

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

ФГБОУ ВПО «Брянская государственная  
сельскохозяйственная академия»

Гамко Л.Н.  
Уфимцев Д.К.

Хлорелла  
и её хозяйственное  
использование

Брянск 2011

УДК 636.22 / 28.086.783

ББК 28.591

Г 18

Гамко, Л.Н. Хлорелла и её хозяйственное использование: монография / Л.Н. Гамко, Д.К. Уфимцев – Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2010. – 71 с.

ISBN 978-5-88517-204-2

В монографии приведены данные отечественных и зарубежных авторов в области биологии микроводоросли хлореллы, её культивирования и применения в медицине и кормлении сельскохозяйственных животных в качестве биологически активной добавки.

Монография предназначена для специалистов АПК, научных работников, преподавателей ВУЗов, аспирантов и студентов.

Рецензенты:

Черванёв Василий Александрович – доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой хирургии Воронежского ГАУ, заслуженный деятель науки РФ,

Шевелев Николай Серафимович – доктор биологических наук, профессор кафедры Физиологии и биохимии «Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева».

*Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета ветеринарной медицины и биотехнологии Брянской государственной сельскохозяйственной академии, протокол № 2 от 03.10.2011 года.*

ISBN 978-5-88517-204-2

© Брянская ГСХА, 2011

© Гамко Л.Н., 2011

© Уфимцев Д.К., 2011

## Введение

В современных условиях, когда население земного шара постоянно растёт, очень эффективно должно развиваться и сельское хозяйство. В сельском хозяйстве, как известно, одной из главных отраслей является животноводство. Чтобы наладить устойчивое бесперебойное производство продуктов питания предоставляемых этой отраслью, пользующихся большим спросом, необходимо создавать крепкие кормовые базы и улучшать качество хозяйственных рационов.

Решением данной проблемы может стать применение ресурсов морей и океанов, а именно микроводоросли – хлореллы. Широкий спектр применения данной микроводоросли объясняется тем, что они обладают высокой степенью использования световой энергии на создание своей биомассы и богатейшим химическим составом. Хлорелла содержит белок высокого качества, полный набор незаменимых аминокислот, а также ряд заменимых, углеводы, жиры, макро – и микроэлементы, витамины, а также большое количество различных биологических стимуляторов.

Многими учёными экспериментально установлено, что использование хлореллы в рационах кормления сельскохозяйственных животных и птицы способствует повышению продуктивности, улучшению качества продукции и укреплению здоровья.

Основываясь на многочисленных результатах исследований, следует отметить, что успех применения хлореллы в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы является весьма очевидным и останавливаться на достигнутом никак нельзя.

Надо забывать, что большая часть нашей планеты покрыта водой, и водной растительности на ней гораздо больше, чем земной. По приблизительным подсчётам, еже-

годно на земле синтезируется 382 млрд. тонн органического вещества, из них 325 млрд. тонн приходится на долю водной растительности (М.Я. Сальникова, 1977).

В дальнейшем будущем микроводоросли должны стать в значительной мере, решением продовольственной проблемы мира и в частности белкового питания.

## **1. Применение хлореллы в сельском хозяйстве и медицине**

В настоящее время одноклеточные и некоторые другие микроскопические фотоавтотрофные водоросли широко изучаются не только в СССР, но и в США, Японии, ФРГ, Франции, Италии, Швеции, Бельгии, Чехословакии, Болгарии и других странах в связи со следующими аспектами их применения: 1) сельское хозяйство – дополнительный источник белка, витаминов; 2) очистка сточных вод и биосферы; 3) проблема освоения космоса – как звено в замкнутых экологических системах, способное обеспечить биологическую регенерацию воздуха и воспроизводство пищи; 4) получение ценных метаболитов и веществ для медицинской и микробиологической промышленности, а также для получения меченых препаратов; 5) биологическая фиксация атмосферного азота; 6) использование в научно-исследовательских работах в связи с изучением фундаментальных вопросов биологического саморегулирования и биосинтеза фотосинтезирующих организмов (А.А. Федоров, 1977; Х. Дилов, 1980).

Особого внимания в этом плане заслуживает микроводоросль хлорелла. Состав микроскопической водоросли хлореллы не исчерпывается высоким содержанием белка, витаминов, микроэлементов, также там присутствуют пигменты, без которых живые организмы не могут синтезировать ферменты, необходимые для нормального обмена веществ. Наиболее очевидный пигмент – хлорофилл, кото-

рый называют «зеленым золотом» за идентичность его молекулярной структуры с молекулой гемоглобина.

В медицинской практике было отмечено, что эта микроскопическая водоросль, богатая хлорофиллом, является эффективным средством в борьбе с малокровием, благодаря не только высокому содержанию витамина В<sub>12</sub>, фолиевой кислоты, железа и аминокислот, но, возможно, и тому, что в присутствии железа хлорофилл, попадая в кровоток, насыщает кровь кислородом и преобразуется в гемоглобин. Хлорофилл известен не только этими качествами, также он благотворно воздействует на пищеварительную систему: повышает активность перистальтики, нормализует выделение пищеварительных соков, снимает воспаления и т. д. Кроме того, хлорофилл оказывает значительную поддержку сердечнососудистой системе, а также препятствует развитию новообразований, обладает антисептическими и регенерирующими свойствами. Хлорофилл даже нашел применение в стоматологии. В середине 40-х годов профессору С.Л. Голдбергу с помощью этого ценного пигмента удалось добиться значительного улучшения состояния более 300 человек, страдающих пародонтозом. Впоследствии область применения его в стоматологии несколько расширилась, было установлено, что с помощью хлорофилла можно не только нейтрализовать инфекционные поражения десен, бороться с некоторыми типами стоматита, но и останавливать десневые кровотечения, укреплять зубную эмаль, способствовать обновлению тканей.

К положительным действиям хлореллы относятся:

- 1) Способность усиливать иммунную систему;
- 2) Борьба с инфекциями;
- 3) Помощь в лечении хронического панкреатита;
- 4) Огромная роль в регенерации клеток тканей.

Было обнаружено, что таблетки хлореллы помогают нормализовать уровень сахара в крови, и смягчить дыха-

ние людей, страдающих от хронического дурного запаха изо рта. Вместе с другими исследователями, были достигнуты отличные результаты в излечении диабетических кожных язвочек с местным применением хлореллы.

Материал, из которого состоят стенки клеток хлореллы, оказывает особый эффект на кишечник. Этот материал из волокон улучшает функции кишечника (избавляя от несварения желудка уже через несколько дней) и стимулирует рост аэробных бактерий. Он также является главным агентом, выводящим со стулом токсины из прямой кишки. Эта отличительная способность помогает выводить не только натуральные токсичные продукты жизнедеятельности организма, но и токсины окружающей среды, такие как тяжелые металлы и пестициды.

Известно, что бета-каротин разрушает раковые клетки улучшает выработку макробактериофага в иммунной системе. Работая синергически с витамином Е, бета-каротин уничтожает рак на начальных стадиях. Наряду с бета-каротином присутствует в хлорелле витамин Е. Исследования Гарвардских учёных показали, что выработанный из экстрактов морской водоросли бета-каротин намного эффективнее простого бета-каротина в выявлении антиопухоловой деятельности в организме.

Кроме бета-каротина и витамина Е хлорелла также содержит витамины группы В, витамин С, многие минералы, включая цинк, кальций, медь, железо, магний и германий.

Комбинация веществ, включающих нуклеиновые и аминокислоты, пептиды (такие как глутатион), витамины и сахар, известна как фактор роста хлореллы. Этот фактор также высок в ДНК-азе, и других субстанциях, стимулирующих рост, отвечающих за антимутационный процесс и регенерацию тканей. С помощью этого фактора генная информация может быть передана от одного поколения хлорелл к другому. При нормальных условиях хлорелла учет-

веряется в течение суток, и такое происходит уже более, чем два миллиона лет. Это вклад в целостность и продуктивность нуклеиновых кислот хлореллы.

Одна из главных теорий о процессах старения связана с истощением функционирования наших нуклеиновых кислот. Некоторые надежды связываются с употреблением в пищу продуктов, содержащих эти кислоты.

Интенсивные исследования этого фактора показали, что он сильно увеличивает рост микроорганизмов, мелких животных, а также стимулирует более быстрый и здоровый рост детей.

Все четыре главных фактора хлореллы оказывают поддержку иммунной системе организма. Хлорофилл укрепляет иммунную систему, а материал, из которого построены клетки хлореллы, стимулирует лимфоциты кишечника для разрушения анаэробных бактерий. Этот материал также действует как очиститель крови, задерживая органические химические компоненты и другие вредные вещества в кишке, стимулируя лимфоциты и макробактериофаги, стимулирует выработку противовирусного белка интерферона. Хлорелла противостоит многим бактериальным инфекциям, например, кишечной палочке. Белок интерферон успешно используется как обезболивающее при артритах. Это могут подтвердить заявления людей, страдавших от болей при артритах, и облегчившие их применением хлореллы. Это облегчение может наступить при нейтрализации щелочной средой хлореллы кислотной среды артрита.

Продукты хлореллы различаются в зависимости от вида хлореллы и ее обработки. Большинство научных исследований проводилось с использованием хлореллы, подвергшейся процессу Duno-Mill™ (запатентованная «Сан хлорелла»). При этом процессе разрушаются клеточные стенки и 80 % питательных веществ готовы к усвояемости организмом.

Микроскопическим водорослям, представительницей которых является хлорелла, неслучайно пророчат большое будущее. Уже сейчас её настойчиво рекомендуют не только людям, подверженным конкретным заболеваниям, но также и лицам преклонного возраста, жителям крупных промышленных центров, людям, злоупотребляющим курением. Уникальный биологический состав, большая энергетическая емкость, антиоксидантные свойства и способность стимулировать деятельность иммунной системы ставят этот ценный микроскопический организм растительно-го происхождения в разряд истинных натуральных целебных средств ([http: // www.happyforum.info/forum/ viewtopic.php?](http://www.happyforum.info/forum/viewtopic.php?)).

С течением времени сфера применения микроскопических водорослей неуклонно расширяется.

Благодаря наличию в суспензии антибиотика хлореллина, поражающего стрептококки, стафилококки, кишечную палочку и другие микробы, она оказывает оздоравливающее действие на животных (П.С. Авраменко, О.А. Вербич, Н.И. Медведько, 1987).

Из морских водорослей (в частности хлореллы) можно получить ряд высокоценных продуктов – спирт, уксусную, молочную и другие органические кислоты, манит, ацетон, эфиры (А.А. Фёдоров, 1977).

По данным В.Г. Каплина (2003) в связи с высокой интенсивностью фотосинтеза в клетках хлореллы и выделением ими большого количества кислорода, хлореллу культивируют в замкнутых экосистемах (космических кораблях, подводных лодках) для обогащения воздуха кислородом. Хлорелла широко используется также для биологической очистки сточных вод.

В своей статье Е. Мананкина и С. Мельников (2010) пишут, что в белке хлореллы содержатся все незаменимые аминокислоты, его питательная ценность в 2 раза превос-



ходит таковую для соевого белка. Если же сравнить питательную ценность биомассы в целом, то окажется, что 1 кг ее равнозначен 4-5 кг сои. При добавлении 5-7 кг массы сухого вещества хлореллы к 1 т зерна его биологическая ценность увеличивается в 1,5 раза. По калорийности хлореллу можно приравнять к шоколаду, а ее белок равноценен белку сухого молока или мяса.

В Японии хлореллу добавляют в хлеб кондитерские изделия, мороженое для обогащения их питательными веществами. А добавка к 10 частям муки смеси одноклеточных водорослей, в основном хлореллы, позволяет получать вареные и печеные продукты с улучшенными вкусовыми качествами и содержанием 22-29 г белка в 100 г продукта, что довольно много. На острове Тайвань хлореллу выращивают уже более 20 лет, и ежегодный «урожай» массы сухого вещества водоросли составляет 1,5 тыс. т. В Малайзии и на Филиппинах на пищевые цели расходуется более 500 т хлореллы в год.

Хлореллу весьма успешно применяют в сельхозпроизводстве – скотоводстве, свиноводстве, звероводстве, птицеводстве, пчеловодстве – в качестве пищевых добавок к рациону животных, а также для улучшения плодородия почв, увеличения всхожести семян, при силосовании кормов и т.д. Введение суспензии хлореллы в рацион сельскохозяйственных животных сокращает до минимума падеж молодняка, способствует лучшему усвоению корма, увеличивает сопротивляемость организма к заболеваниям, что особенно важно при стойловом содержании скота на откормочных пунктах и в зимний период, является профилактическим средством против авитаминозных заболеваний, повышает привесы свиней, крупного рогатого скота, кроликов, птиц, увеличивает яйценоскость кур. В рацион животных хлореллу можно добавлять в виде суспензии, пасты или сухой биомассы. Наиболее целесообразно ис-

пользование суспензии, так как половина водорастворимых витаминов находится в среде.

М.В. Куницын (2007) приводит данные о том, что около 80 % всех жирных кислот хлореллы приходится на ненасыщенные, являющиеся предшественниками простагландинов, обладающих очень высокой биологической активностью и обеспечивающих у животных гормональную регуляцию едва ли не всех физиологических процессов и сохранение гомеостаза.

В Чехословакии готовят порошки, мази, спиртные и масляные экстракты, свечи и таблетки из хлореллы. Препараты из водорослей ускоряют лечение гниющих ран. Эффективным средством для лечения экзем оказалась мазь, приготовленная из биомассы хлореллы и других микроводорослей.

Мазь из водорослей применяется при лечении ожогов, различных воспалительных процессов, выпадении, волос, ресниц и др. (А.М. Музафаров, Т.Т. Таубаев, 1974).

Хлорелла не обладает ни токсичностью, ни другим отрицательным действием на организм. Наоборот, благодаря наличию в ней антибиотика-хлореллина, поражающего стрептококки, стафилококки и другие микробы, она оздоравливающе действует на животных (И.Ф. Ткачев, 1965).

Сбор белка с 1 гектара за год составляет при выращивании: хлореллы 16200 килограммов, трав на сено 660, арахиса 462, фасоли 407, гороха 388, риса 286, овса 255, ячменя 246 килограммов.

Специальные исследователи показали, что добавление хлореллы к среде для выращивания молочнокислых бактерий увеличивает рост последних в восемь раз по сравнению с ростом на обычной среде. Это открывает новые перспективы использования водорослей в силосовании, при изготовлении компостов и т. д. Хлорофилловый экстракт хлореллы после обработки его панкреатическим соком с

успехом используют для культивирования туберкулёзных бацилл наравне со средой, приготовленной из куриных яиц. Добавление к некоторым бактериям порошка хлореллы усиливает продукцию витамина В<sub>12</sub>.

