти в 2 раза. При этом контрольным убоем не найдено существенных различий по убойному выходу, качеству туш и развитию внутренних органов между опытными группами и контролем. В опытах на поросятах-сосунах установлено увеличение среднесуточных приростов на 12,9%, отъемного веса — на 10,0% и обеспеченности каротином — в 2 раза по сравнению с контрольной группой.

В Германии проведена сравнительная оценка влияния антиоксидантов в рационах для откорма свиней на качество жира после убоя, которая показала, что энтоксиквин более эффективен, чем БОТ, в ингибировании окисления жира туш; причем он способствовал накоплению ненасыщенных жирных кислот и окраске жира в желтый цвет. На приросты и состояние здоровья свиней антиоксиданты не оказали влияния. Также не обнаружено влияния сантохина на продуктивность лактирующих овец. У животных, получавших в рационе антиоксидант, наблюдали постепенное повышение количества витамина А в крови и молоке (на 45,5%) по сравнению с контрольной группой. У ягнят от маток опытной группы обнаруживали большее количество витамина, чем у контрольных животных. При включении в рацион крупного рогатого скота сантохина наблюдали увеличение сахара, гемоглобина, каротина в крови и улучшение воспроизводительных функций животных (Пелевин и др., 2008).

В Чехии для стабилизации кормов был использован курасан (производное сантохина), предварительно растворенный в этиловом спирте, применение которого в рационах цыплят в количестве 0,5; 1,0; 2,0% от веса кормосмеси в течение 14—28 дней и 10% в течение 7 дней оказалось токсичным. Так, при дозе антиоксиданта, равной 0,5%, смертность достигала 7%, при 1,0—2,0% — 10, а при 10,0—40%. У цыплят, получавших курасан в количестве 0,5%, приросты за 16 дней составили лишь 122 г (в контроле без антиоксиданта — 369 г). На основе опытов авторы установили, что допустимая норма курасана в кормосмесях для цыплят — 0,0125% при среднем содержании жиров; при высоком количестве жиров эту дозу увеличивают (Пелевин и др., 2008).

В одном из опытов рацион, содержащий 4,6% люцерновой муки и 0,02% курасана, скармливали курам-несушкам в течение 7 мес. Оказалось, что содержание каротиноидов в сухом веществе желтка (по сравнению с контролем без люцерновой муки) выросло на 72,8%, каротина — на 95,0 и витамина А — на 13,7%; яйценоскость была выше на 6,5%, а среднесуточный расход кормов на 1 несушку оказался примерно одинаковым (Пелевин и др., 2008).

Опыты, проведенные в научно-исследовательском центре комбикормовой промышленности и служб Чехии, предусматривали изучение эффективности применения различных концентраций антиоксидантов (курасана и БОТ) в кормлении цыплят-бройлеров и кур-несушек.

Для приготовления витаминных добавок (биофакторов) включали 37500, 75000 и 112500 мг курасана и БОТ по отдельности на 1 кг добавок, которые вводились в кормовую смесь в количестве 1%. В результате исследований установлено, что минимальные затраты корма на единицу продукции и максимальный живой вес бройлеров в 44-дневном возрасте были у птиц, получавших добавку с 75000 мг курасана (соответственно 1,90 и 1,55 кг); в группах цыплят на рационах с различными концентрациями БОТ затраты на 1 кг прироста

составили 2,4—2,6 кг кормовой смеси и живой вес — 1,27—1,38 кг, а на кормах без антиоксидантов — 2,10 и 1,45 кг. При биологической оценке стабилизаторов курасан более активен, чем БОТ (Пелевин и др., 2008).

В опытах на курах-несушках выявлена максимальная яйценоскость в группе птиц, получавших рацион без антиоксиданта; БОТ и курасан в определенной степени влияли угнетающе, но вместе с тем курасан в дозе 37500 мг/кг добавки способствовал более ровным кривым яйценоскости по месяцам. С повышением дозы курасана увеличивалась потребность корма на 1 яйцо; в группах кур на рационах с БОТом наибольшая потребность в корме была при содержании его 75000 мг и наименьшая — при количестве 112500 мг на 1 кг добавок. В группе птицы, находившейся на рационе без антиокислителей, наблюдались самые низкие затраты кормов на 1 яйцо с одновременным низким средним весом яиц; наиболее высокий вес яиц оказался у кур, получавших кормосмеси с БОТом. Максимальный уровень витамина А был в яйцах кур, употреблявших корм с изучаемыми концентрациями курасана и с 37500 мг БОТа, а минимальный — при 75000 мг БОТ в 1 кг смеси. В результате исследований выявлена прямая зависимость между уровнем витамина А в яичном желтке и антиоксидантов в корме и преимущества курасана по сравнению с БОТ (Пелевин и др., 2008).

Исполнителями рекомендовано для цыплят-бройлеров применение курасана в количестве 75000 мг на 1 кг добавки, а для кур-несушек — использование кормосмесей без антиоксидантов.

Таким образом, эффективность применения антиоксидантов очевидна, и поэтому они обязательно должны найти место в кормопроизводстве (Пелевин и др., 2008).

## **Глава 5**

### **АНТИОКСИДАНТЫ В КОРМАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

---

Из всех факторов окружающей среды самое большое влияние на продуктивность оказывает кормление. В структуре себестоимости продукции скотоводства доля кормов составляет при производстве молока 50—55 %, говядины — 65—70 % (Краснова, 2017).

Нормальная деятельность организма животных, его рост и производство продукции обеспечиваются наличием в рационе достаточного количества витаминов, в том числе обладающих антиоксидантными свойствами. Известно более 30 витаминов, необходимых организму животного, но часть из них (группы В) синтезируются жвачными или содержатся в достаточном количестве в кормах (витамин К). При составлении рационов для маточных коров контролируется главным образом содержание витаминов А, D, Е и некоторых из группы В (Чехранова, 2014). В настоящее время в практике животноводства дефицит витаминов в рационах — довольно широко распространенный фактор, что связано с низким качеством объемистых кормов: сена, сенажа, силоса и других. Потребность коров в витаминах зависит от температуры окружающей среды, типа кормления и продуктивности животных (Комиссарова, Кряжева, 2010).

Нормирование витаминного питания молочных коров осуществляется с учетом их потребностей в каротине, витаминах D и Е. Суточная норма каротина — 30—55 мг, витамина D — 500—1000 МЕ, Е — 30—50 мг на 1 кг сухого вещества. Следует учитывать, что при интенсивном использовании животных возрастает их потребность во всех нормируемых питательных и биологически активных веществах. Поэтому требу-

ется добавка в рационы препаратов витаминов в количествах, определяемых с учетом содержания их в натуральных кормах (Воробьева и др., 2008).

В растительных кормах содержится каротин (провитамин А), который в стенках тонкого кишечника превращается в витамин А. Много каротина в зеленых кормах, особенно в листьях бобовых растений, моркови, витаминной травяной муке, в силосе и сенаже хорошего качества. Исследованиями установлена низкая усвояемость каротина из кукурузы и кукурузного силоса (Ли, 2011).

Чаще всего А-гиповитаминоз наблюдается у телят. Однако и коровы с высокой продуктивностью предъявляют повышенные требования к обеспеченности витамином А. Содержание каротина и витамина А в крови и молоке является показателем полноценности кормления животных в отношении витамина А. В хорошем молоке зимой количество каротина достигает 1 мг% (0,4 мг% витамина А). Организм животного способен накапливать резервы витамина А, которые используются при его недостатке в рационе (Курдоглян, 2008).

Введение в рацион дойных коров витамина А повышает биологическую полноценность кормления животных, в результате чего улучшается обмен веществ в организме, активизируется пищевое поведение и поедаемость кормов, улучшаются воспроизводительные функции животных. У коров, получавших 350 тыс. МЕ витамина А, что на 30% выше рекомендуемых норм, повышается молочная продуктивность на 10,5%, улучшается качество молока: возрастает содержание общего белка на 0,16%, казеина — на 0,19%, жира — на 0,29%, растет термоустойчивость на 5,6%, увеличиваются прибыль на 13,0% и рентабельность производства молока на 5,3% (Князева, Крисанов, 2008).

Исследованиями С. В. Тойгильдина и др. (2016) установлено, что введение коровам препарата Карток, содержащего β-каротин и α-токоферол, усиливает метаболические процессы в их организме, в том числе и в молочной железе, что обуславливает увеличение содержания в молоке основных его компонентов, повышение их продуктивности и улучшение репродуктивных функций (табл. 8).

Продуктивность и состав молока коров (Тойгильдин и др., 2016)

Показатель	Порода и направления продуктивности животных				
	Бестужевская (мясо-молочное)		Красно-пестрая голландизированная (молочное)		
	I-К	II-О	I-К	II-О	II-О
Удой за 305 дней лактации, кг	3336,61 ± 104,065	3657,67 ± 92,06*	3995,31 ± 20,25	4151,83 ± 31,21**	4151,83 ± 31,21**
Молоко баз. жир (3,4 %), кг	3631,02 ± 114,17	4109,50 ± 105,42**	4371,34 ± 30,21	4774,60 ± 43,65**	4774,60 ± 43,65**
Жир, %	3,70 ± 0,007	3,82 ± 0,016**	3,72 ± 0,019	3,91 ± 0,022**	3,91 ± 0,022**
Белок, %	3,41 ± 0,009	3,46 ± 0,010*	3,26 ± 0,023	3,35 ± 0,011*	3,35 ± 0,011*
Лактоза, %	4,51 ± 0,01	4,54 ± 0,01	4,52 ± 0,02	4,55 ± 0,01	4,55 ± 0,01
СОМО, %	8,66 ± 0,011	8,73 ± 0,009*	8,66 ± 0,005	8,75 ± 0,014**	8,75 ± 0,014**
Витамин А, мг%	0,287 ± 0,015	0,464 ± 0,023*	0,275 ± 0,005	0,453 ± 0,025*	0,453 ± 0,025*
Плотность, °А	28,61 ± 0,02	28,85 ± 0,06*	28,70 ± 0,05	29,033 ± 0,07*	29,033 ± 0,07*
Кислотность, °Т	18,37 ± 0,070	18,14 ± 0,04*	18,40 ± 0,041	18,23 ± 0,062*	18,23 ± 0,062*

\*P &lt; 0,01; \*\*P &lt; 0,001; К — контрольная группа, О — опытная группа.

От содержания в рационе лактирующих животных витамина D зависит нормальное течение минерального обмена. При отсутствии в рационе этого витамина и безвыгульном содержании в крови коров уменьшается содержание кальция и неорганического фосфора, особенно перед отелом. В осложненных случаях это приводит к связанности движения, опуханию суставов, негибкости и карпообразности спины, ухудшению аппетита (Кузнецов, Кузнецов, 2010).

Витамин E входит в состав антиоксидантной системы организма, способствует усвоению витамина A и каротина, обеспечивает нормальное тканевое дыхание, регулирует кроветворение, жировой, белковый и углеводный обмен. Токоферол — это жирорастворимый витамин. Он не синтезируется в рубце крупного рогатого скота. Поэтому необходимо постоянно, чтобы он дополнительно поступал с пищей (Waller et al., 2007). Учеными выявлено, что токоферол максимально проявляет свои действия только в синергидном взаимодействии с другими антиоксидантами (Leger, 2000).

В нормальных условиях существования животные не нуждаются в поступлении (экзогенного) витамина C, который синтезируются в их организме из простых сахаров. Однако витамин C к тому же способствует ослаблению недостаточности в организмах таких витаминов, как фолиевая кислота, витаминов A, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub> и пантотеновой кислоты (Tofler et al., 2000; Окуневич, Сапронов, 2004).

Кроме того, экспериментально доказано, что аскорбиновая кислота способна восстановить  $\alpha$ -токоферольный радикал, возвращая токоферолу антирадикальные свойства (Гимирханова и др., 2007). Синергизм между  $\alpha$ -токоферолом и аскорбиновой кислотой изучал и В. А. Волков (2015), который доказал, что витамин C поддерживает уровень содержания витамина E в крови и тканях, тем самым улучшая иммунные реакции. Доказано, что высокие дозы аскорбиновой кислоты усиливают всасывание железа, поступающего с пищей, это важно для обеспечения окислительно-восстановительного баланса в биологических системах (Меньщикова и др., 2006).

В производстве кормов используются как природные, так и синтетические антиоксиданты. Сегодня многие исследования направлены на поиск наиболее эффективных антиоксидантов, не токсичных, удобных в применении, имеющих пролонгированное действие на организм. Синтетические антиоксиданты (антиокислители) — это такие искусственно синтезированные, препараты, как бутилокситолуол, сантохин, дилудин, фенозан и другие. На практике из перечисленных антиоксидантов чаще всего используется сантохин, и прежде всего для стабилизации каротина в травяной муке, витаминов в премиксах и БВМД, жиров в комбикормах. Недостатком сантохина является то, что он разрушается при температуре выше 60°С и в технологии производства комбикорма сырье нельзя подвергать тепловой обработке. Из названных синтетических антиоксидантов более низкая антиокислительная активность — у дилудина, он также обладает наиболее низким уровнем токсичности. Результаты исследований природных антиокислительных свойств ряда фенолов и механизм действия на организм хорошо известных антиоксидантов фенольного происхождения (бутилокситолуола и бутилоксианазола) способствовали распространению на российском рынке такого антиоксиданта, как агидол (действующее вещество ионол) (Краснова, 2017).

В последние годы в питании сельскохозяйственных животных эффективно применяется антиоксидант эпофен. Эпофен — новый антиоксидант, синтетический аналог убихинона, который известен как коэнзим Q.

В исследованиях на коровах швицкой породы получены положительные результаты при изучении эффективности использования в рационах лактирующих коров препаратов эпофен, полифенольная природа которого и наличие окси-групп на фенольном скелете обеспечивают его высокую антиоксидантную активность, и хелатона — одного из самых эффективных хелатообразующих веществ, присутствующего в биологических организмах для связи металлических ионов (Кононенко и др., 2011).

Скармливание дойным коровам антиоксиданта эпофена и сорбента токсисорб позволило активизировать рубцовый метаболизм, что относительно контрольных групп у животных третьей опытной группы (табл. 9) выразилось в достоверном ( $P > 0,95$ ) повышении в содержимом рубца величины рН на 0,24 ед., числа инфузорий — на 30,1%, витаминсинтезирующих бактерий — на 22,9%, активности целлюлаз и протеиназ, содержания ЛЖК в первую очередь за счет концентрации уксусной кислоты (Черкасов, 2014). Кроме того, установлено, что совместное скармливание препаратов эпофена и витамина С обеспечило повышение у коров опытной группы против контроля коэффициентов молочности на 1,01%, коэффициент биологической полноценности молока (КБП) — на 5,24% и биологической эффективности коров (БЭК) — на 6,00% (табл. 9) (Плиева, 2016).

Таблица 9

**Молочная продуктивность коров за лактацию  
(Плиева, 2016)**

Показатель	Группа			
	1-контроль- ная	2-опытная	3-опытная	4-опытная
Удой натуральной жирности, кг	4440,8±37,4	4489,6±38,4	4477,4±37,0	4553,6±40,7
Среднесуточный удой, кг	14,56±0,59	14,72±0,67	14,68±0,71	14,93±0,63
Массовая доля в молоке, %:				
жира	3,51±0,05	3,60±0,04	3,63±0,07	3,73±0,07
белка	3,32±0,03	3,41±0,05	3,43±0,04	3,50±0,06
Абсолютный выход, кг:				
молочного жира	155,87±2,0	161,62±2,4	162,53±2,1	169,85±2,7
молочного белка	147,43±1,8	153,09±2,2	153,57±2,0	159,38±1,6

Окончание табл. 9

Показатель	Группа			
	1-контроль- ная	2-опытная	3-опытная	4-опытная
Молоко базисной (3,4 %) жирности, кг	4584,5±35,6	4753,7±34,4	4780,3±31,7	4995,5±36,4
В% к контролю	100,0	103,7	104,3	109,0
Удой 4 %-ного молока, кг	4114,4±35,3	4220,2±32,2	4228,9±37,0	4369,2±32,1
В% к контролю	100,0	102,6	102,8	106,2

*Примечание.* 1-контрольная — без добавок эпофена и витамина С; 2-опытная — добавка эпофена 3,0 г/голову; 3-опытная — добавка витамина С 0,04% от нормы сухого вещества; 4-опытная — добавка эпофен (3 г/голову) + витамин С (0,04%).

Применение в питании высокопродуктивных голштинизированных коров препарата БИО-20 обеспечило положительное действие на процессы оксидантно-антиоксидантного функционирования в их организме, о чем свидетельствует снижение уровня малонового диальдегида в сыворотке крови на 15 % после проведения нормальных отелов, а после тяжелых — на 35 %. При использовании в кормлении коров комплекса «БИО-20+обзидан» установлено повышение молочной продуктивности на 22,6 % по сравнению с контролем и на 10,7 % по сравнению с коровами, получавшими БИО-20 (рис. 7). При этом улучшаются качественные показатели молока: МДЖ увеличивается на 12 %; МДБ — на 13 % по сравнению с контролем и на 5 и 4 % по сравнению с коровами, получавшими БИО-20 (рис. 8); оплодотворяемость повышается на 16 % (Арбузов, 2014; Арбузов и др., 2014).

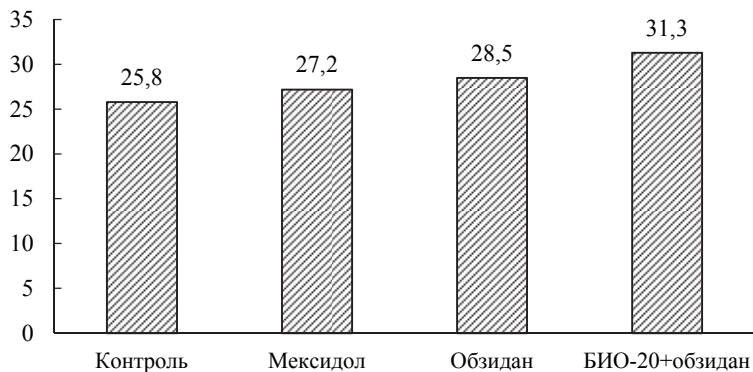


Рис. 7. Влияние обзидана, мексидола и комплекса «БИО-20+обзидан» на среднесуточный удой у коров, кг (Арбузов, 2014)

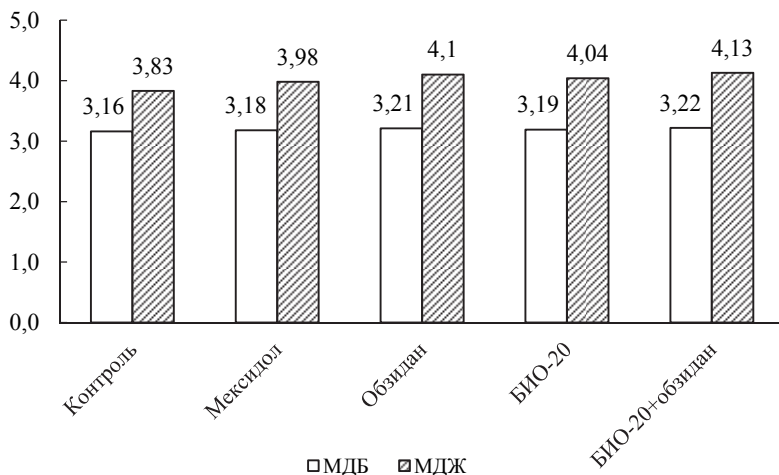


Рис. 8. Влияние обзидана, мексидола и комплекса «БИО-20+обзидан» на качественные показатели молока: МДБ — массовая доля белка, %; МДЖ — массовая доля жира, % (Арбузов, 2014)

Несмотря на положительный эффект, который оказывают синтетические антиоксиданты на продуктивность и здоровье животных, они все же не могут полностью заменить естественные антиоксиданты, так как быстро удаляются из обмена веществ животного и не достигают цитоплазмы клеток.

Укрепление антиоксидантной системы организма с высокой эффективностью достигается путем введения в корма натуральных добавок. Они способны положительно влиять на организм животного, не оказывая при этом отрицательного воздействия (Клименко, 2004).

В качестве натуральной добавки используется уникальный природный антиоксидант — дигидрокверцетин (ДКВ), включенный в России в перечень разрешенных пищевых добавок (СанПиН 2.3.2. 1078—01). В России в качестве сырья для производства ДКВ используется древесина лиственницы сибирской и лиственницы даурской (Щукина и др., 2008). ДКВ как уникальное вещество обладает такими особенностями, как способностью перехватывать и связывать свободные радикалы, предохранять от перекисного окисления и увеличение срока существования мембраны клеток и клеточных органелл, а также высокой проницаемостью через гидрофильную и липофильную часть мембраны клеток. Он обладает высокой активностью даже при малых концентрациях в пределах 0,0001—0,00001 % (Мельникова, Иоффе, 2002; Фомичев и др., 2015; Краснова, 2017).

На предприятии ЗАО «Аметис» г. Благовещенска разработана и производится кормовая добавка «Экостимул» на основе дигидрокверцетина, которая зарегистрирована в 2010 году (ГУ 9364-010-70692152). Применение в составе рационов кормления кормовых добавок «Экостимул-1» и «Экостимул-2» в период экспериментальной проверки выявило, что повышается резистентность организма сельскохозяйственных животных, а также их продуктивность и сохранность. Исследования, проведенные на ферме «Дубровицы», ФГУП «Кленово-Чегодаево» Всероссийского института животноводства по скармливанию коровам кормовой смеси, включающей в себя «Экостимул-2»,

карнипас, холинхлорид, в течение 100 дней, выявили увеличение удоев на 512 кг (19,1%) молока на корову. Выявлено также последствие кормовой добавки. При этом среднесуточный удой продолжал оставаться на более высоком уровне, было получено за 305 дней лактации 9207 кг молока, что на 715 кг больше, чем у контрольных коров. Применение пробиотиков тококарина и каротинобактерина совместно с кормовой добавкой «Экостимул-2» при выпойке телятам подкисленного муравьиной кислотой молока дало среднесуточный прирост на 13,9% больше, чем в контроле. Такие же опыты проводились на телятах в ЗАО «Красная Пойма» Луховицкого района Московской области. Выпаивание подкисленного муравьиной кислотой молока с добавлением «Экостимул-2» повысило жизнеспособность телят и способствовало увеличению среднесуточного прироста за первые 50 дней на 13,3% и последующие 50 дней на 9,5% по сравнению с контролем (Фомичев и др., 2010; Фомичев и др., 2011; Фомичев, Спинул, 2015).

В опытах А. Ю. Борисова и О. А. Красновой (2012) отмечено позитивное действие ДКВ на рост и поведенческую активность ремонтного молодняка. Превосходство животных по живой массе составило 2,0—4,0%, а по среднесуточным приростам — 1,4—9,8%.

Анализ интенсивности обменных процессов растущего молодняка крупного рогатого скота выявил, что дигидрокверцетин оказывает гепатопротекторное воздействие на мембраны гепатоцитов печени. В возрасте 9 и 12 месяцев содержание белка в сыворотке крови у бычков опытных групп, которым скармливали ДКВ, оказалось выше по сравнению с контрольными аналогами (Батанов и др., 2013).

В работе О. А. Красновой (2017) показана большая эффективность природного дегидрокверцетина по сравнению с синтетическим ионолом. Автор установил, что ремонтные телки, потреблявшие дигидрокверцетин, обладали повышенной энергией роста, их живая масса в возрасте 18 месяцев составила 415,8 кг, что на 12,3 кг больше контроля; превосходили контроль по глубине груди 3,12% ( $P \geq 0,95$ ) и обхвату груди за ло-

патками на 2,08%. Живая масса откормочных бычков, потреблявших дигидрокверцетин, при снятии с откорма также была выше, чем у контрольных животных, и достигла 466,7 кг, что выше контроля на 18,1 кг ( $P \geq 0,99$ ), а среднесуточный прирост живой массы за учетный период — 932 г, что превышало показатели контрольной группы на 7,4% ( $P \geq 0,95$ ) (рис. 9). Животные имели компактное и хорошо обмускуленное телосложение, более широкое и глубокое туловище и хорошо развитую заднюю треть туловища по отношению к контролю. При этом использование синтетического антиоксиданта ионола оказывало незначительное влияние на рост и развитие как ремонтных телок, так и откормочных бычков (Краснова, 2017).

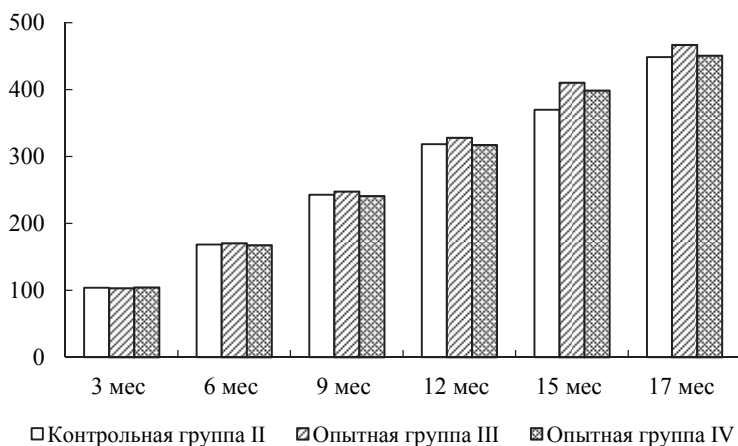


Рис. 9. Динамика живой массы бычков (кг) на откорме черно-пестрой породы с 3-месячного до 17-месячного возраста.

Контрольная группа II — кормление осуществлялось общехозяйственным рационом, опытная группа III — кормление осуществлялось общехозяйственным рационом + дигидрокверцетин (25 мг/100 г живой массы), опытная группа IV — кормление осуществлялось общехозяйственным рационом + ионол (25 мг/100 г живой массы) (Краснова, 2017)

Появление дополнительного биологического эффекта прослеживается в комбинации аскорбиновой кислоты и биофлавоноида — дигидрокверцетина, что часто учитывается при разработке фармакологических препаратов (Тараховский и др., 2013).

Полифенольные препараты, полученные из торфа, известны своими иммуномодулирующими, адаптогенными и антиоксидантными свойствами, нормализацией обмена веществ у сельскохозяйственных животных, проявлением синергизма с витаминами и минеральными элементами (Белоусов и др., 2009; Плиева, 2016).

Профилактика нарушений функций желудочно-кишечного тракта, вызванных стрессовым воздействием на организм, и поддержание на оптимальном уровне кишечного бактериоценоза возможны путем использования препаратов на основе биофлавоноидов растений и пребиотиков (Рецкий, 1996).

В качестве источника антиоксидантного действия в исследованиях ученых Ульяновской ГСХА применялся препарат нового поколения липосомальной формы «Липовитам Бета». В препарат входят биологически активные вещества ( $\beta$ -каротин, витамины Е, С, селен, цинк, фосфолипиды), заключенные в липосому, что обеспечивает их большую усвояемость. Липосомы — идеальные переносчики, доносящие нестойкие соединения до самых потаенных уголков организма. Мембрана липосом способна окружить легко распадающиеся вещества и сохранять их достаточно долгое время (от 1 до 12 месяцев). Круг веществ, включаемых в липосомы, необычайно велик: от неорганических ионов и низкомолекулярных органических соединений до крупных белков и нуклеиновых кислот. Следовательно, с помощью липосом не только содержащиеся в препарате витамины, но, по всей вероятности, и все биологически активные соединения, содержащиеся в рационе, транспортируются к месту, где они наиболее необходимы организму. Липосома в данном случае выполняет роль хранилища, из которого биовещества высвобождаются постепенно, в нужных дозах и в течение требуемого промежутка времени. В опытах

Ю. Е. Воеводина и др. (2013) установлено, что введение комплексного антиоксидантного препарата «Липовитам Бета» в рационы коров позволяет уменьшить у них продолжительность сервис-периода и межотельного периода, увеличить оплодотворяемость после 1—2 осеменения, повысить молочную продуктивность (табл. 10) и существенно улучшить воспроизводительные способности (Воеводин и др., 2013).