Особая проблема – использование одноклеточных водорослей в питании человека. Следует иметь в виду, что клетки водорослей имеют очень твердую плохо перевариваемую оболочку. Поэтому, как правило, перед употреблением в пищу протококковые водоросли должны быть подвергнуты специальной обработке. Японскими исследователями предложен ряд методов, повышающих переваримость протококковых водорослей (тепловой, автолитический, бутаноловый и другие) (В.В. Пиневич, 1961).

А.В. Рахимов, Х.Ф. Якубов (1971) утверждают, что в хлорелле кроме витаминов, микроэлементов и аминокислот, содержатся такие вещества, как антибиотики, содержатся такие вещества, как антибиотик хлореллин и арахидоновая кислота (относится к условно незаменимым органическим кислотам организма, снижение уровня которых угнетает репродуктивные функции, может вызывать дерматиты и другие заболевания, связанные с нарушением обмена веществ) являющаяся наиболее эффективной по воздействию на организм: нормализует функционирование и развитие репродуктивных органов, снижает склеротические явления, а также фактор или хлон «А» - вещество индуцирующее в организме выработку интерферона и подавляющее вирусы гриппа. В хлорелле имеются регуляторы роста и развития растений – ауксины и гибберелиноподобные вещества, применение которых в растениеводстве даёт большой эффект.

## 2. Роль хлореллы в животноводстве и птицеводстве

Во второй половине XX века появилась новая кормовая культура - хлорелла. Культура, которая в XXI веке займет ведущее положение в животноводстве и птицеводстве. Она не только даст мощный толчок в развитии отраслей, но и благодаря своим уникальным свойствам позволит получить экологически чистую продукцию (Н.И. Богданов, 2006).

Ведь как свидетельствуют Ж.Г. Петрова, В.А. Черванёв, П.А. Тарасенко и др. (2010), использование хлореллы, в основном в виде суспензии в рационах кормления животных, позволяет хозяйствам комплексно решать проблему повышения продуктивности в животноводстве:

- резко сократить падёж молодняка и увеличить прирост массы тела на откорме крупного рогатого скота, свиней от 30 % до 40 %;

- увеличить удои коров на 20-30 %, значительно продлив срок хозяйственного использования животных;

- сократить количество неэффективных осеменений и сроки сервис-периода;

- получать здоровый приплод с высокой жизненной энергией;

- за счёт укрепления иммунного статуса и повышения общей неспецифической резистентности организма животного полностью избавиться от ряда заболеваний и значительно снизить затраты на ветеринарные препараты;

- за счёт повышения усваиваемости кормов экономить их расходование до 22 %;

- решить важнейшую проблему сбалансированности рационов кормления;

- стать независимыми от поставщиков дорогостоящих кормовых добавок;

- добиться решения комплекса зоотехнических и ветеринарных проблем;

- получить качественную и экологически чистую продукцию;
- как результат – значительно повысить рентабельность сельского хозяйства России.

### ***2.1. Хлорелла в кормлении крупного рогатого скота и овец***

Хлорелла оказывает многостороннее действие на организм жвачных животных, что подробно будет описано в данном разделе.

В опытах на коровах чёрно-пёстрой породы рядом авторов (В.В. Мелихов, В.И. Московец, В.И. Бутенко и др., 2004) было отмечено увеличение молочной продуктивности.

Н. Понировский, А. Нурназаров (1972) выявили, что использование хлореллы в виде суспензии в рационах коров увеличило количество молока на 17 %.

А.Н. Ткачев, В.Е. Подольников, Л.Н. Гамко (2006), изучали действие суспензии микроводоросли хлореллы штамма ИФР № С-111 на лактирующих коровах.

Опыт проводили на первотелках. Было также сформировано две группы животных по 12 голов в каждой. Животных подбирали в группы по принципу аналогичных групп. На начало опыта все они примерно на втором-третьем месяце лактации. Согласно схемы опыта первая группа являлась контролем и получала основной рацион, а вторая, опытная, группа дополнительно получала по 2 л на голову в сутки суспензии микроводоросли.

В период проведения опыта животные содержались в помещении на привязи. В составе рациона они получали около 35 кг зеленой травы 5 кг концентратов 125 г поваренной соли. Суспензию микроводоросли для коров опытной группы скармливали с концентратами в виде влажной мешанки. Продолжительность опыта составила 50 дней.

Через каждые 10 дней проводилась контрольная дойка и рассчитывалась молочная продуктивность коров.

Постановка научно-хозяйственного опыта на лактирующих коровах-первотелках свидетельствует о целесообразности применения суспензии микроводоросли в составе их рационов.

При этом увеличивается не только показатели молочной продуктивности коров, но и качественные показатели молока. Так, например, молочная продуктивность коров опытной группы, получавшей суспензию микроводоросли, увеличивалась в среднем на 7,7 % по сравнению с контрольными группами животных. Все молоко признано хорошим и отнесено к 1 классу качества.

Таким образом, применение суспензии микроводоросли лактирующим коровам-первотелкам в дозе 2 литра на голову в сутки позволило повысить среднесуточный удой за период опыта (в пересчете на базисную жирность) на 7,7 % по сравнению с животными контрольной группы.

Основные показатели качества молока соответствовали норме, что позволило отнести продукцию к 1 классу качества.

Расчет экономической эффективности показал, что выпаживание суспензии микроводоросли способствовало получению дополнительной молочной продукции, сумма, от реализации которой составила 255 рублей на одну корову.

В своей работе Н. Nakamura (1964), сообщает, что молочные коровы охотно потребляют ферментированную хлореллу. Включение ее в рацион благотворно действует на развитие телят и увеличивает молочную продуктивность на 10 %.

В опыте К.Б. Грыщи (1966) замена половины концентратов рациона у молочных коров, загущенной суспензией хлореллы привела к тому, что количество молока в этой группе увеличилось на 11 %, по сравнению с контролем.

Эффективность кормового использования хлореллы

при выращивании телочек симментальской и лебединской пород изучалась в опытах Л.И. Поповой (1973). В возрасте 10-11 месяцев животные опытной группы дали прирост на 5,9 кг или на 19,0 % больше, чем в контрольной группе. Среднесуточные приросты их находились в пределах 833 г и 765 г при соответственной затрате на 1 кг прироста 8,23 и 8,98 кормовых единиц.

Добавка в рационы откормочного молодняка крупного рогатого скота пасты хлореллы в дозировке 300 г на голову в сутки позволило повысить приросты живой массы на 14,3 кг по отношению к контролю (У. Асраров, 1971).

Особенно эффективно использование суспензии хлореллы в рационе откармливаемого скота с большим удельным весом хлопчатникового шрота, так как при этом нейтрализуется госсиполовое отравление животных. Приросты животных при этом увеличиваются на 15-20 % (В.Г. Макотро, 1965).

При скармливании 58 л суспензии хлореллы бычкам чёрно-пёстрой породы было установлено, что их среднесуточные приросты увеличивались на 6,3 %; 9,2 %; 22,8 % по сравнению с контролем (П.М. Нескубо, 1970). Максимальные приросты были получены в группе, которой скармливали по 12 л суспензии в сутки.

По данным А.М. Музафарова, Е.И. Милоградской (1965) выпаивание крупному рогатому скоту по 3-4 л суспензии хлореллы в сутки увеличивало приросты на 25-39 % при соответствующем снижении затрат кормов на единицу прироста.

Трёхлетние опыты по скармливанию хлореллы телятам показали, что в зимний период в условиях Восточно-Казахстанской области при даче 3 л суспензии на голову в сутки среднесуточные приросты живой массы телят составили 905 г, тогда как в контрольной группе они равнялись 735 г, или на 23 % меньше. На летнем полноценном рационе телята получавшие хлореллу, дали прирост лишь на 7 % больше (О.Г. Инжечик, 1976).

Хорошие результаты по использованию того же штамма микроводоросли (ИФР № С-111) получены и на телятах до 6 – месячного возраста. Объектом исследования служили телята черно-пестрой породы до 6 месячного возраста. Опыт был проведен в летний период 2005 года в условиях УОХ «Кокино». Изучаемая микроводоросль является представителем зеленых водорослей. Для приготовления суспензии использовался планктонный штамм МВ ИФР № С-111, который отличался высокой степенью использования световой энергии и химическим составом клетки по содержанию белков, незаменимых аминокислот, витаминов, набору микроэлементов.

Приготовление суспензии микроводоросли осуществлялось в специальной модульной установке УМВ-60.

Для проведения опыта были сформированы две группы в 30-дневном возрасте по 13 голов в каждой. Из них в каждой группе было по 9 телочек и по 4 бычка. Согласно схеме опыта в течение 9 дней уравнительного периода, телята обеих групп содержались в одинаковых условиях. В начале главного периода средняя живая масса телят составила в среднем 54-55 кг. Телята первой группы являлись контролем и получали только корма основного рациона. Телята второй опытной группы дополнительно получали по 400 мл суспензии микроводоросли в течение 30 дней.

В составе основного рациона телята получали в среднем по 8 кг молока, 1,5 кг концентратов, 1,5 кг сена, 1 кг зеленых кормов и 15-20 г поваренной соли. Телятам опытной группы суспензию микроводоросли скармливали в смеси с молоком 1 раз в сутки утром.

Весь опыт условно был разбит на два периода по 15 дней каждый. Вначале опыта и в конце каждого периода проводили взвешивание телят и определяли их продуктивность (валовой прирост, среднесуточный прирост, энергию роста).

Анализ показателей продуктивности телят по перио-



дам опыта показывает, что валовой и среднесуточный прирост у телят, получавших суспензию микроводоросли, были выше, чем в контроле на 19,2 % в первом периоде и на 16,9 % во втором периоде. В среднем за опыт разница по этим показателям составила 18 %.

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что применение в рационах телят суспензии микроводоросли экономически выгодно. Так, в расчёте на 1 голову, можно получить дополнительный доход от реализации валового прироста живой массы телят в сумме 228 рублей. (А.Н. Ткачев, В.Е. Подольников, Л.Н. Гамко, 2006).

В своё время в Казахстане было построено 18 цехов по производству хлореллы, крупнейшим из которых являлась биофабрика в совхозе «Ленинский», производительностью – 100 т суспензии хлореллы в сутки. Опыты показали, что среднесуточный прирост телят, получавших хлореллу, увеличился на 15 %, а удои коров возрос на 10 %.

М.Я. Сальникова, Х.Х. Хабибуллин (1972), изучали влияние суспензии хлореллы в рационах телят-молочников. В результате этого было проведено три опыта.

Выпойка суспензии хлореллы и питательной среды производилась один раз в сутки – утром до кормления. В начале выпаивалось по 0,5 л в день на голову. Затем через каждые 5 дней норма увеличивалась на 0,25 л до тех пор, пока она не достигла 1,5 л в первый месяц опыта и 2 л – во второй.

В первом опыте среднесуточные приросты за период составили у опытной группы 349 г на голову, у контрольной 126 г. В период последствий соответственно 312 и 184 г. Средний живой вес телят опытной группы в 6 – месячном возрасте был 105 кг, контрольной 93 кг. Таким образом, скармливание телятам-молочникам хлорелловой суспензии позволило при одинаковом расходе кормов получить 223 г дополнительного среднесуточного прироста, или 12 кг на каждую голову к 6 месяцам жизни.

Во втором опыте среднесуточный прирост у животных, получавших суспензию хлореллы, был на 24 % выше, чем в контроле. В 6 – месячном возрасте они весили на 20 % больше контрольных.

В третьем опыте среднесуточный прирост у животных опытной группы был на 608 г выше, чем в контроле.

Результаты опытов показали, что у телят, получавших суспензию хлореллы, количество микроорганизмов в рубцовом содержимом увеличилось в среднем на 62 %, белка в сыворотке крови – на 11 %, каротина – на 22,8 %.

А.Г. Амарьянц (1970), выпаивая суспензию хлореллы каракульским овцам, в количестве 0,5-2 л на животное в сутки, получил увеличение прироста с 8,5 до 43,7 %.

## ***2.2. Использование хлореллы в кормлении свиней***

Велико влияние хлореллы и на продуктивные качества моногастричных животных, таких как свиней.

Я.Я. Спруж (1984) отмечает, что хлорелла оказывает положительное действие на плодовитость свиноматок и снижение падежа молодняка свиней.

Хорошие данные по применению дезинтегрированной хлореллы грибом *Trichoderma Lignorum*, в составе белково-витаминной добавки, для откормочного молодняка свиней, получены В. Долговым, К. Алексеевым и Н. Васютенковой (1978).

Опыт проводился в племсовхозе «Константиново» Московской области на 2,5-месячных боровках крупной белой породы, подобранных по принципу аналогов, с начальной живой массой в среднем по группам 24-24,25 кг. Животные были разбиты на три группы по 5 животных в каждой. Откорм проводили в два периода – по достижению подсвинками живой массой 60 кг (1-й период) и от 60 кг до конца откорма (2-й период). Взвешивали животных

через каждые 15 дней, а также в начале и в конце предварительного периода и в конце каждого периода опыта.

В качестве основного корма использовали ячмень. В I группе к нему добавляли БВД № 55-1 следующего состава (%): гидролизные дрожжи - 25, подсолнечниковый шрот - 30, горох - 25, мясокостная мука - 20. Во II и III группах дрожжи в составе БВД заменялись равноценным количеством хлореллы. Соответственно периодам откорма на долю хлореллы приходилось 5,2 % и 3,0 % от массы корма, или 15,8 % и 10,7 % от общего протеина рациона. При откорме свиней II группы использовали сухую биомассу хлореллы с неразрушенной оболочкой, а III группы - хлореллу, подвергнутую ферментации.

Данные среднесуточных приростов и расход кормов показывают, что замена дрожжей в составе БВД хлореллой с цельной оболочкой во II группе снижает среднесуточные привесы животных по сравнению с I группой на 12,7 %. Возрастают также затраты кормовых единиц и переваримого протеина на 1 кг привеса на 9,8 % и 11,5 %. В то же время применение в составе БВД вместо дрожжей дезинтегрированной хлореллы в III группе практически не сказалось на скорости роста животных, хотя затраты корма на 1 кг прироста были на 5,5 % выше. Использование дезинтегранта хлореллы в III группе в сравнении с цельной водорослью на 12,9 % повышало привесы. Одновременно наблюдалось снижение затрат кормовых единиц и переваримого протеина на 1 кг прироста на 3,9 и 3,8 %. Рационы, содержащие хлореллу, хорошо поедались животными на всем протяжении опыта. Однако у животных, получавших дезинтегрированную биомассу, в III группе поедаемость корма была на 8,8 % выше, чем во II группе.

Изучение морфологического и биохимического состава крови откармливаемых свиней, проведенное в середине и в конце опыта, показало, что он находился в пределах нор-

мы. Тем не менее, в III группе животных, получавших биомассу хлореллы с разрушенной оболочкой, по сравнению со II группой наблюдается определенная тенденция к улучшению биохимического статуса организма. Это выражается, в частности, в повышении содержания гемоглобина, увеличении резервной щелочности крови, количества эритроцитов и повышении уровня общего белка в сыворотке крови. Содержание мочевины в сыворотке крови, зависящее, как известно, от качества протеина корма, снижается при использовании в рационе дезинтегрированной хлореллы по сравнению со II группой на 7,1 и 12,5 % (соответственно периодам откорма), что свидетельствует о лучшей усвояемости белка в рационе животных III группы.

Контрольный убой животных и его результаты также показывают определенное преимущество использования в кормлении свиней разрушенной хлореллы. В III группе животных был выше убойный выход на 4,1 %, а также отмечена тенденция к увеличению содержания мяса в туше (в сравнении со II группой).

М.Я. Сальникова, И.Ф. Тяняшин (1966) провели опыты по переваримости хлореллы свиньями. Она была заготовлена двумя способами: методом термической сушки и химическим консервированием. При первом методе хлореллу сушили в течение 2-х дней при температуре 65 градусов в деревянных шкафах, вентилируемых с помощью калориферов. При повторном способе – водорослевую пасту консервировали смесью 0,75 % HCl + 3% NaCl к весу всей массы. Консервированная паста хранилась более 8 месяцев в закрытом сосуде при комнатной температуре.

Для опыта отобрали трех пятимесячных боровков крупной белой породы весом 50 килограммов. Ставилась задача изучить переваримость хлореллы термической сушки и консервированной; влияние специфического вкуса и запаха хлореллы на качество мяса и сала свиней.

Продолжительность учетного периода была 6 дней. Хлорелла термической сушки содержала 91,48 % сухого вещества, протеина – 50,87 %, жира – 12,34 %, безазотистых экстрактивных веществ – 22,86 % (в сухом веществе). Консервированная соответственно 26,97 %, 50,29 %, 14,34 %, 21,52 %.

Хлореллу давали свиньям в смеси с другими кормами. Поедаемость их в первом и втором периодах опыта была полной. Остатки корма имелись в третьем периоде.

За время опыта среднесуточный прирост боровков составлял 550 граммов на голову.

Протеин хлореллы термической сушки переваривается свиньями намного хуже, чем протеин хлореллы консервированной. (Возможно, что лучшему перевариванию протеина консервированной хлореллы способствуют соляная кислота).

Хлорелла содержит в достаточном количестве переваримый протеин, количество которого в расчете на 1 кормовую единицу составляет в хлорелле консервированной 303 грамма, сушеной – 155 г, а в траве люцерны протеина содержится 186 граммов. Это говорит о том, что хлорелла является хорошим белковым кормом для свиней.

По окончании опыта свиньи были забиты. Отрицательного влияния на пищевые качества мяса и сала свиней хлорелла не оказала. В результате дальнейших исследований установлено, что йодное число и точка плавления жира находятся в пределах нормы, другие показатели химического анализа также не имели значительных отклонений.

Р.А. Асанов (1971), применяя 1, 2 и 3 л суспензии хлореллы в рационах подсвинков северокавказской породы, предназначенных для мясного откорма добился прибавки среднесуточного прироста у этих животных соответственно до 2,7 %, 5,5 % и 7,7 %. Вторая фаза опытов, выявила, что добавка 3 л суспензии хлореллы к дефицитному по некоторым элементам питания хозяйственному рациону, повышает среднесуточный прирост опытных свиней на 20,7 %.

Н. Гетья (1973), в своих научных изысканиях констатировал положительную тенденцию к росту среднесуточных приростов у подсвинков получавших хлореллу всего лишь на 8 %.

По сообщению Г.И. Садиковой (1969) введение в основной рацион боровков сушёной хлореллы в смеси с другими кормами обеспечивало получение среднесуточных приростов 550 г.

В опыте Г.А. Тутарова, Ю.Г. Богомолова, А.Д. Сарженко (1974) на свинках при откорме в составе рациона скармливали по 2,5 кг суспензии на голову в сутки. В результате было установлено, что опытные свинки лучше оплачивали корм, быстрее прибавляли в живой массе. Прирост их за 7 месяцев был выше, чем у животных контрольной группы на 15,1 %, при этом они отличались лучшим состоянием кожного покрова и более крепкой конституцией.

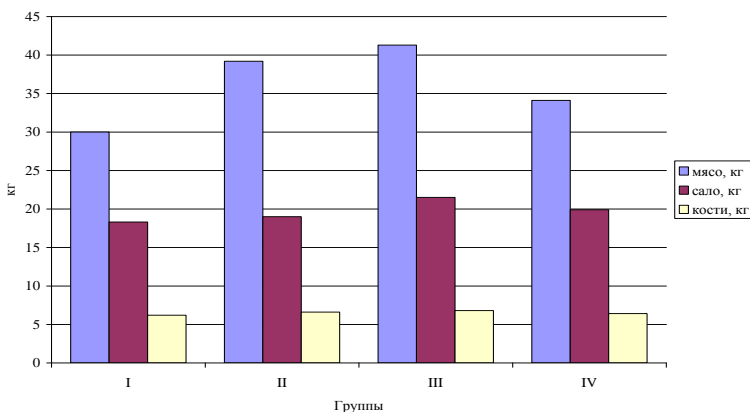
Дезинтегрированная хлорелла, в количестве 3 % от массы корма на 12,9 % повышала приросты животных, по сравнению с цельной водорослью. Одновременно наблюдалось снижение затрат кормовых единиц и переваримого протеина на 1 кг прироста на 3,9 и 3,8 %. Китайские ученые показали, что суспензия хлореллы является хорошей добавкой при откорме свиней. При норме на свинью (весом 25 килограммов) по 0,5 килограмма суспензии хлореллы в день за 10 дней был получен прирост 3,8 килограмма. В одном из хозяйств прирост контрольных животных за сутки составлял 200 граммов, а опытных, получавших суспензию – 450, достигая в отдельных случаях 600 граммов. В провинции Гуандань в одной из коммун двадцать свиней не спаривались. Содержание в течение 45 суток на специальной водорослевой диете позволило впоследствии получить от них нормальное потомство (В.В. Пиневиц, 1961).

Скармливание суспензии микроводоросли типа *Chlorella vulgaris* штамма ИФР № С-111 в дозе 125 мл/кг сухого вещества рациона при постоянном и периодических

вариантах с интервалом в 15 и 30 дней молодняку свиней в период откорма привело к увеличению среднесуточных приростов в опытных группах на 10,7 %, 19,1 %, 5,3 % и уменьшению затрат обменной энергии корма на 1 кг прироста на 9,6 %, 16,1 %, 5,1 %.

Помимо того, использование суспензии микроводоросли типа хлорелла штамма ИФР № С-111 в рационах молодняка на откорме благоприятно сказывается на всех показателях мясной продуктивности. Так убойный выход во 2, 3 и 4 группах увеличивался на – 6,5 %, 6,4 %, и 3,5 % по отношению к первой группе.

По составу туши во 2, 3 и 4 группах отмечалось повышение количества мяса и сала соответственно на 30,66 и 3,82 %, 37,66 и 17,48 %, 13,66 и 8,74 % относительно контроля, что в свою очередь обусловило снижение массы костей на 6,45; 9,67 и 3,22 % (рис. 1).



**Рис. 1. Состав туши откормочного молодняка свиней**

Самый лучший показатель по выходу мякоти на 1 кг костей был в третьей опытной группе с дозировкой суспензии 125 мл на/кг сухого вещества рациона при периодическом скармливанием с интервалом в 15 дней. Его величина превосходила контроль на 20,77 %, в то время как во

второй и четвертой только на 14,29 и 10,39 %. Достоверное повышение во всех опытных группах по сравнению с контролем на 9,41; 10,52 и 6,09 % наблюдалось и по площади мышечного глаза (Л.Н. Гамко, В.Е. Подольников, Д.К. Уфимцев, 2008; Л.Н. Гамко, Д.К. Уфимцев, В.Е. Подольников, 2009).

Добавление сухой биомассы хлореллы в рационы подсвинков повышало переваримость сухого вещества рациона с 66,1 до 71,6 %. Введение 6 л суспензии хлореллы с плотностью клеток 40-60 млн. в рацион откормочных бычков повышало коэффициенты переваримости сухого и органического вещества, золы, протеина, жира, клетчатки и БЭВ соответственно на 3,5; 4,0; 6,1; 4,0; 8,4; 5,9 % и 3,1 % (Р. Селяметов, Е. Воробьев, Я. Салиходжаев, 1976).

Л.И. Поповой (1970,1971), выявлено, что скармливание подсвинкам 3 л суспензии хлореллы на голову в сутки способствует повышению прироста живой массы на 3,1 кг относительно контроля.

Обильная серия исследований проведенных Ж.Г. Петровой, В.А. Черванёвым, П.А. Тарасенко (2010) по скармливанию суспензии хлореллы в рационах молодняка свиной на откорме способствовало увеличению сохранности животных в опытной группе (98,05 %) по сравнению с контрольной (90,7 %).

Помимо этого после выведения животных из эксперимента отмечалось достоверное повышение уровня гемоглобина в опытной группе на 3,9 г/л., в контрольной же группе этот показатель наоборот уменьшался на 4,8 г/л. В то же время количество эритроцитов и лейкоцитов достоверно не изменялось.

Суспензия хлореллы оказала нормализующее действие на содержание в сыворотке крови свиной общего белка и его фракции. Очевидно, это связано с усилением обменных процессов в организме. Об этом красноречиво говорит и прирост массы тела у животных, находящихся в опыте.



Если в начале опыта в экспериментальной группе он составлял 320 г в сутки, то в конце был 500 г, то есть увеличился на 25 %.

Количество альбуминов в опытной группе к концу эксперимента увеличилось на 37,6 %. Следовательно, дезинтоксикационная функция печени значительно возросла. Количество  $\alpha$  – и  $\beta$  – глобулинов колебалось в процессе наблюдений незначительно, то есть острые воспалительные процессы, равно как и хроническая патология органов пищеварения и печени в опытной группе свиней отсутствовала. Липидный обмен не нарушен.

Одновременно с этим отмечалось достоверное повышение бактерицидной (БАСК) и лизоцимной (ЛАСК) активности сыворотки крови, фагоцитарной активности нейтрофилов (ФАН) у животных опытной группы. Это свидетельствует о повышении общей неспецифической резистентности организма свиней под действием суспензии хлореллы.

У животных контрольной группы перед началом эксперимента масса их тела составляла в среднем 44,8 кг, а в опытной – 44, 3 кг. Во время убоя - соответственно 92,7 кг и 99,8 кг.

Применение суспензии хлореллы позволило получить дополнительно 7,1 кг прироста массы тела. При визуальном осмотре туши свиней имели равномерный рост мышечной и жировой ткани. Толщина шпика на уровне остистых отростков 6-7 грудных позвонков, не считая толщины шкуры, в экспериментальной группе составляла  $3,33 \pm 0,25$  см, а в контрольной –  $3,45 \pm 0,17$  см. Шпик плотной консистенции, белого цвета, равномерно расположен по всей длине туши.

В ходе экспериментальных исследований было выявлено, что применение суспензии хлореллы не влияет на химический состав и качество мяса.

А.А. Гнояник, В.В. Майонов, П.С. Авраменко и др. (1976), проведя три опыта по скармливанию суспензии

хлореллы молодняку свиней на дорацивании и откорме в условиях совхоза «Узденский» Республики Беларусь добились не плохих результатов.

В первом опыте определяли влияние хлореллы на прирост поросят в период дорацивания. Животных разделяли на две группы – контрольную (66 голов) и опытную (80 голов), которые получали одинаковый рацион, состоящий из ячменной дерти, травяной муки и обраты. Поросятам опытной группы, кроме того, добавляли 0,5 л суспензии хлореллы в сутки при концентрации клеток до 70 млн/мл. Суспензию скармливали в смеси с концентратами. Опыт длился 72 дня.

Таким образом, добавка в рацион 2 – 4-месячных поросят суспензии хлореллы повысила их приросты на 10,7 % по сравнению с контролем.

Во втором опыте выявлялось влияние хлореллы на откормочное поголовье свиней. Для этой цели было подобрано 45 подсвинков средней живой массой 52 кг. Животных по принципу аналогов разделяли на три группы. Рацион первой (контрольной) группы состоял из комбикорма (рецепт 55-Б-1), второй (опытной) – из комбикорма и 3,5 л барды, третьей (опытной) – из комбикорма и 3,5 л суспензии хлореллы при средней концентрации клеток 60-70 млн. в 1 мл. Хлореллу и барду скармливали в смеси с комбикормом. Консистенция смеси во всех группах была одинаковой. Опыт продолжался 107 дней.

Добавка в рацион молодняку свиней на откорме суспензии хлореллы увеличила их приросты на 9,3 % при одновременной экономии 0,5 кормовых единиц на килограмм прироста.

Исследования биохимических показателей крови, мочи и продуктов убоя свиней контрольной, бардяной и хлорелльной групп показали, что у животных хлорелльной группы все эти показатели были лучше и витаминов в их организме, содержалось больше.

В третьем научно-хозяйственном опыте свиней содержали на концентратно-картофельном рационе, который включал ячменную дерть, подсолнечниковый шрот и картофель. Картофель занимал 15 % в составе рациона. Контрольная группа свиней получала основной рацион, опытная – основной рацион + 3 л суспензии хлореллы.

Продолжительность основного периода опыта 105 дней, каждая группа состояла из 13 подсвинков. Средняя концентрация клеток хлореллы в суспензии на период опыта составляла 40-50 млн. в 1 мл.

Суспензию хлореллы добавляли к смеси концентратов с картофелем после его запаривания. Консистенция корма во всех группах была одинаковой, её регулировали путём добавления соответствующего количества воды.

Добавка суспензии хлореллы, на фоне сбалансированного на уровне протеина концентратно-картофельного рациона увеличивает среднесуточные приросты свиней и улучшает оплату корма на 10 %.

У трёхмесячных поросят в группе получающей суспензию хлореллы среднесуточный прирост составил 495,8 г, в контрольной – 402 г (О.Г. Инжечик, 1976).

Я. Спруж, А. Веге, Я. Петрика (1983), с целью установления биологического действия суспензии хлореллы, добавленной в корм, на организм поросят-отъемышей, в условиях свинофермы учебно-опытного хозяйства «Елгава» провели научно-хозяйственный опыт.