Таблица 10

**Молочная продуктивность коров, кг  
(Воеводин и др., 2013)**

Показатель	Группа	
	I-K	II-O
Надоено на одну корову	4843,16±112,30	5202,1±128,9+
Получено молока в пересчете на базисную (3,4%) жирность	5455,68±102,11	5997,72±97,28**
Получено молочного жира	185,49	203,92
Получено молочного белка	151,20	169,32

*Примечания.* +P < 0,05; \*\*P < 0,001; I-K — основной рацион (ОР) по нормам ВИЖ состоял из силоса кукурузного, соломы пшеничной яровой, шрота подсолнечного, патоки кормовой, смеси концентратов; II-O — ОР + препарат «Липовитам Бета» 4 г на 1 корову в сутки 1 раз в 5 дней.

В исследованиях В. Е. Улитко, С. П. Лифанова (2010) установили достоверное повышение продуктивности и улучшение воспроизводства за счет эффективного использования в рационах черно-пестрых коров комплексного антиоксидантного препарата Карсел, содержащего бета-каротин и селен.

И. С. Науменко и др. (2014) изучали влияние скармливания препарата Баксин-вет на морфологические и биохимические показатели крови и показатели воспроизводства коров. Баксин-вет в качестве действующего вещества содержит ком-

плекс биологически активных соединений (нуклеиновые кислоты, биофлавоноиды, каротиноиды, бактериородопсин, пептиды, витамины, микроэлементы), полученный путем культивирования галобактерий непатогенного штамма *Halobacterium halobium* 353П. Баксин-вет обладает выраженной антиоксидантной активностью, восстанавливает иммунитет, способствует стимуляции естественной резистентности организма, повышению сохранности молодняка и улучшению воспроизводительной функции животных. Действующее вещество в основе препарата обеспечивает синтез биологически активных веществ: белков, пептидов, каротиноидов, поливитаминов, незаменимых аминокислот, минеральных компонентов и липидов. При скармливании глубокостельным коровам за 30 дней до и 30 дней после отелов биологически активного препарата Баксин-вет значительно улучшились показатели их крови и воспроизводства. Кроме того, повышается оплодотворяемость от первого осеменения, сокращается сервис-период (Науменко и др., 2014).

Одним из путей решения проблемы дефицита элементов питания, в том числе с антиоксидантными свойствами, в рационах может стать применение в кормлении отходов пищевой промышленности и нетрадиционных кормовых добавок (Гурев и др., 2015; Чабаев и др., 2016).

Использование древесной патоки в кормлении крупного рогатого скота представляет собой особый интерес, результаты оказались достаточно успешными. Применение льняного и тыквенного жмыхов, содержащих в своем составе углеводы, жиры, жирорастворимые витамины, улучшает количественные и качественные характеристики молока (Пенькова, Мишина, 2009).

По данным И. Осадченко и др. (2008) и А. Варакина, В. Смирнова (2006), в рационах крупного рогатого скота можно использовать такие нетрадиционные корма, как отходы переработки яблок и томатов, а также картофеля. Анализ применения в качестве кормовой добавки яблочных и томатных выжимок и картофельной мезги показал возможность повышения удоя и качества молока. В современной практике живот-

новодства принято широко использовать кормовые добавки различного типа и происхождения как дешевый источник протеина биологически активных веществ.

В. А. Карпуть (2014) в опытах получил положительный эффект от применения препаратов растительного происхождения тримунал и тонзилгон используемых для коррекции иммунного состояния телят в раннем постнатальном онтогенезе, состояние их продуктивных и резистентных качеств. Биологическое действие препарата тримунал обусловлено наличием в его составе компонентов женьшеня, эхинацеи и солодки. Обладает адаптогенными, иммуностимулирующими и общеукрепляющими свойствами. Оказывает тонизирующий, ноотропный, противовоспалительный и антиоксидантный эффект. Повышает устойчивость к стрессам.

О. А. Бойцова (2013) показывает, что использование тимьяна обыкновенного (особенно в сочетании с хотынецкими природными цеолитами) при транспортном стрессе и в условиях промышленного комплекса нормализует состояние кислотно-щелочного равновесия, оксидантно-антиоксидантной системы и биохимического статуса в целом, что, несомненно, приводит к активации метаболических процессов при адаптации и росту молочной продуктивности. В частности, доказано, что включение в рацион высокоудойных коров комплекса «трава тимьяна обыкновенного + хотынецкие природные цеолиты» сопровождается снижением в сыворотке крови животных содержания малонового диальдегида (на 25,8%,  $p < 0,05$ ), увеличением уровня витамина Е (на 13,7%), витамина С (на 12,0%),  $\beta$ -каротина (на 17,6%) и активности церулоплазмينا (на 14,1%), а также повышением молочной продуктивности (Учасов и др., 2013; Уран, 2018). Результаты по малоновому диальдегиду и активности церулоплазмينا представлены на рисунке 10. Антиоксидантное действие тимьяна объясняется наличием в нем соединений с фенольной структурой, участвующих в регуляции окислительно-восстановительного состояния, адсорбции и способности нейтрализовать свободные радикалы (Удинцев и др., 2010).

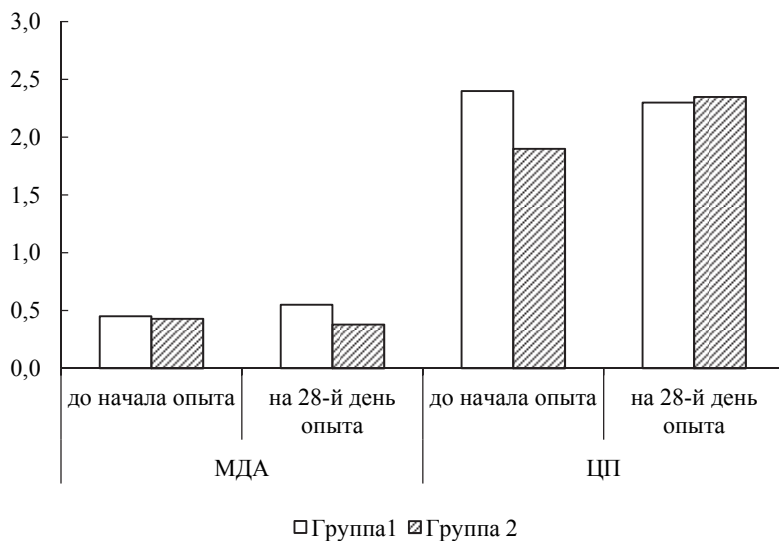


Рис. 10. МДА и ЦП в сыворотке крови (мкмоль/л) высокоудойных коров при комплексном применении тимьяна и хотынецких природных цеолитов. Группа 1 — контрольная, группа 2 — опытная: коровы в течение 14 дней до и 14 дней после отела получали тимьян в дозе 20 г на 100 кг живой массы и хотынецкие природные цеолиты из расчета 3% от массы сухого вещества рациона (Учасов и др., 2013)

Также показано положительное действие на антиоксидантную систему и другие биохимические показатели организма коровы препаратов из крапивы двудомной, которое объясняется уникальным химическим составом данного растения, включающего витамины-антиоксиданты, минеральные элементы, органические кислоты (Хабаров и др., 2017).

Сегодня наряду с фенольными соединениями, витаминами Е, С селен считается одним из главнейших компонентов неферментативного пути антиоксидантно-антирадикальной системы защиты организма.

Селен входит в состав более 25 селенопротеинов (Иванова, 2014). Данный микроэлемент требуется животным в очень незначительных количествах. Широко известны его антиоксидантные свойства, но не менее важны и другие качества. Этот микроэлемент защищает ДНК клеток от повреждений, обеспечивает их долгую и полноценную работу, позволяя направить энергию корма на продуктивность животного. Селен нужен для поддержания нормальной структуры сперматозоидов, для правильной работы репродуктивных органов, для преодоления последствий микотоксикозов и стрессов. Кроме того, он необходим для функционирования щитовидной железы, так как обеспечивает нормальный рост и развитие молодняка (Садовникова, 2008).

В настоящее время доказано положительное воздействие селена на рост, развитие и продуктивность животных, которое может быть реализовано через влияние микроэлемента на обмен йода и, соответственно, на деятельность ряда органов: печени, щитовидной железы, почек, кишечника. Селен влияет на скорость окислительно-восстановительных реакций, повышает интенсивность обменных процессов, переваримость питательных веществ и процент использования их организмом. Лучше усваивается корм и повышается продуктивность, снижаются затраты кормов на единицу продуктивности. Селен не может депонироваться в организме, поэтому требуется его ежедневное включение в рацион животных (Иванова, 2014).

М. А. Надаринской (2004) установлено, что оптимальным содержанием селена в рационах высокопродуктивных коров в период раздоя считается 0,3 мг/кг сухого вещества корма; в период лактации — 0,2 и во время сухостойного периода — 0,2 мг/кг. Повышение уровня селена в рационах способствовало увеличению суточной молочной продуктивности на 6—7,6% и благоприятно отразилось на физиологическом состоянии животных.

Актуальными представляются исследования влияния органических форм селена на организм животных. Одной из воз-

можных форм органического селена является добавка Сел-Плекс, представляющая собой смесь селенометионина и селеноаминосоединений. Установлено, что Сел-Плекс активизирует метаболические процессы, участвует в процессах детоксикации продуктов метаболизма, стимулирует рост и развитие молодняка, повышает резистентность организма (Ахметова, 2009). В условиях ФГУП «Учхоз ТюмГСХА» были проведены исследования, направленные на изучение эффективности использования препарата Сел-Плекс в рационах коров чернопестрой породы в период раздоя. Препарат в дозе 2,3 и 4,0 г на голову способствует улучшению переваримости питательных веществ, активизирует процессы рубцовой ферментации, позволяет повысить молочную продуктивность и улучшить химический состав молока (табл. 14) (Жантасов, 2012; Ярмоц, Жантасов, 2013; Ярмоц, 2014).

Таблица 14

**Молочная продуктивность коров, кг  
(Ярмоц, 2014)**

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Удой за 100 дней лактации	2420,00 ± 73,00	2612,00 ± 54,00*	2650,00 ± 65,00*
Удой в пересчете на 4% жирность	2504,70 ± 62,51	2729,54 ± 43,25*	2915,00 ± 55,93**
Среднесуточный удой 4% молока	25,05 ± 0,63	27,29 ± 0,43*	29,15 ± 0,56**
Молочный жир	100,19 ± 4,08	109,18 ± 4,32	116,60 ± 3,90*
Молочный белок	72,96 ± 1,22	81,76 ± 1,18**	84,01 ± 1,65**

*Примечание.* В таблице представлены средние значения ± отклонение среднего, n = 10. I опытная группа — добавка селена 2,3 г/голову; II опытная группа — добавка селена 4,0 г/голову.

В экспериментах Д.Р. Рахимкулова и М.Г. Маликовой (2007) было изучено влияние Сел-Плекса и И-Сак (дрожжевая культура) в составе БВМД в рационах нетелей и лактирующих коров на переваримость и усвояемость питательных и минеральных веществ, воспроизводительную способность, молочную продуктивность в условиях ОПХ «Стерлитамакское» Башкирского НИИСХ. На основе проведенных исследований ученые сделали выводы о том, что Сел-Плекс и И-Сак в рационах нетелей обеспечивают получение крепких жизнеспособных телят, устойчивых к различным заболеваниям неинфекционного характера, и их 100%-ную сохранность в молочный период, в рационах первотелок — повышение молочной продуктивности на 4,5—11%, улучшение гематологических показателей.

Селен также осуществляет эффективную связь различных антиоксидантов (Фисинин, Сурай, 2008). Изучались возможности совместного введения животным минеральных препаратов селена органических и неорганических форм с жирорастворимыми витаминами (Weiss, Hogan, 2005). Наиболее высокая эффективность селена отмечается при комплексном применении селеносодержащих препаратов с белковыми кормовыми веществами и жирорастворимыми витаминами А, D, Е (Карпеня и др., 2012). Сочетание селена и витамина Е оказывает стимулирующее действие на обменные процессы в организме и улучшает репродуктивные качества животных (Стройнова, 2013; Першина и др., 2014). Витамин С также способствует усвоению селена, его транспорту и утилизации (Тимирханова и др., 2007).

В отдельных случаях может наблюдаться завышенное содержание антиоксидантов в комбикорме за счет биоантиоксидантов его компонентов и ввода синтетических препаратов. Это может происходить, если в комбикорм вносятся завышенные дозы витаминов Е, К, С; введены кормовые фосфатиды и меласса; завышенное содержание аминокислот, в том числе

цистина и цистеина, и, кроме того, еще внесены синтетические антиоксиданты. В таких случаях повышенное содержание антиоксидантов может подавлять важные окислительные процессы в животном организме, что может привести к нарушению обмена веществ. Отрицательным фактором антиоксидантов является также то, что они задерживают образование в стенке кишечника витамина А из каротина (Чехранова, 2014).

Таким образом, обобщая отечественный и зарубежный опыт, целесообразно совместное применение биологически активных веществ — антиоксидантов, учитывая при этом их точную дозировку, происхождение и синергетическое действие.

## Глава 6

### **АНТИОКСИДАНТЫ В КОРМАХ ЛОШАДЕЙ**

---

Поскольку лошади не могут сами продуцировать питательные вещества, обладающие свойствами антиоксидантов, они должны получать их с кормом. Лошади, пасущиеся на траве, а также лошади, которым дают комбикорма и пищевые добавки широкого спектра действия, получают достаточное количество антиоксидантов, но у животных, потребляющих сено или сенаж и простые корма, такие как овес или отруби, в пище недостаточно антиоксидантов, потому что в этих рационах содержится мало витаминов и микроэлементов.

Расширенное воспроизводство лошадей, улучшение их качества, сохранение породных достоинств и повышение продуктивных свойств животных возможно лишь при условии правильной организации кормления (Кальницкий, 1985; Анашина, Пустовой, 1986; Алексеева, 2016). Рационы должны быть достаточными по общей питательности и обеспечивать потребность лошадей в перевариваемом протеине, витаминах, микроэлементах и минеральных веществах и учитывать физиологические особенности лошадей (Калашников, Щеглов, 2000; Кутузова и др., 2001; Trachsel et al., 2013).

В целях улучшения кормления различных групп лошадей в последние годы в нашей стране и за рубежом проведены разнообразные исследования по вопросам кормления и разработаны и рекомендованы для внедрения в производство новые, современные рекомендации по этому вопросу, рассчитанные для жеребцов, жеребят, жеребых, подсосных кобыл, рабочих и спортивных лошадей (Gibbs, Potter, 2002; Graham-Thiers, Bowen, 2011; Julliand, Ralston, 2012; Tanner et al., 2014; Thomaz et al., 2014; Kiefer, 2015). Новые расчеты для поддержания жизнедеятельности организма применительно к типу и возрас-

ту лошадей позволяют учитывать также расход энергии на такие обычные процессы жизнедеятельности, как поддержание постоянной температуры тела и передвижение по пастбищу (Герман, 2012). Определяющим фактором при оптимизации рационов для лошадей является степень нагрузки. В зависимости от нагрузки изменяется потребление лошадьми корма: отдыхающие лошади потребляют 1,5—2,0% сухого вещества корма от живой массы, при легкой нагрузке — 2,0—2,5%, при умеренной — 2,5—3,0%, при интенсивной — 3,0—3,5%.



Рис. 11. Конь голштинской породы.  
ООО «Конный завод «Георгенбург» (фото Е. В. Гавшина)

Одной из главных проблем остается улучшение кормовой базы. По данным О. А. Кошарова (2007), уровень полноценности кормления сельскохозяйственных животных в целом по стране характеризовался как недостаточный, при этом происходил перерасход питательных веществ на единицу продукции, превышающий на 40—50% истинную потребность, что было вызвано низким коэффициентом их использования и биологической неполноценностью. Исследования химического состава и питательности кормов всех конных заводов и зон страны позволили установить следующие нарушения полно-

ценности питания лошадей: избыточное потребление труднодоступной клетчатки; дефицит полноценного белка, минеральных веществ, микроэлементов, витаминов (Кошаров, 2007).

Для решения проблемы недостаточной обеспеченности корма витаминами и микроэлементами в настоящее время предлагается системный, комплексный подход, так как попытки добиться быстрых положительных результатов за счет какого-либо одного фактора не приводят к успеху.

В частности, для питания лошадей предлагается использовать ряд новых нетрадиционных кормовых растений, с учетом их биологических особенностей и поедаемости лошадьми, из них на зеленый корм — горец забайкальский в долголетних травостоях, вайду красильную в системе краткосрочных пастбищ и зеленом конвейере для ранневесеннего потребления, топинамбур для подкормки зеленой массой в позднесеннее время. Эти кормовые растения по сравнению с традиционными травами отличаются благоприятным соотношением питательных веществ, в том числе с антиоксидантными свойствами, и высокой питательностью (Минаков, 1995; Пустовой, 2003). За рубежом все шире используются побочные продукты зерновой отрасли (Doreau, Boulot, 1989).

В исследованиях О.А. Багно и др. (2018) изучалось влияние фитобиотической кормовой добавки из эхинацеи пурпурной и препарата седимина, в состав которого входят железо, йод, селен, на рост и развитие молодняка лошадей. Вегетативная масса эхинацеи пурпурной содержит широкий спектр биологически активных веществ: производные кофейной кислоты, полисахариды, липофильные компоненты, флавоноиды. Авторами было установлено, что введение в организм молодняка лошадей препарата седимина внутримышечно и фитобиотической кормовой добавки на основе экстракта эхинацеи пурпурной с кормом способствовало увеличению среднесуточного прироста массы тела на 21,0 ( $p < 0,05$ ), 37,9 ( $p < 0,01$ ) и 64,3% ( $p < 0,001$ ); относительного прироста — на 1,5; 3,2 ( $p < 0,01$ ) и 5,7% ( $p < 0,001$ ), по сравнению с контролем (табл. 15). Отмечено положительное влияние фитобиотической кормовой добавки на основе экстракта эхинацеи пурпурной и препарата седимина на основные параметры молодняка лошадей.

Динамика роста подопытного молодняка лошадей (Багно и др., 2018)

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Масса тела в начале опыта, кг	299,00±14,14	299,50±17,34	299,50±13,41	299,00±13,51
Масса тела через 1 месяц, кг	311,00±14,14	314,00±17,20	316,00±13,19	320,00±14,27
Масса тела через 2 месяца, кг	321,00±13,41	326,00±17,12	329,80±14,12	335,20±14,84
Среднесуточный прирост массы тела через 1 месяц, г	400,00±0,01	483,30±0,04	550,00±0,04**	700,00±0,05***
Среднесуточный прирост массы тела через 2 месяца, г	333,00±0,05	405,00±0,02	461,00±0,02*	506,00±0,02***
Среднесуточный прирост массы тела за весь период исследований, г	367,00±0,02	444,00±0,02*	506,00±0,02**	603,00±0,03***
Абсолютный прирост массы тела, кг	22,00±1,39	26,50±1,16	30,30±1,38**	36,20±1,80***
Относительный прирост массы тела, %	7,48±0,73	8,99±0,69	10,70±0,53**	13,20±1,18**

*Примечание.* \* $p < 0,05$  по сравнению с контролем; \*\* $p < 0,01$  по сравнению с контролем; \*\*\* $p < 0,001$  по сравнению с контролем. Контрольная группа — только основной рацион, включавший злаковое сено, овес, пшеничные отруби, минеральные и витаминные добавки. I опытная группа — основной рацион + мышечно вводили препарат седимин в дозе 8 мл на голову; II опытная — основной рацион + в течение месяца скармливали фитобиотическую кормовую добавку на основе экстракта эхинацеи пурпурной в суточной дозе 52,2 г на голову; III опытная — основной рацион + однократно внутримышечно вводили препарат седимин в дозе 8 мл на голову и в течение месяца скармливали фитобиотическую кормовую добавку на основе экстракта эхинацеи пурпурной в суточной дозе 52,2 г на голову.

Животные опытных групп достоверно превосходили аналогов из контроля по абсолютному приросту высоты в холке — на 70,2 ( $p < 0,001$ ), 97,7 ( $p < 0,001$ ) и 125,3% ( $p < 0,001$ ); косой длины туловища — на 61,7 ( $p < 0,001$ ), 109,7 ( $p < 0,001$ ) и 155,9% ( $p < 0,001$ ); обхвата груди — на 57,7 ( $p < 0,05$ ), 72,7 ( $p < 0,05$ ) и 114,4% ( $p < 0,001$ ). Наибольший эффект от комплексного применения препарата седимина и кормовой добавки на основе экстракта эхинацеи пурпурной, вероятнее всего, обусловлен синергическим взаимодействием микроэлементов и фитобиотика (Багно и др., 2018).

Использование местного сырья в кормлении лошадей является актуальным, однако содержание в больших количествах труднорасщепляемых углеводов снижает энергетическую питательность рациона, что отрицательно влияет на усвоение корма и приводит к задержке роста и развития молодняка. Увеличить питательную ценность рационов возможно с помощью ферментных препаратов (Сатарова, 2004).

Один из них — ферментный препарат целловиридин, полученный высушиванием на распылительной сушилке очищенного внеклеточного белка, выделяющегося при глубинном культивировании гриба *Trichoderma reesei* (viride). В животноводстве целловиридин применяется для повышения питательной ценности рационов с высоким содержанием целлюлозы и других труднодоступных полисахаридов, в премиксах и комбикормах. Комплекс ферментов-карбогидраз штамма *Trichoderma reesei* (viride) проявляет специфическую каталитическую активность при действии непосредственно на растительную часть корма. По данным Ю. Е. Сатаровой (2004), использование целловиридина Г20х дало увеличение среднесуточных приростов на 7,1% на фоне тенденции повышения переваримости основных питательных веществ рациона: лактирующие кобылы лучше переваривали сухое вещество, органическое вещество и клетчатку рациона. Применение целловиридина Г20х в количестве 0,02% от массы концентратов в рационе жеребых кобыл и жеребят, по данным автора, приводит к экономии в затратах на 1 кг прироста (Сатарова, 2004).

В настоящее время у нас в стране и за рубежом находят широкое применение гепатотропные и биологически активные вещества (витамины, ферменты, макро- и микроэлементы, антиоксиданты) для увеличения воспроизводительных качеств животных (Нежданов, 1991; Кузнецов 2000; Fagundes et al., 2011; Manthe, Youngs, 2013; Vervuert, Stoebe, 2013; van Doorn et al., 2014; Hess, 2015). Также это один из эффективных способов стимуляции функциональных резервов организма животных в постнатальный период (Бажов и др., 2001; Герасимов, 2004; Козлов, Парфенов, 2004; Козлов, Парфенов, 2007; Горбунова, 2008; Александрович, 2009; Дикусаров, 2010).

Проведенное на базе ФГУ «ГЗК «Курганская» с ипподромом» подтвердило эффективность применения в кормлении лошадей селен- и йод-содержащих добавок (в форме препаратов Сел-Плекс и Кайод). Установлено, что данные препараты, вводимые в рацион лошадей, положительно повлияли на продуктивные и физиологические показатели животных. У них повысилась переваримость всех питательных веществ кормов: сухого и органического вещества, сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира, БЭВ, увеличилось использование азота, кальция и фосфора. Молодняк, полученный от кобыл, потреблявших Сел-Плекс и Кайод (опытная группа), характеризовался лучшими качествами: живая масса жеребят в опытных группах была больше в 3-месячном возрасте и в 6-месячном возрасте. К 6-месячному возрасту жеребята опытных групп кобыл, потреблявших Сел-Плекс и Кайод, превосходили своих сверстников из контрольной группы по высоте в холке, объему груди и пясти (табл. 16, 17). Введение в состав рациона кобыл и молодняка лошадей препаратов Сел-Плекс и Кайод положительно отразилось на морфологических и биохимических показателях крови, которые характеризовались более интенсивным минеральным и белковым обменом, тканевым дыханием, большей выраженностью клеточного иммунитета (Дубровина, 2012).

Таблица 16

**Промеры жеребят от кобыл, в кормовой рацион которых  
был добавлен препарат Сел-Плекс (Дубровина, 2012)**

Промеры	Группа	
	контрольная	опытная
Возраст 3 месяца		
Высота в холке	122,89±0,75	124,86±1,55
Обхват груди	121,44±1,19	124,14±2,38
Обхват пясти	12,94±0,26	13,64±0,24
Возраст 6 месяцев		
Высота в холке	131,11±1,34	135,57±1,66*
Обхват груди	128,22±1,37	134,71±1,52*
Обхват пясти	14,61±0,18	15,43±0,34*

\*p≤0,05.

Таблица 17

**Промеры жеребят от кобыл, в кормовой рацион которых  
был добавлен препарат Кайод (Дубровина, 2012)**

Промеры	Группа	
	контрольная	опытная
Возраст 3 месяца		
Высота в холке	132,37±1,50	134,67±0,20
Обхват груди	120,78±1,66	127,44±1,8*
Обхват пясти	14,94±0,24	15,33±0,25
Возраст 6 месяцев		
Высота в холке	136,22±1,20	138,44±0,90
Обхват груди	132,33±1,83	135,00±0,82
Обхват пясти	15,89±0,22	16,67±0,28*

\*p≤0,05.

Разработан рецепт премикса на основе наполнителя-бентонита и предложена оптимальная норма ввода (50 г) в состав основного рациона племенных кобыл орловской и русской рысистых пород в период жеребости, установлено повышение общего уровня обмена веществ кобыл при использовании бентонитового премикса, а при выращивании жеребят рентабельность возросла на 4,63 % в сравнении с жеребятами, полученными от кобыл, потреблявших премикс на основе наполнителя — пшеничных отрубей (Булатов, Измайлов, 2008). Эффективность введения бентонита в рацион подтверждена и другими исследователями (Суханова, Дворянцев, 2008; Шевелев, Шевелева, 2008; Кармацких, 2010; Кармацких, Невзорова, 2010). В экспериментальных исследованиях В. В. Цуцкова (2002) установлено, что применение биологически активных веществ в составе специальной минерально-витаминно-аминокислотной добавки способствует повышению биологической полноценности рационов жеребцов-производителей и опосредованно влияет на качество спермопродукции в сторону ее улучшения.

При этом минерально-витаминно-аминокислотная добавка (МВАД) значительно улучшает ряд показателей, характеризующих воспроизводительную способность племенных кобыл. Наиболее важным показателем является повышение процента благополучной выжеребки. По данным автора, у лошадей, несущих высокие физические нагрузки и получавших МВАД, окислительно-восстановительные процессы проходили более интенсивно, чем у их сверстников, содержавшихся на хозяйственном рационе. Оценка работоспособности подопытных лошадей позволила автору сделать вывод о большем улучшении резвости в опытной группе (Цуцков, 2002).

В. Е. Агеев (2004) рекомендует включать в рацион кормления 6-месячных жеребят белковую витаминно-минеральную добавку (БВМД) для устранения дефицита основных элементов питания, подчеркивая, что особое внимание следует уделять недостатку витамина В<sub>12</sub> в летний период. Введение в ра-

цион молодых лошадей БВМД, по данным автора, позволило ускорить их рост и увеличить живую массу в возрасте 12, 18 и 24 месяца на 3,8—7,2% (Агеев, 2004).