Кормили поросят-отъемышей во время опыта по нормам, принятым в хозяйстве. Основной рацион в среднем содержал 1,6 кг комбикорма, 0,2 кг – травяной муки и 0,1 кг рыбной муки.

Скармливание суспензии хлореллы существенно улучшило рост поросят. Если в I (контрольной) группе среднесуточный прирост составил 344 г, то во II и III опытных группах он был соответственно 403 и 442 г.

Хлорелла благоприятно действовала на организм отъёмышей, повышала использование питательных веществ рациона и существенно снижала затраты кормовых единиц и переваримого протеина на получение единицы прироста.

Высокую эффективность дало скармливание поросётам как 0,5 л (II группа), так и 1 л (III группа) суспензии на голову в день. В данном опыте использование хлореллы снизило расход кормовых единиц на 1 кг прироста живой массы на 14,5-20 %, а переваримого протеина на 14,6-22,7 % соответственно по сравнению с контролем.

В среднем за период опыта (59 дней) от каждого поросёнка II опытной группы по сравнению с контрольной получили дополнительно 3,5 кг мяса в живой массе. Каждый рубль, затраченный на ее покупку, дал 3,5 руб. дополнительного дохода.

Из хлореллы можно готовить еще пасту и сухую биомассу. Однако суспензия имеет то преимущество, что наряду с биомассой животные используют и все продукты жизнедеятельности клеток (витамины, ферменты, антибиотики и др.), находящиеся в растворе, а также минеральные вещества, первоначально внесенные в среду для ее питания.

В проведённых опытах в США (Карнельский университет) замена соевого шрота (33 % протеина) мукой из хлореллы (водоросль вводили в рацион в количестве 13,8 – 14,8 % от массы) не оказало отрицательного действия на рост поросят, отнятых в 4-8 дневном возрасте. В течение 26 дней опыта у них не наблюдали поносов, потери аппетита, гистологических изменений в желудочно-кишечном тракте, а также изменений в биохимических показателях (T.N. Yap, J.F. Wu, W.G. Pond et. al., 1982)

Б. Якушевич (1973), в своё время проводил научно-хозяйственный опыт по использованию суспензии хлореллы в рационе поросят-отъёмышей в условиях свинофермы ОПХ Молдавского НИЖ. Было выявлено, что дача суспен-

зии хлореллы животным опытных групп в количестве 1,25 л на голову в сутки способствовало повышению приростов на 11,9 % и снижению расхода кормов на 1 кг прироста при этом на 10,8 %.

В опытах Т. Бабаева (1966) ежедневное добавление к основному рациону поросят по 2 л суспензии хлореллы давало дополнительный прирост до 30 %.

Выполненные в условиях Саратовской области И. Обрезановым, А. Фроловой, С. Ледневой опыты показали, что скармливание поросьятам-сосунам 15 л суспензии хлореллы (выпоено вместо воды) при концентрации клеток 20 млн./мл повысило их среднесуточные приросты на 21 г по сравнению с контрольными.

И.Ф. Ткачёв (1966), в опыте, проведённом в Кушевском зерносовхозе на поросятах-отъёмышках в возрасте от 2 до 4 месяцев (по 40 голов в группе), получил увеличение среднесуточных приростов на 21,2 %, а Газырском зерносовхозе суточные приросты аналогичных поросят оказались больше на 70 г, чем в контроле.

В. Гусев, М. Ходырева (1975) установили, что скармливание поросьятам 1 л суспензии хлореллы (на голову в сутки) дало прибавку живой массы в среднем за 60 дней на 20,7 %. На каждый килограмм прироста при этом экономилось 1,12 кормовых единиц.

По данным Р. Шахназаряна (1964), введение в рацион 5 мл суспензии хлореллы на 1 кг живого веса поросят увеличило их приросты на 12-15 %.

Среднесуточный прирост подсвинков в опытной группе при этом составил 628 г, а в контрольной соответственно – 602 г.

В опытах А.М. Музафарова, Е.И. Милоградова (1965), включение 2 л суспензии хлореллы в рацион подопытных свиней увеличило их приросты на 33 % по сравнению с группой, не получавшей её.

В то же время в исследованиях А.Ф. Глазова, А.В. Кочегура (1976) добавка суспензии хлореллы на фоне рациона свиней, обеспечивающего их потребность в энергии на 80 %, почти не оказало положительного влияния на показатели откорма. В аналогичном опыте, но при более длительном использовании суспензии продуктивный эффект с точки зрения увеличения среднесуточных приростов свиней составил 5,8 % (605 г в опытной группе и 572 – в контрольной).

В исследованиях Д.К. Уфимцева, М.В. Подольникова (2008), Л. Гамко, В. Подольникова, Д. Уфимцева (2008), добавка суспензии микроводоросли типа *Chlorella vulgaris* штамма ИФР № С-111 к основному рациону поросят-отъемышей в количестве 100, 125 и 150 мл/кг сухого вещества позволила повысить переваримость основных питательных веществ среднесуточный прирост в опытных группах на – 12,0 %, 26,7 % и 5,3 % при одновременном снижении затрат обменной энергии на 1 кг прироста соответственно на 10,8 %, 21,0 % и 5,0 % по отношению к контролю. Для более полного изучения влияния суспензии микроводоросли на организм поросят-отъемышей был изучен морфологический и биохимический состав их крови. Анализ морфологического состава поросят-отъемышей показал, что численность лейкоцитов у животных, при скармливании им суспензии микроводоросли, находилась в пределах физиологической нормы. Данный факт можно расценивать как отсутствие в химическом составе микроводоросли признаков чужеродности.

Количество эритроцитов в опытных группах имело тенденцию к увеличению – во второй группе на 5,66 %, в третьей – на 28,30 % и четвертой – на 32,07 % по сравнению с контролем. Содержание гемоглобина в крови увеличивалось у поросят всех опытных групп.

Наряду с морфологическими произошли положительные изменения ряда биохимических показателей крови по-

поросят-отъемышей. Так, количество глюкозы в крови у поросят, получавших суспензию микроводоросли, повысилось по сравнению с контролем, соответственно по группам, на 17,04, 45,03 и 32,31 %. Количество общего белка – на 11,48, 10,87 и 5,89 %.

Среди белковых фракций наибольшее увеличение отмечалось по содержанию  $\gamma$ -глобулинов у поросят второй и третьей опытных групп на 3,9 и 2,9 % соответственно в сравнении с контрольной группой.

Введение в состав рационов поросят-отъемышей суспензии микроводоросли способствовало увеличению содержания в крови общего кальция в среднем в 1,5 раза, а фосфора – более чем в 2 раза.

В настоящее время накоплен большой фактический материал по положительному влиянию хлореллы на продуктивность животных. Хорошие результаты получены в хозяйствах Пензенской области. Так, за месячный период выпашивания опытным поросят суспензии хлореллы прирост их живой массы повысился по сравнению с контрольными аналогами на 30-40 %, а у 6-месячных телят на 40-42 %.

Помимо получения высокого прироста массы животных хлорелла оказывает и лечебно-профилактическое действие (Н. Богданов, 2001).

Скармливание суспензии хлореллы поросят, в количестве 0,5 л во II-й опытной группе и 1 л в III – й на голову в день, улучшило их рост. Если в I (контрольной) группе среднесуточный прирост составил 344 г, то во II и III опытных группах он был соответственно 403 и 442 г. В данном опыте использование хлореллы снизило расход кормовых единиц на 1 кг прироста живой массы на 14,5-20 %, а переваримого протеина на 14,6-22,7 % соответственно по сравнению с контролем.

В среднем за период опыта (59 дней) от каждого поросенка II опытной группы по сравнению с контрольной по-

лучили дополнительно 3,5 кг мяса в живой массе. Каждый рубль, затраченный на ее покупку, дал 3,5 рубля дополнительного дохода.

М.Ф. Томмэ и В.А. Алексеев (1971) провели опыт по скармливанию суспензии хлореллы пороссятам - отъемышам.

Для этого по принципу аналогов были созданы две группы поросят-отъемышей по 10 голов в каждой со средним живым весом по 19,2 кг.

Все подопытные группы получали одинаковый рацион, состоящий (по весу) из 75 % ячменя, 10 % гороха, 11 % подсолнечникового шрота, 1,7 % рыбной муки, 1,5 % мела, 0,5 % соли, 0,3 % костной муки.

Кормление было групповое согласно норм ВИЖа, и оно продолжалось в течение 66 дней (с 8 июля по 12 сентября 1966 года).

Рацион контрольной группы свиней был обогащен необходимыми недостающими в рационе витаминами А, D<sub>2</sub>, В<sub>2</sub>. Опытная группа свиней получала тот же рацион, но без обогащения витаминами.

Источником биологически активных веществ служила суспензия хлореллы в количестве 1,2 литра на 1 голову в день. Хлореллу выращивали в деревянном ящике около свинарника под естественным освещением.

Суспензию хлореллы скармливали в смеси с концентратами, а иногда давали в виде пойла. От добавки суспензии хлореллы поедаемость корма не ухудшалась. Её свиньи пили с удовольствием.

В результате опытного кормления подопытные группы свиней росли лучше, чем контрольные животные. Среднесуточный привес составил 524 грамма против 472 или на 11 % выше по сравнению с контролем.

Существенную разницу не наблюдали при исследовании крови. Количество гемоглобина находилось в пределах 10,5 – 11,7 г %, эритроцитов – 4-4,5 млн./мм<sup>3</sup>, общего



белка сыворотки крови – 6,74-6,75 %, пировиноградной кислоты – 0,216-0,250 мг/мл. В сыворотке крови поросят как опытной, так и контрольной групп были обнаружены лишь следы витамина А.

Добавка суспензии хлореллы в количестве 3 л к основному рациону свиней послужила предпосылкой повышения среднесуточных приростов данных животных на 27-31 % по отношению к их аналогам (Е.И. Милоградова, Х.А. Бердыкулов, В.П. Костина, Р.Н. Хурайбердыева, 1963).

Хорошие результаты по использованию хлореллы в рационе молодняка свиней крупной белой породы получили С.М. Бакай, В.П. Шелест, В.Н. Волох (1966). Они изготовили 120 ц гранулированного с суспензией хлореллы комбикорма, который при естественной влажности (9,6 %) содержал 6,1 мг/кг каротина. Этот комбикорм в последующем был использован ими в корм свиньям в сухом и увлажненном виде. В ходе опыта показано, что использование хлореллы в гранулированных кормах является перспективным и наиболее правильным. В дальнейшем было установлено, что добавка суспензии хлореллы в комбикорм привела к увеличению среднесуточных приростов опытного молодняка свиней на 92 г или на 14,3 %.

По утверждению Н. Nakamura (1959), введение в кормление поросят хлореллы почти вдвое повышает их приросты. А, потребление каждый день свиноматками 1,5 кг хлорелловой пасты увеличивало их молочность и плодовитость, в результате чего масса поросят-отъемышей по сравнению с контролем повышалась на 25 %.

Ориентировочные нормы скармливания хлореллы, разработанные Узбекским научно-исследовательским институтом животноводства и ВИЖем, приводятся в табл. 1.

Таблица 1 - Нормы скармливания хлореллы свиньям

Половозрастные группы	Консистенция хлореллы		
	суспензия, л	паста, г	сухая биомасса, г
Свиньи на откорме	3,0-4,0	60-90	20-25
Подсосные поросята	0,5-0,7	40-50	8-16
Поросята-отъёмыши	1,0-2,0	100-150	20-40
Свиноматки	4,0-5,0	100-200	60-100
Хряки	3,0-4,0	100-150	50-80

Данные нормы скармливания суспензии рассчитаны при средней концентрации клеток 40-50 млн./мл.

Суспензию хлореллы скармливают свиньям, добавляя её в кормосмеси вместо воды. Пасту и сухую биомассу дают им в смеси с концентратами. Свиньи охотно поедают корма, сдобренные хлореллой (П.С. Авраменко, О.А. Вербич, Н.И. Медведько, 1987).

### ***2.3. Значение хлореллы в кормлении сельскохозяйственной птицы***

Большой фактический материал накоплен в области использования хлореллы в птицеводстве.

Как свидетельствует Ю. Пономаренко, Т. Замковец (2007), использование кормовой добавки «Суспензия хлореллы», в количестве 30 мл на голову, оказало положительное влияние на продуктивность кур-несушек: яйценоскость увеличилась на 5,9 %; средняя масса яиц – на 2 %; количество отборных и первой категории яиц – на 9,4 %; содержание витамина А и каротиноидов в яйце – соответственно на 28,3 и 50 %; затраты кормов снизились на 5,2 %, сохранность поголовья увеличилась с 97 до 98 %.

В одном из опытов М.Я. Сальниковой (1968) хлорелла в виде сухой биомассы была включена в рационы кур как основной корм в количестве 14 %, а суспензия хлореллы задавалась из расчёта 5 мл в сутки на голову. В результате за период опыта было получено на 22,7 % и 23,9 % яиц больше, чем в контрольной. Однако, при проведении длительных (4-месячных) опытов по скармливанию хлореллы 4450 курам увеличение яйценоскости в опытной группе составило в среднем лишь 8 % по сравнению с контрольной, а в опытах М.Ф. Томмэ, В.А. Алексеева (1970) скармливание суспензии хлореллы цыплятам увеличило их приросты лишь на 3-6 %.

В опытах на цыплятах-бройлерах при изучения пигментационного действия муки хлореллы в рационах цыплят, в дозах соответственно 10,2; 40 г/кг и 30,6; 90 г/кг изучаемых добавок, было показано, что цыплята плохо используют ксантофиллы из рационов с водорослевой мукой по сравнению с рационами, в состав которых входила люцерновая мука. Однако на фоне других кормов эти водоросли могут служить источником каротиноидов (В. Lipstein, H. Talpaz, 1984).

В опытах Н. Nakamura (1959) по использованию 10 % хлореллы в рационе кур получено увеличение их яйценоскости на 20-30 %. Скармливание хлореллы поросётам почти в два раза увеличило их приросты.

У кур-молодок, получавших 3 г пасты хлореллы в день, среднесуточный прирост был на 13 % больше, чем у их аналогов (П. Нескубо, З. Галябеков, К. Талипов, 1972).

Так, по сообщению И.Ф. Ткачёва (1966) в опытах, проведённых на Киевской птицефабрике, кормление петушков сушёной хлореллой, увеличивало их приросты до 20 %, а использование её в рационе кур-несушек повышало яйценоскость на 9 %, массу яиц на 14 %, а содержание каротина в снесённых яйцах увеличивалось в 1,5-2,0 раза.