Основой летнего кормления лошадей неизменно являются зеленые и пастбищные корма различных кормовых культур, сеяных однолетних и многолетних растений, а также природные кормовые угодья (Бонер, 2001; Волков, Данилов, 2001; Идрисов, Сатыев, 2001; Straková et al., 2013; Warren, 2015). Степень поедаемости пастбищного корма зависит от многих факторов: высоты, густоты, видового состава травостоя, фазы вегетации составляющих его видов, химического состава и многого другого. По мнению ряда исследователей, высокая поедаемость пастбищного травостоя в целом или отдельных видов растений — высший критерий в подборе трав (Ерижев, 1999; Тебердиев, 2002).

Животные, а лошади особенно, способны выбирать из травостоя наиболее вкусную и питательную часть. Однако при отсутствии наиболее питательной части травостоя, лошади, которые по своей природе хорошо адаптированы к пастбищным кормам, могут длительное время переносить изменения в составе растений без видимого неблагоприятного на них влияния (Алиев, 1985; Анашина, Пустовой, 1986; Баскин, 1986).

На содержание минеральных веществ в зеленой массе оказывает влияние тип почвы, состав вносимых удобрений. Так, большое значение имеет рН почвы: щелочная почва богата макроэлементами, кислая, наоборот, содержит в основном микроэлементы. Удобрения, в состав которых входит фосфор, снижают количество меди и цинка в траве. Все эти факторы приводят к очень значительным колебаниям количественного состава микро- и макроэлементов в кормах, поэтому при анализе рациона очень важно обращать внимание не только на содержание сухого вещества, энергии, белка, клетчатки, но и на уровень макро- и микроэлементов. Пастбищная трава обычно имеет недостаточно фосфора, хлора, цинка, меди, йода и селена, но количество калия, железа и марганца в ней находится на физиологичном для животного уровне.

Большое внимание рациону питания уделяется при кормлении спортивных лошадей. Характерные особенности современного конного спорта — усложнение условий соревнований, совершенствование методов тренинга и увеличение объема и интенсивности тренировочных нагрузок (Ласков, 1997; Нероденко, 2009). Значительные физические нагрузки у спортивных лошадей в соревновательно-тренировочном периоде сопровождаются максимальной мобилизацией функциональных резервов их организма, что иногда может привести к различным функциональным расстройствам и развитию определенных патологических состояний (Chiaradia et al., 1998; Art, Lekeux, 2005; Kirschvink et al., 2008).

При содержании и кормлении спортивных лошадей используют различные рационы, в которых концентрированные корма занимают не менее 40—50%. Во время тяжелой работы количество концентрированных кормов может быть увеличено. Для сохранения ценных молодых животных, не закончивших своего развития, во время тренинга и особенно испытаний, требуются хорошо сбалансированные рационы, и на них должно быть обращено особое внимание.

Известно, что у спортивных лошадей под влиянием физических нагрузок активируются процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) под действием длительной мышечной работы, что приводит к разрушению клеточных мембран, мышечному перенапряжению и утомлению. Предпосылкой развития окислительного стресса становится нарушение равновесия между интенсивностью процессов ПОЛ, с одной стороны, и системой антиоксидантной защиты организма (АОЗ) — с другой. Последнее выступает лимитирующим фактором, определяющим работоспособность спортивных лошадей (Marlin et al., 2002; Kinnunen et al., 2005; Антонов, 2010; Андрийчук и др., 2012). Активация ПОЛ приводит к образованию высокотоксичных метаболитов — продуктов ПОЛ (малонового диальдегида, диеновых конъюгатов, триенкетонев).

Это указывает на целесообразность применения антиоксидантных препаратов. В спортивной медицине в этом качестве используют липоевую кислоту. Так, А. В. Антоновым (2013) было показано, что под действием липоевой кислоты снижалась продукция в плазме троеборных лошадей малонового диальдегида — наиболее токсичного продукта ПОЛ, а, значит, ее применение препятствовало развитию окислительного стресса (табл. 18). На основе проведенных исследований для профилактики окислительного стресса у троеборных лошадей было рекомендовано скармливание им ежедневно в течение 3 недель по 500 мг липоевой кислоты. Суточную дозу давать в два приема: утром и вечером по 250 мг. Через 1 месяц после окончания курса его можно повторить.

Для повышения работоспособности спортивных лошадей рекомендуется также скармливание янтарной кислоты (Герасимова, Плотников, 2007; Шестакова, 2009), препарата лигфола, влияющего на уровень белкового обмена в условиях тренинга (Концевая и др., 2006), белковых гидролизатов (Чудилов, Шуклина, 2007), масла энотеры (ЕРО), имеющего антиоксидантный эффект (Mikesova et al., 2014).

На базе лаборатории природных антиоксидантов было проведено исследование общей антиоксидантной активности, количественного содержания витаминов С, Е, Р и каротиноидов в кормах. В качестве объектов использовали различные сорта корма лошадей с трех коневодческих хозяйств Калининградской области, представленных кормовым сеном и овсом: 1) КСЦ «Каприоль» г. Калининград: сено (подвяленное 1 неделе) — Мамоново, Янтарное; овес — Куликово, Нестеров; 2) КЗ «Георгенбург» г. Черняховск Черняховский район: сено (подвяленное 1 неделе), овес; 3) СХП «Гурьевское»: сено (прошлогоднее), овес. Видовой состав сена был представлен в основном злаками: ежа сборная (*Dactylis glomerata*), тимофеевка луговая (*Phleum pratense*), полевица (р. *Agrostis*), мятлик луговой (*Poa pratensis*) и бобовыми: клевер (р. *Trifolium*), люцерна (р. *Medicago*), чина луговая (*Lathyrus pratensis*).

**Содержание продуктов перекисного окисления липидов в плазме крови у лошадей в соревновательном периоде тренинга (Антонов, 2013)**

Отбор проб	ДК, усл. ед. <sup>1</sup>			МДА, мкмоль/л		
	Покой	Работа	Отдых	Покой	Работа	Отдых
Контрольная группа (n=4)						
Перед началом опыта	33,7±22,0	35,7±11,5	34,5±8,7	4,08±0,33	5,12±0,12	5,09±0,42
После 1-го курса	45,0±5,2	39,3±8,3	53,6±9,2	4,08±0,18	5,01±0,15	5,23±0,27
После 2-го курса	37,1±2,4	50,0±9,6	32,4±4,8	4,24±0,58	4,88±0,18	5,38±0,52
Опытная группа (n=4)						
Перед началом опыта	7,9±2,3	32,9±8,5	29,5±9,2	4,20±0,23	5,58±0,17	5,52±0,19
После 1-го курса	39,7±9,6	38,2±5,3	57,2±10,9	4,34±0,18	4,84±0,36	4,84±0,40
После 2-го курса	65,3±5,5***	32,9±4,7	34,0±5,5	2,86±0,25*	3,66±0,20***	4,60±0,33

*Примечания.* <sup>1</sup> усл. ед. — единица оптической плотности, умноженная на 1000; \* —  $P < 0,05$ , \*\*\* —  $P < 0,001$ ; ДК — диеновые конъюгаты, МДА — малоновый диальдегид; опытная группа — животные получали с кормом ежедневно по 250 мг утром и вечером липоевой кислоты; контрольная — кормление без добавки липоевой кислоты.

Наиболее высокий показатель общей антиоксидантной активности оказался в пробах сена КСЦ «Каприоль» — 0,833 мг/мл, но в то же время у другого вида корма, предоставленного этим же хозяйством, — овса — показатель общей антиоксидантной активности был самый низкий по отношению к этому же виду корма, предоставленному другими хозяйствами, — 0,415 мг/мл. Образцы сена СХП «Гурьевское» и КЗ «Георгенбург» имели среднее значение и практически не отличались друг от друга — 0,445 и 0,448 мг/мл соответственно. Показатели общей антиоксидантной активности другого вида корма аналогичных хозяйств — овса — отличались: 0,436 и 0,683 мг/мл соответственно (рис. 12).

Нормы для содержания антиоксидантов в сене отсутствуют, хотя данные по содержанию антиоксидантов у некоторых растений луговых фитоценозов имеются. Например, чина —  $4,5 \pm 0,1$  мг/г; тимopheевка —  $10,7 \pm 0,5$  мг/г; полевица —  $4,5 \pm 0,1$  мг/г (Яшин и др., 2008).

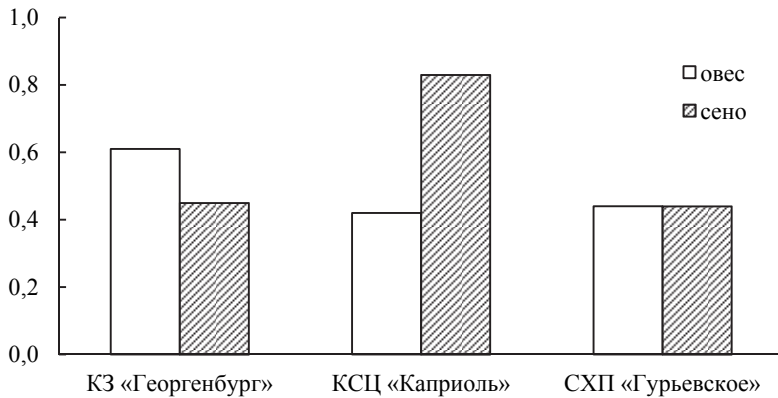


Рис. 12. Средние значения антиоксидантной активности исследуемых образцов корма, мг/мл

Содержание токоферола в сене превышало его содержание в зернах овса. Наиболее высокий показатель по количеству

ному содержанию токоферола среди образцов сена обнаружен у сена, предоставленного КЗ «Георгенбург», — 23,91 мг%. Среди образцов овса наиболее высокий показатель имел овес КСЦ «Каприоль». Самые низкие значения по содержанию токоферола у сена и овса, предоставленных СХП «Гурьевское», — 8,39 и 2,73 мг% соответственно. Средние значения содержания токоферола имели образцы сена и овса КСЦ «Каприоль» и КЗ «Георгенбург» — 21,89 и 2,76 мг% соответственно (рис. 13). При пересчете содержания витамина Е на 100 г продукта, при учете его суточной потребности для животных коневодческих ферм, выявлено, что витаминная ценность обоих видов кормов недостаточная.

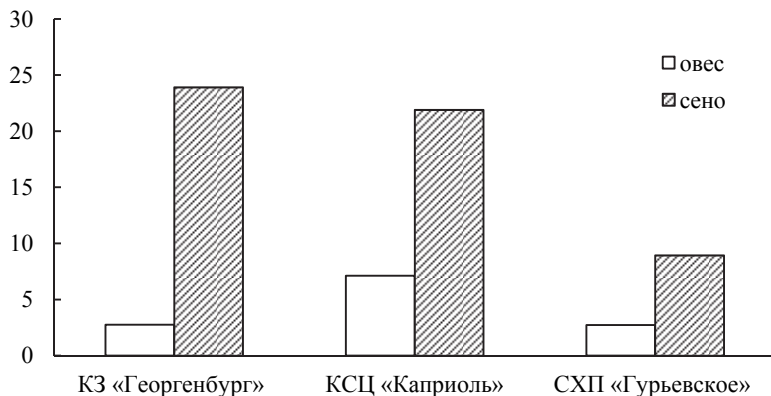


Рис. 13. Средние значения содержания токоферола в исследуемых образцах кормов, мг%

Количественное содержание аскорбиновой кислоты в сене превышало ее содержание в зернах овса. Наиболее высокий показатель количественного содержания аскорбиновой кислоты наблюдался у образцов сена, предоставленных СХП «Гурьевское», г. Гурьевск (13,14 мг%); минимальное значение — у образцов КЗ «Георгенбург», г. Черняховск (10,46 мг%); среднее — у образцов корма КСЦ «Каприоль», г. Калининград

(рис. 14). Организм практически всех животных, в том числе и лошади, синтезирует витамин С, так что о серьезной недостаточности говорить не следует, но в определенные моменты жизни недостаток этого витамина может негативно сказываться на различных физиологических процессах. Недостаток витамина С полностью может восполнить количество сена, соответствующее ежедневным нормам его потребления.

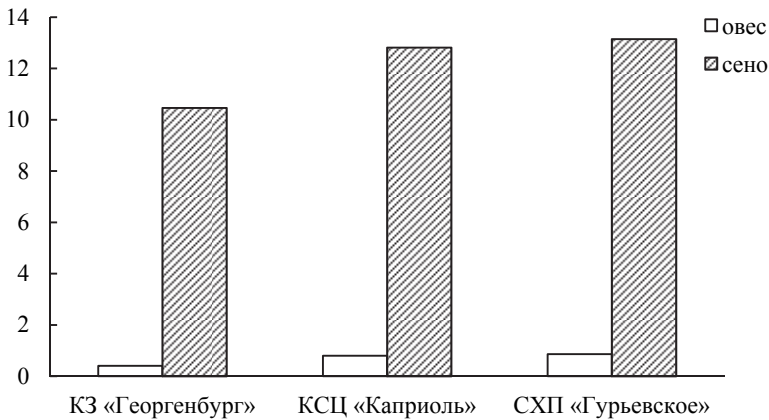


Рис. 14. Среднее содержание аскорбиновой кислоты в исследуемых образцах корма, мг%

Сено имело более высокое содержание рутина, чем зерно овса. Наиболее высокий показатель по количественному содержанию рутина среди образцов сена обнаружен у сена, предоставленного КЗ «Георгенбург» (2,40 мг%), минимальное значение — у образцов СХП «Гурьевское» (0,44 мг%), среднее значение — у образцов КСЦ «Каприоль» (0,56 мг%). Среди образцов зерен овса наиболее высокий показатель количественного содержания рутина наблюдался у образцов, предоставленных КЗ «Георгенбург» (1,48 мг%), минимальный — у образцов, предоставленных СХП «Гурьевское» (0,11 мг%), среднее значение имели образцы КСЦ «Каприоль» (0,12 мг%)

(рис. 15). Нормы по содержанию рутина в кормах для лошадей не определены, но этот витамин-антиоксидант доминировал в сене.

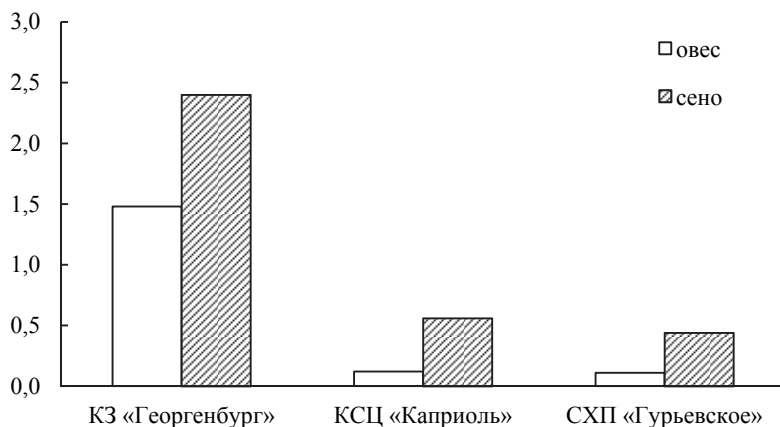


Рис. 15. Среднее содержание рутина в исследуемых образцах кормов, мг%

Сено содержало большее количество каротиноидов, чем зерно овса (рис. 16). Наиболее высокий показатель по количественному содержанию каротиноидов среди образцов сена обнаружен у сена, предоставленного КЗ «Георгенбург» (7,28 мг%), самый низкий показатель — у образцов СХП «Гурьевское» (5,39 мг%), среднее значение имели образцы КСЦ «Каприоль» (5,48 мг%); среди образцов зерен овса наиболее высокий показатель количественного содержания каротиноидов имели образцы, предоставленные КЗ «Георгенбург» (0,10 мг%), минимальное значение — у образцов КСЦ «Каприоль» (0,06 мг%), средние значения наблюдались у образцов СХП «Гурьевское» (0,08 мг%). При анализе полученных и литературных данных выявлено, что содержание каротиноидов в основных видах корма удовлетворяет потребность организма лошади в этих витаминах для преобразования их в ретинол (витамин А).

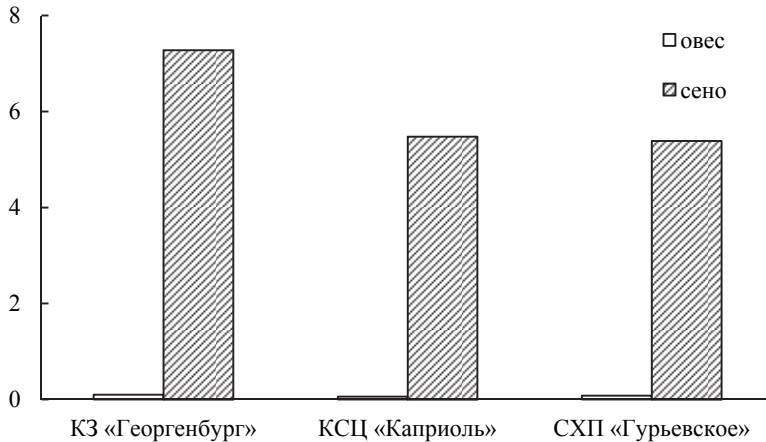


Рис. 16. Среднее содержание каротиноидов в исследуемых образцах корма, мг%

Таким образом, анализ полученных данных по содержанию антиоксидантов и витаминов в кормах, используемых на территории Калининградской области, позволяет говорить о том, что сено достоверно обладает более высокими антиоксидантными свойствами, чем зерно овса. Оно содержит значимую часть витаминов и питательных веществ, необходимых для лошадей различных пород, особенно для верховых (как племенных, так и спортивных), которые требуют особого кормления, тщательного отбора доброкачественных кормов, правильно составленных, сбалансированных и полноценных рационов.

В настоящее время все больше хозяйств используют новые технологии в производстве и хранении кормов, обращая при этом к опыту зарубежных (европейских) конных заводов и комплексов, где лошадей уже не кормят овсом и сеном, заменив их высококачественными комбикормами и добавками. Однако результаты проведенных нами исследований показывают, что овес и сено — это не те виды кормов, от которых

стоит отказываться; это основные виды кормов для лошади, а различные комбикорма, отруби не должны заменять их, а оставаться только добавками. Пока еще для российских коневодческих хозяйств овес и сено — это оптимальные корма, позволяющие восполнять потребности лошади, не затрачивая при этом огромных материальных средств.

## **Глава 7**

### **АНТИОКСИДАНТЫ В КОРМАХ СВИНЕЙ**

---

К числу наиболее ценных продуктов животноводства относится свинина, которая отличается высоким содержанием полноценного легкоусвояемого белка и незаменимых аминокислот. В свинине меньше, чем в других видах мяса, таких неполноценных белков, как коллаген и эластин, а присутствие жировой ткани придает свинине высокую калорийность, а также делает ее нежной и ароматной (Боярский, 2004). Благодаря особенностям биологии и физиологии свиньи от каждой свиноматки за год можно получить более 2 т свинины, поэтому производство свинины — перспективная отрасль животноводства.

Для решения проблемы обеспечения населения мясом исключительное значение имеет не только выбор направления животноводства, но и создание прочной кормовой базы для развития этой отрасли. Современный уровень сельскохозяйственного производства требует освоения технологий кормопроизводства и кормления животных с применением биологически активных веществ. Биологически активные вещества расширяют пределы адаптации организма, повышают устойчивость его к неблагоприятным факторам воздействия, интенсивность обменных процессов и, что особенно важно, продуктивность. В число таких веществ входят антиоксиданты, активизирующие функциональное состояние животных, являясь стимуляторами обмена веществ (белков, жиров, углеводов и минерального обмена).

В настоящее время наметилось два пути использования антиоксидантов в животноводстве — стабилизация биологически активных веществ в кормах (травяной, рыбной, мясо-

костной муке, концентратах витаминов, комбикормах, белково-витаминно-минеральных добавках и премиксах) и стабилизация веществ в организме животных при непосредственном скормливание им антиоксидителей.

Также многие антиоксиданты могут выступать стимуляторами, положительно влияющими на обмен веществ организма, улучшающими конверсию корма, а в определенных условиях снижающими потребность в белке и повышающими естественную резистентность, что в конечном итоге ускоряет рост животных и способствует повышению их продуктивности (Меренкова, 2006).

В свиноводстве используются синтетические и природные антиоксиданты как для сохранения и повышения качества кормов, так и расширения адаптивных способностей животных. Наиболее известными и давно апробированными синтетическими антиоксидантами являются бутилокситолуол, бутилксианизол, сантохин (этоксиквин), дилудин, фенозан, но на практике в свиноводстве из указанных антиоксидантов больше всего применяется сантохин (в количестве 0,02 %) и чаще всего для стабилизации каротина в травяной муке.

Сантохин — 6-этокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохиолин, получаемый путем совместной конденсации парафенетидина с ацетоном, представляет собой малоподвижную маслянистую жидкость от светло-желтого до красно-коричневого цвета со специфическим запахом. При длительном глубоком переохлаждении продукт загустевает и приобретает вид «тающего снега», не теряя при этом свойств и качественных показателей. Сантохин как антиоксидант предохраняет жирорастворимые витамины, каротин, жиры от разрушения в кормах, а также ограничивает процесс окисления, нейтрализует образующиеся при этом токсичные продукты (перекиси, этокси — и окисисоединения) в организме животных.

Использование препарата в полнорационных комбикормах и премиксах повышает витаминную обеспеченность и продуктивность животных, способствует росту и сохранности молод-

няка, положительно влияет на воспроизводительные функции, что выражается в улучшении спермопродукции и плодовитости животных.

Отрицательным фактором внесения сантохина в комбикорм является то, что комбикорм с ним нельзя подвергать тепловой обработке, так как сантохин распадается уже при температуре  $+60^{\circ}\text{C}$ . Антиоксидант добавляют для стабилизации биологически активных веществ к травяной муке в количестве 0,015—0,025 %, комбикормам — 0,02, БВД — 0,08 и премиксам — 1,25 %. Согласно техническим условиям, в готовом препарате должно быть не менее 93 % сантохина и не более 3 % парафенетидина.

За рубежом также широко применяют препараты сантохина различной активности с определенными фирменными названиями: это нифлекс-Д (80 % действующего вещества); курасан, содержащий около 50 % сантохина; галоквин, который представляет собой порошок от коричневого до темно-коричневого цвета, содержащий 20 % сантохина. Препараты добавляют к комбикормам для стабилизации кормовых смесей, жиров и других продуктов. Физико-химические свойства этих препаратов и дозировки такие же, что и у сантохина.

Литературные данные говорят о том, что добавление в рацион для молодняка свиней травяной муки, стабилизированной жировым раствором сантохина, повысило концентрацию витамина А в плазме крови на 7,8 %, а в печени — почти в 2 раза. При этом контрольным убоем не найдено существенных различий по убойному выходу, качеству туш и развитию внутренних органов между опытными группами и контролем. В опытах на поросятах-сосунах установлено увеличение среднесуточных приростов на 12,9 %, отъемного веса — на 10,0 % и обеспеченности каротином — в 2 раза по сравнению с контрольной группой.

Из названных синтетических антиоксидантов наименьшей антиокислительной активностью обладает дилудин, но в то же время он наименее токсичен. Дилудин (2,6-диметил-3,5-ди-

карбоксии-1,4-дигидро пиридин) — мелкокристаллический желто-зеленый порошок, нерастворимый в воде, плохо растворимый в спиртах и значительно лучше — в жирах и хлороформе.

Есть данные, что скармливание свиньям беконного откорма комбикормов с травяной мукой, стабилизированной энтоксихином или дилудином, повышает каротиновую обеспеченность свиней с 5,8 до 21,3—21,4 мг на голову в сутки, живой вес — на 13,3—14,0%, при этом снижает расход кормов на единицу прироста на 10,4—11,8%, переваримого протеина — на 11,0—12,5%, а себестоимость 1 ц прироста на 11,7—12,3%; увеличивает отложение витамина А в печени в 2,0—2,7 раза по сравнению с группами животных, получавших в рационе нестабилизированную травяную муку. Подобные результаты исследований получены в опытах на откормочных свиньях и поросятах-отъемышах.

На российском рынке широкое распространение получил антиоксидант агидол (ионол, бутилгидрокситолуол, дибунол, агидол-1, ВНТ — 2,6-дитретбутил-4-метилфенол), также являющимся исходным соединением для синтеза различных производных пространственно затрудненных фенолов, многие из которых обладают биологической активностью или находят применение в промышленности. Технический ионол представляет собой порошок желтого цвета, а в чистом виде — белый порошок. Агидол применяется в качестве антиоксиданта в производстве пищевых продуктов (пищевая добавка Е321), смазочных масел, каучуков, пластмасс и др. Хорошо растворяется в изопентане, бензоле, спирте, ацетоне, сложных эфирах, жирах. Нерастворим в воде и 10%-ном растворе едкого натра. Изучено влияние скармливания рапсового жмыха с глутаматом натрия, антиоксидантом агидол-70 и йодистым калием на динамику роста, переваримость питательных веществ, использование азота-, аминокислот, макро- и микроэлементов, функциональное состояние щитовидной железы и биохимические показатели крови молодняка свиней. Установлено стимулирующее действие глутамата натрия и антиоксиданта агидол-70

на процесс гормонообразования в щитовидной железе при до-ращивании и откорме на рационах с рапсовым жмыхом; определена оптимальная доза йода в изучаемых рационах (Гайнуллина, 1994).

Синтетические антиоксиданты, несмотря на положительный эффект, который они оказывают на продуктивность и здоровье животных, все же не могут полностью заменить естественные антиокислители, так как быстро удаляются из обмена веществ животного и не достигают цитоплазмы клеток. Среди природных веществ многие обладают антиокислительными свойствами, но проявление их неодинаковое и зависит от различных факторов. К природным антиоксидантам относят: витамины Е, К, А и В<sub>5</sub>, флавоноиды, фосфатиды лецитин и кефалин, некоторые фенолы и полифенолы, серотонин, адреналин, билирубин, биливердин, убихинон, некоторые стероидные гормоны, катехины, бетаин, аминокислоты глутатион, цистин и цистеин, бензойная кислота, госсипол, танины, коламин (этанолламин) и некоторые другие. При оптимальном балансе различных антиоксидантов в результате проявления синергизма возникает возможность значительного ограничения окислительных стрессов.

Каротиноиды — жирорастворимые антиоксиданты являются природными веществами, биосинтез которых осуществляется растениями и некоторыми микроорганизмами. Человек и животные не способны их синтезировать и должны регулярно получать с пищей, так как каротиноиды выполняют в организме ряд жизненно важных функций. Длительное время считалось, что их основная задача в живом организме обусловлена превращением в витамин А. В настоящее время убедительно показано, что каротиноиды обладают и другими ценными специфическими свойствами, не связанными с А-витаминной активностью. В живых организмах они действуют как фотопротекторы и антиоксиданты, на молекулярном и клеточном уровне предотвращают трансформации, индуцированные окислителями, рентгеновским и УФ-излучением; поддерживают

стабильность генома и резистентность организма к мутагенезу и канцерогенезу, способствуют экономному расходованию антиоксидантных витаминов и ферментов, проявляют анти-стрессорные свойства (табл. 19).

Таблица 19

**Нормы потребности хряков в каротине на голову в сутки  
(Калашников, 2003)**

Живая масса, кг	Неслучной период		Случной период	
	Каротин, мг			
До 2 лет				
140—160	30—50		70—90	
160—180	35—55		75—100	
180—200	35—55		80—120	
200—250	40—60		85—150	
250—300	50—70		90—180	
Старше 2 лет				
200—250	40—50		45—80	
250—300	50—60		65—120	
300—350	60—70		80—140	
350—400	70—80		90—160	

В состоянии полового покоя и при умеренном использовании в случке половозрелые хряки на каждые 100 кг живого веса должны получать около 1,5 к. ед., а при интенсивном использовании молодые растущие хряки — 2—2,5 к. ед. Для обеспечения хряка протеином, минеральными веществами и витаминами необходимо, чтобы на 1 к. ед. приходилось 140 г переваримого протеина, 6—7 г кальция, 5—6 г фосфора, 5 г поваренной соли, железа — 70 мг, кобальта — 1 мг, меди — 8 мг, марганца — 55 мг, цинка — 50 мг, йода — 0,4 мг и витаминов: А — 5 тыс. ИЕ (каротина 10—15 мг), Д — 500 ИЕ, Е — 25 мг, В<sub>1</sub> — 1,8 мг, В<sub>2</sub> — 4 мг, В<sub>3</sub> — 15 мг. Хрякам до 2 лет при

живом весе 150—200 кг требуется лизина в неслучной сезон 30 г, в случной — 42 г, старше 2 лет при живом весе 250—300 кг — 34 и 45 г соответственно (Шейко, 2005) (табл. 20).

Таблица 20

**Нормы кормления подсосных свиноматок старше 2 лет  
(с 10 поросятами и при отъеме поросят в 60 дней),  
на голову в сутки (Калашников, 2003)**

Показатель	Живая масса, кг						
	До 140	141—160	161—180	181—200	201—220	221 и более	± на 1 поросятка
Каротин, мг	54	56	58	60	62	64	3,4
Рибофлавин (В <sub>2</sub> ), мг	33	34	35	37	38	39	2

Для нормального роста отъемыши (2—4 мес) должны потреблять на 1 кг живой массы 39—42 г сухого вещества, которое содержит в 1 кг сухого вещества 8 мг каротина или 4266 МЕ витамина А, 1,5 мг витамина В<sub>1</sub>, 5,2 мг В<sub>5</sub>, 400 МЕ витамина D<sub>3</sub>, 1810 МЕ витамина Е, 12 мг витамина В<sub>3</sub>, 1 г витамина В<sub>4</sub>, 200 мкг витамина В<sub>12</sub>.

Кормление ремонтного молодняка (от 4 мес) должно быть полноценным, обеспечивающим среднесуточные приросты 510—600 граммов, на 1 кг сухого вещества рациона должно приходиться 6,0—6,5 мг каротина, 0,3 тыс. МЕ витамина D, 3,5—4,0 мг витамина В<sub>2</sub>, 20,25 мг витамина В<sub>12</sub>, 12—15 мг витамина Е (Шейко, 2005; Калашников, 2003) (табл. 21).

При недостатке витаминов в рационе снижается продуктивность и резистентность молодняка. В расчете на 1 кг сухого вещества рациона для растущих откармливаемых свиней должно содержаться каротина 5,8 мг (или витамина А —

2,9 тыс. МЕ), витамина D — 0,29 тыс. МЕ, E — 29 мг, B — 2,3 мг, B<sub>2</sub> — 3,0 мг, B<sub>3</sub> — 14 мг, B<sub>5</sub> — 70 мг, B<sub>12</sub> — 23 мкг (Калашников, 2003) (табл. 22).

Таблица 21

**Нормы кормления ремонтных свинок витаминами (5—6 мес),  
на голову в сутки (Калашников, 2003)**

Показатель	Живая масса, кг				
	40—50	51—60	61—70	71—80	81—120
Каротин, мг	14	15	16	17	18
Рибофлавин (B <sub>2</sub> ), мг	14	15	16	17	18

Таблица 22

**Нормы кормления растущих откармливаемых свиней  
при среднесуточных приростах 550 г, на голову в сутки  
(Калашников, 2003)**

Показатель	Живая масса, кг						
	40	50	60	70	80	90	100—120
Каротин, мг	10	11	12	12,4	14	14	16
Рибофлавин (B <sub>2</sub> ), мг	5,2	5,7	6,5	7,2	7,9	8,4	9,1

Изучена активность процессов перекисного окисления липидов, состояния ферментного и неферментного звеньев антиоксидантной системы в организме свиней в зависимости от физиологического состояния и применения различных форм витамина А и бета-каротина. Для проведения экспериментов было сформировано несколько групп животных, которые дополнительно к основному рациону получали различные формы витамина А и бета-каротина.

Полученный в результате проведенных исследований материал свидетельствует о том, что более низкая обеспечен-

ность организма ретинолом и бета-каротином — одна из причин возникновения сдвига тканевого баланса в системе антиоксидантов и прооксидантов в сторону последних. В экспериментальных условиях доказано, что изучаемые формы витамина А и бета-каротина в применяемых дозах в условиях современной технологии свиноводства проявляют себя как эффективные антиоксиданты, приводящие к торможению процессов перекисного окисления липидов, которое выражается в снижении уровня малонового диальдегида: за счет воднодиспергированных форм витамина А и бета-каротина на 8,90—25,65 % у свиноматок и 40,00—72,52 % у полученных от них поросят, а при введении в корма порошкообразных каротинсодержащих добавок на 6,5—17,88 % у молодняка.

Установлено, что применение различных форм бета-каротина, воднодиспергированного витамина А и его комбинации с биофлавоноидами позволило снизить интенсивность процессов перекисного окисления липидов за счет активации ферментного звена антиоксидантной системы, что, однако, не исключает влияние бета-каротина и биофлавоноидов как факторов неферментного происхождения (Любина, 2006).

Изучено использование препаратов бета-каротина (карولين, карсел и карток) в практическом животноводстве, а также их внедрение в промышленное и сельскохозяйственное производство. Препарат Каролин (Carolinum) представляет собой стерильный масляный раствор бета-каротина, в котором массовая доля бета-каротина составляет 0,2 % производства ЗАО Роскарфарм (Россия).

Препарат представляет собой прозрачную без осадка маслянистую жидкость темно-красного цвета без запаха. Каролин обладает антиоксидантным действием, способствует связыванию свободных радикалов, препятствует нарушению жирового обмена в организме животных, активизирует восстановление сокращений миомерия у животных после родов. Препарат Каролин, благодаря наличию в своем составе бета-каротина, оказывает синергическое действие на организм живот-

ных, выражающееся в нормализации обмена веществ, профилактики гипо- и авитаминоза А, повышении воспроизводительных функций, снижению заболеваемости и падежа, повышению продуктивности.

Каролин оказывает благоприятное влияние на свиноматок, а через их организм — и на приплод. Поросята, рожденные животными, получавшими каролин, росли интенсивнее, чем в контроле (разница в массе тела при рождении — 6,5%, на 21-й день — 5,0%, на 30-й день — 2,17%). Выше была и сохранность молодняка: в 21-й день — на 2,04%, в 30-й день — на 1,29%.

Изучение ростостимулирующего действия каролина позволило сделать вывод, что препарат способствует активизации роста и развития животных, повышению их продуктивности и сохранности. Введение каролина поросятам-отъемышам повышает их сохранность на 7,5%. Прирост массы тела поросят увеличивается при дозе 5 мл/жив. на 2,05%, при дозе 7 мл — на 5,7%.

В Беларуси (Витебск) ООО «Белкаролин» выпускает варианты препарата, обогащенные селеном, например Carolinum+Se (Каролин+Se), известны также препараты Каролин+E, усиленные действием токоферола.

Нами определено содержание каротиноидов в сухих концентрированных кормах в хозяйствах Калининградской области: в свиноводческом комплексе ООО «БалтЗангасНефтеоргсинтез» (пос. Мельниково, Зеленоградский район); в кормах для свиней личного подсобного хозяйства (пос. Кубановка, Гусевский район); в кормах для свиней индивидуального хозяйства (пос. Ильичёво, Полесский район).

Корма были представлены:

— Предстартер для поросят «Богатырь». Гранулированный корм для свиней, в состав которого входят зерновые, молочные продукты, соевый шрот, рыбная мука, подкислитель, масло растительное, известняк, фосфаты, пробиотик, ферменты, антиоксидант, витаминно-минеральный премикс.

— Стартер 1. Порошковый корм, в составе которого — пшеница, ячмень, рыбная мука, барда спиртовая, масло, шрот соевый, премикс.

— Стартер 2. Порошковый корм, в составе которого — пшеница, ячмень, рыбная мука, барда спиртовая, масло, шрот соевый, премикс.

— Первый откорм. Порошковый корм, состоящий из пшеницы, ячменя, барды спиртовой, отрубей пшеничных, премикса, масла, шрота соевого, шрота подсолнечного.

— Второй откорм. Порошковый корм, состоящий из пшеницы, ячменя, отрубей пшеничных, белковая витаминно-минеральная добавка (БВМД).

Также объектом изучения стали сухие концентрированные корма для свиней личного подсобного хозяйства (производство в пос. Кубановка, Гусевский район):

— корм для поросят до 4 месяцев;

— корм, предназначенный для откорма свиней.

В качестве объекта исследования использовались корма для свиней индивидуального хозяйства пос. Ильичёво (Полесский район):

— зеленые корма (гребенник обыкновенный, клевер луговой, клевер сомнительный, сныть обыкновенная, тимофеевка луговая);

— корм животного происхождения (сыворотка кефирная с массовой долей жира 3,2% производства ООО «Залесский фермер»);

— пищевые отходы (хлеб с просроченным сроком действия производства ЗАО «Русский хлеб»):

1) батон «Ароматный». Состав: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, вода питьевая, сахар-песок, маргарин столовый молочный, молоко сухое обезжиренное, дрожжи хлебопекарные прессованные, соль поваренная пищевая. Пищевая ценность 100 г продукта: белки — 7,9 г, жиры — 3,0 г, углеводы — 53,1 г. Энергетическая ценность — 271,0 ккал. Срок хранения 48 часов;

2) хлеб «Гостовый». Состав: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, вода питьевая, сахар-песок, маргарин столовый молочный, молоко сухое обезжиренное, дрожжи хлебопекарные прессованные, соль поваренная пищевая, улучшитель хлебопекарный. Пищевая ценность 100 г продукта: белки — 8,3 г, жиры — 3,0 г, углеводы — 53,7 г. Энергетическая ценность — 275,0 ккал. Срок хранения 48 часов;

3) «Фитнес» — хлеб бездрожжевой зерновой. Состав: мука пшеничная хлебопекарная 1-го сорта, мука ржаная хлебопекарная обдирная, зерно ржи плющенное, зерно пшеницы продовольственное пророщенное, семя подсолнечника, солод ржаной ферментированный, семя кунжута, вода питьевая, соль поваренная пищевая, краситель пищевой «Кармель». Пищевая ценность 100 г продукта: белки — 8,9 г, жиры — 1,7 г, углеводы — 44,8 г. Энергетическая ценность — 230,1 ккал. Срок хранения 3 суток;

4) хлеб «Богатырский». Состав: мука ржаная хлебопекарная обдирная, мука пшеничная хлебопекарная 1-го сорта, дрожжи хлебопекарные прессованные, семена подсолнечника, сироп «Кармель», соль поваренная пищевая, смесь морской капусты с яблочным пектином. Пищевая ценность 100 г продукта: белки — 7,6 г, жиры — 3,3 г, углеводы — 48,4 г. Энергетическая ценность — 244,0 ккал. Срок хранения 72 часа;

5) хлеб «Бочу». Состав: мука ржаная хлебопекарная обдирная, мука пшеничная хлебопекарная 1-го сорта, сахар-песок, солод ржаной ферментированный, картофель сушеный (хлопья), дрожжи хлебопекарные прессованные, соль поваренная пищевая, пряности (тмин), вода питьевая. Пищевая ценность 100 г продукта: белки — 6,9 г, жиры — 1,3 г, углеводы — 46,5 г. Энергетическая ценность — 225 ккал. Срок хранения 120 часов. Экспериментальные данные представлены на рисунках 17 и 18.

Данные рисунка 17 демонстрируют, что уровень каротиноидов достаточно высок в сухом концентрированном корме для откорма свиней личного подсобного хозяйства — 12,23 мкг/г.

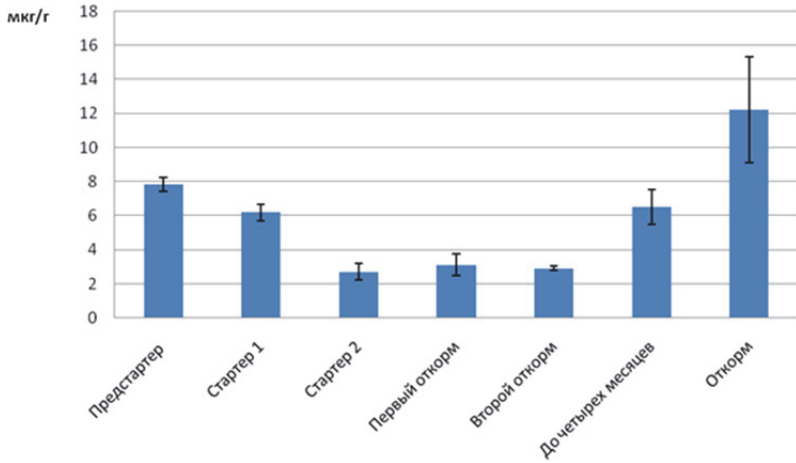


Рис. 17. Содержание каротиноидов в сухих концентрированных кормах для свиней

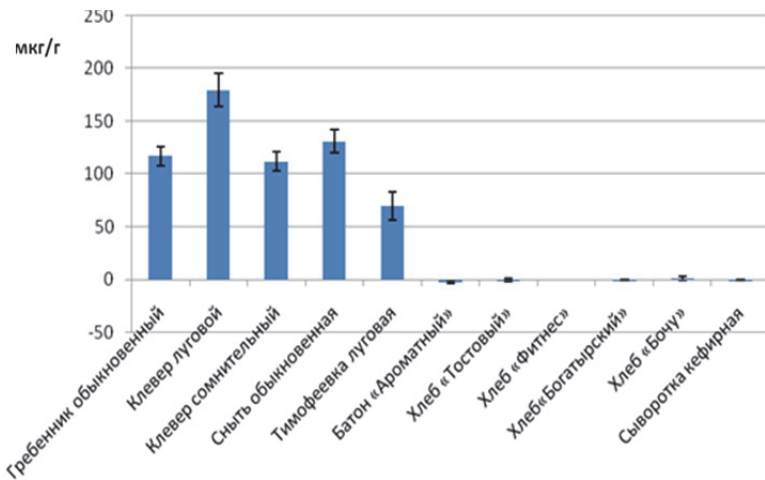


Рис. 18. Содержание каротиноидов в кормах для свиней индивидуального хозяйства

На рисунке 18 видно, что хлебобулочные изделия с просроченным сроком хранения не содержат каротиноидов, а из зеленых кормов наибольшее содержание каротиноидов наблюдается в клевере луговом — 179,39 мкг/г.

В последние годы каротинсодержащие препараты получили широкое распространение в животноводстве, но не менее интересны они и для применения в ветеринарии при различных патологиях организма животных. Одно из направлений в ветеринарной фармакологии — создание сыпучих комплексных препаратов, поэтому было изучено влияние порошкообразных форм препаратов «Бета-рост» и «Бета-рост с липидами» на интенсивность процессов перекисного окисления липидов и активность системы антиоксидантной защиты организма.

Установлено, что новорожденные поросята крупной белой породы от свиноматок, получавших дополнительно к основному рациону препараты «Бета-рост» и «Бета-рост с липидами», были устойчивы к оксидативному повреждению печени, что подтверждается снижением в ней уровня малонового альдегида (МДА) по сравнению с контрольной группой. Так, в организме суточных поросят первой и второй опытных групп его уровень был на 6,5 и 17,9% ниже, чем в организме поросят контрольной группы соответственно. У поросят 60-дневного возраста существенных отличий уровня малонового альдегида в контрольной и опытных группах отмечено не было. Выявлено повышение активности фермента супероксиддисмутазы, каталазы и глутатионредуктазы в гомогенатах печени молодняка суточного и 60-дневного возраста на фоне снижения уровня МДА, что в целом отражает активацию ферментативного звена антиоксидантной системы. Таким образом, проведенные исследования показали, что интенсивность свободно-радикальных процессов находилась в прямой зависимости от применяемых ферментных препаратов.

Желательный эффект и укрепление антиоксидантной системы организма можно достичь путем введения в корма витамина Е (токоферола), который выступает основным биологическим веществом, предохраняющим от окисления в орга-

низме многие вещества и прежде всего внутримышечные жиры. Антиоксидантные свойства витамина Е играют большую роль в функционировании легких и сердца, а также в предохранении от окисления витаминов А, В и каротиноидов. Вместе с селеном токоферол препятствует действию молекулярного кислорода, повреждающего липиды мембран. Известно, что потребность животных в витамине Е сильно зависит от концентрации и вида жира в рационе, наличия селена, серосодержащих аминокислот, антиоксидантов и других факторов. Из-за этого утвержденные в России нормы ввода витамина Е в комбикорма и премиксы являются примерными и многие производители выходят за их рамки.

Хотя витамин Е — это антиокислитель, сам он сильно разрушается под воздействием перекисных продуктов окисления жиров. Поэтому введение в состав кормов антиоксидантов препятствует не только окислению жиров, но и разрушению токоферолов.

Известно, что некоторые антиоксиданты являются также восстановителями и для других антиоксидантов. Так, витамин С восстанавливает витамин Е, но сам при этом окисляется. Биофлавоноиды восстанавливают как витамин Е, так и витамин С. Такое же взаимодействие происходит между витамином Е и каротиноидами, а также между витамином Е и селеном. Альфа-токоферол необходим для поддержания активной формы селена, а селен снижает потребность организма в токофероле и сохраняет его уровень в крови. Таким образом, комплексы, содержащие набор разных антиоксидантов, оказывают синергическое действие и обладают большей эффективностью, чем каждый компонент, взятый отдельно (Храпко, 2006).

Изучено действие комбинированных препаратов природных антиоксидантов на примере комплексного препарата Нутрил селен, выпускаемого словенской фармацевтической компанией ЛЕК, представляющего собой комбинацию 12 витаминов групп А, В, С, Е, Д, К, трех незаменимых аминокислот (лизина, метионина и триптофана) и селена (33 мг в 1 кг). Био-

логическая роль селена связана с его антиоксидантными свойствами, он защищает внутриклеточные структуры от действия свободных радикалов, активизирует иммунную защиту организма, фагоцитарную активность макрофагов и гранулоцитов, способствует выведению из организма токсических веществ.

Применение Нутрил селена молодняку свиней однократно с кормом в дозе 0,03г/кг живой массы в течение 5 дней подряд с интервалом 30 дней на протяжении шести месяцев откорма:

— снижает интенсивность перекисного окисления липидов в организме молодняка свиней за счет повышения активности супероксиддисмутазы и каталазы на 23,44 и 68,90%; уровня церулоплазмينا на 41,14%; концентрации витаминов С и А в 1,7 и 4 раза соответственно, альфа-токоферола на 13,70% по сравнению с контролем; при одновременном уменьшении содержания общих полиеновых, диеновых конъюгатов и диенкетонов на 67,76—97,06%, малонового диальдегида на 19,80%).

— нормализует морфологический состав крови за счет увеличения эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов;

— увеличивает в сыворотке крови содержание общего белка и альбуминов на 7,81 и 48,24% соответственно, при одновременном снижении р-глобулинов; увеличивает концентрацию глюкозы, общих липидов до пределов физиологических норм; повышает активность аминотрансфераз на 27,75—40,50%;

Использование Нутрил селена в рационах молодняка свиней увеличивает среднесуточные и абсолютные приросты живой массы на 17,00 и 16,96%; предубойную массу, массу парной туши и убойный выход на 12,95, 16,46 и 3,12% соответственно.

Применение Нутрил селена молодняку свиней в дозе 0,03 г/кг живой массы повышает:

— влагосвязывающую способность свинины на 5,74%; устойчивость мяса к порче при хранении;

— содержание белка и жира в мясе на 16,59 и 68,29% соответственно, энергетическую ценность свинины на 31,51%; уровень незаменимых аминокислот (метионина, треонина, ва-

лина, лизина и лейцина) на 12,00—53,29%; белково-качественный показатель мяса на 37,89%; процент усвояемости белка свинины на 19,48%;

— накопление витаминов А, В<sub>2</sub> и С в печени свиней на 82,92, 14,29 и 21,28% соответственно;

— содержание в продуктах убоя животных биологически ценных макро- и микроэлементов: цинка, кальция, фосфора, железа, марганца на 12,93—138,10% и селена в мясе на 0,02 мг/кг.

Введение Нутрил селена в рацион молодняка свиней позволяет снизить в мясе подсвинков уровень тяжелых металлов: свинца, никеля, кадмия, кобальта и меди на 41,67; 20,00; 50,00; 68,09 и 30,39% соответственно; в сердце — никеля, кобальта, свинца в 1,3—1,8 раз; в печени — никеля, меди, свинца в 1,3—2,6 раз.

Рекомендуется применять препарат Нутри селен в качестве кормовой добавки к основному рациону молодняка свиней в дозе 0,03г/кг живой массы в течение 5 дней подряд с интервалом 30 дней, с целью повышения мясной продуктивности животных, улучшения технологических показателей мяса и повышения его стойкости к длительному хранению, а также для увеличения пищевой и биологической ценности свинины (Алымов, 2010).

Изучено влияние активных естественных метаболитов (селен, янтарная кислота, бета-каротин, токоферол) при использовании их порознь и в комплексе на продуктивность, репродуктивную и защитные функции, на интенсивность обменных процессов и иммуногормональный статус организма ремонтных свинок, супоросных и подсосных свиноматок и их потомства.

Установлено, что при включении в рацион органического селена, янтарной кислоты и бета-каротина ремонтным свинкам в течение трех месяцев до осеменения живая масса у них в 9 месяцев превышала на 6,0—10,2 кг показатели контрольной группы и отвечала требованиям стандарта класса элита, а мор-

фофункциональное развитие репродуктивной системы было почти таким же, как у 10-месячных свинок. Наиболее подготовленными к оплодотворению и вынашиванию плодов были свинки, получавшие селен и янтарную кислоту: по массе матки они превышали контроль на 9,9—11,5%, по длине рогов, тела и шейки матки — на 10,5—18,7%, длине яйцеводов — на 6,7—13,8%. Яичники были крупнее на 31,0—33,7%, тяжелее на 11,5—14,3%, зрелых фолликулов в них было больше на 28,1—32,3%. Свинки опытных групп на 11,1—15,9 дня раньше достигли половой зрелости, до осеменения у них прошло 4,0—4,3 законченных половых цикла.

Интенсивнее росли и развивались плоды в утробе матерей, получавших добавки органического селена и янтарной кислоты: в 60-дневном возрасте они превышали по массе плоды маток контрольной группы на 11,9—13,9%, к 115-дневному возрасту различия возросли до 14,3—19,3% и новорожденные поросята весили 1,41—1,48 кг. В этих группах за последние 55 дней эмбриогенеза прирост тела плодов в длину составил 18,1—18,2 см, по обхвату груди — 13,0—13,4 см (в контроле — 16,6 и 12,2 см). Включение в рацион ремонтных свинок органического селена и янтарной кислоты активизировало синтез мышечной ткани в растущих плодах, содержание которой у 60-дневных эмбрионов было выше, чем в контроле, на 11,2—13,2%, у 115-дневных — на 7,9—9,3% при более высоком содержании в ней сухого вещества и «сырого протеина».

Положительное влияние метаболитов, применяемых на завершающем этапе подготовки ремонтных свинок к осеменению, характеризовалось активизацией у них белкового, липидного и углеводного обмена. На формирование клеточных и гуморальных факторов защиты у ремонтных свинок наибольшее влияние оказали добавки янтарной кислоты и препарата селена, повысившие фагоцитарную активность крови, фагоцитарный индекс, бактерицидную и лизоцимную активность сыворотки крови. Ответ организма на применение биологически активных препаратов доказывает, что они являются эффек-

тивными биокорректорами иммунной системы свиней и позволяют животным на более высоком уровне формировать ответные реакции на воздействие факторов внешней среды.

Использование естественных метаболитов благоприятно повлияло на повышение антиоксидантного потенциала у ремонтных свинок уже через две недели после их применения. Перед осеменением свинки опытных групп превышали контрольную по активности фермента каталазы на 20,0—22,4%, глутатионпероксидазы — на 17,4—24,8%, супероксиддисмутазы — на 18,7—24,8% при одновременном снижении в крови содержания продуктов перекисного окисления липидов на 14,5—24,0%.

Комплексное применение метаболитов природного происхождения (органического селена, янтарной кислоты, бета-каротина, токоферола) супоросным и подсосным свиноматкам повышает у них воспроизводительную способность и продуктивные качества, оказывает положительное влияние на гомеостаз, активизирует обмен веществ, усиливает защитную функцию и гормональный статус. В результате комплексного использования двух или трех метаболитов у свиноматок снижалась на 34—42 мин продолжительность опороса, отсутствовали аварийные опоросы и мертворожденные поросята, количество слаборожденных, по сравнению с контрольной группой, снижалось в три-пять раз. Многоплодие маток в этих группах на 0,87—0,93 гол. было выше, чем в контроле, крупноплодность — на 0,26—0,28 кг, молочность на 3,6—5,2 кг, масса гнезда при отъеме — на 22,0—22,3 кг, количество поросят в гнезде при отъеме — на 1,25—1,68 гол., сохранность приплода — на 5,0—8,2% (Шимкене и др., 2010).

Изучена возможность повышения продуктивности свиней путем введения в состав рациона препарата органического селена. Применение препарата *selenium yeast* (США) в рационах свиней позволило повысить многоплодие свиноматок на 0,79 поросенка, среднесуточных приростов молодняка на от-

корме на 21 г, а полученная свинина от подопытных животных характеризовалось лучшим химическим составом и технологическими свойствами (Костюк, 2004).

Аскорбиновая кислота (витамин С) — мощный восстановитель, она предотвращает многие окислительные процессы в организме. В частности, витамин С восстанавливает окисленное железо. Как водорастворимый антиоксидант витамин С проявляет свою активность в жидкостных средах: цитоплазме клетки или плазме крови, инактивируя попадающие туда окислители. Аскорбиновая кислота инактивирует свободные радикалы, образуя неактивный радикал (семидегидроаскорбат), она же является кофактором пероксидазы (фермент аскорбатпероксидаза).

В сухих концентрированных кормах, используемых в свиноводческом комплексе и в сухих комбикормах для личного подсобного хозяйства, было определено содержание витамина С (рис. 19, 20). Наибольшее количество витамина С в комбикорме для первого откорма — 93,87 мг%.