В материалах R.H. Balasubramanya, G. Rangaswami (1972) отмечено, что замена половины рыбной муки в рационе цыплят хлореллой значительно увеличивает их массу.

В исследованиях Р.Р. Ахмедановой (2004), паста хлореллы, обработанная ферментным препаратом ГЗх способствовало повышению живой массы цыплят в 4 – недельном возрасте на 1,53-10,22 % по отношению к контрольной.

Помимо этого скормливание пасты сказалось на повышении сохранности, переваримости и усвояемости питательных веществ у бройлеров.

Скормливание цыплятам-бройлерам на Васильевской птицефабрике Пензенской области суспензии хлореллы (Н. Богданов, 2007) способствовало тому, что за весь период откорма сохранность в опытной группе составила 98,05 %, а в контрольной – 92,97 %, в меньшем количестве пришлось провести санитарный убой – соответственно 2,4 % и 9,7 %. Таким образом, отход птицы, получавшей хлореллу, был в 3,6-4 раза меньше.

Положительные результаты по скормливанию хлореллы птице были получены и в условиях Белоруссии. Так, в опытах П.Н. Карловского, И.А. Чмыхова (1975), проведённых в Новобелицкой птицефабрике, цыплята, получавшие суспензию хлореллы, имели приросты на 10,9 % выше, чем контрольные при высокой сохранности цыплят. На 5-7 % повышалась и яйценоскость кур-несушек, получающих в рационе хлореллу.

С целью изучения влияния суспензии хлореллы на рост цыплят М.Ф. Томмэ, В.А. Алексеевым (1971) был проведен научно-хозяйственный опыт.

Для этого создали 7 групп 30-ти суточных цыплят русской белой породы. В каждой было по 50 петушков и курочек.

Все подопытные группы цыплят получали одинаковый рацион из птичьего комбикорма, гидролизных дрожжей, вареного картофеля и минеральных веществ. Различие со-

стояло в том, что в рацион I группы была введена сенная мука, а в V-VI группах исключалась половина количества дрожжей от рациона других групп. Но при этом была сохранена аналогичность питательности рациона.

Кормление было полноценное и сбалансированное по всем питательным веществам, в том числе аминокислотами, витаминами, микроэлементами, согласно существующим нормам. Рационы составляли на каждую декаду опытного кормления.

Предполагая, что в рационах V-VI групп в какой-то мере уменьшится количество витаминов группы B и аминокислот, животным V группы дополнительно скармливали Da – метионин (0,15 мг), рибофлавин (0,07 мг) и пантотенат кальция (0,2 мг). К основному рациону пяти подопытных групп была добавлена суспензия хлореллы в количестве 30-60-80 мл на каждый кг, группы без добавки хлореллы служили контролем.

Ежедневно за период опыта в среднем на одну голову было скормлено 16-28-40 мл суспензии хлореллы. Её добавляли непосредственно в кормосмесь, или же давали, а качестве поила. Цыплята с охотой ели корма и пили эту жидкость.

К 85-дневному возрасту, петушки достигали живого веса до одного и более килограмма, а курочки – 850 – 900 граммов, среднесуточный привес колебался в пределах 11-13 граммов.

Цыплята, которым скармливали суспензию хлореллы, росли несколько лучше, но разница была небольшая 3 – 6 % от контрольной группы (VII).

Группы, получавшие разное количество суспензии хлореллы, сеной муки, показали сходные результаты.

Следует отметить, что курочки не реагировали на добавку суспензии хлореллы, тогда как среднесуточный привес петушков был выше на 5 – 10 % по сравнению с контрольной группой.

С целью выяснения влияния скармливания суспензии хлореллы на здоровье и качество мяса цыплят в начале и в конце опыта производили забой петушков и исследовали кровь.

Дача суспензии хлореллы не отражалась на выходе и химическом составе мяса. Во всех группах выход мяса составил в начале опыта 60-61 %, в конце – 64 – 67 %. В мясе количество белка колебалось в пределах 20 – 22 %, жира – 3,5 – 6 %, золы – 1,0 – 1,2 %.

По содержанию гемоглобина, эритроцитов крови, общего белка и его фракций в сыворотке между группами не было разницы.

В 1 мл сыворотки содержалось 3,5 – 6,0 и. е. витамина А. Он в достаточной степени находился в печени (15-50 мг в 1 кг).

Во время опыта цыплята не болели, была высокая сохранность поголовья (94-98 %).

В своей работе И.А. Абакумова (1966), используя пасту хлореллы, получила высокий выход цыплячьих тушек. В более поздних опытах И.А. Абакумовой (1967, 1968) повторно изучалась эффективность замены части белка в рационе цыплят биомассой одноклеточных водорослей и влияние такого рациона на весовые характеристики цыплят и качество их мяса. Было установлено, что на протяжении всего эксперимента у цыплят не наблюдалось отказа от корма. У цыплят опытных групп отмечалась более яркая пигментация ног, клюва и гребешков.

Содержание каротина в печени цыплят повышалось пропорционально увеличению количества хлореллы в рационе. Введение в рацион разных количеств биомассы одноклеточных водорослей не оказало существенного влияния на качество получаемой продукции.

Скармливание хлореллы курам, индейкам, уткам и гусям по сведениям В.А. Суворовой, С.А. Савченко (1990) способствует увеличению в 2-3 раза активности протеаз и амилаз в содержимом зоба и повышению количества гемо-

глобина в крови. Следствием всего этого является рост живой массы птицы в пределах 12-20 %.

Как сообщает Н.И. Богданов (2004, 2006), под действием хлореллы в птицеводстве яйценоскость увеличивается на 20-30 %, инкубационные свойства яиц повышаются на 25 %, а темп роста молодняка птицы мясных пород прибавляет на 25-30 %.

#### ***2.4. Применение хлореллы в рационах пушных зверей***

Хлорелла активно применяется в рационах пушных зверей, доказательством чего являются некоторые научно-хозяйственные опыты.

В опытах по изучению эффективности скармливания хлореллы кроликам Ф. Беренштейном, З.Н. Асаулом, М.Ф. Гордиенко (1964) было установлено, что за 30 дней эксперимента прирост их в опытных группах оказался на 35 % и 11 % выше, чем в контроле.

Е.И. Калентьев (1967) использовал хлореллу неуказанного вида в экспериментах на белых крысах. Были взяты самцы и самки крыс с исходным весом от 80 до 145 г. В контрольной группе было шесть животных, в первой и второй опытных группах по 7 животных. Контрольная группа получала обычный рацион, первая подопытная группа получала зеленую хлореллу с заменой по возрасту обычного рациона (от 5 до 60 % от воздушно-сухого веса рациона; вторая подопытная группа обесцвеченную этиловым спиртом хлореллу (остаток хлорофилла 8 – 15 % от первоначального его содержания). До начала опыта животные содержались 10 дней на обычном рационе. Крысы подопытных групп две недели получали замену по хлорелле 5 % в течение 15 дней (1 – 2 г хлореллы на крысу, при общем воздушно-сухом весе рациона 22 г). Обе подопытные группы первые 7 дней съедали лишь 70 % рациона.

Вес контрольных и подопытных крыс не отличался в течение всего опыта: средний вес контроля в начале опыта – 117 г., в конце – 243 г.; первая подопытная группа 123 г и 247 г; вторая - 124 г. и 258 г. В ходе опыта было выявлено отставание полового развития у подопытных крыс в среднем на 1 месяц. Потомство подопытных животных было внешне рахитичным, рост замедлен по сравнению с контрольным. В месячном возрасте вес крысят подопытных групп составлял 20 – 25 г., контрольных - 40 – 45 г. С возрастом разница увеличилась. Необратимых изменений органов у подопытных животных не обнаружено. Не получены достоверные данные по различию показателей периферической крови у подопытных и контрольных животных.

М.Я. Сальникова (1967) проводила опыты по изучению переваримости хлореллы кроликами. Для опыта были отобраны три кроликоматки вуалево-серебристой породы, живым весом от 3 кг 790 г до 3 кг 970 г. Основной рацион кроликов состоял из сена посевного злаково-бобового (тимофеевка с клевером), овса и овсянки. Хлорелла была выращена на среде 01 в Ленинградском биологическом институте и заготовлена методом лиофильной сушки. Кроликам её задавали в смеси с овсянкой утром натошак. В первое время кролики наотрез отказывались от предложенного корма и потребовалось около 20 дней, чтобы приучить их к нему. Было проведено три опыта по переваримости. В первом из них изучалась переваримость основного рациона, во втором опыте – переваримость хлореллы, при включении её в рацион в количестве 4 г и в третьем переваримость хлореллы при включении её в рацион в количестве 6 г. Каждый из опытов в общей сложности длился восемь дней, из них три дня – подготовительный период и пять дней – учётный. Хлорелла содержала 60,82 % протеина, 7,91 % жира, 5,6 % клетчатки и 19,3 % БЭВ, в расчёте на абсолютно сухое вещество. Из приведённых данных её химического состава видно, что протеин со-



ставляет более половины сухого вещества, следовательно, переваримость протеина будет иметь решающее значение в оценке её кормовых достоинств. При скармливании хлореллы по 4 г на голову протеин переваривался на 78,02 %, а при скармливании 6 г – на 75,57 %.

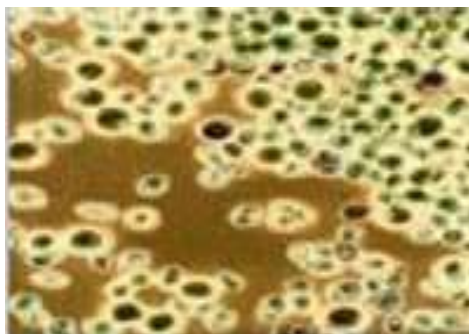
Из приведенных данных видно, что протеин хлореллы кроликами переваривается достаточно хорошо, однако, в рационе, содержащем 4 г хлореллы, переваримость протеина в рационе имеет большое значение в её переваримости. При проведении опыта пытались определить оптимальные нормы скармливания хлореллы кроликам. В рационе было 2, 4, 6 и 8 г хлореллы. Однако 2 г – слишком малая величина, чтобы по ней рассчитать переваримость питательных веществ, а при скармливании кроликам по 8 г хлореллы они периодически отказывались от предложенного корма. Даже при скармливании 6 г хлореллы, заметно изменилась консистенция кала кроликов, он стал более водянистым, тёмно-зелёного цвета. Привес кроликов в период опыта составил в среднем 230 г на голову в месяц.

### **3. Характеристика микроводоросли хлорелла**

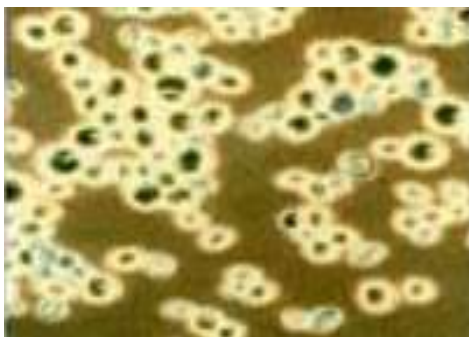
Наиболее перспективным объектом из числа микроводорослей является *Chlorella*, как наиболее распространённая из фототрофов.

Хлорелла была открыта и классифицирована в 1890 году Бейринком (M.W. Beijerinck, 1921). Ряд учёных (И.Б. Богатова, 1971; Н.П. Горбунова, Е.С. Ключникова, Н.А. Комарницкий, 1976; А.А. Федоров, 1977; А.Ф. Антипчук, С.А. Кражан, П.А. Литвинова, П.А. Мушак, 1979; В.Г. Каплин, 2003; Н. Mitsuda, 1965) описывают данную микроводоросль следующим образом. Хлорелла – одноклеточная зелёная водоросль, обитающая в пресной и морской воде, во влажной почве, на коре деревьев. Своё название хлорелла получила благодаря греческому корню «chloros», что значит

желто-зеленый, а латинское окончание -ella – буквально означает «маленький». Микроскопическая водоросль хлорелла считается долгожительницей нашей планеты, её существование измеряется более чем двумя миллиардами лет (рис. 1), считается, что этим фактом она обязана уникальной клеточной структуре. Многие её виды являются симбионтами некоторых животных (гидры, турбеллярии, многие простейшие) и грибов (гонидии лишайников).



А



Б

**Рис. 2. Жизнеспособные штаммы хлореллы, выделенные из древних мерзлых осадочных толщ: А – *Chlorella vulgaris*; Б – *Chlorella saccharophila***

Клетки хлореллы одиночные, мелкие (от 2 до 10 мкм в диаметре), шаровидные или овальные, с гладкой целлюлозной оболочкой. Иногда клетки погружены в слизь (*Chlorella mucosa* Korsch). Ядро одно, но в животной клетке без специальной обработки оно невидимо. Само ядро защищено от неблагоприятных воздействий клеточной стенкой, которая является труднопереваримой для моногастричных животных. Электронно-микроскопические исследования позволили обнаружить сложное строение клеточной стенки у некоторых видов хлореллы. Наружный трёхслойный – триламинарный компонент стенки образованный двумя электронно-плотными зонами, заключающими электронно-прозрачную центральную зону, содержит спорополленин – чрезвычайно устойчивое к действию различных ферментов вещество, встречающееся в пыльцевых зернах и спорах высших растений. Внутренний более толстый компонент содержит целлюлозные микрофибриллы. У ряда видов хлореллы в стенке имеется только микрофибриллярный слой, а трёхслойный наружный компонент из спорополленина отсутствует. Размножается хлорелла только бесполым путём с образованием в одной клетке по 4 – 16 спор. В клетках хлореллы содержится до 50 полноценных белков, в составе которых более 40 аминокислот, в том числе все незаменимые, жирные масла, витамины А, D, В, С, К. Помимо всего прочего в них много хлорофилла, β-каротина, нуклеиновых кислот (таблица 1, 2). Хлорелла нетребовательна к условиям обитания и способна весьма интенсивно размножаться. В водоёмах – это типичный планктёр, но встречается она и в бентосе, перифитоне и нейстоне.

Хлорелла основной корм при культивировании и выращивании коловратки, дафнии, артемии.

Для аквариумных рыб это незаменимый природный «пробиотик» повышающий иммунитет рыб и улучшающий

их рост, который с успехом применяется как подкормка в разведении и выращивании промысловых видов рыб, животноводстве и птицеводстве.

Биохимический состав микроводоросли хлорелла в соответствии со стандартами FAO, табл. 2.

Таблица 2 - Биохимический состав микроводоросли хлорелла в соответствии со стандартами FAO

Показатели в %	Содержание веществ
Протеин	58
Углеводы	23
Жиры	9
Зола	5
Влага	5
Витамины (в мг на 10 г сухого веса)	
В-каротин	5550 МЕ
Аскорбиновая кислота	1
Токоферол	0,1 МЕ
Тиамин	0,17
Рибофлавин	0,43
Ниацин	2,38
Пиридоксин	140 мкг
Цианокобаламин	13 мкг
Фолацин	2,7 мкг
Биотин	19 мкг
Пантотеновая кислота	130 мкг
Инозитол	13,2 мкг
Минеральные вещества (в мг на 10 г сухого веса)	
Кальций	22
Железо	13
Магний	32
Натрий	0
Калий	90

Продолжение таблицы 2

Фосфор	90
Цинк	7
Марганец	*
Медь	10
Хром	*
Пигменты (в мг на 10 г сухого веса)	
Хлорофилл	280
Каротиноиды	*
Липиды (в мг на 10 г сухого веса)	
Гликолипиды	*
Сульфолипиды	*

Таблица 3 - Сравнительные данные по аминокислотному составу биомассы хлореллы и основных продуктов питания (г/100 г сухого веса)

Аминокислотный состав	Хлорелла	Соевые бобы	Говядина	Яйца	Сардины	Стандарт FAO
Изолейцин	3,90	1,80	0,93	0,67	0,83	4,2
Лейцин	6,01	2,70	1,70	1,08	1,28	4,8
Лизин	3,60	2,58	1,76	0,89	1,95	4,2
Метионин	0,61	0,48	0,43	0,35	0,58	2,2
Цистин	0,48	0,48	0,23	0,35	0,38	4,2
Фенилаланин	3,00	1,98	0,68	0,49	0,61	2,8
Тирозин	2,53	1,38	0,68	0,49	0,61	-
Треонин	2,30	1,62	0,86	0,59	0,99	2,8
Триптофан	0,59	0,55	0,25	0,20	0,30	1,4
Валин	3,30	1,86	1,05	0,83	1,02	4,2

В пределах рода *Chlorella* есть светолюбивые и теневыносливые культуры с меньшим или большим содержанием хлорофилла, с большей или меньшей активностью единицы хлорофилла, есть термофильные, мезофильные и

психофильные (хорошо растущие при температуре +5...+10 °С) штаммы. Каждый штамм в той или иной мере обладает адаптационными способностями. Но у каждой культуры свой генетически закреплённый диапазон требований к освещенности и температуре.

По данным Л.М. Величко (1989), хлорелла в отличии от сине-зелёных водорослей, которые используют солнечную энергию в более широком диапазоне спектра, поглощает свет в красной и сине-фиолетовой областях спектра, что связано с различиями в составе пигментного комплекса. Первый путь - экстенсивный, второй – интенсивный.

Хлорелла – эта культура, характеризующаяся жизнестойкостью и в зависимости от состава среды и условий выращивания может резко менять свой белковый, жировой, углеводный и витаминный состав. Например, на среде, богатой азотом, хлорелла способна в сухом веществе накапливать до 80 % протеина и 5 % жира, а на среде, бедной азотом, наоборот только 7 % протеина и до 80 % жира (П.С. Авраменко, О.А. Вербич, Н.И. Медведько и др., 1987).

По утверждению А.М. Музафарова, Т.Т. Таубаева (1974) в хлорелле, как и в других зелёных водорослях, содержится около 50 – 55 % белка, 30 – 35 % углеводов, 7 – 10 % жира. Хлорофилла в хлорелле в 5-10 раз больше, чем в спирулине, а содержание каротина в 7-10 раз больше, чем в шиповнике.

При наличии всех необходимых условий (температура, свет, питательные вещества, наличие углекислого газа и т. д.) хлорелла может увеличивать свой урожай в несколько раз. В своё время Н. Nakamura (1961) культивируя хлореллу в установках открытого типа, в тёплые месяцы, добивался повышения урожая в 3 – 4 раза.

#### 4. Технология культивирования кормовых форм хлореллы

Человек издавна ищет в природе и вводит в хозяйственную сферу новые виды растений и животных. И если сейчас, с одной стороны, выведены новые формы и сорта растений и возникло понятие «культурные растения», а с другой – развита целая отрасль промышленности – техническая микробиология, использующая для получения ценных веществ деятельность бактерий и микроскопических грибов, то громадный мир микроскопических водорослей, особенно одноклеточных, до недавнего времени оставался вне сферы практической деятельности людей.

Несмотря на широкую распространенность микроскопических водорослей в природе и громадное значение их в общем балансе фотосинтетической продукции на Земле, несмотря также на то, что первый опыт по выращиванию этих организмов в искусственной среде относится к 1871 г., а получение первых бактериологически чистых культур их к 1890 г., исследователи лишь в 40-е годы нашего столетия обратились к вопросам искусственного культивирования фотоавтотрофных микроскопических водорослей в связи с различными аспектами практического их использования.

Одним из реальных методов использования микроскопических водорослей в производственной деятельности человека является их массовая культура. Начало этому положили одноклеточные зелёные водоросли, которые привлекли к себе внимание как объекты для промышленного культивирования в силу высокой степени изученности и благодаря ряду ценнейших биологических и физиологических свойств (А.А. Фёдоров, 1977).

В промышленном плане культивирования во многих странах прекрасно зарекомендовала себя хлорелла – одноклеточная зелёная водоросль, используемая в качестве протеиновых и витаминных добавок. Существуют более 10

штаммов хлореллы. Выращивают её как в открытых водоёмах в странах с теплым климатом, так и в закрытых помещениях, при искусственном освещении (Н.С. Сорокина, Е.В. Виноградова, 1973).

В настоящее время существует много разных конструкций и установок для выращивания хлореллы под открытым небом.

Принципиальная схема такого культивирования состоит в выращивании водорослей в жидких питательных средах в бассейнах, лотках и других ёмкостях с различными способами перемешивания, подачи углекислоты и использованием солнечного света.

Производительность установок составляет в среднем 15 – 20 г/м<sup>2</sup> сухой биомассы в сутки достигая иногда 25 – 30, а в отдельных случаях 35 – 40 г/м<sup>2</sup>. Урожай с единицы объёма суспензии в условиях массовой культуры под открытым небом составляет в среднем 0,2 г/л в сутки, поднимаясь в отдельных случаях до 1,2 г/л. Плотность культуры, при которой ведётся выращивание водорослей, варьирует в зависимости от типа установок и составляет 25 – 400 млн. клеток на 1 мл.

Культуры одноклеточных водорослей, в том числе и хлореллы под открытым небом характеризуются низкими коэффициентами размножения, что свидетельствует, по существу, об экстенсивном ведении культуры, при котором получение больших количеств биомассы обеспечивается использованием больших площадей.

Постоянно меняющиеся погодные условия являются причиной того, что в установках открытого типа невозможно длительное, стабильное снятие устойчивого урожая, что приближает этот принцип культивирования водорослей к способам возделывания высших растений, когда процесс накопления урожая существенным образом зависит от погодных условий (А.А. Фёдоров, 1977; М.Я. Сальникова, 1977).



В связи с этим наиболее выгодно и целесообразно использовать установки закрытого типа, которые позволяют исключить влияние неблагоприятных факторов окружающей среды в течение всего времени культивирования.

Как пишет Н.И. Богданов (2007), усовершенствование штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР № С -111 и *Chlorella vulgaris* ВИН с учётом их свойств позволило сконструировать простые установки без оборудования для перемешивания суспензии и постоянного снабжения углекислым газом. Освещение и обогрев стали совмещенными. Исключалось строгое соблюдение стерильности при выращивании хлореллы. Наряду с этим штаммы *Chlorella vulgaris* ИФР № С -111 и *Chlorella vulgaris* ВИН обладают следующими полезными свойствами:

- равномерное распределение клеток в культуральной среде;
- отсутствие агглютинации клеток;
- способность создавать условия, препятствующие развитию прочих микроорганизмов;
- невосприимчивость к альгофагам;
- способность нахождения в состоянии длительного анабиоза.

Высокая производительность таких установок позволила размещать их непосредственно в животноводческих помещениях или создавать цеха с возможностью централизованной поставки суспензии хлореллы в животноводческие хозяйства.

Для культивирования хлореллы были разработаны три типа установок. При одинаковом принципе работы они отличаются по количеству вырабатываемой суспензии. Установки на получение 20 литров суспензии хлореллы в сутки являются наиболее простыми по конструкции и изготовлению. Они состоят из шести стеклянных баллонов, размещенных на поддоне каркаса вокруг ламп ДРЛФ или ДРИ (Н.И.

Богданов, 2001, 2003). Их можно применить в хозяйствах, где поголовье не более одной тысячи голов скота.

Более производительная установка для выращивания в сутки 60 л суспензии хлореллы включает размещенную на каркасе ёмкость, в которую опущены лампы искусственного освещения в стеклянных колпаках (Н.И. Богданов, 2003). Установка предназначена для использования в хозяйствах, где поголовье скота от одной до десяти тысяч голов (рис. 3).



**А**



**Б**

**Рис. 3. Установка для синтеза микроводоросли УМВ-60**

**А** – подготовка к работе; **Б** – в рабочем положении.

Для крупных хозяйств и птицефабрик предназначены установки, в ёмкости которых вертикально установлены цилиндрические стеклянные трубы со стационарно размещёнными в них лампами. Ёмкость снабжена вентиляторами, установленными под стеклянными трубами, в которые можно подавать воздух при достижении температуры суспензии, превышающей оптимальную для культивирования хлореллы. Внутри ёмкости расположен датчик температу-

ры суспензии, который связан с терморегулятором, подключённым к вентиляторам (Н.И. Богданов, 2004). Производительность этой установки 160 литров суспензии хлореллы в сутки с возможностью увеличивать число установок в зависимости от необходимого количества суспензии.

Плотность вырабатываемой в этих установках суспензии соответствует требованиям к нормам или альголизантам при их использовании в производственных условиях.

По утверждению П.С. Авраменко, О.А. Вербич, Н.И. Медведько (1987), технология выращивания хлореллы в установках закрытого типа предусматривает следующие основные условия:

- наличие солнечного или искусственного света в пределах 10 – 20 тысяч люкс над поверхностью культуры;
- поддержание оптимальной температуры суспензии, где размножаются клетки, в пределах 20 – 30 °С;
- наличие питательной среды с обязательным содержанием в ней таких элементов, как азот, фосфор, железо, сера и ряд микроэлементов;
- периодическая подача в среду углекислого газа и перемешивание культуры.

Рассмотрим стадии культивирования суспензии хлореллы на примере штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР № С - 111 и *Chlorella vulgaris* BIN в установках закрытого типа по технологии Н.И. Богданова (2007).

Предложенная технология состоит из подготовки и использования посевного материала, приготовления питательной среды и раствора углекислого газа, создания необходимого температурного и светового режимов.

В качестве посевного материала используется один из штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР № С -111 и *Chlorella vulgaris* BIN. Суспензия хлореллы, достигшая оптической плотности 1,8, может храниться в стеклянных ёмкостях без

соблюдения стерильности при комнатной температуре на рассеянном свете в течение одной или двух недель, а затем оседает на дно. Суспензия становится прозрачной.

Известно, что культура зелёных одноклеточных водорослей в коллекциях хранится при периодическом посеве на твёрдые агаризованные среды. Установлено также, что длительное поддержание одних и тех же штаммов хлореллы в коллекциях при разных условиях хранения ведёт к изменению их продуктивных свойств и состава клеток.

Штаммы *Chlorella vulgaris* ИФР № С -111 и *Chlorella vulgaris* ВИН отличаются неприхотливостью, нет необходимости хранить их на твёрдых питательных средах и в специальных «музейных» условиях.

После длительного хранения такой посевной материал можно использовать для культивирования хлореллы, но для этого следует предварительно тщательно взболтать содержимое ёмкости или, слив прозрачную его часть, загущённую массу клеток хлореллы (осадок) после тщательно его перемешивания внести в культиватор.

Состав сред для культивирования микроводорослей довольно подробно изучен. Для этой цели основными компонентами питательной среды являются азот, фосфор, железо, медь и др. Состав её подбирается с учётом предназначения получаемой продукции. Так, например А.А. Гнояник, В.В. Майонов, П.С. Авраменко и др. (1976), при выращивании хлореллы в условиях Белоруссии применяли модифицированную среду 04, предложенную узбекскими учёными.

Состав питательной среды (на 1 тонну воды)	
Карбамид	200 г
Кальций фосфорнокислый однозамещённый	30 г
Кальций сернокислый	30 г
Натрий двууглекислый (питьевая сода)	100 г

Магний серноокислый	80 г
Калий хлористый	25 г
Железо хлорное (1 % - ный раствор)	150 мл
Раствор микроэлементов	100 мл
Почвенный экстракт	0,5 л
Почвенный экстракт (из сухого куриного помёта)	1 л

Помимо этого Е. Мананкина, С. Мельников (2010) указывают на то, что питательная среда для хлореллы может иметь следующий состав (мг/л): мочевины (карбамид) – 300; аммофос – 150; сульфат калия или калимаг – 150; ацетат натрия – 100 и микроэлементы.

Или как свидетельствуют М.Ф. Томмэ, В.А. Алексеев (1971), основными питательными веществами для роста хлореллы могут являться минеральные соли, растворенные в водопроводной воде.

На 1 литр жидкости необходимо добавить 600 мл карбамида, 250 мл серноокислого магния, 130 мл однозамещенного фосфорнокислого калия, 10 мл серноокислого железа и 2 мл почвенной вытяжки.

Для штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* ВИН она может быть предельно простой.

По Hopkins (1876), прибавление 0,2 мг/л марганца в питательную среду увеличивает урожай хлореллы в 10-100 раз.

Одними из основных условий интенсивного развития водорослей является наличие углекислого газа. Это обеспечивается за счёт внесения в питательную среду суспензии клетчатковых бактерий, выращенных на линтерной пыли, пшеничной соломе, полове и прочих клетчаткосодержащих материалах. В данном случае углекислый газ является продуктом жизнедеятельности клетчатковых бактерий и интенсивно насыщает суспензию хлореллы. Кислород, который выделяет хлорелла в процессе фотосинтеза, частично потребляется бактериями, что предохраняет

среду от переокисления. Полученный таким образом раствор углекислого газа вводят в суспензию хлореллы один раз в сутки.

Эта питательная среда может быть охарактеризована как органоминеральная с углекислым газом, так как она содержит не только  $\text{CO}_2$ , но и органические вещества, которые выделяются в раствор углекислого газа при аэробном разложении клетчатко-содержащего материала.