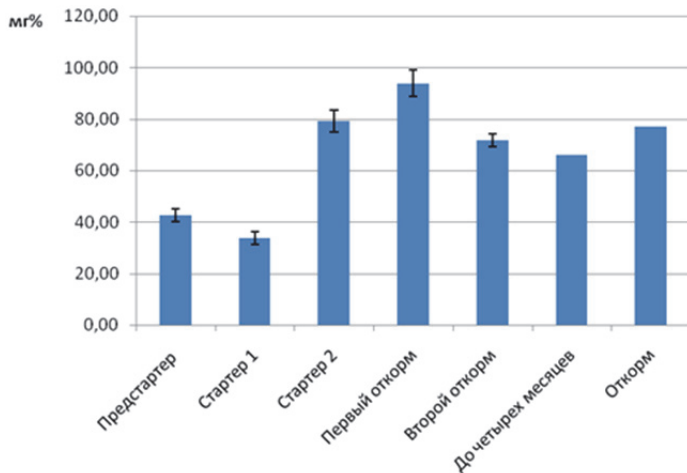


Рис. 19. Содержание витамина С в сухих концентрированных кормах для свиней

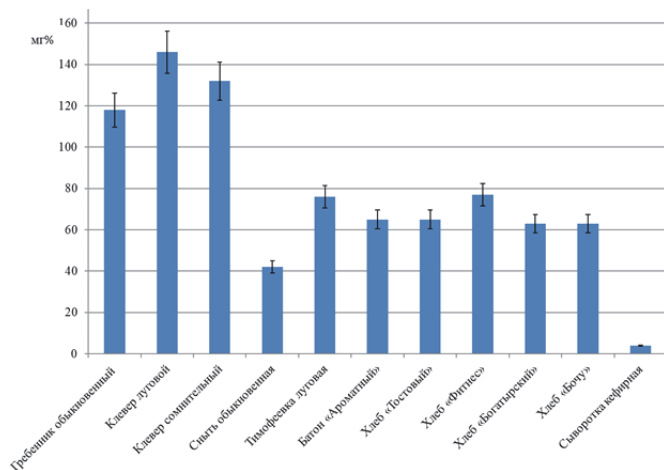


Рис. 20. Содержание витамина С в кормах для свиней индивидуального хозяйства

На рисунке 20 показано, что наибольший уровень аскорбиновой кислоты — в зеленых кормах для свиней: клевер луговой — 146,67 мг%, клевер сомнительный — 132,00 мг% и гребенник обыкновенный — 117,33 мг%.

Природные антиоксиданты оказывают выраженный эффект в больших дозах. Это объясняется тем, что, оказывая антиоксидантное действие, вещества образуют соединения со свободными радикалами, превращаясь в неактивные формы.

К флавоноидам (от лат. *Flavus* — желтый) относят природные полифенолы, синтезируемые через ацетат/малонат и шикиматный путь высшими растениями, включая мхи и папоротники, и некоторыми микроорганизмами. В основе молекулы флавоноидов и их конденсированных производных — процианидинов — лежит так называемый  $C_6C_3C_6$ -скелет. Наличие флавоноидов в растениях обеспечивает интенсивность окраски и создает цветовое разнообразие растительного мира. Флавоноиды, будучи эффективными светофильтрами, поглощают как УФ, так и видимое излучение, тем самым защищая хлоропласты от прямой солнечной радиации и фотодинамического

повреждения. При их дефиците в результате нарушения процессов вторичного метаболизма (напр., у мутантов растения *Arabidopsis*) наблюдается сильное окислительное повреждение клеток. Благодаря высокому содержанию в съедобных растениях флавоноиды в достаточном количестве имеются в пище и различных напитках (соки, вина, чай), являясь необходимым неэнергетическим диетическим компонентом. Наиболее известный флавоноид из полифенолов винограда — ресвератрол — по активности в несколько раз превышает витамин Е и, поступая в больших количествах, действует сильнее естественного антиоксиданта организма — эстрадиола, присутствующего в физиологических нормах. В организме животных соединения флавоноидной группы не синтезируются.

Также в кормах анализировалось содержание антоциановых пигментов (рис. 21, 22).

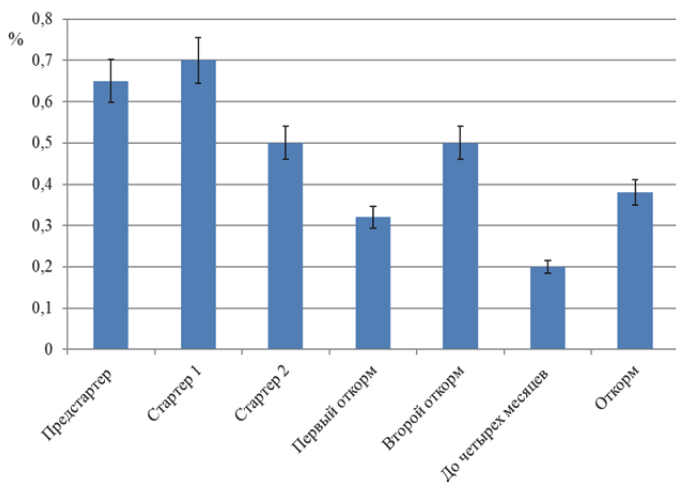


Рис. 21. Содержание антоциановых пигментов в сухих концентрированных кормах для свиней

Уровень антоциановых пигментов в сухих кормах для свиней достаточно высок в кормах Предстартер и Стартер 1, достигая соответственно 0,66 и 0,70% (рис. 21).

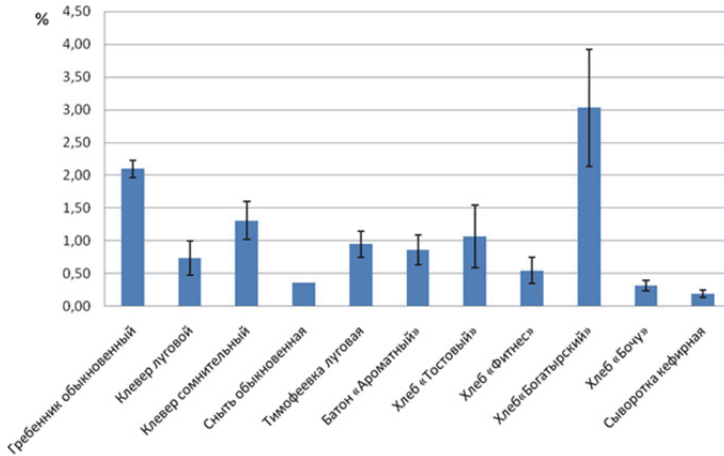


Рис. 22. Содержание антоциановых пигментов в кормах для свиней индивидуального хозяйства

Наибольшее количество антоциановых пигментов содержится в зеленом корме гребеннике обыкновенном и в хлебе «Богатырском», соответственно 2,10 и 3,03% (рис. 22). Кроме антоциановых пигментов в кормах анализировалось количественное содержание рутина (рис. 23, 24).

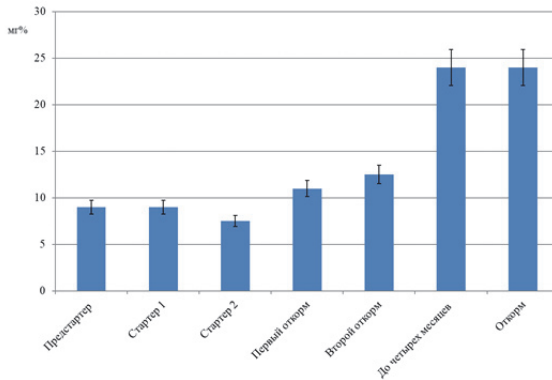


Рис. 23. Содержание рутина в сухих концентрированных кормах для свиней

Самый высокий уровень рутина зарегистрирован в кормах для свиней до четырех месяцев и для откорма свиней: 24,00 мг% (рис. 23).

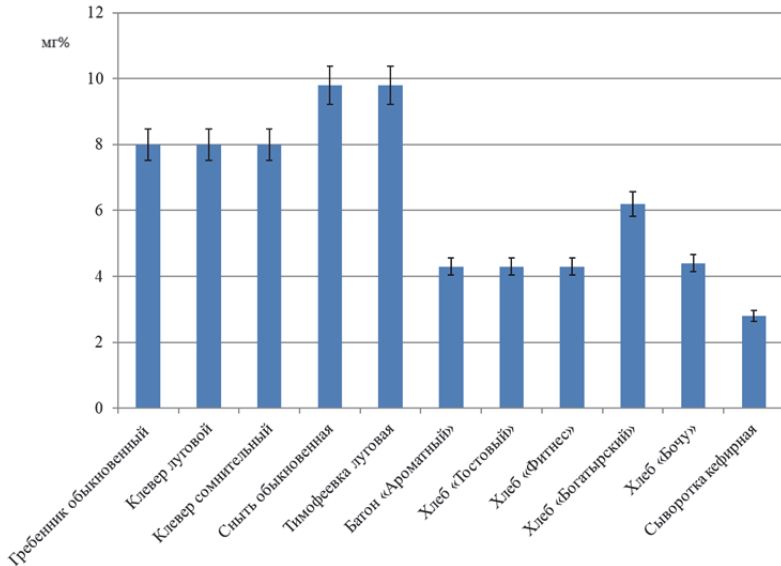


Рис. 24. Содержание рутина в кормах для свиней индивидуального хозяйства

Наибольшее содержание рутина зарегистрировано в зеленых кормах для свиней: сныть обыкновенная и тимофеевка луговая — 9,60 мг%, наименьшее содержание рутина в кефирной сыворотке — 3,67 мг% (рис. 24).

Также данные корма исследовались на содержание рибофлавина. Результаты количественного содержания рибофлавина представлены на рисунках 25 и 26.

Наибольшее содержание рибофлавина отмечено в корме для свиней до четырех месяцев и достаточно высокий уровень его в корме для откорма свиней личного подсобного хозяйства, что равнялось соответственно 21,28 и 13,45 мг/г (рис. 25).

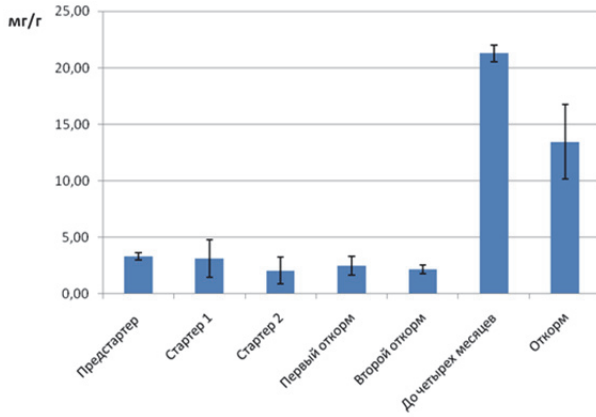


Рис. 25. Содержание рибофлавина в сухих концентрированных кормах для свиней

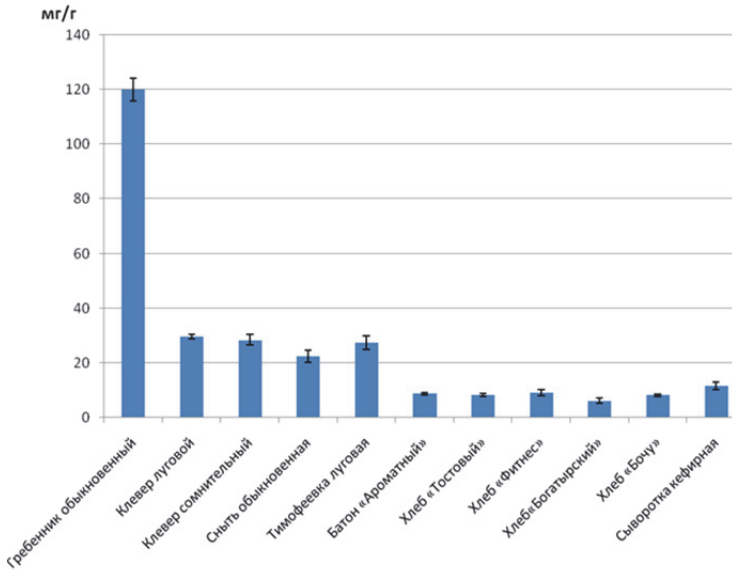


Рис. 26. Содержание рибофлавина в кормах для свиней индивидуального хозяйства

В зеленом корме наибольшее содержание рибофлавина выявлено в гребеннике обыкновенном — 119,92 мг/г (рис. 26).

Корма для свиней также исследовались на общую антиоксидантную активность (рис. 27, 28). Наибольшей антиоксидантной активностью обладал корм Стартер (2—4,41 мг/г), а наименьшей Старт (1—0,11 мг/г) (рис. 27).

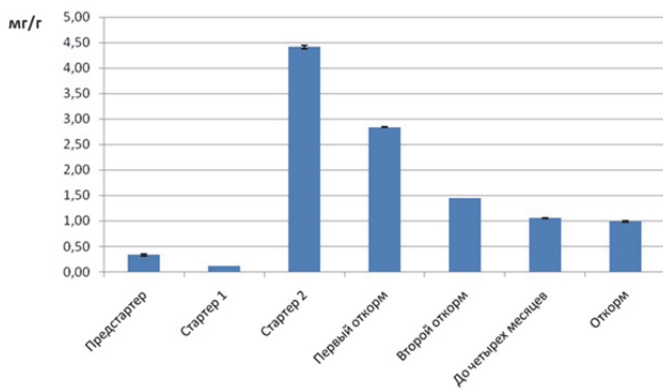


Рис. 27. Общая антиоксидантная активность сухих концентрированных кормов для свиней

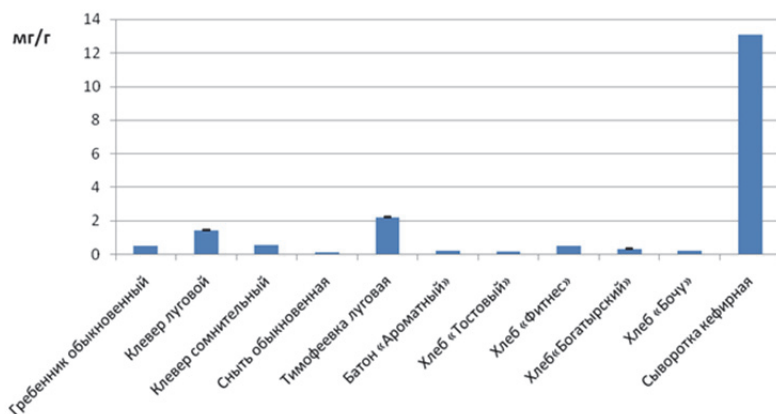


Рис. 28. Общая антиоксидантная активность кормов для свиней индивидуального хозяйства

По результатам исследования, представленных на рисунках 27 и 28, очевидно, что наибольший уровень антиоксидантной активности в кефирной сыворотке — 13,07 мг/г. Из зеленых кормов наибольшая антиоксидантная активность у тимофеевки луговой — 2,22 мг/г и клевере луговом — 1,45 мг/г. Низкие показатели антиоксидантной активности зарегистрированы как в зеленых кормах, так и в хлебобулочных изделиях: батон «Ароматный» — 0,25 мг/г, хлеб «Бочу» — 0,25 мг/г, хлеб «Тостовый» — 0,18 мг/г, сныть обыкновенная — 0,13 мг/г.

Таким образом, в результате исследования кормов трех свиноводческих хозяйств было выявлено наибольшее количество антиоксидантов в кефирной сыворотке ( $13,07 \pm 0$  мг/г), достаточно высокое их содержание в сухих концентрированных кормах: Стартер 2 ( $4,41 \pm 0,03$  мг/г), Откорм 1 ( $2,84 \pm 0,01$  мг/г), Откорм 2 ( $1,45 \pm 0$  мг/г) и зеленых кормах: тимофеевка луговая ( $2,22 \pm 0,02$  мг/г), клевер луговой ( $1,45 \pm 0,03$  мг/г), наименьшее содержание в корме Стартер 1 ( $0,11 \pm 0$  мг/г).

В сухих концентрированных кормах свиноводческого комплекса (Откорм 1, Откорм 2) и в сухом концентрированном корме для поросят до четырех месяцев индивидуального хозяйства наблюдается дефицит каротиноидов. Улучшить качество питания можно путем добавления в рацион животных зеленых кормов — наиболее дешевых и эффективных источников витамина А.

Самые нестойкие компоненты комбикормов — жиры и жирорастворимые витамины. Процесс окисления этих веществ многоступенчатый, и скорость окисления может увеличиваться, так как промежуточные продукты реакции — это сильные окислители, в результате чего энергетическая и питательная ценность корма может значительно снизиться. Антиоксиданты рекомендуется включать в комбикорма и премиксы путем ступенчатого смешивания с наполнителем или частью мелкоизмельченного корма. Следует отметить, что в настоящее время

применяются микрогранулированные формы жирорастворимых витаминов, и при окислении жиров в процессе хранения комбикорма никакого разрушающего воздействия на эти витамины не происходит. В этом случае антиоксиданты стабилизируют природные формы жирорастворимых витаминов, имеющиеся в кормах.

## Глава 8

### **АНТИОКСИДАНТЫ В КОРМАХ КРОЛИКОВ**

---

Одной из перспективных отраслей животноводства является кролиководство. Кролики характеризуются высокой плодовитостью и скороспелостью при небольших затратах корма. Мясо кролика отличается исключительно высокими питательными достоинствами. По химическим, морфологическим и технологическим качествам оно превосходит мясо других животных. Белок кроличьего мяса усваивается на 90%, тогда как говядины на 62%. Убойный выход 4—5 мясных кроликов достигает 65—70% при соотношении костей к мышцам 1:12 и выходе мякоти 88—92% (Балакирев и др., 2007).

Сегодня качество кормов определяется не только от должного содержания белков, жиров и углеводов, но от необходимого количества антиоксидантов, которые сохраняют его максимально полезным и свежим. Качество кормов влияет на продолжительность жизни животных. Результаты отечественных и зарубежных исследований свидетельствуют, что применение антиоксидантов в животноводстве позволяет более эффективно использовать питательные вещества корма и снизить их затраты на единицу продукции. Введение в комбикорма антиоксидантов способствует понижению окислительных процессов в организме, обеспечивает высокую сохранность молодняка, повышение живой массы, общей резистентности и продуктивности животных (Cunha, Cheeke 2012).

Антиокислители снижают содержание перекисей в печени, липидов, холестерина и мочевины в крови, способствуют накоплению витамина А, повышают уровень токоферолов. Установлено, что препараты антиоксидантов предохраняют от окисления не только корма, но и жиры, каротиноиды, витамины Е и А в организме животного.

Таким образом, антиоксиданты — естественные факторы резистентности организма к агрессии перекисей. Они эффективно нейтрализуют свободные радикалы в организме животного и кормах, играют важную роль в сохранении целостности клеток организма и, следовательно, его здоровья. Количество антиоксидантов может быть увеличено у животных при полноценном кормлении. При оптимальном балансе различных антиоксидантов в результате проявления синергизма возникает возможность значительного ограничения окислительных стрессов (Аджиев, 2010).

Пищевые антиоксиданты, такие как  $\alpha$ -токоферилацетат (ТОН) (наиболее широко доступный источник витамина Е для пищевых добавок), витамин С (почти все домашние животные обладают способностью его продуцировать), каротиноиды и микроэлементы Se, Mn и Zn не могут синтезироваться в организме животного (или синтезируются в недостаточном количестве) и должны поступать из внешних источников (Rice-Evans, 1995; Rice-Evans et al., 1996). Пищевые антиоксиданты действуют либо как антиоксиданты, «разрывающие цепи» (ТОН, витамин С и  $\beta$ -каротин), либо, как в случае селена, марганца и цинка, в качестве составных элементов эндогенных антиоксидантных ферментов (Morrissey et al., 1998).

Существует множество антиоксидантных добавок, используемых при составлении рационов питания кроликов. Наиболее широкое применение в животноводческой практике получили уже упомянутые  $\alpha$ -токоферилацетат и аскорбиновая кислота. Токоферилацетат защищает клеточные мембраны от окислительного повреждения. Он действует как антиоксидант, «разрывающий цепи», тем самым нейтрализуя свободные радикалы и предотвращая окислительное повреждение липидов в мембранах (Morrissey et al., 1994; McDowell, 2000). Витамин С может снижать выработку АФК и восстанавливать  $\alpha$ -токоферол из его окисленной формы (Reed, 1992).

Пищевые добавки, такие как  $\alpha$ -токоферилацетат или витамин С, играют ограниченную роль в улучшении показателей

роста кролика, и лишь немногие исследовательские работы доказали эффект стимулирования роста, возможно, это связано с тем, что большинство исследований проводилось без учета и оценки уровня окислительного стресса.

В ряде работ показана положительная корреляция между качеством мяса и внесением антиоксидантных добавок к кормам кроликов. Кроме того, некоторые дополнительные компоненты корма с антиоксидантными свойствами были использованы в кормлении кроликов и показали интересные результатами. К подобного рода добавкам относятся: оливковое масло (Lopez-Bote et al., 1997), овес (Lopez-Bote et al., 1998), соя, богатая изофлавонами (Yousef et al., 2004), эфирное масло орегано (Botsoglou et al., 2004), виноград (Sgorlon et al., 2005), а также виноградный жмых (Eid, 2008), люцерна, богатая полисахаридами (Liu et al., 2010), и зеленый чай (Eid et al., 2011).

### **8.1. Уровень антиоксидантов в кормах, крови и тканях мяса кролика**

Токоферолы чрезвычайно устойчивы к нагреванию, но легко окисляются. Природный витамин Е подвержен окислению в результате воздействия целого спектра факторов: тепло, повышенная влажность, сопутствующее окисление липидов (прогоркание жиров), свет, присутствие в среде щелочи и некоторых микроэлементов (например, меди и железа). Поскольку этерификация витамина улучшает его стабильность, коммерческие пищевые добавки обычно содержат d- $\alpha$ -токоферилацетат (также называемый RRR-токоферилацетат) или DL- $\alpha$ -токоферилацетат (также называемый all-rac- $\alpha$ -токоферилацетат). Ацетатный эфир очень устойчив к окислению *in vitro* и не обладает активностью в качестве антиоксиданта вне биологической среды. Однако он легко гидролизуется в кишечнике до неэтерифицированного, или свободного, токоферола, который является сильным антиоксидантом *in vivo* (McDowell, 2000).

Витамин С легче разрушается, окисляясь во влажных условиях, при воздействии кислорода, меди, железа и других минералов (McDowell, 2000). В настоящее время существуют формы витамина С, которые могут выдерживать высокие температуры во время процесса гранулирования сырья, такие как продукты с этилцеллюлозным покрытием и аскорбилфосфатные продукты.

Множество данных, полученных за последнее время (Lopez-Bote et al., 1997; Castellini et al., 1998; Corino et al., 1999; Zsédely et al., 2008; Kowalska and Bielański, 2009; Kowalska et al. 2011; Fiego et al., 2004; Selim et al., 2008a), иллюстрируют взаимосвязь между уровнями антиоксидантов в пищевых добавках и их уровнем в соответствующих тканях кролика и в плазме крови. Во всех исследованиях сообщалось, что увеличение количества токоферола в кормах приводило к повышению уровня этого антиоксиданта в тканях независимо от уровня данного соединения в пищевой добавке (40—500 мг/кг), метода его внесения (через корм или воду), ингредиентного состава рациона (без или с маслом в рационе), анализируемой ткани (плазма, бедренные мышцы, вырезка, печень или почки), условия хранения (срок хранения и температура), а также продолжительности кормления. Процентное увеличение содержания  $\alpha$ -токоферола в мышцах мяса после добавления  $\alpha$ -токоферилацетата в рацион варьировало от 23% в мясе вырезки (Selim et al., 2008b) и 466% в широчайшей мышце спины (*L. dorsi*) (Oriani et al., 2001).

Различия в экспериментальных протоколах, которым следовали в данных исследованиях, могут объяснить широкий диапазон полученных результатов. Кроме того, степень отложения  $\alpha$ -токоферола в разных органах различается в зависимости от их метаболического типа. Fiego et al. (2004) показали, что в печени обнаружена наибольшая концентрация  $\alpha$ -токоферола, затем идут почки, мышцы бедра и мышцы спины. Однако результаты, указывают на то, что во многих исследованиях мышца *L. dorsi* была способна сохранять более высокий

уровень  $\alpha$ -токоферола, чем мышца бедра. Тем не менее предполагается, что мышца бедра как гетерогенная комбинация гликолитических и окислительных волокон должна содержать больше резервов  $\alpha$ -токоферола, чем мышцы *L. dorsi* (преимущественно составленных из гликолитических волокон) (Fiego et al., 2004).

Внесение препарата токоферола в дозе 200 мг/кг считается рекомендованной для поддержания относительно высокого уровня данного антиоксиданта в мышцах животных (Botsoglou et al., 2004; Castellini et al., 1998). Такая доза способна увеличить содержание  $\alpha$ -токоферола в мышцах *L. dorsi* примерно в два раза по сравнению с контролем (группа без внесения в рацион добавок, содержащих токоферол).

Однако в ряде работ подтверждено, что более высокое содержание ТОН (375 мг/кг рациона) приводило к более высокому отложению  $\alpha$ -токоферола (в четыре с половиной раза) в мышцах *L. dorsi* (Oriani et al., 2001). Ключевым исследованием, показывающим взаимосвязь между дополнительным приемом (в форме добавок к пище) витамина С и накоплением аскорбата в тканях, стала работа N. Selim, A. Abdel-Khalek (2008а,б), в которой демонстрируется высокий уровень аскорбата в мышцах после длительного замораживания (хранение до 20 дней). Также авторы постулировали, что высокие дозы аскорбата могут восстанавливать и поддерживать высокий пул  $\alpha$ -токоферола в мышцах животного. Fiego et al. (2004) показали ассоциативный эффект при кормлении кроликов как ТОН, так и витамином С.

## 8.2. Антиоксиданты и TRAP тканей кроликов

TRAP (total reactive antioxidant potential — общая потенциальная активность антиоксиданта) является мерой оценки антиоксидантного статуса, и исходным маркером окислительных процессов для оценки уровня образования АФК у животных и представляет собой косвенную оценку посмертной окисли-

тельной стабильности мышечных липидов (Oriani et al., 2001). Многие исследования подтверждают влияние ряда факторов, ограничивающих значения индекса TRAP. Очевидно, что диетическая композиция оказывает заметное влияние на индекс TRAP у кроликов. Дополнительное внесение ТОН в рационы кроликов улучшало индекс TRAP, но стоит отметить, что корма дополнительно были обогащены полиненасыщенными жирными кислотами, схожая тенденция наблюдалась и при кормлении рыбной мукой (Castellini et al., 1998) или льняными семенами (Dal Bosco et al., 2004). N. Selim, A. Abdel-Khalek (2008a) сообщили о более высоком значении TRAP при низкой концентрации токоферола в кормах для кроликов (диета 80 мг / кг) по сравнению с более высоким уровнем ТОН в рационе (диета 120 мг / кг). В исследовании также сообщалось, что комбинации витамина С и токоферола в низких концентрациях (80 мг ТОН + 200 мг витамина С / кг диеты) приводили к увеличению индекса TRAP по сравнению с вариантом опыта, в котором комбинировались высокие концентрации данных антиоксидантов (120 мг ТОН + 400 мг витамина С / кг диеты).

### **8.3. Антиоксиданты и ростовые показатели кроликов**

Пищевые добавки с антиоксидантами в большинстве случаев не улучшают показатели производительности (прибавка в весе, интенсификация роста) кроликов. Согласно Botsoglou et al. (2004), Bielański et al. (2007), Castellini et al. (1998) и Eiben et al. (2011), которые работали с токоферолом в качестве добавки, и Castellini et al. (2000), работавших с витамином С, никакого существенного влияния на показатели роста кроликов добавление данных антиоксидантов не оказывало. С другой стороны, Corino et al. (2007), работая с токоферолом (в вариантах эксперимента 240 и 60 мг/кг рациона), и Selim, Abdel-Khalek (2008a), работая с витамином С (200 или 400 мг/кг рациона), сообщали о значительных реакциях роста на дополнительное

внесение антиоксидантов в корма животных, подвергающихся социальному стрессу. Животным ограничивали их жизненное пространство в вольерах (266 против 533 см<sup>2</sup> / кролик), и внесение 50 мг витамина С в день в корма в сочетании с 400 мг токоферола в неделю приводило к значительному увеличению массы тела по сравнению с контрольной группой кроликов.

#### **8.4. Антиоксиданты и жирнокислотные профили мяса кролика**

Хорошо известно, что кролики, как и другие нежвачные животные, способны включать пищевые жирные кислоты в липиды жировой ткани, а также в ткани мышц (Hernández, 2008). Соотношение n-6 полиненасыщенных жирных кислот к n-3 полиненасыщенным жирным кислотам достигает высоких значений (7 на бедренных мышцах (Dal Bosco et al., 2004) и 11 на мышцах ноги (Ramírez и др., 2005)). Кормление кролика рационами, обогащенными полиненасыщенными жирными кислотами, особенно n-3, повышает диетическую ценность мяса (Bianchi et al., 2009).

Дополнительное внесение токоферола оказало положительное влияние на общее содержание полиненасыщенных жирных кислот в мясе кролика (Castellini et al., 2000; Corino et al., 2007; Dal Bosco et al., 2004 и Selim, Abdel-Khalek, 2008a,б). N. Selim, A. Abdel-Khalek (2008б) установили, что витамин С оказывает схожий эффект. Однако стоит заметить, что большинство исследований не показали положительного влияния антиоксидантных пищевых добавок на профиль полиненасыщенных жирных кислот (Corino et al., 2007; Zsédely et al., 2008; Castellini et al., 2000). Комбинация токоферола и витамина С была более эффективной для повышения общего содержания полиненасыщенных жирных кислот в мясе, чем введение в рацион данных антиоксидантов по отдельности (Selim, Abdel-Khalek, 2008a,б).

## 8.5. Антиоксиданты и окисление липидов мяса кролика

Мясо кролика содержит высокий уровень полиненасыщенных жирных кислот, что может вызвать проблемы с хранением, обработкой и приготовлением мяса. Так как полиненасыщенные жирные кислоты очень чувствительны к окислению, это приводит к снижению окислительной стабильности мышц. Следовательно, это может повлиять на пищевую ценность и безопасность мяса (Dal Bosco et al., 2004). Окисление липидов может влиять на качество мяса как до разделки туши животного, так и после, а также во время охлаждения, переработки и длительного хранения (Bianchi et al., 2006). Кроме того, окисление липидов приводит к обесцвечиванию, появлению посторонних неприятных запахов, а также способствует выработке потенциально токсичных соединений в мясе (Morrissey et al., 1998), особенно когда в рацион кролика добавляются дополнительные n-3 полиненасыщенные жирные кислоты (Dal Bosco et al., 2004).

Очевидно, что дополнительное внесение токоферола и аскорбата оказывает благоприятное воздействие, препятствуя окислению липидов в мясе. В ряде исследований показано, что токоферол проявлял свою защитную функцию, препятствуя окислению липидов (Zsédely et al., 2008; Kowalska, Bielański, 2009; Kowalska et al., 2011), за исключением случая, продемонстрированного в исследовании Bielański et al. (2007), где не наблюдалось противоокислительного эффекта данного антиоксиданта. Как сообщалось в исследовании Kowalska и Bielański (2009) и Kowalska et al. (2011), ТОН может защитить мясо кролика, обогащенное полиненасыщенными жирными кислотами, от окисления на срок до 90 дней.

Витамин С оказывает положительное действие, препятствуя окислению липидов как при замораживании (Selim, Abdel-Khalek, 2008,б), так и при охлаждении мяса (Castellini et al., 2000, Fiego et al., 2004). Castellini et al. (2000) и Selim, Abdel-Khalek (2008,б) продемонстрировали ассоциативный

эффект между токоферолом и витамином С на окислительную стабильность мышц. Увеличение в рационе содержания обоих антиоксидантов привело к более эффективному снижению показателей TBARS (thiobarbituric acid reactive substances) (метод, позволяющий определить перекисное окисление липидов по реакции прудуктов окисления с тиобарбитуровой кислотой), чем один антиоксидант в отдельности. Более того, Fiego et al. (2004) указали, что витамин С был более эффективен в защите мышц *L. dorsi* от окисления липидов при добавлении в рационы с низким, а не высоким содержанием ТОН. Можно предположить, что защитный эффект витамина С в процессе окисления липидов в охлажденном мясе начинается через несколько дней после смерти (Castellini et al., 2000, Fiego et al., 2004). Витамин С может оказывать свое антиоксидантное действие после частичного истощения запасов  $\alpha$ -токоферола в мышцах, но это предположение нуждается в более тщательной проверке.

### **8.6. Антиоксиданты и физико-химические характеристики мяса кролика**

Похоже, что антиоксиданты, поступающие в виде пищевых добавок, не влияют на физико-химические характеристики мяса, во всяком случае данный тренд не носит выраженный характер. Это может быть связано с особенностью мяса кролика, а не с нарушением антиоксидантных функций. Окислительные процессы в мясе кролика протекают медленнее и менее выражены, чем в случае с другими видами красного мяса, из-за низкого количества миоглобина, который может препятствовать действию антиоксидантов (Castellini et al., 1998). Анализ химического состава мяса кролика показал, что уровень пищевых добавок ТОН не влиял на состав и коэффициенты удерживания воды, а также количество белка, липидов и золы в мышцах *L. dorsi* ни в свежем виде (Corino et al., 2007), ни в приготовленном различными способами, такими как вар-

ка, жарка или запекание (Dal Bosco et al., 2001). Содержание холестерина в мясе бедра также не было затронуто ТОН, когда диета была дополнена различными источниками n-3 PUFA (Bielański et al., 2007; Kowalska, Bielański, 2009; Kowalska et al., 2011).

Во время хранения цвет мяса может меняться из-за старения мышц, времени и условий хранения. Если цвет мяса становится темнее, это может привести к отказу потребителя от покупки (Dalle Zotte, 2002). Дополнительный ТОН в рационе или витамин С в питьевой воде значительно сокращали потерю жидкости в мышце *L. dorsi* при хранении (Castellini et al., 1998; Castellini et al., 2000). Снижение потерь влаги может быть связано с защитным действием витаминов-антиоксидантов на клеточные мембраны. В частности, токоферол ингибирует активность фосфолипазы А2 путем образования комплексов между лизофосфатидилхолином и  $\alpha$ -токоферолом. Это может объяснять защитный эффект альфа-токоферола против действия продуктов гидролиза фосфолипазы А2 на биологические мембраны и сохранения стабильности мембран (Mukherjee et al., 1997). Витамин С, как уже сообщалось ранее, восстанавливает окисленный токоферол (Fiego et al., 2004). рН мяса играет ключевую роль в сохранении качества мяса при хранении. Пищевая добавка токоферола не влияла на значения рН в мышцах (Corino et al., 2007; Dal Bosco et al., 2001; Fiego et al., 2004). Витамин С повышал уровень рН в мышцах *L. dorsi* в рационах с низким содержанием токоферола, но, когда токоферол вводили в повышенных дозах, влияние витамина С на рН исчезало (Fiego et al., 2004).

### **8.7. Фитопроизводные / масла / жирные кислоты с антиоксидантными свойствами**

Кормовые компоненты в рационе кролика, а также растения, содержащиеся в фураже, могут содержать активные компоненты, которые проявляют антиоксидантную активность.

Lebas (2000) указал, что кроличья диета с 20% обезвоженной люцерной будет давать  $\beta$ -каротин в эквиваленте 20 000—30 000 МЕ витамина А / кг (т. е. в 10 раз больше, чем требуется). Таннины, состоящие из одного или нескольких ароматических колец с одной или несколькими гидроксильными группами, могут взаимодействовать с АФК с образованием резонансно-стабилизированных феноксильных радикалов. Дубильные вещества каштана, который часто используют как вспомогательный корм, повышают активность эндогенных антиоксидантных ферментов, особенно глутатионпероксидазы (GPx) (Liu et al., 2011). Liu et al. (2009), работавшие с мышцами *L. lumbozum*, и Gai et al. (2009), работающие с мышцами *L. thogacis*, отметили, что кролики, получавшие в диету таннинов из каштанов на килограмм рациона, показали значительное снижение уровня TBARS по сравнению с контролем. Liu et al., 2011, 2012 сообщили, что в условиях теплового стресса (33°C) растущие кролики, получавшие 5 или 10 г таннинов из каштанов на килограмм рациона, имели повышенную продуктивность, характеризовались лучшим качеством мяса и повышенным антиоксидантным статусом. Овес богат токотриенолами и, таким образом, улучшает срок хранения мяса, уменьшает потерю жидкости, а также уменьшает уровень TBARS в мышцах *L. dorsi* (Lopez-Bote et al., 1998).

Полифенолы высших растений могут быть оценены как возможные источники природных антиоксидантов. Yousef et al. (2004) сообщили, что кормление кроликов 2,5 или 5,0 мг / кг массы тела соевыми изофлаванами вызывало ощутимое снижение уровня TBARS в плазме и печени. Sgorlon et al. (2005) отметили, что добавление полифенолов винограда из расчета 0,03 или 0,15 мг / кг кроличьей диеты заметно повышает уровень восстановленного глутатиона в крови кролика по сравнению с контрольной группой кроликов, получавшими 0,30 мг полифенолов/кг диеты или не получавшими дополнительные полифенолы вовсе. Y. Eid (2008) обратил внимание на то, что

включение виноградной выжимки в рацион (100 или 200 г / кг рациона) снижало окисление липидов и увеличивало активность TRAP и GPx в семенной плазме. Liu et al. (2010) оценивали антиоксидантные свойства полисахаридов, экстрагированных из люцерны (*Medicago sativa* L.). Кормление кроликов, подвергшихся тепловой нагрузке, с диетой 5 г полисахаридов/кг оказало значительное положительное влияние на показатели роста. Кроме того, активность GPx в печени и содержание  $\alpha$ -токоферола были существенно выше у кроликов, получавших добавки с полисахаридами. Зеленый чай, богатый флавоноидными, и в частности катехинами, также может выступать в качестве добавки в рацион кроликов. Eid et al. (2011) сообщили, что кормление кроликов рационом, содержащим зеленый чай из расчета 50 г / кг, ощутимо сокращало TBARS мяса, хранящегося в течение 2 месяцев.

Некоторые эфирные масла растений могут выступать в качестве природных антиоксидантов при кормлении кроликов. Было проведено несколько исследований для изучения активных компонентов эфирных масел с антиоксидантными свойствами. Votsoglou et al. (2004) показали, что добавление в рацион 100 или 200 мг/г высушенного эфирного масла орегано препятствовало окислению липидов сырого и варенного мяса мышц *L. dorsi*. Lopez-Bote et al. (1997) сообщили о значительном уменьшении значений TBARS в мышцах *L. dorsi* у кроликов, получавших оливковое масло (диета 30 г / кг), по сравнению с другими, получавшими кроличью диету, не содержащую масла. Sorino et al. (2007) дополняли кроличью диету 50 г конъюгированной линолевой кислоты (CLA)/кг и отметили гораздо большую окислительную стабильность в мышцах *L. lumbozum* при хранении в холодильнике. Они также указали, что конъюгированная линолевая кислота действует как антиоксидант, сокращая уровни мононенасыщенных жирных кислот в пользу насыщенных жирных кислот мышц кролика, которые более стабильны при нормальных условиях хранения.

### 8.8. Отношения селена и глутатионпероксидазы (GPx) у кролика

Широко признано, что существование и антиоксидантная роль Se связаны с его участием в структуре селеноферментной GPx (Tappel et al., 1982). Можно предположить, что добавка Se повышает окислительную стабильность тканей кролика, подвергающихся окислению. Однако влияние диетического Se на активность GPx у кролика неясно. Согласно Lee et al. (1979), печень и почки кролика содержат достаточный уровень GPx, в активном центре которой нет селена (глутатион-S-трансфераза), тогда как легкие, сердце, селезенка, эритроциты и плазма обладают только Se-зависимой GPx. Dokoupilová et al. (2007) обнаружили, что добавка Se не изменяет активность GPx в печени и мышцах кролика. Также Erdélyi et al. (2000) не наблюдали взаимосвязи между состоянием Se и активностью GPx в бедренных мышцах кроликов. Yanyan et al. (2011) подтвердили отсутствие связи между уровнем экспрессии мРНК глутатионпероксидазы и активностью глутатионпероксидазы в печени. Однако следует проявлять осторожность в отношении уровня Se включения его в рацион кролика. Максимально безопасный уровень Se в рационе кроликов составляет 15 мкг / кг массы тела в день (Whanger et al., 1996). Превышение Se за пределы этого уровня может стимулировать прооксидантные свойства данного элемента. Одним из объяснений этого является токсичность Se, которая может быть отчасти обусловлена образованием свободных радикалов селенит-иона, которые в избытке вместе с избытком глутатиона могут генерировать супероксид-анион радикал и производить другие типы АФК (Erdélyi et al., 2000).

Витамин E — основная антиоксидантная пищевая добавка при кормлении кроликов. Витамин C может действовать синергично с витамином E, улучшая окислительную стабильность мяса кролика. Натуральные фитопроизводные антиоксидантов перспективны, и эта тема нуждается в более подробном изучении.

На сегодняшний день существует не так много исследований, связанных с развитием окислительного стресса у кроликов. Молекулы белка и ДНК часто являются более значительными мишенями для повреждения, чем липиды. Окисление липидов нередко происходит на поздних стадиях окислительного стресса (Halliwell, Chirico, 1993; Jain et al., 2009).

Роль эндогенных антиоксидантных ферментов в защите от окислительного стресса у кролика должна быть рассмотрена подробнее. Необходимы дальнейшие исследования относительно того, в какой степени они могут противостоять окислительным изменениям в условиях стресса, особенно без поддержки от внешних источников антиоксидантов (фитокорма).

### **8.9. Корма и особенности кормления кроликов**

*Комбикорма* — это смеси из измельченного зерна, белковых, минеральных и витаминных добавок, изготовленные по специальным рецептам для разных групп животных. Комбикорма скармливают вместе с травой, сеном и измельченными сочными кормами в виде кормосмеси. Для кормления кролей наиболее пригодный комбикорм, в состав которого входит травяная мука из люцерны, клевера, овса (30—40% от массы) (Чевари и др., 2009). Минеральные добавки используют при недостатке в рационе кальция, фосфора, натрия и хлора (табл. 23). Источник минеральных веществ — кухонная соль, мел, измельченная скорлупа яиц, фосфаты (Клименко, 2004).

*Зеленые корма* — это основной корм для кроликов летом. Зеленые корма содержат все необходимые для роста и развития кроликов питательные вещества — полноценный протеин с комплексом всех незаменимых аминокислот, жиры, углеводы, витамины, ферменты, минеральные вещества. Хлорофилл зеленых кормов имеет большое значение в процессах кровообращения у животных. Зеленые корма достаточно питательные, хотя содержат большое количество воды (65—85%). Они также дешевле всех других кормов. Для кормления используют посевные культуры, дикорастущие травы, отходы корнеплодов и овощных культур, свежие ветки деревьев.

Таблица 23

**Основные компоненты кормов,  
используемые в кролиководстве**

Компонент	Полнорационные комбикорма для молодняка		Комби-корма для взрослых	Концен-траты для молодняка
	ПК 90-1	К 93-1		
Вид корма, г/100 г комбикорма				
	ПК 90-1	К 93-1	К 92-2	К 91-2
Травяная мука	30	40	—	—
Овес (пшеница) молотый	19	—	30	40
Ячмень (кукуруза), молотый	19	30	45	45
Отруби пшеничные	15	5	12	0
Жмых, шрот (подсолнечный, соевый)	13	10	12	8
Рыбная мука	2	—	—	6
Дрожжи гидролизные	1	2	—	—
Горох молотый	—	8	—	—
Меласса	0	2,5	—	—
Костная мука	0,5	—	—	—
Мясокостная мука	—	1,4	—	—
Кормовой фосфат	—	0,8	—	—
Поваренная соль	0,5	0,3	0,5	0,5
Мел	—	—	0,5	0,5
В 100 г комбикорма содержится, г:				
Кормовых единиц	84	85	—	—
Сырого протеина	17,8	15,8	15,8	16,3
Гидролизата белка	13,6	13,5	12,3	13,0
Клетчатки	11,1	12,2	8,7	4,9
Фосфора	0,59	0,58	0,45	0,56
Кальция	0,96	0,40	0,45	0,69

Сухое вещество рано скошенной травы по общей питательности близко к концентрированным кормам, но по биологической полноценности значительно выше. В среднем в состав сухого вещества рано скошенной травы входит 20—25 % переваримого протеина, 10—15 % клетчатки, 4—5 % жира, 30—60 % безазотистых экстрактивных веществ и 9—11 % минеральных веществ (Carabaño et al., 2008).

*Сочные корма.* К этой группе кормов относятся: капуста, силос, картофель, морковь и другие корнеклубнеплоды, бахчевые культуры, отходы садоводства и виноградарства, они занимают до 30—50 % в рационе по питательности при комбинированном типе кормления в позднеосенний, зимний и весенний периоды, включаются в состав мешанок в запаренном или натуральном измельченном виде. Они благотворно влияют на аппетит, пищеварение животных, образование молока у крольчих и продуктивность кроликов.

Мороженые корнеплоды скармливают только в вареном виде. Корнеплоды богаты легкоперевариваемыми углеводами и витаминами, поэтому они хорошо усваиваются. Но в них много воды (70—80 %), мало протеина, жира, клетчатки, минеральных веществ, что повышает их переваримость.

Самыми лучшими кормами считаются красная морковь и кормовая капуста. Морковь для кроликов в зимний период — один из основных источников каротина, ее можно давать крольчатам с 20—25-дневного возраста по 20—30 г в сутки, постепенно увеличивая суточную норму до 100—200 г.

*Веточный корм* заготавливается в июне-июле, когда на ветках максимум листьев, которые крепко держатся, и в них наибольшее количество питательных веществ и витаминов. Нельзя скармливать ветки бузины, волчьих ягод, раkitника, потому что они содержат отравляющие вещества. Не кормят также ветками косточковых деревьев: в них присутствует синильная кислота. При появлении у кроликов поноса им дают ветки дуба и ольхи, в которых имеются вяжущие вещества.

В 1 кг хвои — 55—60 мг каротина. В веточный корм используют молодые побеги длиной до метра и толщиной 0,5—1 см (Cunha, Cheeke, 2012).

*Грубые корма* — это сухие растительные корма с высоким содержанием клетчатки. Они требуются кроликам как стимуляторы в процессе переваривания пищи, а также как балласт, необходимый животным для ощущения сытости. Благодаря поеданию грубых кормов у кроликов заостряются резцы, что способствует лучшей подготовке кормов для переваривания. В суточном рационе грубые корма должны составлять 25—35%. При их переваривании создается большое количество тепла (с 1 кг корма около 1000 ккал), которое используется организмом для поддержания температуры тела. К грубым кормам относятся сено, солома, облиственные ветви деревьев, сennая и травяная мука, полова.

Основной корм этой группы — сено. Хорошее сено богато белками, витаминами и минеральными веществами. Лучший корм для кроликов — сено бобовых (люцерновое, из вики, клевера), также хороший корм — сено разнотравья (луговое, степное, лесное). Сено, убранное до цветения, из перестоявших трав или попавших под дождь содержит меньше питательных веществ, грубое. Хорошее сено должно иметь зеленый цвет и приятный запах (Cunha, Cheeke, 2012).

*Концентрированные корма.* Концентрат — основной корм для кроликов. На его долю приходится до 70% общей массы всех кормов. Использование концентрата совершенно необходимо, так как питательные вещества, находящиеся в других видах растительных кормов, недостаточны для высокой продуктивности; этот вид корма — главный источник протеина и минеральных веществ.

Концентрированные корма делят на следующие группы: зерновые злаковые (богатые углеводами), зерна бобовых (богатые белками), семена масличных (богатые жирами), комбикорма и отходы технических производств (Балакирев и др., 2006). В таблице 24 приводятся рекомендуемые нормы кормления животных разного вида кормами.

Таблица 24

**Рекомендуемые нормы кормления  
комбикормами и грубым кормом, г**

Физиологическое состояние кроликов	Норма кормления комбикормами на 1 голову в сутки	Грубые корма на 1 голову в сутки
Взрослые кролики в неслучный период	172	22
Взрослые кролики в случный период	207	38
Крольчихи сукрольные	226	42
Лактирование в периоды, дни 1—20	404	75
Лактирование в периоды, дни 21—45	615	115
Молодняк в возрасте, дни		
45—60, откорм	102	—
61—90, откорм	137	—
91—120, выращивание на шкурку	144	27
121—165, выращивание на шкурку	173	33
91—120, выращивание на ремонт	146	27
121—165, выращивание на ремонт	175	33

При недостатке в рационе витамина А у кроликов развивается ряд болезней (кожи, глаз, дыхательных путей), снижаются плодовитость крольчих и жизнеспособность. Основным источником его служат: зеленая трава, сено хорошего качества, красная морковь, листья капусты и другие растительные корма, богатые каротином — провитамином А. Больше всего каротина в растениях содержится до цветения или в период цветения. При сушке скошенных трав на солнце или в плохих условиях хранения сена содержание каротина в нем быстро снижается.

Весной, во время окролов, когда запасы каротина в организме истощаются, в рационы кроликов следует вводить корма, богатые каротином, — витаминную травяную муку, витаминное сено, морковь, силос и др. При недостатке в кормах каротина в рацион кроликов вводят витаминизированный рыбий жир. В расчете на одну голову молодняка дают его 0,5—1,0 г, крольчихам в период сукрольности — 2,0—2,5 г, в период лактации — 3,0—3,5 г.

При содержании в кормах витамина Е лучше усваивается организмом витамин А. При недостатке в рационе витамина Е у крольчих снижаются оплодотворяемость и плодовитость, в помете появляются мертворожденные крольчата или их потомство погибает в первые дни жизни, у самцов уменьшается образование спермы и ухудшается ее качество. Молодняк может страдать мышечной слабостью или даже дистрофией. Богаты этим витамином зеленые листья (сочные корма), зерно хлебных злаков (в основном зародыши), люцерновая мука, пивные дрожжи и растительные масла (Хенниг, 1976).

Было количественно определено содержание в сухих кормах и зеленой подкормке кролиководческого хозяйства ОАО «Холмы-Агро» Калининградской области следующих соединений: витамина С, рутина, каротиноидов (провитамина А), антоцианов, рибофлавина, АОА (табл. 26, 27).

Учитывая потребность кроликов в витаминах (табл. 25) и содержание биологически активных веществ в сухих кормах для кроликов (табл. 26) обсуждается необходимость коррекции содержания антиоксидантов в сухих кормах для кроликов путем добавления в них не только синтетических, но и антиоксидантов растительного происхождения (зеленый и веточный корм) (табл. 27).

Так как в сухих кормах был обнаружен очень низкий уровень аскорбиновой кислоты, Н. Ю. Чупахина и др. (2015) рекомендуют для повышения содержания витамина С в рационе животных использовать растительные добавки (ежа сборная, овсяница луговая, клевер средний, клевер гибридный, подорожник ланцетный) и веточный корм (ветки яблони и вишни).

### Потребность кроликов в витаминах в сутки

Витамины	Кролики	Крольчихи		Молодняк от 1 до 5 месяцев
		сукрольные	лактлирующие	
На 1 килограмм корма				
А, тыс. МЕ	8	10	10—20	15
Д, тыс. МЕ	0,90—1,00	1	1—2	1
Е, мг	10—40	10—40	10—40	10—40
В <sub>12</sub> , мкг	10	10—60	10—60	10—60
На голову в сутки				
Каротин, мг	1,20	1,80	3,00	1,80—2,70
Рыбий жир (при недостатке каротина), г	1,00—1,50	2,00—2,50	3,00—3,50	0,50—1,00
На килограмм живой массы				
Концентрат витамина А, МЕ	250,00	250,00	250,00	250,00
Концентрат витамина Д, МЕ	100,00	100,00	100,00	100,00
Концентрат витамина Е, мг	1,50—2,00	1,50—2,00	1,50—2,00	1,50—2,00

*Примечание.* Концентрат витамина А дают в комбикорме. Перевод МЕ (международных единиц) в весовые: 1 МЕ витамина А = 1,67 мкг (микрограммов) каротина; 1 МЕ витамина Д = 0,025 мкг витамина Д; 1 МЕ витамина Е = 1 мг витамина Е.

Таблица 26

## Содержание биологически активных веществ в сухих кормах для кроликов

Вид корма	Витамины					Общая антиоксидантная активность, мг/г
	Витамин С, мг/100 г	Провитамин А, мкг/г	Антоцианы, мг/100г	Рутин, мг/100 г	Рибофлавин, мг/г	
Для племенного стада	10,27±2,54	3,51±0,71	3,39±0,40	22,93±1,85	2,55±0,48	3,4±0,06
Для взрослых особей	8,8±0,55	2,71±0,5	2,21±0,62	21,87±1,85	1,12±0,07	1,79±0,2
Для молодых особей	8,8±0,87	2,96±0,32	2,81±0,41	25,07±3,33	0,41±0,1	0,93±0,04

Таблица 27

## Содержание биологически активных веществ в зеленой подкормке

Зеленая подкормка	Витамины					Общая антиоксидантная активность, мг/г
	Витамин С, мг/100 г	Провитамин А, мкг/г	Антоцианы, мг/100 г	Рутин, мг/100 г	Общая антиоксидантная активность, мг/г	
Яблоневые ветки	29,33±1,75	10,75±1,9	0,27±0,02	22,93±1,85	0,84±0,01	0,84±0,01
Вишневые ветки	29,26±1,49	12,77±1,83	0,44±0,01	21,7±1,85	0,9±0,02	0,9±0,02
Ежа сборная	27,93±1,82	34,96±1,35	1,03±0,02	101,33±9,24	1,89±0,08	1,89±0,08
Овсяница луговая	44±2,87	45,93±1,43	1,05±0,04	117,33±9,24	2,02±0,1	2,02±0,1
Клевер средний	34,22±8,47	132,15±20,61	0,79±0,09	138,67±9,24	2±0,01	2±0,01
Клевер гибридный	48,89±8,47	48,21±5,04	1,08±0,06	117,33±9,24	1,9±0,06	1,9±0,06
Подорожник ланцетный	42,56±2,63	106,61±8,93	0,94±0,11	112,00±16,00	0,98±0,08	0,98±0,08

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

---

Только качественные корма, содержащие все необходимые микро- и макроэлементы, витамины и физиологически активные вещества, могут обеспечить высокую продуктивность и плодовитость сельскохозяйственных животных.

Для предохранения кормов от окисления давно используются антиокислители — антиоксиданты, которые предотвращают окисление жиров, каротиноидов и жирорастворимых витаминов, но их роль не исчерпывается только тем, что они сохраняют качество кормов. Антиоксиданты включаются в обменные процессы животных: они защищают организм животных от свободных радикалов, препятствуя преждевременному старению и болезням животных.

Новым направлением практического применения антиоксидантов в животноводстве — их использование для стимуляции роста животных. Введение в комбикорма синтетических антиоксидантов обеспечивает высокую сохранность молодняка, повышение живой массы, общей резистентности и продуктивности животных. Так, проведенные исследования применения антиоксиданта агидола кормового в рационах сельскохозяйственных животных, пушных зверей и птиц показали, что он улучшает качество кормов и витаминную обеспеченность организма животных. Агидол действует положительно на продуктивность животных, на показатели их роста, улучшает обменные процессы за счет повышения активности важнейших антиокислительных ферментов.

Положительное действие на организм животных в большей степени оказывают природные антиоксиданты, а не синтетические, которые в основном используются для предохранения кормов от окисления. Источником природных антиок-

---

сидантов являются прежде всего растительные объекты: дикорастущие растения и культурные — овощные и зерновые культуры.

В практике животноводства Калининградской области в качестве источников антиоксидантов используются зеленые травы, сено, кормовые овощи, отходы пищевых и сельскохозяйственных производств, веточные корма. При этом животноводы количественно не определяют антиоксидантные свойства добавок.

Для компонентов кормов, представленных витаминами-антиоксидантами, их нормы в кормах определены. Но при характеристике антиоксидантных свойств кормов важнее знать не антиоксидантную активность отдельных компонентов, а суммарную антиоксидантную активность корма. С этой целью можно использовать метод Яшина и его прибор «Цвет Яуза-01-АА» (Яшин и др., 2008).

Не решенным в настоящее время является вопрос о норме — необходимом количественном содержании антиоксидантов в тех или иных кормах, предназначенных для конкретного вида сельскохозяйственных животных на разных стадиях их развития. Решение этих вопросов, несомненно, послужит улучшению качества кормов для сельскохозяйственных животных, а следовательно, повышению их продуктивности, что скажется и на улучшении качества продуктов питания, их доступности для населения нашей страны.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

---

1. *Агеев В. Е.* Современное состояние и перспективы совершенствования русской верховой породы лошадей : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2004.
2. *Аджиев Д. Д.* Исследование продуктов перекисного окисления липидов, неферментативной и ферментативной антиоксидантной системы в возрастной динамике самцов кроликов // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2010. 14(4). С. 674—684.
3. *Айдинян Т.* Окисление жиров: практическое значение в кормопроизводстве // Комбикорма. 2005. №6. С. 79—80.
4. *Алымов О. Е.* Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса свиней при использовании в рационе пероксида кальция : автореф. дис. ... канд. биол. наук, М., 2010.
5. *Александрович А. К.* Повышение эффективности производства свинины с использованием в рационах свиней на откорме ферментного препарата целлюлозида-В Г20х : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Волгоград, 2009.
6. *Алексеева Е. И.* Разработка и внедрение актуальных методов ведения коневодства в России (на примере Ленинградской области) : автореф. дис. ... д-ра. с.-х. наук. СПб., 2016.
7. *Алиев А. А.* Новейшие оперативные методы исследования жвачных животных. М. : Агромиздат, 1985. 150 с.
8. *Анашина Н. В., Пустовой В. Ф.* Поведение лошадей на пастбище // Пути ускорения научно-технического прогресса в коневодстве / ВНИИК. 1986. С. 165—169.
9. *Андрийчук А. В., Ткачова И. В., Ткаченко Г. М. и др.* Оксидативный стресс у спортивных лошадей под влиянием физических нагрузок // Научное обеспечение развития коневодства : междунар. науч.-практ. конф. Дивово, 2012. С. 93—98.
10. *Антонов А. В.* Перекисное окисление липидов и антиоксидантная защита у троеборных лошадей в соревновательный период // Сельскохозяйственная биология. 2010. №6. С. 47—49.
11. *Антонов А. В.* Антиоксидантное действие липоевой кислоты на организм спортивных лошадей // Достижения науки и техники АПК. 2013. №9. С. 65—67.

12. *Арбузов И. Н., Масалов В. Н., Мошкина С. В. и др.* Коррекция молочной продуктивности и репродуктивной функции черно-пестрого голштинизированного скота антиоксидантами нового поколения // Главный зоотехник. 2014. № 6. С. 40—45.
13. *Арбузов И. Н.* Стимуляция молочной продуктивности и репродуктивной функции черно-пестрых голштинизированных коров антиоксидантами и аденоблокаторами : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Орел, 2014.
14. *Ахметова И. Н.* Эффективность использования добавки Сел-Плекс в рационах бычков // Зоотехния. 2009. №6. С. 6—7.
15. *Багно О. А., Шевченко С. А., Шевченко А. И. и др.* Влияние фитобиотической кормовой добавки из эхинацеи пурпурной и препарата седимина на рост и развитие молодняка лошадей // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, № 8. С. 62—65.
16. *Бажов Г. М.* Откормочные и мясосальные качества свиней, получавших фосфатидный концентрат по разным схемам / Г. М. Бажов, Л. А. Бахирева, В. А. Пищулин // Биологические основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных. Краснодар, 2001. С. 182—192.
17. *Баскин Л. М.* Этология стадных животных : монография. М. : Знание, 1986. 192 с.
18. *Батанов С. Д., Краснова О. А., Хардина Е. В. и др.* Антиоксиданты в рационах кормления крупного рогатого скота черно-пестрой породы и их влияние на биохимический состав крови // Нива Поволжья. 2013. № 1 (26). С. 71—75.
19. *Балакирев Н. А.* Биологически активные вещества и технология кормления норок : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 1991.
20. *Балакирев Н. А., Тинаева Е. А., Тинаев Н. И. и др.* Кролиководство. М. : Колосс, 2007. 232 с.
21. *Белюсов М. В., Ахмеджанов Р. Р., Гостищева М. В. и др.* Исследование химических и токсических свойств гуминовых кислот низинного древесно-травяного торфа Томской области // Бюллетень сибирской медицины. 2009. №4 (2). С. 27—33.
22. *Бонер А.* Социология и экономика пастбищ в долинных и нагорных местах Альп / пер. с нем.; ВНИИК. 2001. 40 с.
23. *Бойцова О. А.* Влияние тимьяна обыкновенного и его комплекса с хотынецкими природными цеолитами на процессе адаптации у высокопродуктивных коров в условиях индустриальной технологии : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Курск, 2013.
24. *Боярский Л. Г.* Проблемы дальнейшего развития и интенсификации свиноводства // Свиноводство. 2004. №6. С. 24—26.

25. Булатов А. П., Измайлов Е. А. Использование премикса на основе наполнителя-бентонита в рационах племенных кобыл // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2008. № 4. С. 50—52.

26. Борисов А. Ю., Краснова О. А. Динамика изменения живой массы и поведенческой активности телок черно-пестрой породы при использовании в рационах антиоксидантов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2012. Т. 209, № 1. С. 64—68.

27. Буртов Ю. З. Инкубация яиц / Ю. З. Буртов, Ю. С. Голдин, И. П. Кривошипин. Справочник. М. : Агропромиздат, 1990. 239 с.

28. Буряков Н., Бурякова М. Дары леса // Животноводство. 1995. № 9. С. 19.

29. Бурков В. И. Применение антиоксиданта эмицидина в ветеринарии // Ветеринария. 2003. № 10. С. 52—53.

30. Васильев А. В. Комплексная оценка качества кормов для с.-х. птицы по степени окисления и гидролиза липидов : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Воронеж, 2007.

31. Васильева Е. А. Клиническая биохимия сельскохозяйственных животных. М. : Россельхозиздат, 1982. С. 253.

32. Вальдман А. Р. Биологические эффекты некоторых антиоксидантов в питании цыплят // Всасывание и обмен веществ у животных / А. Р. Вальдман, М. Р. Апсите, А. Б. Атлавин Рига : Знание, 1980. С. 45—52.

33. Варакин А., Смирнова В. Использование отходов крахмального производства при получении молока // Молочное и мясное скотоводство. 2006. № 8. С. 12—14.

34. Владимиров Ю. А., Арчаков А. И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М. : Наука, 1972. 202 с.

35. Воеводин Ю. Е., Улитко В. Е., Лифанова С. П. Морфобиохимический состав крови и молочная продуктивность коров при включении в их рационы липосомального антиоксидантного препарата // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 4 (24). С. 81—85.

36. Волков В. А. Синергизм и антагонизм антиоксидантов // Синергетика в общественных и естественных науках : материалы Междунар. междисциплинар. науч. конф. с элементами научной школы для молодежи, 22—26 апр. 2015 г. Тверь, 2015. Т. 3. С. 176—179.

37. Волков Т. К., Данилов А. Н. Гигиена пастбищного содержания животных // Ветеринария. 2002. № 3. С. 3—5.

38. Воробьева Н. В., Логинова Т. П., Герасимов Е. Ю. Применение минерально-витаминной добавки Глюковит в кормлении лактирующих коров // Зоотехния. 2008. № 2. С. 8—10.
39. Гайнуллина М. К. Обмен веществ и продуктивность растущих свиней при скармливании рапсового жмыха и биологически активных добавок : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 1994.
40. Герасимов А. Лошади — разведение и уход. М. : Вече, 2004. 176 с.
41. Герасимова Х. К., Плотников П. Р. Влияние янтарной кислоты на некоторые показатели гемопоэза спортивных лошадей чистокровной верховой породы в условиях Якутии // Коневодство и конный спорт. 2007. № 3. С. 9—11.
42. Герман Ю. И. Кормление годовиков, полуторников и тренируемого молодняка лошадей // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2012. № 9. С. 58—63.
43. Гуреев В. М., Ли В. Д.-Х., Некрасов Р. В. и др. Сухая после-спиртовая пшеничная барда в стратерных комбикормах для телят // Зоотехния. 2015. № 2. С. 17—19.
44. Горбунова Н. Д. Влияние недопинговой микроэлементной добавки на восстановление спортивных лошадей после интенсивных физических нагрузок : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Рязань, 2008.
45. Головина Е. Ю., Горюнова Ю. Д., Чупахина Г. Н. Накопление некоторых антиоксидантов в листьях колосняка песчаного (*Leymus ageragius* (L.) Hochst) Балтийской и Куршской кос // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия : Естественные и медицинские науки. 2008. № 7. С. 25—30.
46. Головина Е. Ю. Накопление некоторых антиоксидантов в листьях чины приморской и колосняка песчаного Куршской и Балтийской кос // Антропогенная трансформация природной среды. 2010. Т. 1, № 1. С. 210—218.
47. Гольдштейн Н. Активные формы кислорода как жизненно необходимые компоненты воздушной среды // Биохимия. 2002. Т. 67, № 2. С. 194—204.
48. Гольденберг В. Антиоксиданты для кормовых продуктов // Комбикорма. 2002. № 8. С. 63—64.
49. Гольденберг В. Водорастворимые антиоксиданты // Птицеводство. 1997. № 1. С. 18—19.

50. *Гродзинский Д. М., Войтенко В. П., Кутлахмедов Ю. А. и др.* Надежность и старение биологических систем. Киев : Наукова думка, 1987. 172 с.

51. *Дедков В. П., Володина А. А., Петренко Д. Е. и др.* Биологические ресурсы Калининградской области и пути их рационального использования : монография / под ред. В. П. Дедкова ; Калинингр. гос. ун-т. Калининград, 2004. 252 с.

52. *Дедков В. П., Масленников П. В., Гребенев Н. Н.* Содержание антоцианов как показатель нефтяного загрязнения растений и растительных сообществ дон Куршской косы // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия : Естественные и медицинские науки. 2006. № 1. С. 102—108.

53. *Дикусаров В. Г.* Интенсификация производства свинины и улучшение ее качества за счет оптимизации факторов кормления: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Кинель, 2010.

54. *Драганов И. Ф.* Продуктивность кроликов при введении в рацион антиоксиданта агидола кормового // Вестник мясного скотоводства : материалы всероссийской научно-практической конф. Оренбург, 2007. Вып. 60, т. 2. С. 44—45.

55. *Драганов И. Ф.* Влияние агидола кормового на гематологические показатели кроликов // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Агротехнологии XXI века». М. : ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2008. С. 274—279.

56. *Дубровина Н. В.* Использование препаратов Сел-Плекс и Кайод в рационах лошадей // Вестник Курганской ГСХА. 2012. № 3. С. 55—57.

57. *Дубинина Е. Е.* Антиоксидантная система плазмы крови // Укр. биохим. журн. 1992. № 2. С. 3—15.

58. *Дубинина Е. Е.* Характеристика внеклеточной супероксиддисмутазы // Вопр. мед. химии. 1995. Т. 41, вып. 6. С. 8—12.

59. *Ерижев К. А.* Ресурсосберегающие технологии улучшения использования горных сенокосов и пастбищ Северного Кавказа : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 1999.

60. *Ефимов А. С.* Перекисное окисление липидов в эритроцитах больных сахарным диабетом с диабетическими ангиопатиями // Проблемы эндокринологии. 1985. № 1. С. 6—9.

61. *Жантасов Е. И., Ярмоц Г. А.* Гематологические показатели и молочная продуктивность коров при введении в рацион добавки органического селена // Главный зоотехник. 2013. № 2. С. 28—33.

62. *Журавлев А. И.* Биоантиокислители в регуляции метаболизма в норме и патологии // Развитие идеи Б. Н. Тарусова о роли цепных процессов в биологии. М. : Наука, 1982. С. 3—36.
63. *Жариков Я. А., Хуришкяйнен Т. В.* Влияние кормовых добавок из пихты на продуктивность дойных коров // Зоотехния. 2011. № 5. С. 9—11.
64. *Игнатович Л. С.* Добавка из бурых морских водорослей (ламинарии) при проведении принудительной линьки кур-несушек // Птица и птицепродукты. 2009. № 6. С. 42—44.
65. *Игнатович Л. С.* Эффективность применения в рационах кур-несушек многокомпонентных кормовых добавок на основе травяной муки различного состава // Дальневосточный аграрный вестник. 2016. № 3(39). С. 49—55.
66. *Игнатович Л. С., Корж Л. В.* Эффективность применения нетрадиционных кормовых добавок растительного происхождения // Современные тенденции развития науки и технологий. 2017. № 3—1. С. 98—102.
67. *Иванова А. С.* Использование препаратов цинка и меди в кормлении высокопродуктивных коров в период раздоя : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Барнаул, 2014.
68. *Идрисов А. Р., Сатыев Б. Х.* Технология круглогодичного пастбищного содержания лошадей // Сохранение и улучшение генофонда по племенным и продуктивным качествам сельскохозяйственных животных : сб. науч. тр. СПб ; Уфа : С.-Петербург. гос. аграр. ун-т, 2001. С. 163—166.
69. *Калашников А. П.* Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справ. пособие. 3-е изд. перераб. и доп. / под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова [и др.]. М., 2003. 456 с.
70. *Калашников А. П., Щеглов В. В.* Совершенствование норм энергетического и протеинового питания животных // Зоотехния. 2000. № 11. С. 14—17.
71. *Кальницкий Б. Д.* Минеральные вещества в кормлении животных. Л. : Агропромиздат, 1985. 207 с.
72. *Кармацких Ю. А.* Качество молодняка от кобыл, получавших бентонит // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2010. № 7. С. 53—57.
73. *Кармацких Ю. А., Невзорова О. А.* Bentonит в рационах племенных лошадей орловской рысистой породы // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2010. № 11. С. 43—55.

74. *Карпеня М. М., Шамич Ю. В., Карпеня С. Л. и др.* Экономическая эффективность применения органического селена в кормлении ремонтных бычков // Ученые записки УО ВГАВМ. 2012. Т. 48. С. 238—241.

75. *Карпуть В. А.* Использование препаратов из растительного сырья для коррекции продуктивных и резистентных качеств телят / Конкурентоспособность и качество животноводческой продукции : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Жодино : НПЦ НАН Беларуси по животноводству, 2014. С. 346—349.

76. *Козлов С. А., Парфенов В. А.* Коневодство. СПб. : Лань, 2004. 303 с.

77. *Козлов С. А., Парфенов В. А.* Коневодство : практикум по коневодству. СПб. : Лань, 2007. 319 с.

78. *Комов И.* Веточный корм для молочных коз // Животноводство. 1996. № 7. С. 22—23.

79. *Комиссарова Т. Н., Кряжева В. Л.* Обмен азота у коров при скармливании силоса с добавлением Биосила НН и порошкообразной серы // Зоотехния. 2010. № 9. С. 6—7.

80. *Комаров А. А.* Влияние продуктов окисления липидов кормов на биохимические показатели у цыплят // Ветеринария. 2004. № 1. С. 56—59.

81. *Концевая С. Ю., Дерхо М. А., Хохлов А. В.* Влияние прогестероноподобной терапии на уровень обмена в организме кобелей // Ветеринарная клиника. 2006. № 12. С. 30—32.

82. *Коноваленко Л. Ю.* Использование кормовых ресурсов леса в животноводстве : науч. аналит. обзор. М. : Росинформагротех, 2011. 52 с.

83. *Кононенко С., Темираев Р., Баева З. и др.* Роль антиоксидантов в реализации молочного потенциала // Комбикорма. 2011. № 6. С. 104—105.

84. *Костюк В. А., Потапович А. И.* Биорадикалы и биоантиоксиданты. М. : Изд-во БГУ, 2004. 179 с.

85. *Кошаров О. А.* Совершенствование технологии воспроизводства лошадей в конных заводах : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Дивово, 2007.

86. *Клименко Т.* Антиоксиданты в животноводстве. Чем опасны свободные радикалы? // Молоко & Корма. Менеджмент. 2004. № 3. С. 35—37.

87. *Князева И. И., Крисанов А. Ф.* Влияние витамина А в рационах коров на содержание белка в молоке // Зоотехния. 2008. № 2. С. 10—11.

88. *Краснова О. А.* Повышение молочной и мясной продуктивности крупного рогатого скота при использовании биологически активных веществ : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Ижевск, 2017.

89. *Кузьминова Е. В.* Фармакология и применение каротиноидов в ветеринарии и животноводстве : автореф. дис. ... д-ра вет. наук. Краснодар, 2017.

90. *Кузьмина И. Ю.* Экономическая эффективность применения кормовой добавки из стланика, лишайников и микроэлементов в рационах крупного рогатого скота в магаданской области // Современные тенденции развития науки и технологий 2017. № 3—1. С. 114—119.

91. *Кузнецов С. Г.* Регуляция потребления и способы повышения эффективности использования кормов в животноводстве // Сельскохозяйственная биология. Серия Биология животных. 2000. № 4. С. 19.

92. *Кузнецов А. С., Кузнецов С. Г.* Влияние факторов кормления и содержания на качественные показатели молока коров // Зоотехния. 2010. № 10. С. 6—9.

93. *Курдоглян А. А.* Повышение полноценности рационов за счет минерально-витаминной добавки // Там же. 2008. № 3. С. 10—12.

94. *Кутузова А. А., Проворная Е. Е., Родионова А. В. и др.* Пути устранения дефицита белка в луговодстве // Кормопроизводство. 2001. № 3. С. 10—14.

95. *Ласков А. А.* Подготовка лошадей к олимпийским видам конного спорта // ВНИИ коневодства. 1997. С. 21—27.

96. *Латин А. А., Ал-Садун Р. А., Зеленков В. Н.* Растительные добавки к кормам из амаранта для животных, птицы и рыбы // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты : сб. науч. тр. М. : РАЕН, 2016. Вып. 23. С. 117—120.

97. *Любина Е. Н.* Влияние препаратов β-каротина на антиоксидантную систему и иммунобиохимический статус организма свиней : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борзовск, 2006.

98. *Манаков В. А., Штонда В. А., Ляндрес Г. В.* Состояние и перспективы производства кормовых продуктов в лесной промышленности // Тез. докл. науч.-техн. конф. «Производство кормовых и био-

логически активных продуктов на основе низкосортной древесины и отходов лесо-промышленного комплекса». Красноярск, 1988. С. 3—4.

99. *Масленников П. В.* Экологические аспекты накопления антоциановых пигментов в растениях : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 2003.

100. *Масленников П. В., Чупахина Г. Н., Скрыпник Л. Н. и др.* Содержание низкомолекулярных антиоксидантов в лекарственных растениях Калининградской области // *Химия растительного сырья*. 2012. № 3. С. 127—133.

101. *Масленников П. В., Чупахина Г. Н., Скрыпник Л. Н. и др.* Содержание антоциановых и каротиноидных пигментов в лекарственных растениях // *Вестник Московского государственного областного университета*. 2013а. № 1. С. 6.

102. *Масленников П. В., Чупахина Г. Н., Скрыпник Л. Н.* Содержание фенольных соединений в лекарственных растениях Ботанического сада // *Известия Российской академии наук. Серия биологическая*. 2013б. № 5. С. 551—557.

103. *Масленников П. В., Чупахина Г. Н., Красноперов А. Г.* Использование метода газоразрядной визуализации при оценке антиоксидантного статуса растений в условиях токсического действия кадмия // *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки*. 2013в. № 7. С. 14—21.

104. *Масленников П. В.* Реакция антиоксидантной системы чины приморской (*Lathyrus maritivus bigel.*) на действие ионов кадмия // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2013г. № 11—1. С. 67—70.

105. *Масленников П. В., Велиева Э. Т., Галямова Ю. Р.* Роль низкомолекулярных антиоксидантов в адаптации озимой ржи (*Secale segetal L.*) к токсическому действию CdCl<sub>2</sub> // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2013д. № 12—1. С. 48—51.

106. *Масленников П. В., Чупахина Г. Н., Скрыпник Л. Н. и др.* Экологический анализ активности накопления био-флавоноидов в лекарственных растениях // *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта*. 2014. № 7. С. 110—120.

107. *Макарецев Н. Г.* Кормление сельскохозяйственных животных. Калуга : ГУП «Облиздат», 1999. 646 с.

108. Мельникова Н.Б., Иоффе И.Д. Биосовместимость дигидро-кверцетина с липофильным и гидрофильным фрагментами биомембраны. Влияние ионов металлов и аскорбиновой кислоты // Химия растительного сырья. 2002. № 2. С. 93—103
109. Меньшикова Е.Б., Ланкин В.З., Зенков Н.К. и др. Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты. М. : Слово, 2006. 556 с.
110. Меньшикова Е.Б. Антиоксиданты и ингибиторы радикальных окислительных процессов // Успехи современной биологии. 1993. Т. 113, вып. 4. С. 443—455.
111. Меренкова С.П. Ветеринарно-санитарное обоснование применения нутрил селена молодняку свиней : автореф. дис. ... канд. вет. наук. Гроицк, 2006.
112. Минаков Н.А., Светашов А.С. Земляная груша — ценная культура // Кормопроизводство. 1995. № 3. С. 26—28.
113. Надаринская М.А. Селен в кормлении высокопродуктивных коров // Зоотехния. 2004. № 12. С. 10—11.
114. Науменко З.М., Ладинская С.И., Хохрин С.Н. и др. Использование на корм коры лиственных пород // Проблемы кормового использования лесных ресурсов. Л. : Отд. Нечерноземной зоны ВАСХНИЛ, 1979. С. 53—56.
115. Науменко З.М., Ладинская С.И. Кормовые ресурсы леса. М. : Агропромиздат, 1990. 192 с.
116. Науменко И.С., Тарадайник Т.Е., Гавриков А.М. Показатели воспроизводства коров при введении в рацион биологически активных веществ // Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи. Кам'янець-Подільський, 2014. С. 139—141.
117. Нежданов А.Г. Физиология и патология родов и послеродового периода у сельскохозяйственных животных : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Воронеж, 1991.
118. Нероденко В.В. Биологические основы спортивной тренировки в конном спорте. Черкассы : Янтарь-Черкассы, 2009. 412 с.
119. Окуневич И.В., Сапронов Н.С. Антиоксиданты: эффективность природных и синтетических соединений в комплексной терапии сердечно-сосудистых заболеваний // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. 2004. Т. 3, № 3. С. 2—17.
120. Осадченко И., Сивков М., Сложеникина А. и др. Отходы переработки яблок и томатов для лактирующих коров // Молочное и мясное скотоводство. 2008. № 3. С. 28—29.

121. *Осипов А.Н.* Активированные формы кислорода и их роль в организме // *Успехи биологической химии.* 1990. Т. 31, №2. С. 180—208.

122. *Пелевин А.Д., Пелевина Г.А., Венцова И.Ю.* Комбикорма и их компоненты. М. : ДеЛи принт, 2008. 519 с.

123. *Пенькова И.Н., Мишина О.Ю.* Использование нетрадиционных кормовых средств для производства экологически безопасной продукции скотоводства // *Молочное и мясное скотоводство.* 2009. №6. С. 23—25.

124. *Першина Е.И., Прибытова О.С., Тихонов С.Л. и др.* Влияние кормовой добавки Е-селен на мясную продуктивность и качество мяса бычков // *Мясная индустрия.* 2014. № 3. С. 38—41.

125. *Плиева З.К.* Реализация биолого-продуктивного потенциала лактирующих коров при применении антиоксидантов в рационах : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Владикавказ, 2016.

126. *Пустовой В.Ф.* Научные и практические основы совершенствования технологии содержания племенных лошадей на искусственных пастбищах (левадах): автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Дивово, 2003.

127. *Рассказова Л.* Антиоксиданты для кормов. Защищаем комбикорма от окисления // *Молоко и корма.* 2004. №4. С. 22—25.

128. *Рахимкулов Д.Р., Маликова М.Г.* Органический селен в рационах коров // *Зоотехния.* 2007. № 11. С. 10—12.

129. *Рецкий М.И.* Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система крови крупного рогатого скота в онтогенезе // *Ветеринарные и зооинженерные проблемы животноводства : материалы 1-й междунар. науч.-практ. конф. «Ветеринарные и зооинженерные проблемы животноводства».* 1996. С. 63.

130. *Садовникова Н.* Селен: формы и функции // *Животноводство России.* 2008. №8. С. 59—60.

131. *Сатарова Ю.Е.* Внутриутробное и постнатальное развитие жеребят буденновской породы при использовании целловиридина Г20Х : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2004.

132. *Старикова Н.П.* Биологически активные добавки: состояние и проблемы : монография. Хабаровск : РИЦ ХГАЭП, 2005. 124 с.

133. *Стройнова С.Ю.* Влияние препаратов селена на рост и развитие молодняка овец от рождения до отбивки // *Зоотехния.* 2013. №1. С. 35—37.

134. *Суханова С. Ф., Дворянцев А. В.* Бентонит в рационах молодняка лошадей орловской рысистой породы // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2008. № 10. С. 55—60.
135. *Тараховский Ю. С., Ким Ю. А., Абдрасилов Б. С. и др.* Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина. Пуцдино : Synchronbook, 2013. 310 с.
136. *Тебердиев Д. М.* Энергосберегающие технологии создания и использования культурных пастбищ для молочного скота в центральном районе нечерноземной зоны РФ : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 2002.
137. *Тимирханова Г. А., Абдуллина Г. М., Кулагина И. Г.* Витамин С: классические представления и новые факты о механизмах биологического действия // Вятский медицинский вестник. 2007. № 4. С. 158—161.
138. *Тойгильдин С. В., Улитко В. Е., Лифанова С. П.* Антиоксидантный препарат «Карток» повышает продуктивность, улучшает состав и технологические свойства молока коров // Мичуринский агрономический вестник. 2016. № 1. С. 51—56.
139. *Тюркина О. В.* Влияние разных антиоксидантов на обмен веществ и продуктивность кур-несушек : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2009.
140. *Удинцев С. Н., Жиякова Т. П., Мельников Д. П.* Перспективы применения травы и шроты чабреца // Свиноводство. 2010. № 5. С. 18—22.
141. *Улитко В. Е., Лифанова С. П.* Продуктивность и воспроизводительная способность коров при использовании комплексного антиоксидантного препарата // Зоотехния. 2010. № 8. С. 10—12.
142. *Уран Г. А.* Формирование продуктивных качеств, репродуктивной и защитных функций у свиней при использовании естественных метаболитов : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новочеркасск, 2018.
143. *Учасов Д. С., Ярован Н. И., Бондаренко Е. В. и др.* Профилактика нарушений в окислительно-антиоксидантной системе у сельскохозяйственных животных // Фундаментальные исследования. 2013. № 10—3. С. 584—588.
144. *Федураев П. В., Чупахина Г. Н., Скрытник Л. Н.* Сравнительный анализ активности накопления биофлавоноидов клевером луговым в Калининградской области // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2011а. № 1. С. 63—69.

145. Федураев П.В., Чупахина Г.Н., Скрыпник Л.Н. Динамика накопления катехинов шавелем курчавым (*Rumex crispus* L.) — суперпродуцентом фенольных соединений проантоцианидинового ряда // Химия растительного сырья. 2011б. №4. С. 205—208.

146. Фисинин В.И., Сурай П.Ф. Природные минералы в кормлении животных и птицы // Животноводство России. 2008. №9. С. 62—63.

147. Фомичев Ю.П., Никанова Л.А., Нетеча З.А. и др. Биопро-  
текторное действие дигидрокверцетина и арабиногалактана в ослаблении экстремальных эффектов среды на организм животных // Ветеринария и кормление. 2011. №4. С. 30—32.

148. Фомичев Ю.П., Артемьева О.А., Переселкова Д.А. и др. Дигидрокверцетин конкурент антибиотикам? // Иппология и ветеринария. 2015. №3. С. 54—58.

149. Фомичев Ю.П., Никанова Л.А., Торошков А.А. Природные кормовые добавки «Эжостимул» и «Арабиногалактан» в экологии, продуктивном использовании животных и птицы и комбикормовой промышленности (Практическое наставление). Дубровицы : ВИЖ, 2010. С. 5—76.

150. Фомичев Ю.П., Спицул А.И. Влияние антиоксиданта, пребиотика и биоэлементного комплекса на резистентность и микробиоценоз толстой кишки телят // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015. №2. С. 155—158.

151. Хабаров С.Н., Чугунова О.В., Пастушкова Е.В. и др. Актуальные подходы к разработке чайной продукции антиоксидантной направленности // АПК России. 2017. Т. 24, №4. С. 864—872.

152. Хенниг А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормлении сельскохозяйственных животных. М. : Колос, 1976. 560 с.

153. Храпко Н.В. Определение интегральной антиоксидантной способности растительного сырья и пищевых продуктов : автореф. дис. ... канд. хим. наук. Краснодар, 2006.

154. Хорст А. Молекулярные основы патогенеза болезней. М. : Медицина, 1982. С. 456.

155. Цуцков В.В. Работоспособность и воспроизводительные функции лошадей орловской рысистой породы при включении в рацион биологически активных веществ : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Воронеж, 2002.

156. *Чабаев М.Г., Некрасов Р.В., Зеленченкова А.А. и др.* Опыт использования сухой пшеничной послеспиртовой барды в кормлении сельскохозяйственных животных // Сб. науч. тр. по мат. междунар. науч.-практ. конф. «Фундаментальные и прикладные аспекты кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов» к 120-летию М.Ф. Томмэ, 14—16 июня 2016. Дубровицы : ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 2016. С. 268—274.

157. *Черкасов А.А.* Качественные показатели молока коров при скармливании им в составе рациона биологически активных препаратов // Вестник научных трудов молодых ученых ФГБОУ ВПО «Горский государственный аграрный университет». Владикавказ : Изд-во «Горский госагроуниверситет», 2014. Вып. 51. С. 36—38.

158. *Черняк М.И.* Использование жиров различного качества в рационах цыплят-бройлеров // Промышленное производство яиц и мяса птицы : сб. науч. тр. ВНИТИП. 1993. С. 51—62.

159. *Чехранова С.В.* Эффективность использования премиксов в кормлении дойных коров : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Волгоград, 2014.

160. *Чудилов О.А., Шуклина О.С.* Влияние белковых гидролизатов на состояние организма лошадей // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2007. № 5. С. 89—91.

161. *Чупахина Г.Н.* Система аскорбиновой кислоты растений : монография. Калининград : Изд-во КГУ, 1997. 120 с.

162. *Чупахина Г.Н., Масленников П.В., Скрыпник Л.Н. и др.* Оценка антиоксидантного статуса растений различных экологических групп Куршской косы // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2010. №7. С. 77—83.

163. *Чупахина Г.Н., Масленников П.В., Скрыпник Л.Н.* Природные антиоксиданты (экологический аспект) : монография. Калининград : Изд-во БФУ им. И Канта, 2011. 111 с.

164. *Чупахина Г.Н., Мальцева Е.Ю., Чупахина Н.Ю. и др.* Пул водорастворимых антиоксидантов в некоторых растениях Калининградской области // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия : Естественные и медицинские науки. 2013. №7. С. 27—33.

165. *Чупахина Г.Н., Масленников П.В., Скрыпник Л.Н., и др.* Влияние условий Балтийского региона на накопление в растениях водорастворимых антиоксидантов // Известия Академии наук. Серия химическая. 2014. №9. С. 1946—1954.

166. *Чупахина Н.Ю., Чупахина Г.Н., Лаевская С. др.* Антиоксидантная защита некоторых кормов // *Žmogaus ir gamtos sauga*, 2015. С. 105—107.

167. *Чупахина Г.Н., Масленников П.В., Скрыпник Л.Н. и др.* Антиоксидантные свойства культурных растений Калининградской области : монография. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. 145 с.

168. *Чевари С., Андял Т., Штрэнгер Я.* Определение антиоксидантных параметров крови и их диагностическое значение в пожилом возрасте // *Лабораторное дело*. 1991. № 10. С. 9—13.

169. *Шейко И.П., Смирнов В.С.* Свиноводство. М. : Новое знание, 2005. 384 с.

170. *Шевелев В.И., Шевелева И.Н.* Экономические показатели использования бентонита в рационах кобыл русской рысистой породы // *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. 2008. № 5. С. 49—50.

171. *Щеголев П.О.* Биологические особенности роста и развития телят Костромской породы при использовании коры березы измельченной : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Кострома, 2010.

172. *Шестакова А.Н.* Сердечная деятельность спортивных лошадей под влиянием тренинга : автореф. дис. ... канд. вет. наук. М., 2009.

173. *Шимкене А.В., Шимкус А.Ю., Юозайтене В.К. и др.* Эффективность использования препарата органического селена в рационах свиней // *Известия ТСХА*. 2010. № 5. С. 144—150.

174. *Щукина О.Г., Юшков Г.Г., Игуменьцева В.В. и др.* Флавоноиды — антиоксидантная защита организма // *Вестник Ангарского государственного технического университета*. 2008. Т. 2, № 1. С. 76—78.

175. *Эрнст Л.К., Науменко З.М., Ладинская С.И.* Кормовые ресурсы леса. М. : Россельхозакадемия, 2010. 369 с.

176. *Ярмоц Г.А.* Научно-практическое обоснование минерального питания высокопродуктивного молочного скота в условиях Северного Зауралья : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Тюмень, 2014.

177. *Ярмоц Л.П., Жантасов Е.И.* Использование Сел-Плекс в кормлении коров черно-пестрой породы в период раздоя // *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. 2013. № 4. С. 38—47.

178. Яшин Я.И., Рыжнев В.Ю., Яшин Я.А. и др. Природные антиоксиданты — надежная защита человека от опасных болезней и старения. М. : Химвавтоматика, 2008. 122 с.
179. Art T., Lekeux P. Exercise-induced physiological adjustments to stressful conditions in sports horses // *Livestock Production Science*. 2005. Т. 92, № 2. P. 101—111.
180. Beisel W.R. Single nutrients and immunity // *Amer. J. Clin. Nutr.* 1982. №35. P. 417—468.
181. Bianchi M., Petracci M., Cavani C. Effects of dietary inclusion of dehydrated lucerne and whole linseed on rabbit meat quality // *World Rabbit Sci.* 2006. Vol. 14. P. 247—258.
182. Bianchi M., Petracci M., Cavani C. The influence of linseed on rabbit meat quality // *Ibid.* 2009. Vol. 17. P. 97—107.
183. Bielański P., Kowalska D., Piórkowska M. Effect of supplemental linseed and antioxidant in rabbit diet on fatty acid profile and susceptibility of meat lipids to oxidation // *Polish J. Natural Sci.* 2007. Vol. 4. P. 7—12.
184. Botsoglou N., Florou-Paneri P., Christaki E. et al. Performance of rabbits and oxidative stability of muscle tissues as affected by dietary supplementation with oregano essential oils // *Arch. Anim. Nutr.* 2004. Vol. 58. P. 209—218.
185. Burton G.W. Beta-carotene: an unusual type of antioxidant // *Science*. 1984. № 224. P. 569—573.
186. Castellini C., Dal Bosco A., Bernardini M. Improvement of lipid stability of rabbit meat by vitamin E and C administration // *J. Sci. Food Agric.* 2000. Vol. 81. P. 46—53.
187. Castellini C., Dal Bosco A., Bernardini M. et al. Effect of dietary vitamin E on the oxidative stability of raw and cooked rabbit meat // *Meat Sci.* 1998. Vol. 50. P. 153—161.
188. Carabaño R., Navarro I.B., Chamorro S. et al. New trends in rabbit feeding: Influence of nutrition on intestinal health // *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2008. Vol. 1. P. 15—25.
189. Chiaradia E., Avellini L., Rueca F. et al. Physical exercise, oxidative stress and muscle damage in racehorses // *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*. 1998. Т. 119, № 4. P. 833—836.
190. Corino C., Fiego D., Macchioni P. et al. Influence of dietary conjugated linoleic acids and vitamin E on meat quality, and adipose tissue in rabbits // *Meat Sci.* 2007. Vol. 76. P. 19—28.

191. *Corino C., Pastorelli G., Pantaleo L. et al.* Improvement of color and lipid stability of rabbit meat by dietary supplementation with vitamin E // *Ibid.* 1999. Vol. 52. P. 285—289.
192. *Cunha T.J., Cheeke P.R.* Rabbit feeding and nutrition. 2012. Elsevier.
193. *Dal Bosco A., Castellini C., Bianchi L. et al.* Effect of dietary  $\alpha$ -linolenic acid and vitamin E on the fatty acid composition, storage stability and sensory traits of rabbit meat // *Meat Sci.* 2004. Vol. 66. P. 407—413.
194. *Dal Bosco A., Castellini C., Bernardini M.* Nutritional quality of rabbit meat as affected by cooking procedure and dietary vitamin E // *J. Food Sci.* 2001. Vol. 66. P. 1047—1051.
195. *Dalle Zotte A.* Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality *Livest // Prod. Sci.* 2002. Vol. 75. P. 11—32.
196. *Dokoupilová A., Marounek M., Skřivanová V. et al.* Selenium content in tissues and meat quality in rabbits fed selenium yeast // *Czech. Anim. Sci.* 2007. Vol. 52. P. 165—169.
197. *Doreau M., Boulot S.* Methods of measurement of milk yield and composition in nursing mares: a review // *Le lait.* 1989. T. 69, № 3. P. 159—171.
198. *Eiben Cs., Végi B., Virág Gy. et al.* Effect of level and source of vitamin E addition of a diet enriched with sunflower and linseed oils on growth and slaughter traits of rabbits *Livest // Sci.* 2011. Vol. 139. P. 196—205.
199. *Eid Y., Zeweil H., Ahmed M. et al.* Effect of plant source of omega-3 fatty acids and green tea powder on the performance and meat quality of growing rabbits // *Egypt Rabbit Sci.* 2011. Vol. 21. P. 115—134.
200. *Eid Y.* Dietary grape pomace affects lipid peroxidation and antioxidative status in rabbit semen // *World Rabbit Sci.* 2008. Vol. 16. P. 157—164.
201. *Elchuri S., Oberley T. D., Qi W. et al.* Cu Zn SOD deficiency leads to persistent and widespread oxidative damage and hepatocarcinogenesis later in life // *Oncogene.* 2005. Vol. 24 (3). P. 367—380.
202. *Erdélyi M., Virág Gy., Mézes M.* Effect of supra-nutritional additive selenium supply on the tissue selenium concentration and the activity of glutathione peroxidase enzyme in rabbit // *World Rabbit Sci.* 2000. Vol. 8. P. 183—189.
203. *Fagundes A.S., Almeida F.Q., Godoi F.N. et al.* Creatine and maltodextrine dietetic supplementation in eventing horses at training // *Revista Brasileira de Zootecnia.* 2011. T. 40, № 9. P. 1933—1940.

204. *Fiego D.L., Santoro P., Macchioni P. et al.* The effect of dietary supplementation of vitamins C and E on the  $\alpha$ -tocopherol content of muscles, liver and kidney, on the stability of lipids, and on certain meat quality parameters of the longissimus dorsi of rabbits // *Meat Sci.* 2004. Vol. 67. P. 319—327.
205. *Gai F., Gasco L., Liu H. et al.* Effect of diet chestnut tannin supplementation on meat quality, fatty acid profile and lipid stability in broiler rabbits // *Ital. J. Anim. Sci.* 2009. Vol. 8. P. 787—789.
206. *Gibbs P.G., Potter G.D.* Concepts in protein digestion and amino acid requirements of young horses // *The Professional Animal Scientist.* 2002. T. 18, № 4. P. 295—301.
207. *Graham-Thiers P.M., Bowen L.K.* Effect of protein source on nitrogen balance and plasma amino acids in exercising horses // *Journal of animal science.* 2011. T. 89, № 3. P. 729—735.
208. *Halliwel B., Chirico S.* Lipid peroxidation: its mechanism, measurement, and significance // *Am. J. Clin. Nutr.* 1993. Vol. 57 (5). P. 715—725.
209. *Hess T.M.* Amino acid needs in horses // *The Veterinary Journal.* 2015. T.1, № 203. P. 4—5.
210. *Hernández P.* Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat. In: *Proceedings of 9th World Rabbit Congress.* 2008. Verona. Italy. P. 1287—1300.
211. *Julliand V., Ralston S.L.* Practical news on advances in nutrition for performance horses and ponies between 2009—2011 // *Applied equine nutrition and training.* Wageningen Academic Publishers. Wageningen, 2011. P. 135—157.
212. *Jain N., Naseem I., Ahmad J.* Evaluation of DNA damage and metabolic syndrome parameters in diabetic rabbits supplemented with antioxidants // *Fundam. Clin. Pharmacol.* 2009. Vol. 23. P.197—205.
213. *Kiefer S.* Are riding club members willing to pay or work for overall quality improvement? // *Managing Sport and Leisure.* 2015. T. 20, № 2. P. 100—116.
214. *Kinnunen S. Atalay M., Hyyppä S. et al.* Effects of prolonged exercise on oxidative stress and antioxidant defense in endurance horse // *Journal of sports science & medicine.* 2005. T. 4, № 4. P. 415—421.
215. *Kirschvink N., de Moffarts B., Lekeux P.* The oxidant/antioxidant equilibrium in horses // *The Veterinary Journal.* 2008. T. 177, № 2. P. 178—191.

216. *Kowalska D., Bielański P., Chelmińska A.* Effect of linseed and fish oil supplements in feed on fatty acid profile and intramuscular fat oxidation in rabbits // *Food Sci. Technol.* 2011. Vol. 2. P. 148—159.

217. *Kowalska D., Bielański P.* Meat quality of rabbits fed a diet supplemented with fish oil and antioxidant // *Anim. Sci. Papers and Reports.* 2009. Vol. 27. P. 139—148.

218. *Lebas F.* Vitamins in rabbit nutrition: literature review and recommendations // *World Rabbit Sci.* 2000. Vol. 8 (4). P. 185—192.

219. *Leger C.L.* Prevention of cardiovascular risk by vitamin E // *Annales de Biologie Clinique.* 2000. T. 58, № 5. P. 527—40.

220. *Lee Y., Layman D., Bell R.* Selenium dependent and non selenium dependent glutathione peroxidase activity in rabbit tissue // *Nutr. Reprod. Int.* 1979. Vol. 20. P. 573—578.

221. *Liu H., Gai F., Gasco L. et al.* Effects of chestnut tannins on carcass characteristics, meat quality, lipid oxidation and fatty acid composition of rabbits // *Meat Sci.* 2009. Vol. 83. P. 678—688.

222. *Liu H., Dong X., Tong J. et al.* Alfalfa polysaccharides improve the growth performance and antioxidant status of heat-stressed rabbits // *Livest. Sci.* 2010. Vol 131. P. 88—93.

223. *Liu H., Dong X., Tong J. et al.* comparative study of growth performance and antioxidant status of rabbits when fed with or without chestnut tannins under high ambient temperature // *Anim. Feed Sci. Technol.* 2011. Vol. 164. P. 89—95.

224. *Liu H., Zhou D., Tong J. et al.* Influence of chestnut tannins on welfare, carcass characteristics, meat quality, and lipid oxidation in rabbits under high ambient temperature // *Meat Sci.* 2012. Vol. 90. P. 164—169.

225. *Lopez-Bote C., Rey A., Sanz M. et al.* Dietary vegetable oils and  $\alpha$ -tocopherol reduce lipid oxidation in rabbit muscle // *J. Nutr.* 1997. Vol. 127. P. 1176—1182.

226. *Lopez-Bote C., Sanz M., Rey A. et al.* Lower lipid oxidation in the muscle of rabbits fed diets containing oats // *Anim. Feed Sci. Technol.* 1998. Vol. 70. P. 1—9.

227. *Manthe B.N., Youngs C.R.* An Overview of Vitamin Requirements of the Domestic Horse // *Natural Sciences Education.* 2013. T. 42, № 1. P. 179—184.

228. *Marlin D.J., Fenn K., Smith N. et al.* Changes in circulatory antioxidant status in horses during prolonged exercise // *The Journal of nutrition.* 2002. T. 132, № 6. P. 1622—1627.

229. *McDowel L. R.* Vitamins in Animal and Human Nutrition (2nd ed.), Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA. 2000. P. 157—159.
230. *Mikešová K., Hárťlová H., Zita L. et al.* Effect of evening primrose oil on biochemical parameters of thoroughbred horses under maximal training conditions // *Czech Journal of Animal Science*. 2014. T. 59, № 10. P. 488—493.
231. *Morrissey P., Buckley D., Sheehy P. et al.* Vitamin E and meat quality // *Proc. Nutr. Soc.* 1994. Vol. 53. P. 289—295.
232. *Morrissey P., Sheehy P., Galvin K. et al.* Lipid stability in meat and meat products // *Meat Sci*. 1998. Vol. 49. P. 73—86.
233. *Mukherjee A. K., Ghosal S. K., Maity C. R.* Lysosomal membrane stabilization by  $\alpha$ -tocopherol against the damaging action of *Vipera russelli* venom phospholipase A2 // *Cell. Mol. Life Sci*. 1997. Vol. 53. P. 152—155.
234. *Oriani G., Corino C., Pastorelli G. et al.* Oxidative status of plasma and muscle in rabbits supplemented with dietary vitamin E // *J. Nutr. Biochem*. 2001. Vol. 12. P. 138—143.
235. *Ramírez J. A., Diaz I., Pla M. et al.* Fatty acid composition of leg meat and perirenal fat of rabbits selected by growth rate *Food Chem*. 2005. Vol. 90. P. 251—256.
236. *Reed D.* Interaction of vitamin E, ascorbic acid, and glutathione in protection against oxidative damage/ L. Packer, J. Fuchs (Eds.) *Vitamin E in Health and Disease*, Marcel Dekker, New York. 1992. P. 269—281.
237. *Rice-Evans A., Miller N., Paganga G.* Structure—antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids // *Free Radic. Biol. Med*. 1996. Vol. 20. P. 933—956.
238. *Rice-Evans C.* Free radicals and antioxidants in atherosclerosis/ Blake D., Winyard P. G. (Eds.), *The Handbook of Immunopharmacology; Immunopharmacology of Free Radical Species*, Academic Press, UK. 1995. P. 39—52.
239. *Sgorlon S., Stradaioli G., Stefanon B. et al.* Dietary grape polyphenols modulate oxidative stress in aging rabbits // *Ital. Anim. Sci*. 2005. Vol. 4. P. 541—543.
240. *Selim N., Abdel-Khalek A.* Response of growing rabbits to dietary antioxidant vitamins E and C. 1. Effect on performance / *Proceedings of 9th World Rabbit Congress, 2008a*. Verona, Italy. P. 803—807.
241. *Selim N., Abdel-Khalek A.* Response of growing rabbits to dietary antioxidant vitamins E and C. 2. Effect on meat quality / *Proceedings of 9th World Rabbit Congress, 2008b*. Verona, Italy. P. 1437—1441.

242. *Sies H.* Oxidative stress from basis research to clinical // *Amer. J. Med.* 1991. Vol. 91. P. S31-S38.
243. *Sohal R.S.* Oxidative Stress, Caloric Restriction, and Aging / *Sohal R.S., Weindruch R.* // *Science.* 1996. Vol. 273. P. 59—63.
244. *Straková E., Suchý P., Král I. et al.* The Content of Amino Acids in Pasture Vegetation and Their Apparent Digestibility in 2-year-old Horses // *Journal of equine veterinary science.* 2013. T. 33, № 11. P. 984—988.
245. *Tanner S.L., Wagner A.L., Digianantonio R.N. et al.* Dietary crude protein intake influences rates of whole-body protein synthesis in weanling horses // *The Veterinary Journal.* 2014. T. 202, № 2. P. 236—243.
246. *Tappel M., Chaudiere J., Tappel A.* Glutathione peroxidase activities of animal tissues // *Comp. Biochem. Physiol.,* 1982. Vol. 73. P. 945—949.
247. *Thomaz D.M., Serafin P.O., Palhares D.B. et al.* Serum phenylalanine in preterm newborns fed different diets of human milk // *Jornal de pediatria.* 2014. T. 90, № 5. P. 518—522.
248. *Tofler G.H., Stec J.J., Stubbe I. et al.* The effect of vitamin C supplementation on coagulability and lipid levels in healthy male subjects // *Thrombosis research.* 2000. T. 100, № 1. P. 35—41.
249. *Trachsel D.S., Schwarzwald C.C., Bitschnau C. et al.* Atrial natriuretic peptide and cardiac troponin I concentrations in healthy Warmblood horses and in Warmblood horses with mitral regurgitation at rest and after exercise // *Journal of veterinary cardiology.* 2013. T. 15, № 2. P. 105—121.
250. *Van Doorn D.A., Schaafstra F.J.W.C., Wouterse H. et al.* Repeated measurements of P retention in ponies fed rations with various Ca:P ratios // *Journal of animal science.* 2014. T. 92, № 11. P. 4981—4990.
251. *Vervuert I., Stoebe S.* Selen beim Pferd im Spannungsbogen zwischen marginaler und toxischer Versorgung // *Pferde Spiegel.* 2013. T. 16, № 01. P. 27—33.
252. *Waller P.K., Sandgren H.C., Emanuelson U. et al.* Supplementation of RRR- $\alpha$ -tocopheryl acetate to periparturient dairy cows in commercial herds with high mastitis incidence // *Journal of Dairy Science.* 2007. T. 90, № 8. P. 3640—3646.
253. *Warren H.* Is grass ever enough? // *Equine Health.* 2015. № 25. P. 11—13.
254. *Whanger P., Vendeland S., Park Y.C. et al.* Metabolism of subtoxic levels of selenium in animals and humans // *Ann. Clin. Lab. Sci.* 1996. Vol. 26. P. 99—113.

- 
255. *Weiss W.P., Hogan J.S.* Effect of selenium source on selenium status, neutrophil function, and response to intramammary endotoxin challenge of dairy cows // *Journal of Dairy Science*. 2005. Т. 88, № 12. P. 4366—4374.
256. *Yanyan Z., Suzhen Z., Xuepeng X. et al.* The effect of dietary selenium levels on growth performance, antioxidant capacity and glutathione peroxidase 1 (GSHPx1) mRNA expression in growing meat rabbits // *Anim. Feed Sci. Technol.* 2011. Vol. 169. P. 259—264.
257. *Yousef M., Kamel K., Esmail A. et al.* Antioxidant activities and lipid lowering effects of isoflavone in male rabbits // *Food Chem. Toxicol.* 2004. Vol. 42. P. 1497—1503.
258. *Zsédely E., Tóth T., Eiben Cs. et al.* Effect of dietary vegetable oil (sunflower, linseed) and vitamin E supplementation on the fatty acid composition, oxidative stability and quality of rabbit meat. *Proc. 9<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, 2008. Verona, Italy. P. 1473—1478.

## ОБ АВТОРАХ

---



**Чупахина Галина Николаевна,**  
**д-р биол. наук, профессор**  
Институт живых систем БФУ им. И. Канта  
(School of Life Sciences Immanuel Kant Baltic  
Federal University)

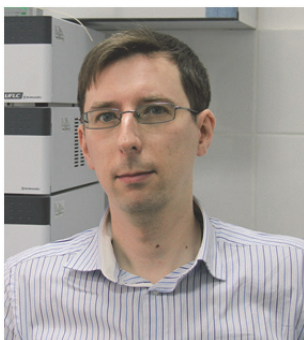
Сфера научных интересов: система аскорбиновой кислоты растений и ее дериватов, ферменты восстановления и окисления АК, влияние экологических факторов на синтез АК, антиоксиданты растений. Автор более 270 научных и учебно-методических работ, среди которых 5 монографий, 8 практикумов по физиологии и биохимии растений,

три патента и авторское свидетельство. Действительный член «Общероссийской академии нетрадиционных и редких растений», почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации. Награждена медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени.



**Чупахина Наталья Юрьевна,**  
**канд. биол. наук, доцент**  
Калининградский государственный технический университет  
(Kaliningrad State Technical University)

Сфера научных интересов: природные антиоксиданты, антиоксиданты кормов, системы контроля качества и критерии для идентификации органических продуктов, оценка качества продуктов питания. Опубликовано 63 работы.



**Масленников Павел Владимирович,**  
**канд. биол. наук, доцент**  
Институт живых систем БФУ им. И. Канта  
(School of Life Sciences Immanuel Kant Baltic  
Federal University)

Сфера научных интересов: природные антиоксиданты, физиологические, биохимические и молекулярные механизмы адаптации и устойчивости растений к поллютантам, биодоступность фенольных антиоксидантов. Природные фенольные соединения и антиоксидантный статус человека. Автор более 130 научных и учебно-методических работ.



**Скрыпник Любовь Николаевна,**  
**канд. биол. наук, доцент**  
Институт живых систем БФУ им. И. Канта  
(School of Life Sciences Immanuel Kant Baltic  
Federal University)

Сфера научных интересов: биохимия растений, физиологическая, биохимическая и антиоксидантная роль селена, меди, цинка и других микроэлементов в растениях, молекулярные и биохимические механизмы устойчивости растений, антиоксидантная и витаминная ценность растительных продуктов, аналитические методы определения редокс-активных соединений. Опубликовано 85 работ.



**Федураев Павел Владимирович,**  
**канд. биол. наук, ст. преподаватель**  
Институт живых систем БФУ им. Канта  
(School of Life Sciences Immanuel Kant Baltic  
Federal University)

Сфера научных интересов: редокс-гомеостаз фотоавтотрофов, вторичный метаболизм растений, биофлавоноиды. Опубликовано 50 работ.



**Родина Элона Станиславовна,**  
начальник отдела развития животноводства  
Министерства сельского хозяйства Калининградской области.

Сфера научных интересов: племенная работа, животноводство. Опубликовано 2 работы.

*Научное издание*

**Чупахина** Галина Николаевна  
**Чупахина** Наталья Юрьевна  
**Масленников** Павел Владимирович  
**Скрыпник** Любовь Николаевна  
**Федураев** Павел Владимирович  
**Родина** Элона Станиславовна

АНТИОКСИДАНТЫ  
РАСТИТЕЛЬНЫХ КОРМОВ

Монография

Редактор *Н. Н. Мартынюк*. Корректор *Н. Н. Генина*  
Компьютерная верстка *Л. В. Миловидовой*

Подписано в печать 03.11.2019 г.  
Формат 60×90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Усл. печ. л. 12,0  
Тираж 500 экз. (1-й завод 100 экз.). Заказ 192

Издательство Балтийского федерального университета им. И. Канта  
236022, г. Калининград, ул. Гайдара, 6