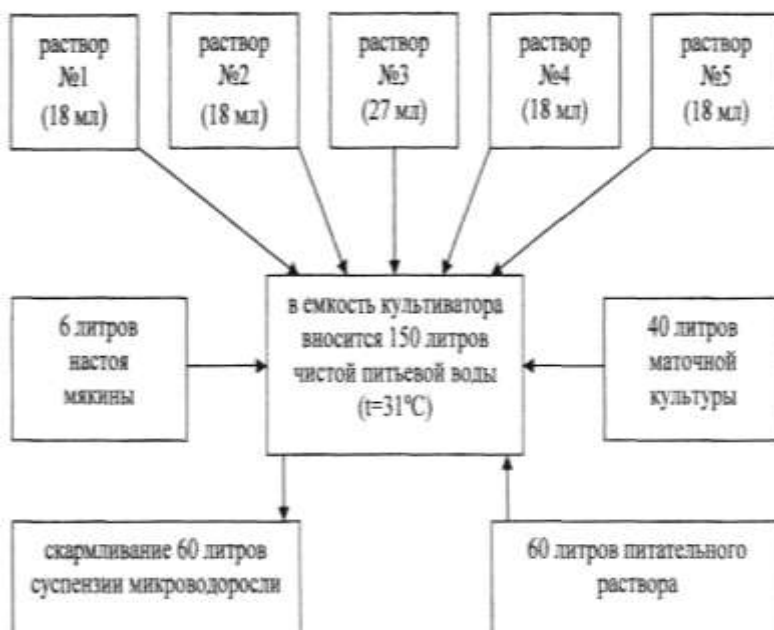
Штаммы *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* ВИН растут при температуре в пределах 26-36 °С и 20-40 °С и относятся к мезофильным. Оптимальная температура для них, как и для всех мезофильных штаммов 28-30 °С. При минусовых температурах штаммы не погибают, и длительное время могут находиться в замороженном состоянии. На интенсивность развития и продуктивность штамма отрицательное влияние оказывает перепад дневных и ночных температур более пяти градусов. Однако, как показали исследования, переменный температурный режим 25-30 °С более благоприятен для роста хлореллы в культуре, чем постоянные температуры 25 или 30 °С. Поэтому при культивировании хлореллы допускается колебания температуры в пределах 5 °С.

Биотехнология культивирования хлореллы с использованием описанных нами установок одна и та же. Процесс культивирования начинается с приготовления питательной среды, для чего в ёмкость заливают воду температурой 20-30 °С.

В состав питательной среды входят широко используемые в сельском хозяйстве удобрения и недефицитные реактивы. Однако ни один из приведенных в рецепте реактивов замене не подлежит, иначе полученная продукция не будет соответствовать предъявленным к её качеству требованиям.

Схематично процесс приготовления суспензии микроводоросли типа хлорелла штамма ИФР № С-111 представ-

лен на рисунке 4.



**Рис. 4. Схема приготовления суспензии микроводоросли типа хлорелла штамма ИФР № С-111**

При приготовлении питательной среды соблюдается последовательность внесения реактивов. После введения каждого из них раствор тщательно перемешивают.

В питательной среде до добавления раствора углекислого газа не должно быть хлопьев, осадка или опалесценции.

Вносимая маточная культура суспензии хлореллы составляет 20 % от объёма ёмкости. Оптическая плотность посевного материала должна быть в пределах от 1,4 до 1,8 (Н.И. Богданов, 2007).

Культивирование хлореллы начинается с момента включения ламп искусственного освещения. Необходимое время освещения суспензии 12-20 часов. Лампы не только освещают её, но и создают необходимый тепловой режим. Оптимальная температура для культивирования суспензии хлореллы 28-30 °С.

Для приготовления маточной культуры чистые штаммы хлореллы выращивают при искусственном освещении в колбах вместимостью 1-2 л, периодически взбалтывая и продувая через суспензию газовую смесь, содержащую до 5 % CO<sub>2</sub>. Через четыре-пять дней культуру из колб переносят в 10-20-литровые баллоны. Как только суспензия приобретает ярко-зелёный цвет, её переливают в большую ёмкость, в качестве которой можно использовать аквариум, ванну или специально изготовленный маточник. При регулярном перемешивании, благоприятных температуре, освещении и подпитке углекислотой хлорелла быстро растёт и размножается и через шесть-семь дней она готова к высеву в производственную установку.

При высеве хлореллы необходимо следить, чтобы первоначальная концентрация клеток суспензии в производственной установке была не ниже 4 млн/мл, так как при меньшей концентрации культура чувствует себя угнетённо и развивается медленно.

Для обновления культуры можно использовать метод гравитационного отстойника. В небольшую бетонированную яму, цистерну или ванну наливают суспензию хлореллы и выдерживают там, 10-12 часов, не перемешивая. Часть содержащихся в суспензии клеток переходит в осадок: сначала оседают мёртвые и физиологически неактивные, затем «старшие» по возрасту, а в самом верхнем слое остаются «молодые» активные клетки, отличающиеся высокой энергией роста и размножения. Этот слой отсасыва-



ют сифоном и используют для сева (А.А. Гнояник, В.В. Майонов, П.С. Авраменко и др., 1976).

Ежедневно на протяжении трёх суток в ёмкость вводят определённое количество раствора углекислого газа. На четвёртый день суспензия хлореллы готова к использованию. Готовность её определяют по оптической плотности или коэффициенту пропускания. При этом первый параметр должен составлять 1,4-1,8, второй 2-4 %.

Процесс производства суспензии хлореллы непрерывный, так как из ёмкости ежедневно сливают часть суспензии на выпаивание животным. Культивирование хлореллы ведётся весь год, продуктивность не зависит от сезона года.

В культурах штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* ВИН не развиваются микроорганизмы, в том числе различные виды водорослей, а также зооцеленцы (амебы, инфузории, коловратки) поэтому не требуется создавать специальные условия стерильности при их культивировании.

Периодически культиваторы необходимо мыть и дезинфицировать раствором хлорной извести, которая добавляется в количестве 2-5 кг на 1 т воды.

Нет необходимости также следить за изменениями рН – среды или искусственно её регулировать, так как отклонения величин рН наступают в результате протекающих в культиваторе естественных физиологических процессов и не превышает допустимых значений.

## Заключение

Хлорелла – это поистине одно из уникальнейших богатств земного шара, подаренное в пользование людям живой природой за многие миллионы лет эволюции. Данная культура содержит в своём составе огромное количество полезных и необходимых веществ (белки, незаменимые и заменимые аминокислоты, углеводы, липиды, жирные кислоты, минеральные вещества, витамины, ферменты, антибиотики, гормоны и т.д.), в которых так нуждаются все сельскохозяйственные животные и птица. Если сравнивать химический состав хлореллы с высшими растениями, а также рядом продуктов животного происхождения, то по многим показателям наблюдается её явное превосходство.

Микроводоросль хлорелла получила широкую апробацию использования её в медицине, промышленности, животноводстве и птицеводстве в работах большого числа российских и зарубежных учёных. За многие десятилетия ими было выявлено положительное действие хлореллы – как ценного продукта питания и лекарственного средства для людей и ценной кормовой добавки в виде суспензии, пасты и сухого порошка на интенсификацию обмена веществ и энергии, укреплении общей резистентности организма животных. В сфере животноводства это в свою очередь послужило повышению продуктивности, при как правило одновременном снижении затрат кормов и питательных веществ на единицу продукции, улучшению её качества сохранению здоровья животных.

Относительно производства данной культуры хотелось бы отметить следующее. Это сравнительно дешёвое и весьма эффективное кормовое средство. На настоящий

момент себестоимость одного литра суспензии находится в пределах 0,52 рубля. Для постоянного обогащения рационов животных и птицы полноценным белком и биологически активными веществами, хозяйствам более экономично, конечно же, приобрести установку для культивирования хлореллы, которая в скором времени окупится, нежели тратить огромные средства на дорогие кормовые средства и биологически активные добавки.

В наш век, когда в кормлении различных видов сельскохозяйственных животных и птицы внедряется всё больший ассортимент химических веществ повышающих продуктивность, переваримость, улучшающих качество продукции и здоровье, наиболее разумно и выгодно было бы использовать хлореллу, хотя бы потому, что она является нативным природным компонентом.

Хлорелла является поистине уникальной биологически активной добавкой для людей, обладающей не только ростстимулирующим действием, но, что самое главное широким лекарственным действием.

Применение хлореллы в животноводстве и птицеводстве является как никогда актуальным. Помимо того, что хлорелла повышает продуктивность животных в сравнении с обычным кормлением порядка на 30 % и более, она же ещё обеспечивает получение экологически чистой продукции, не куммулирующей в себе ничего вредного. Микроводоросль хлорелла обладает большим потенциалом воздействия на животный организм и является растением, которое при тщательном исследовании позволит решить огромное количество проблем, возникших в дальнейшем перед современным животноводством, как в настоящее, так и в будущее время.

## Список литературы

1. Абакумова, И.А. Использование биомассы одноклеточных водорослей в рационе цыплят / И.А. Абакумова // «Сборник работ молодых ученых»: Материалы Всесоюзной конференции аспирантов. М., 1966, вып. 8, С.85-92.

2. Абакумова, И.А. Исследование кормовой ценности одноклеточных водорослей / И.А. Абакумова, Ю.И. Кондратьев, А.С. Ушаков // В кн.: Проблемы создания замкнутых экологических систем. М., 1967, с.60-64.

3. Абакумова, И.А. Использование одноклеточных водорослей в рационах растущих цыплят / И.А. Абакумова, М.С. Найденский, И.С. Шпиц // В кн.: Материалы VII Всесоюзной научно-методической конференции по зооигиене и основам ветеринарии. М., 1968, т. 2, с.44-45.

4. Авраменко, П.С. Заменители зерновых кормов в свиноводстве / П.С. Авраменко, О.А. Вербич, Н.И. Медведько. – Мн.: Ураджай, 1987. – С.92.

5. Амарьянц, А.Г. Влияние различных добавок суспензии хлореллы на питательность хлопковых рационов каракульских овец / А.Г. Амарьянц // «Материалы пятой объединенной конференции молодых ученых по сельскому хозяйству Узбекистана». Ташкент, 1970. – С.101-106.

6. Антипчук, А.Ф. Использование хлореллы при выращивании ветвистоусых ракообразных (*Daphnia magna*) в замкнутых системах / А.Ф. Антипчук, С.А. Кражан, П.А. Литвинова, П.А. Муцак // Рыбное хозяйство. – 1979. - №28.

7. Асанов, Р.А. Влияние суспензии хлореллы на рост свиней / Р.А. Асанов // В сб.: Культивирование водорослей и высших водных растений в Узбекистане. Ташкент: Изд-во «ФАН» Узбекской ССР, 1971. – С.55-59.

8. Асаров, У. Паста из хлореллы – ценнейший источ-

ник каротина в животноводстве / У. Асраров // В сб: Биология, экология, география споровых растений Средней Азии. Ташкент, 1971. – С.160-161.

9. Ахмеданова, Р.Р. Нетрадиционные кормовые добавки в комбикормах для бройлеров и кур-несушек в условиях теплового стресса / Р.Р. Ахмеданова // Главный зоотехник. – 2004. – №11. – С.57-61.

10. Бабаев, Т. «Земное» будущее хлореллы / Т. Бабаев // Природа. – 1966. – №7. – С.66-67.

11. Бакай, С.М. Использование хлореллы в рационе свиней / С.М. Бакай, В.П. Шелест, В.Н. Волох // Свиноводство. Республиканский межведомственный тематический научный сборник. - Киев: Урожай, 1966. – вып. 2. – С.63-67.

12. Беренштейн, Ф. Хлорелла – белково-витаминный корм / Ф. Беренштейн, З.Н. Асаул, М.Ф. Гордиенко // Кролиководство и звероводство. – 1964. - №9. – С.7.

13. Богатова, И.Б. Питание и пищевые взаимоотношения массовых форм прудового зоопланктона / И.Б. Богатова // Вопросы прудового рыбоводства. – 1971. – т. XVII.

14. Богданов, Н. Новые аспекты скармливания животным хлореллы как ценной кормовой добавки / Н. Богданов // Свиноводство. – 2001. – №2. – С.13-14.

15. Богданов Н.И. Способ культивирования микроводорослей на основе штамма «Chlorella vulgaris ИФР № С-111»: пат. Рос. Федерация №2176667 / Н.И. Богданов, М.В. Куницын; Бюл. №34. - 2001.

16. Богданов Н.И. Установка для выращивания хлореллы: пат. Рос. Федерация №2218392 / Н.И. Богданов, М.В. Куницын; Бюл. №34. – 2003.

17. Богданов Н.И. Установка для выращивания одноклеточных водорослей: пат. Рос. Федерация №2203938 / Н.И. Богданов, А.Г. Сидорин; Бюл. №13. – 2003.

18. Богданов Н.И. Установка для выращивания микроводорослей: пат. Рос. Федерация №22268923 / Н.И. Богданов, М.В. Куницын; Бюл. №03. – 2003.

19. Богданов Н.И. Установка для выращивания микроводорослей: пат. Рос. Федерация №2268923 / Н.И. Богданов, М.В. Куницын; Бюл. №03. – 2003.

20. Богданов, Н. Суспензия хлореллы для корма и профилактики болезней животных / Н. Богданов // Главный зоотехник. – 2004. – №1. – С.26.

21. Богданов, Н.И. Уникальная кормовая культура / Н.И. Богданов // Главный зоотехник. – 2006. – №12. – С.20-21.

22. Богданов, Н.И. Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных / Н.И. Богданов. – Пенза: РИО ПГСХА, 3-е изд., перераб. и доп., 2007. – С.7-31.

23. Величко, Л.М. Когда и как возникли растения / Л.М. Величко. – Киев: Наукова думка, 1989. – С.74.

24. Грыщи, К.Б. Опыт замещения концентратов в кормлении молочных коров загущенной суспензией хлореллы / К.Б. Грыщи // В кн.: материалы 4-го координац. собрания и научного симпозиума по теме У1 – 5,5 СЭВ. Краков, 1966. – С.304-305.

25. Гамко Л. Переваримость и трансформация в продукцию питательных веществ корма при скармливании молодняку свиней микроводоросли / Л. Гамко, В. Подольников, Д. Уфимцев // Свиноводство. – 2008 – №3. – С.16-18.

26. Гамко Л.Н. Влияние суспензии хлореллы на приросты свиней на откорме / Л.Н. Гамко, В.Е. Подольников, Д.К. Уфимцев // Зоотехния. – 2008. – №11. – С.23-24.

27. Гамко Л.Н. Изменения гематологических показателей у молодняку свиней под влиянием суспензии микроводоросли штамма ИФР № С-111 / Л.Н. Гамко, В.Е. Подольников, Д.К. Уфимцев // Современные проблемы ветеринарной диетологии и нутрициологии: Материалы четвертого Международного симпозиума. – Санкт-Петербург, 2008. – С. 285-286.

28. Гамко Л.Н. Обоснование скармливания суспензии микроводоросли молодняку свиней на откорме и ее влия-

ние на мясную продуктивность / Л.Н. Гамко, Д.К. Уфимцев, В.Е. Подольников // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: Материалы XII Международной научно-практической конференции – Горки: УО «БГСХА», 2009. – С.191-196.

29. Гетья, Н. Хлорелла – источник биологически активных веществ / Н. Гетья // Свиноводство. – 1973. – №2. – С. 17.

30. Глазов, А.Ф. Использование суспензии хлореллы в рационах откармливаемых свиней / А.Ф. Глазов, А.В. Кочегура // Труды Северо-кавказского НИИ животноводства. Красноярское книжн. изд-во, 1976, вып. II, С.96-103.

31. Гнояник, А.А. Рекомендации. Технология выращивания и использования хлореллы в Белоруссии / А.А. Гнояник, В.В. Майонов, П.С. Авраменко и др. – Минск: «Ураджай», 1976. – С.3-26.

32. Горбунова, Н.П. Малый практикум по низшим растениям / Н.П. Горбунова, Е.С. Ключникова, Н.А. Комарницкий. - М.: «Высшая школа», 2-е изд., испр. и доп., 1976. – С. 21.

33. Гусев, В. Культивирование хлореллы / В. Гусев, М. Ходырева // Земля родная. – 1975. – №4. – С. 23.

34. Дилов, Х. Некоторые аспекты современного культивирования водорослей и их применения / Х. Дилов // Гидробиология. – 1980. - №10: 3-11 Н 75 – 5001.

35. Долгов, В. Применение хлореллы при откорме / В. Долгов, К. Алексеев, Н. Васютенкова // Свиноводство. – 1978. – №1. – С. 27-28.

36. Инжечик, О.Г. Хлорелла – ценная белково-витаминная кормовая добавка / О.Г. Инжечик // Тематический сборник трудов Восточно-Казахской сельскохозяйственной опытной станции «Основы производства и развития животноводства в Восточном Казахстане». Алма-Ата, 1976, т. IV, С. 185-194.

37. Куницын, М.В. Как повысить эффективность животноводства в России / М.В. Куницын // Главный зоотехник. – 2007. - №1. – С.21-24.

38. Карловский, П.Н. Пудрет и хлорелла – ценный корм / П.Н. Карловский, И.А. Чмыхов // Сельское хозяйство Белоруссии. – 1975. – №10. – С.25-26.

39. Макотро, В.Г. Дополнительные резервы производства мяса / В.Г. Макотро // Сельское хозяйство Узбекистана. – 1965. – №7. – С.38-39.

40. Манкина, Е. Использование хлореллы в кормлении сельскохозяйственных животных / Е. Мананкина, С. Мельников // В мире науки. – 2010. - №8. – С.1-4.

41. Мелихов, В.В. Влияние хлореллы на молочную продуктивность коров / В.В. Мелихов, М.В. Московец, В.И. Бутенко и др. // Экологические проблемы загрязнения водоемов Волжского бассейна, современные методы и пути их решения: материалы Всероссийской научно-практ. конф. – Волгоград, 2004. – С.82-84.

42. Милоградова, Е.И. К методике культивирования хлореллы в Узбекистане / Е.И. Милоградова, Х.А. Бердыкулов, В.П. Костина, Р.Н. Хурайбердыева // Узбекский биологический журнал. – 1963. – №3. – С.38-41.

43. Музафаров, А.М. Массовое культивирование хлореллы в Узбекистане и её использование в народном хозяйстве / А.М. Музафаров, Е.И. Милоградова // Изучение интенсивной культуры водорослей. – Прага, 1965. – С.106-115.

44. Музафаров, А.М. Хлорелла (методы массового культивирования и применение) / А.М. Музафаров, Т.Т. Таубаев. – Ташкент: Изд-во «ФАН» Узбекской ССР, 1974. – С.109-117.

45. Нескубо, П.М. Откорм крупного рогатого скота хлопчатниковыми кормами с применением зеленой водоросли хлореллы / П.М. Нескубо // Животноводство. – 1970. – №1. – С.37-39.

46. Нескубо, П. Применение пасты хлореллы в качестве витаминной добавки в рационе кур яйценоских пород / П. Нескубо, З. Галябеков, К. Талипов // В сб.: «Культиви-



рование водорослей и высших водных растений в Узбекистане». – Ташкент, 1972. – С.60-63.

47. Обрезанов, И. Хлорелла в рационах поросят / И. Обрезанов, А. Фролова, С. Леднева // Свиноводство. – 1973. – №8. – С.7.

48. Петрова, Ж.Г. Зелёный конвейер для животных и птицы / Ж.Г. Петрова, В.А. Черванёв, П.А. Тарасенко и др. // В сборнике научных трудов международной научно-практической конференции: «Научные проблемы производства продукции животноводства и улучшения её качества». – Брянск.: Издательство ФГОУ ВПО «Брянская ГСХА», 23-24 июня 2010. – С.256-259.

49. Петрова, Ж.Г. Пути повышения общей неспецифической резистентности у свиней /Ж.Г. Петрова, В.А. Черванев, П.А. Тарасенко // В сборнике научных трудов международной научно- практической конференции: «Научные проблемы производства продукции животноводства и улучшения её качества». – Брянск.: Издательство ФГОУ ВПО «Брянская ГСХА», 23-24 июня 2010. – С.385-389.

50. Пиневиц, В.В. Хлорелла и хозяйственное использование одноклеточных водорослей / В.В. Пиневиц // Земледелие. – 1961. – №5. – С.42-49.

51. Понировский, Н. Влияние суспензии хлореллы на молокоотдачу и привес крупного рогатого скота / Н. Понировский, А. Нурназаров // В сб.: «Культивирование водорослей и высших водных растений в Узбекистане». – Ташкент, 1972. – С.65-67.

52. Пономаренко, Ю. Суспензия хлореллы в рационах птицы / Ю. Пономаренко, Т. Замковец // Птицеводство. – 2007. – №8. – С.27.

53. Попова, Л.И. Опыт использования микроводоросли хлореллы при откорме свиней в колхозе «Чырвоный маяк» Боровского района / Л.И. Попова // Научные труды Харьковского зооветеринарного института, 1970/1971 гг., т.5,

С.163-166.

54. Попова, Л.И. Опыт исследования протококковых водорослей в кормлении телочек колхоза им. В.И. Ленина Боровского района Харьковской области / Л.И. Попова // Труды Харьковского СХИ, 1973, т. 187., С.72-76.

55. Рахимов, А.В. О некоторых биохимических свойствах штаммов хлореллы и сценедесмуса, выращенных в различных условиях питания / А.В. Рахимов, Х.Ф. Якубов // В кн.: Культивирование водорослей и высших водных растений в Узбекистане. Изд-во «ФАН» УзССР, Ташкент, 1971 г., С.47-51.

56. Садикова, Г.И. Исследования влияния минерального питания на биосинтез в непрерывной культуре хлореллы / Г.И. Садикова // Автореф. канд. дисс. – Красноярск, 1969. – С.26.

57. Сальникова, М.Я. Кормовое достоинство хлореллы / М.Я. Сальникова, И.Ф. Тяняшин // Свиноводство. – 1966. - №4. – С.28-29.

58. Сальникова, М.Я. Переваримость хлореллы кроликами / М.Я. Сальникова // В кн.: Ученые записки Казанского государственного ветеринарного института им. Н.Э. Баумана. – Казань, 1967. – Т. 98. – С.340-341.

59. Сальникова, М.Я. Влияние хлореллы на яйценоскость кур-несушек и качество куриных яиц / М.Я. Сальникова // Ученые записки Казанского государственного ветеринарного института им. Н.Э. Баумана. – Казань, 1968. – Т. 99. – С.224-229.

60. Сальникова, М.Я. Суспензия хлореллы в рационах телят-молочников / М.Я. Сальникова, Х.Х. Хабибуллин // Животноводство. – 1972. – №10. – С.88-89.

61. Сальникова, М.Я. Хлорелла – новый вид корма / М.Я. Сальникова. – М.: «Колос», 1977. – С.3-83.

62. Селяметов, Р. Переваримость кормов с хлореллой отдельными видами животных / Р. Селяметов, Е. Воробьев,

Я. Салиходжаев // Физиолого-биохимические аспекты культивирования водорослей и высших водных растений в Узбекистане. – Ташкент, 1976. – С.107-110.

63. Сорокина Н.С. Использование хлореллы на корм скоту / Н.С. Сорокина, Е.В. Виноградова // Достижения науки и передовой опыт в сельском хозяйстве. – Сер. 2 – 1973. – №7. – С.26-34.

64. Спруж, Я. Суспензия хлореллы в рационе поросят / Я. Спруж, А. Веге, Я. Петрика // Свиноводство. – 1983. – №11. – С.14-15.

65. Спруж, Я.Я. Использование хлореллы в рационе свиноматок / Я.Я. Спруж // Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве: материалы конференции. – Ташкент: Фан УзССР, 1984. – С.43.

66. Суворова, В.А. Влияние водорослей хлореллы и спирулины на работу некоторых органов у птицы / В.А. Суворова, С.А. Савченко // Морфофункциональные показатели продуктивности животных. – Ставрополь, 1990. – С.24-28.

67. Ткачев, И.Ф. Хлорелла – источник белка и витаминов / И.Ф. Ткачев // «Сельскохозяйственное производство Северного Кавказа и ЦЧО». – 1965. – №4. – С.42.

68. Ткачев, А.Н. Эффективность применения суспензии микроводоросли в рационах лактирующих коров / А.Н. Ткачев, В.Е. Подольников, Л.Н. Гамко // «Молодые ученые – возрождению агропромышленного комплекса России»: Матер. межд. научно-практ. конф. молод. учен. – Брянск: Брянская ГСХА, 2006. – С.112-114.

69. Ткачев, А.Н. Показатели роста у телят до 6 – месячного возраста при использовании в составе их рационов суспензии микроводоросли / А.Н. Ткачев, В.Е. Подольников, Л.Н. Гамко // «Молодые ученые – возрождению агропромышленного комплекса России»: Матер. межд. научно-практ. конф. молод. учен. – Брянск: Брянская ГСХА, 2006.

– С.116-118.

70. Томмэ, М.Ф. Использование суспензии хлореллы при кормлении цыплят и поросят / М.Ф. Томмэ, В.А. Алексеев // Доклады ВАСХНИЛ. – 1970. – №4. – С.39-41.

71. Томмэ, М.Ф. О возможности использования хлореллы в животноводстве / М.Ф. Томмэ, В.А. Алексеев // Труды Чувашского сельскохозяйственного института. – Чебоксары, 1971. – Т.VIII, Вып. II. – С.92-96.

72. Тутаров, Г.А. Технология выращивания и использования хлореллы / Г.А. Музафаров, Ю.Г. Богомолов, А.Д. Сарженко. – Ростов – на – Дону, 1974. – С.12.

73. Уфимцев, Д.К. Микроводоросли в рационах молодняка свиней – как один из способов повышения их продуктивности / Д.К. Уфимцев, М.В. Подольников // Труды Всероссийского совета молодых ученых аграрных образовательных и научных учреждений. – М.: Академия кадрового обеспечения АПК, 2008. – Том 1. – С.182-185.

74. Федоров, А.А. Жизнь растений. В 6-ти т. Т.3 Водоросли, лишайники / А.А. Федоров. – М.: «Просвещение», 1977. – С.366 – 372.

75. Шахназарян, Р. Отбивная из водорослей / Р. Шахназарян // Изобретатель и рационализатор. – 1964. – №5. – С.6-7.

76. Якушевич, Б. Выращивание и использование в животноводстве водоросли хлореллы / Б. Якушевич. – Кишинёв, 1973. – С.6.

77. Balasubramanya, R.H. Studies of algae as poultry feed / R.H. Balasubramanya, G. Rangaswami // «Madras Agr. J.». – 1972. – V.59. – №7. – P.379-390.

78. Beijerinck, M.W. Culturversuche mit Zoochlorella, Lichenengonidien und anderen niederen Algen / M.W. Beijerinck // Bot. Zeit., 48, 47, Idem in: Verzamelde Geschriften van M.W. Beijerinck, 1921, №2.

79. Hopkins, E.F. The necessity and function of manganese in the growth of Chlorella / E.F. Hopkins // Science, 1930, 70, № 1876.

80. Yap, T.N. Feasibility of feeding *Spirulina maxima*, *Arthrospira platensis* or *Chlorella* sp. to pigs weaned to a dry diet at 4 to 8 days of age /T.N. Yap, J.F. Wu, W.G. Pond et al. // Nutr. Rep. Intern. – 1982. – V.25. - №3. – P.543-552.

81. Lipstein, B. Sewage grown algae as source of pigments for broilers / B. Lipstein, H. Talpaz // Brit. Poultry Sci. 1984. – V.25. - №2. – P.159-165.

82. Mitsuda, H.: Food SCI atechonol, 1965. – V.2. – p.529-539.

83. Nakamura, H. Problems of food and water for space traveling / H. Nakamura. – Publisch Japan Astronautic. Soc., 1959.

84. Nakamura, H. Report on the present situation of the Microalgae Recerch Institute of Japan / H. Nakamura // Reports from the Microalgae Recerch institute of Japan. – 1961. – V.2. – №1. – P.1-12.

85. Nakamura, H. Chlorella feed for animal husbandry / H. Nakamura. – Publisch ed by international Chlorella union. Tokio, Japan, 1964.

86. [http:// www.happyforum.info/forum/ viewtopic.php?](http://www.happyforum.info/forum/viewtopic.php?)

## Содержание

Введение	3
1. Применение хлореллы в сельском хозяйстве и медицине	4
2. Роль хлореллы в животноводстве и птицеводстве	12
2.1. Хлорелла в кормлении крупного рогатого скота и овец	13
2.2. Использование хлореллы в кормлении свиней	18
2.3. Значение хлореллы в кормлении сельскохозяйственной птицы	34
2.4. Применение хлореллы в рационах пушных зверей	39
3. Характеристика микроводоросли хлореллы	41
4. Технология культивирования кормовых форм хлореллы	47
Заключение	58
Список литературы	60

Монография

Леонид Никифорович Гамко  
Дмитрий Константинович Уфимцев

Хлорелла  
и её хозяйственное использование

ISBN 978-5-88517-204-2



Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 03.10.2011 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 4,12. Тираж 100 экз. Изд. №2026.

---

Издательство ФГБОУ ВПО «Брянской государственной

сельскохозяйственной академии».  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино,  
ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА».