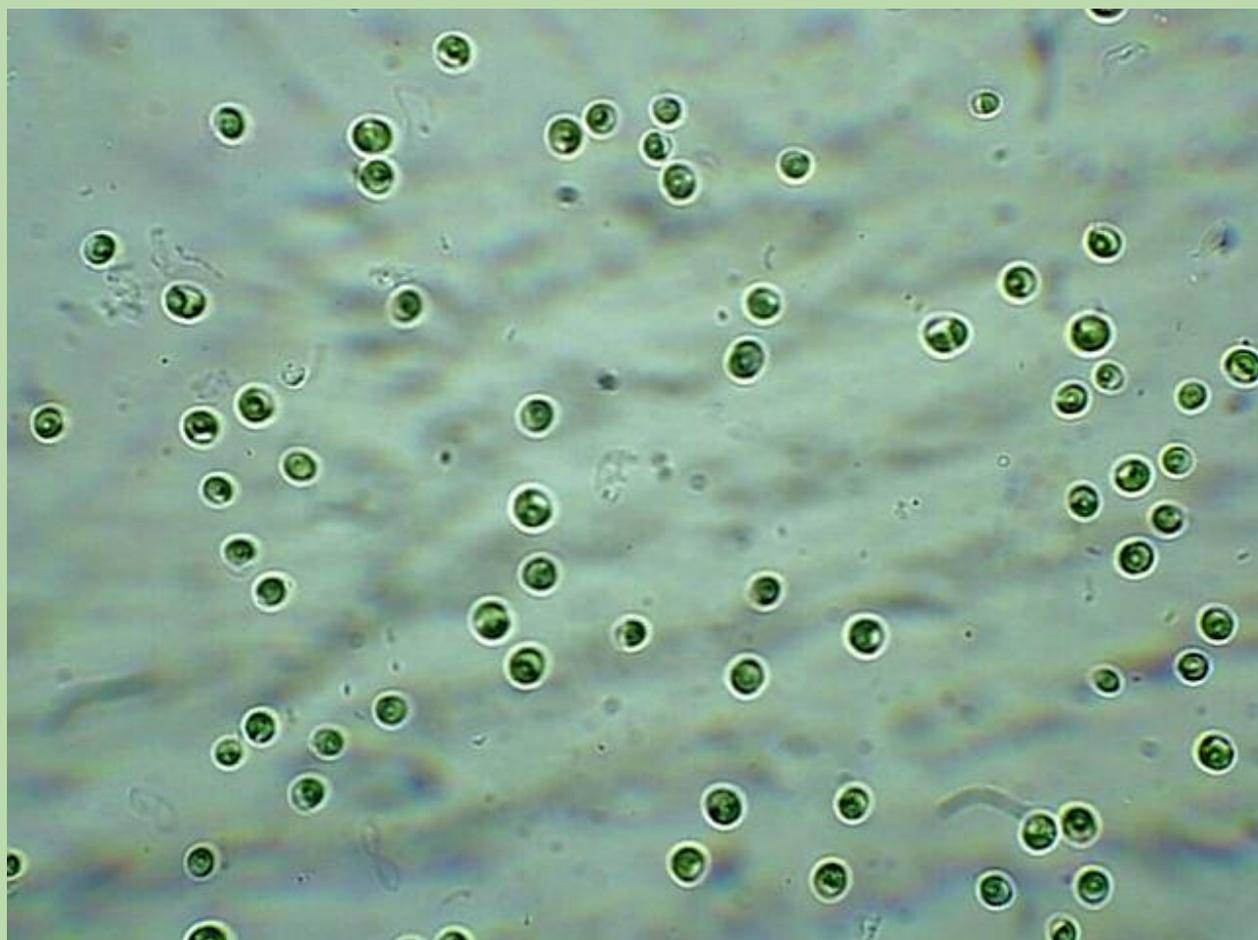


*Н. И. Богданов*

# **СУСПЕНЗИЯ ХЛОРЕЛЛЫ В РАЦИОНЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**



**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК**

**ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

**ПЕНЗЕНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
АЛЬГОБИОТЕХНОЛОГИИ**

---

***Н.И. Богданов***

**СУСПЕНЗИЯ ХЛОРЕЛЛЫ В  
РАЦИОНЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
ЖИВОТНЫХ**

*2-е издание, исправленное и дополненное*

**Волгоград 2007**

УДК 636.086.7

Б73

Р е ц е н з е н т ы : **В.Ф. Зубриянов** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры производства продукции животноводства Пензенской государственной сельскохозяйственной академии, **В.А. Черванёв** – заслуженный деятель науки РФ, доктор ветеринарных наук, профессор, декан факультета ветеринарной медицины Воронежского государственного аграрного университета им. К.Д. Глинки.

**Богданов Н.И.**

Б73

**Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных** / Н.И. Богданов. – Пенза, 2-е изд. перераб. и доп., 2007. – 48 с.

ISBN 5-88035-015-0

Монография рекомендована для издания ученым советом ВНИИОЗ 09.11.2006 г., протокол № 10. Председатель ученого совета **В.В. Мелихов**.

Приведены сведения по планктонным штаммам хлореллы – *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* ВИН, которые предназначены для приготовления суспензии хлореллы и введения в рацион сельскохозяйственных животных. Эти оригинальные штаммы отличаются от всех известных рядом полезных свойств, которые позволили создать принципиально новую биотехнологию выращивания микроводорослей в установках модульного типа. Приведено описание биотехнологии и показано влияние суспензии хлореллы на получение привесов и сохранность поголовья сельскохозяйственных животных.

Предназначена для специалистов сельского хозяйства, преподавателей и студентов факультетов зоотехнии и ветеринарной медицины.

ISBN 5-88035-015-0

© ВНИИОЗ, 2007

© Богданов Н.И., 2007

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
<b>Введение</b> .....	5
<b>1. Биотехнология выращивания хлореллы</b>	
1.1. Характеристика штаммов <i>Chlorella vulgaris</i> ИФР №С-111 и <i>Chlorella vulgaris</i> BIN.....	6
1.2. Установки для выращивания хлореллы.....	10
1.3. Биотехнология получения суспензии хлореллы.....	12
<b>2. Биотехнология использования суспензии хлореллы в животноводстве</b>	
2.1. Основные свойства суспензии хлореллы.....	16
2.2. Механизм действия суспензии хлореллы.....	23
2.3. Альголизация комбикорма.....	24
2.4. Использование суспензии хлореллы в животноводстве	
2.4.1. Крупный рогатый скот.....	26
2.4.2. Свиньи.....	28
2.4.3. Птица.....	31
2.4.4. Рыба.....	33
2.4.5. Насекомые	
2.4.5.1. Тутовый шелкопряд.....	34
2.4.5.2. Пчёлы.....	38
2.5. Получение безопасной для здоровья человека животноводческой продукции.....	39
<b>Заключение</b> .....	40
<b>Список литературы</b> .....	42
<b>От автора</b> .....	47

## ВВЕДЕНИЕ

70-80 % затрат в животноводстве приходятся на корма. Успешное развитие этой отрасли сельского хозяйства не представляется возможным без наличия сбалансированных кормов и оптимальной кормовой базы.

За последнее десятилетие наравне с премиксами, витаминами, биодобавками кормовой рацион сельскохозяйственных животных пополнился водорослями. К ним относится хлорелла – представитель зеленых микроскопических водорослей.

Для приготовления суспензии хлореллы используются штаммы *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN. Они отличаются от ранее известных [43] планктонными свойствами, то есть возможностью свободного парения и равномерного распределения клеток в культуральной среде. Они не очень требовательны к углекислому газу и питательной среде, что позволило создать принципиально новую биотехнологию выращивания микроводорослей и разработать установки модульного типа, которые успешно используются в животноводческих хозяйствах и в цехах по культивированию хлореллы. Во Всероссийском научно-исследовательском институте комбикормовой промышленности проведены успешные испытания по введению суспензии хлореллы в комбикорма.

Однако наибольшая ценность суспензии хлореллы заключается в биологической активности используемых штаммов, которая выражается в дополнительных привесах молодняка, сохранности поголовья, улучшении репродуктивных свойств, повышении иммунитета, а также в последствии, когда эффект ее воздействия на организм животного сохраняется в течение длительного периода. Суспензия хлореллы применяется один раз за период откорма животного в течение определенного времени, установленного для каждого вида и возрастной группы.

Целесообразность применения ее заключается в том, что она способствует более полной усвояемости кормов и соответственно получению дополнительных привесов, увеличению молочной продуктивности, повышению яйценоскости кур, лучшей сохранности поголовья.

Использование суспензии хлореллы позволяет снизить применение лекарственных препаратов, в том числе антибиотиков, для лечения животных. Это позволит получать животноводческую продукцию более высокого качества [57,59].

# 1 БИОТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ХЛОРЕЛЛЫ

## 1.1 Характеристика штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 И *Chlorella vulgaris* BIN

Вид *Chlorella vulgaris* относится к роду *CHLORELLA*, который объединяет группу автотрофных протококковых водорослей, представленных в основном одиночными клетками. Описание рода *CHLORELLA* было сделано Бейеринком (Beijerinck) в 1890 году [63]. Современную классификацию рода *CHLORELLA* провела В.М. Андреева [2].

Из многочисленных видов водорослей, которые используются для массового культивирования [43], представители рода *CHLORELLA* занимают главенствующее положение, а из них чаще используется вид *Chlorella vulgaris*.

В природе представители рода *CHLORELLA* имеют широкое распространение. Их можно обнаружить на поверхности почвы, в водоёмах и даже на коре деревьев [46]. Однако не каждый выделенный вид, разновидность или штамм может отвечать требованиям промышленного культивирования [27]. Известные и ранее использовавшиеся виды были в большой степени требовательны к условиям выращивания, питательной среде, углекислому газу, механическому перемешиванию, что в значительной мере препятствовало их эффективному использованию [3].

Еще 40 лет назад были высказаны пожелания, что бы штаммы были устойчивы к заражению бактериями, грибами и простейшими; в процессе культивирования на поверхности не образовывали пену; что бы клетки не осаждались на дно [3].

Согласно нашей научной гипотезе, в естественных водоёмах должен быть штамм с определенным набором полезных свойств, отличающих его от всех ранее известных.

Предполагалось, что штамм должен обладать:

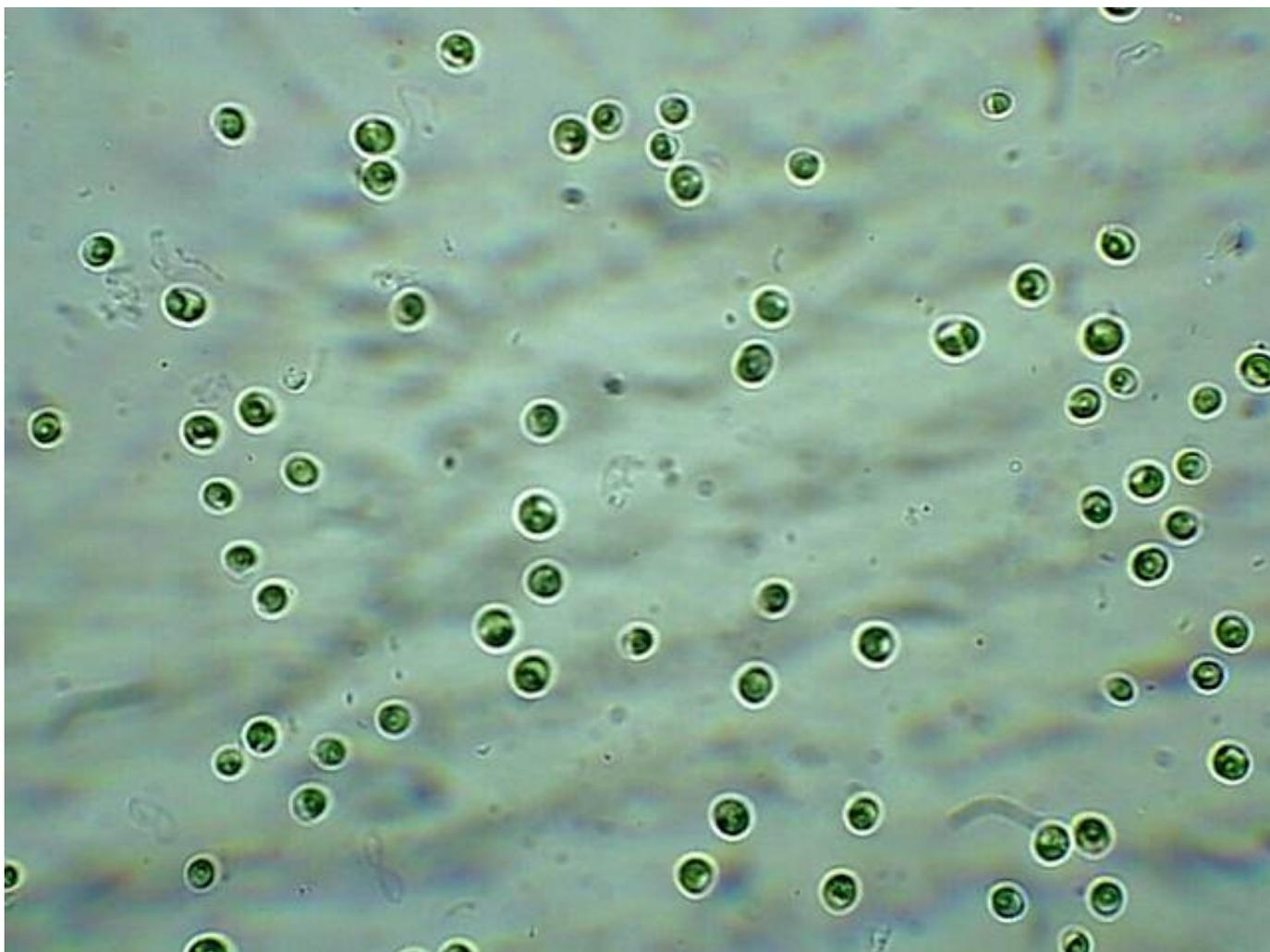
- а) планктонными свойствами;
- б) равномерным распределением в культуральной среде;
- в) способностью расти в монокультуре;
- г) невосприимчивостью к альгофагам;
- д) устойчивостью к агглютинации.

В 1977 г. на Нурекском водохранилище (Таджикистан) была выделена протококковая водоросль *Chlorella vulgaris*, исследование которой в 1977–1987 гг. показало, что она полностью соответствует прогнозируемым требованиям. В 1990 г. *Chlorella vulgaris* была принята на депонирование в коллекцию микроводорослей Института физиологии растений им. К.А.Тимирязева Академии наук СССР как штамм и зарегистрирована за номером С-111.

Полученный штамм значительно превысил требования, которые были ранее установлены.

Морфологические признаки штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111. Молодые клетки слабоэллипсоидные, размером от 1,5 до 2,0 мкм. Взрослые – шаровидные, на жидкой питательной среде, диаметром 6–9 мкм. Хлоропласт широкопоясковидный незамкнутый зеленого цвета (фото 1).

Физиологические признаки штамма *Ch. vulgaris* ИФР № С-111. Клетки делятся на 2–8, очень редко на 16 автоспор. Штамм автотрофный, в производственных условиях растет на среде, содержащей минеральные, органические и растворенные газообразные вещества [11]. В лабораторных условиях культивируется на среде Тамия [27]. Штамм не требует подачи в культуру углекислого газа с помощью специальных технических средств. Достаточно один раз в сутки ввести бактериальную суспензию, насыщенную углекислым газом, который образуется за счёт деятельности клетчатковых бактерий при разложении клетчаткосодержащего материала, например, хлопкового линта, соломы и пр. [31].



**Фото 1. Штамм *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111, увеличение 1000х.**

Живые клетки штамма несут на себе отрицательный заряд, что позволяет для концентрирования биомассы из культуральной среды использовать метод электрофлотации [49, 50].

Штамм *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 отличается главным образом культуральными свойствами. Оптимальные условия культивирования достигаются при естественном солнечном освещении в лотках с открытой поверхностью и толщиной слоя суспензии не более 20 см.

Штамм обладает способностью свободного парения и равномерного распределения в культуральной среде.

В процессе культивирования живые клетки практически не осаждаются. В состоянии покоя осаждение их начинается через 6-15 дней. Для культивирования штамма не требуется механическое перемешивание суспензии. Оптимальная температура культивирования составляет 28–30 °С.

Цикл развития штамма следующий: в светлый период суток идёт активный процесс фотосинтеза, в результате чего клетки интенсивно набирают биомассу. Клетки с 6 до 21 часа увеличиваются в размере с 1,5 до 9 мкм. Активное деление их наблюдается с 22 до 4 часов. К 5 часам утра молодые клетки готовы к фотосинтезу. Цикл развития клеток стойкий, нарушить его можно только путем искусственного изменения светового режима.

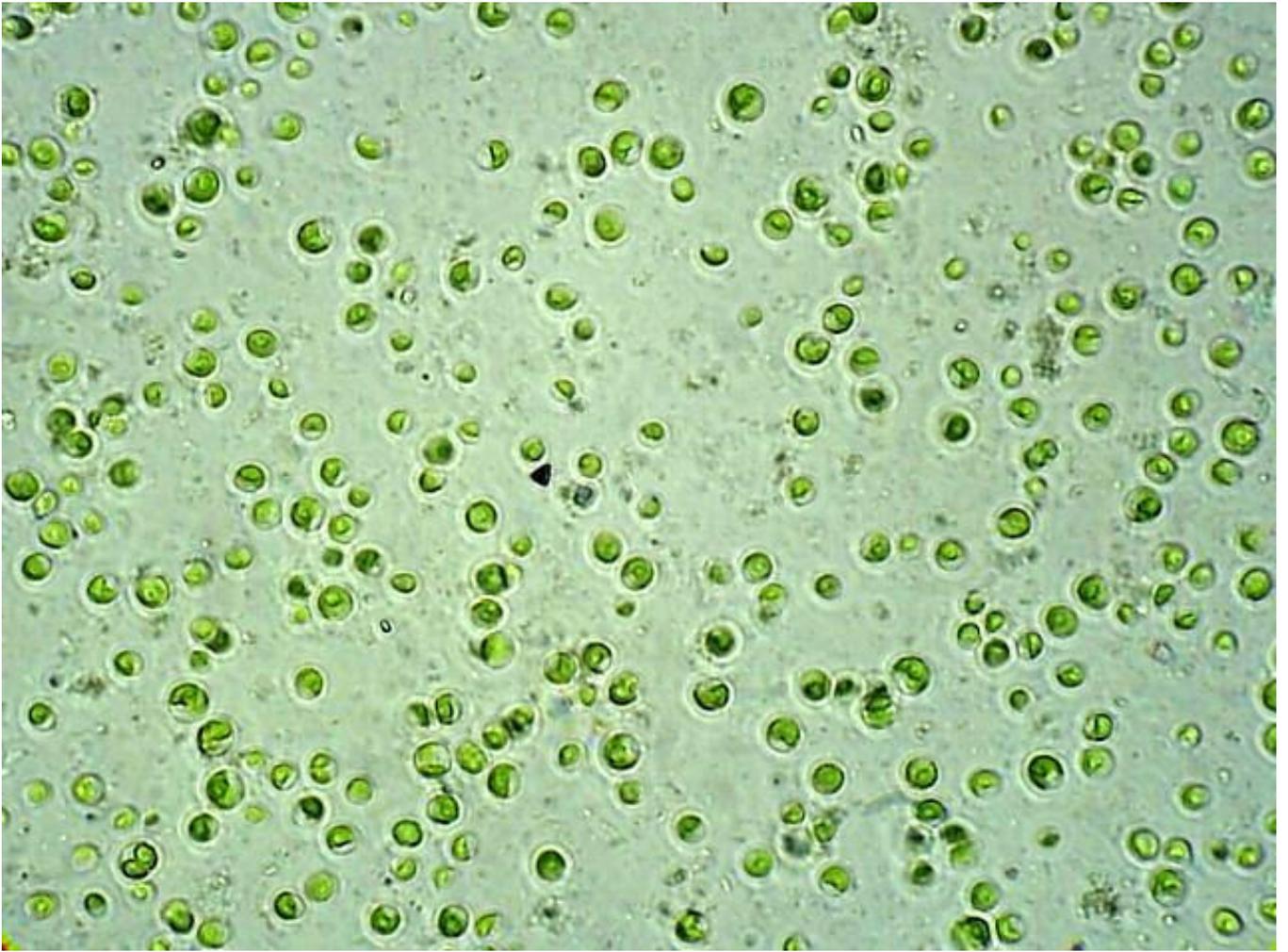
Штамм устойчиво культивируется независимо от сезона года. Он выносит прямое солнечное освещение. При достижении плотности клеток 3 млн./мл проявляются хорошо выраженные антагонистические свойства к прочей альгофлоре, бактериям и инфузориям. Лизис альгофлоры в культуре штамма наступает через 4–8 часов, гибель бактерий и инфузорий через 6–10 часов культивирования. При выращивании штамм развивается в монокультуре и обладает невосприимчивостью к фагам.

В лабораторных условиях штамм культивируется на среде Таммийя при постоянной температуре 36 °С и интенсивности освещения 30 тыс. лк.

В стеклопластиковых лотках, установленных под открытым небом, плотность клеток на четвертые сутки достигает 60 млн./мл, т.е. их в 20 раз больше по сравнению с первоначальным количеством [8].

Исходным для селекции *Chlorella vulgaris* BIN был штамм *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111, который культивировался на сточных водах бытовых, промышленных и сельскохозяйственных предприятий. В результате был отобран наиболее приспособленный и не требовательный к условиям культивирования штамм.

Сохранив основные свойства предшественника, новый штамм обладает некоторыми дополнительными признаками, причем морфологические признаки незначительно изменились. Молодые клетки шаровидной или слабоэллипсоидной формы, размером от 2 до 4 мкм. Взрослые клетки – шаровидные, диаметром 5–8 мкм (фото 2).



**Фото 2. Штамм *Chlorella vulgaris* BIN, увеличение 1000х.**

Физиологические признаки.

Клетки штамма *Chlorella vulgaris* BIN делятся на 4–16, чаще на 4–8 автоспор. Штамм автотрофный. В лабораторных условиях растёт на водопроводной воде с добавлением обедненной минеральной среды. В производственных условиях в питательную минеральную среду вводят сточные воды.

Штамм хорошо растет при использовании в питательной среде любых азотсодержащих минеральных солей. При добавлении сточных вод не требуется подача в культуру углекислого газа. Как и *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111, обладает хорошо выраженными планктонными свойствами.

Оптимальные условия культивирования достигаются как при естественном, так и искусственном освещении культуры лампами ДРЛФ или ДРИ. Оптимальная температура культивирования составляет 26–31 °С. Штамм выдерживает краткосрочный нагрев до 46 °С.

Стойкого цикла развития у штамма не имеется, клетки в культуре развиваются асинхронно. Устойчивое развитие его не зависит от сезона года или источника освещения [11]. Оно может быть солнечным или лампами ДРЛФ или ДРИ в течение 20–22 часов. Достаточное минимальное время освещения 10–12, оптимальное – 16–18 часов.

За 30-ти летний период культивирования этих штаммов, как в лабораторных, так и производственных условиях, не зарегистрировано случая поражения культуры, вирусами, риккетсиями или бактериями. Штаммы обладают невосприимчивостью к фагам.

Культуры штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN не требуют специальных условий для хранения. В течение десяти лет они могут храниться в стеклянной ёмкости при комнатной температуре и на рассеянном свете. Суспензия через две-три недели становится прозрачной, так как клетки осаждаются на дно сосуда, скорее всего, они входят в состояние анабиоза, и в таком виде осуществляется их хранение.

В результате многолетнего использования штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN, они сохранили основные природные свойства:

- планктонное - способность к свободному парению в водной толще;
- равномерное распределение клеток в культуральной среде;
- отсутствие агглютинации клеток;
- способность создавать условия, препятствующие развитию прочих микроорганизмов;
- устойчивость к поражению вирусами, риккетсиями и бактериями;
- невосприимчивость к альгофагам;
- возможность функционирования без баллонного углекислого газа;
- способность нахождения в состоянии длительного анабиоза.

Этими свойствами *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Ch. vulgaris* BIN отличаются от всех известных и использующихся штаммов.

## 1.2 Установки для выращивания хлореллы

Использование штаммов с перечисленными свойствами позволило создать принципиально новые установки для культивирования хлореллы. Во всех ранее описанных установках [43, 46] необходимо было оборудование для перемешивания суспензии и подачи углекислого газа. Специально предусматривался обогрев или охлаждение суспензии. Соблюдение стерильности в работе с маточной культурой являлось одним из обязательных условий. Необходимы были также специальные помещения для размещения таких громоздких установок.

Для использования штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN с учетом их свойств были сконструированы простые установки без оборудования для перемешивания суспензии и постоянного снабжения

углекислым газом. Освещение и обогрев стали совмещенными. Исключалось строгое соблюдение стерильности при выращивании хлореллы. Высокая производительность таких установок позволила их размещать 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 [20, 23]. Их можно применять 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 [21]. Установка предназначена для использования в хозяйствах с поголовьем, где скота от одной до десяти тысяч голов (фото 3).

Для крупных хозяйств и птицефабрик предназначены установки, в ёмкости которых вертикально установлены цилиндрические стеклянные трубы со стационарно размещенными 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 температуры суспензии, который связан с терморегулятором, подключенным к вентиляторам [22]. 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 кормам или альголизантам при их использовании в производственных условиях.



**Фото 3. Установке УВМ-60 в работе.**

### **1.3 Биотехнология получения суспензии хлореллы**

Культивирование хлореллы можно проводить по двум технологическим аспектам: с широким привлечением технических средств [43, 46] и без их применения [8, 11, 20]. Первое направление обусловлено использованием штаммов, когда в силу их биологических особенностей требуется механическое перемешивание суспензии. В качестве механического перемешивания использовалось барботирование углекислым газом в смеси с воздухом, встряхивание сосудов с суспензией хлореллы или перемешивание суспензии с помощью электронасосов [1]. Это были штаммы, которые осаждались на дно, не обладая планктонными свойствами [29]. К ним относятся все известные штаммы рода *CHLORELLA*, которые использовались для получения суспензии, загущенной или сухой биомассы, кроме штаммов *Ch. vulgaris* ИФР № С-111 и *Ch. vulgaris* BIN.

Для снабжения культуры углекислым газом применяли баллоны с углекислым газом, редукторы, перфорированные трубопроводы, уложенные на

дно культиваторов. При использовании топочных газов дополнительно устанавливали газовые фильтры.

Для термостатирования в установках закрытого типа использовались металлические обшивки с циркулирующей в них теплой или холодной водой. Работа установок открытого типа зависела от температуры окружающего воздуха, поэтому эксплуатировать их в течение всего года было невозможно.

В большей части известных установок предусматривалось искусственное освещение. Светильники располагали над суспензией хлореллы, поэтому слой ее не должен был превышать 10–20 см. Для получения продукции в большом объеме требовались значительные производственные площади.

Если в 60-х годах прошлого столетия наблюдалось некоторое снижение интереса к промышленному культивированию хлореллы, которое объяснялось «...недостаточным научным обоснованием, несовершенством методов выращивания и переработки водорослей, высокой себестоимостью полученных продуктов» [41], то к 90-м годам оно значительно сократилось из-за трудоёмкости производства, низкой эффективности и высокой себестоимости получаемой продукции. В связи с этим большее развитие получило биологическое направление промышленного культивирования хлореллы с использованием штаммов *Ch. vulgaris* ИФР № С-111 и *Ch. vulgaris* BIN. Такая 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 или *Chlorella vulgaris* BIN. Суспензия хлореллы, достигшая оптической плотности 1,8 [27], может храниться в стеклянных ёмкостях без соблюдения стерильности при комнатной температуре на рассеянном свете в течение десяти лет. При отсутствии интенсивного освещения, оптимальной температуры, минерального питания и углекислого газа клетки хлореллы в течение одной или двух недель оседают на дно. Суспензия становится прозрачной.

Известно, что культуры зеленых одноклеточных водорослей в коллекциях хранятся при периодическом пересеве на твердые агаризованные среды. Установлено также, «что длительное поддержание одних и тех же штаммов хлореллы в коллекциях при разных условиях хранения ведет к изменению их продукционных свойств и состава клеток» [38].

Штаммы *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN отличаются неприхотливостью, нет необходимости хранить их на твердых 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, загущенную массу клеток хлореллы (осадок) после тщательного перемешивания внести в культиватор.

Состав сред для культивирования микроводорослей довольно подробно изучен [43, 46, 55]. Для этой цели основными компонентами питательной

среды являются азот, фосфор, железо, медь и др. Состав ее подбирается с учетом предназначения получаемой продукции. Для штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Ch. vulgaris* BIN она может быть предельно простой и соответствовать питательной среде, предложенной И.Е. Елсуковым [28].

Одним 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 (отходы хлопкоперерабатывающей промышленности), пшеничной соломе, полове и прочих клетчаткосодержащих материалах. В данном случае углекислый газ является продуктом жизнедеятельности клетчатковых бактерий и интенсивно насыщает суспензию хлореллы [31]. 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 [5, 19].

Эта питательная среда может быть охарактеризована как органоминеральная с углекислым газом, так как она содержит не только CO<sub>2</sub>, но и органические вещества, которые выделяются в раствор углекислого газа при аэробном разложении клетчаткосодержащего материала.

Штаммы *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN 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 [48]. Однако, как показали исследования, переменный температурный режим 25–30 °С более благоприятен для роста хлореллы в культуре, чем постоянные температуры 25 или 30 °С [35]. Поэтому при культивировании хлореллы допускается колебание температуры в пределах 5 °С.

Штаммы *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN хорошо растут как при естественном, так и искусственном освещении культуры. Однако у второго метода есть ряд преимуществ по сравнению с первым. Прежде всего, это независимость от погодных условий и возможность использовать установки, снабженные светильниками в течение всего года. При искусственном освещении, помимо света, культура получает тепло. При включенных светильниках в культуре поддерживается оптимальная температура и можно достичь максимального использования света, когда они погружены в суспензию. При этом толщина слоя суспензии может достигать 50–100 см и более. При промышленном круглосуточном выращивании хлореллы используется искусственное освещение специальными лампами, которыми оснащены предназначенные для этой цели установки.

По эффективности утилизации солнечной энергии доминирует аквакультура хлореллы. КПД от фотосинтетически активной радиации для культиваторов хлореллы с использованием штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-

111 составляет 3,6, тогда как в рыбоводных прудах – 1,25, в водохранилищах – 0,30, в олиготрофных озёрах – 0,03 % [7, 9, 17].

Биотехнология культивирования хлореллы с использованием описанных нами установок одна и та же. Процесс культивирования начинается с приготовления питательной среды, для чего в ёмкость (баллон, ванна) 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 предъявляемым к ее качеству требованиям.

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. Методика ее определения опубликована М.Г. Владимировой и В.Е. Семененко [27].

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

Ежедневно на протяжении трёх суток в ёмкость вводят определённое количество раствора углекислого газа. На четвертый день суспензия хлореллы готова к использованию. Готовность ее 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 ежесуточно сливают часть суспензии на выпаивание животным. Культивирование хлореллы ведется 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, поэтому не требуется создавать специальные условия стерильности при их культивировании.

Нет необходимости также следить за изменениями рН-среды или искусственно её регулировать, т.к. отклонения величин рН наступают в результате протекающих в культуре естественных физиологических процессов и не превышают допустимых значений.

## 2 БИОТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУСПЕНЗИИ ХЛОРЕЛЛЫ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

### 2.1 Основные свойства суспензии хлореллы

Суспензия хлореллы, полученная на основе штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN, нашла широкое применение в животноводстве [57, 58]. Но в мире животных нет представителей, которые не могли бы использовать хлореллу в виде корма – от простейших, ракообразных [33] и рыб [45], обитающих в водоёмах, до всех видов наземных животных, в том числе и сельскохозяйственных [43, 46, 59, 64]. Уникальность хлореллы заключается в том, что даже такой монофаг, как тутовый шелкопряд, с большим удовольствием потребляет листья шелковицы, смоченные суспензией хлореллы [25]. Для сельскохозяйственных животных потребление суспензии хлореллы оказывается весьма полезным [57], хотя она не является сколько-нибудь значительным источником энергетического материала.

Современное животноводство базируется в основном на промышленном выращивании КРС, свиней, птицы, рыбы, и рационы животных основаны на использовании сбалансированных полноценных кормов. Однако создать их без зеленой массы кормовых культур практически невозможно.

Хлорелла относится к зелёным кормам и среди растений имеет преимущество по очень многим показателям. Например, по химическому составу (содержанию белка, незаменимых аминокислот, витаминов, набору микроэлементов, биологически активных веществ и т.д.) с ней не могут сравниться не только водные, но и наземные растения. Хлорелла содержит 62 % протеина, 30 % углеводов, 5 % жира, 3 % минеральных солей [14, 57]. Кроме того, она обладает белком высокого качества, который превосходит все известные растительные кормовые белки, т.к. в нем содержатся все необходимые аминокислоты, в том числе незаменимые. В её состав входят аспарагиновая, гамма-аминомасляная и глютаминовая кислоты, глицин, серин, аланин, цистин, тирозин, пролин, β-аланин. Содержание нуклеиновых кислот в хлорелле варьирует от 4 до 7 %. Питательная ценность ее белка в два раза выше соевого [41].

В хлорелле содержатся все известные витамины и особенно много витамина С (1000–2500 мг на 1 кг сухого вещества). Некоторых из них даже во много раз больше, чем в высших растениях. Кроме того, в ней имеются кобальт, медь, марганец, молибден, железо, цинк, йод и другие микроэлементы [43].

Таким образом, хлореллу можно включать в рацион сельскохозяйственных животных для восполнения дефицита аминокислот, витаминов, ненасыщенных жирных кислот, минеральных веществ и микроэлементов [12].

Хлорелла позволяет восполнить недостаток зеленых кормов в зимне-стойловый период содержания животных путем подачи суспензии через поилки или ввода в комбикорма.

В животноводстве хлорелла используется в виде суспензии, загущенной массы или как сухая биомасса. Две последние формы представляют собой белковую добавку к кормам, скармливаемым животным [46]. Эффективность их использования ниже, чем суспензии. Сухая биомасса хлореллы трудно усваивается организмом животных [43]. Экспериментально было доказано, что повышение концентрации клеток в растворе до 500-600 млн. в 1 мл отрицательно сказывается на жизнеспособности гусениц тутового шелкопряда [25].

М.Я. Сальниковой [46] установлено, что куры, которым выпаивали суспензию хлореллы, отличались большей яйценоскостью по сравнению с потреблявшими сушеную хлореллу.

Я.Я. Спруж считает, что наиболее эффективно скармливать хлореллу в виде суспензии. Он отмечает [51], что «жидкая хлорелла имеет преимущество, потому что наряду с биомассой животные используют и все продукты жизнедеятельности клеток (витамины, антибиотики, ферменты и др.), находящиеся в растворе, а также минеральные вещества, которые первоначально были внесены в среду для её питания». С этими доводами можно согласиться, т.к. многолетнее использование суспензии хлореллы в различных хозяйствах при кормлении сельскохозяйственных животных было высокоэффективным, особенно при определённой численности клеток в растворе. Суспензия хлореллы с содержанием в 1 мл 20–30 млн. клеток считается товарной [43]. Оптимальной плотностью штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN является 50–60 млн. клеток (оптическая плотность от 1,8 до 1,4). Такая плотность клеток достигается на четвёртый день культивирования.

Питательная среда рассчитывается таким образом, чтобы светопрозрачность суспензии хлореллы не превышала 1,4 %.

Применение штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN позволяет получать в производственных условиях монокультуру хлореллы, которая значительно эффективней влияет, например, на развитие гусениц тутового шелкопряда по сравнению с применяющимися поликультурами протококковых водорослей, где доля хлореллы составляет не более 40 % [32].

Положительная роль смешанных штаммов и видов в массовой культуре водорослей обосновывается их высокой производительностью и способностью более эффективно потреблять солнечную энергию [3, 43], хотя для животноводства важнее получение наибольшей эффективности от их применения, а не высокая производительность микроводорослей.

Преимущество штаммов хлореллы *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN заключается не только в возможности сохранять бактериальную стерильность суспензии, но и ее однородность [11], когда в культуре не могут развиваться не только прочие виды водорослей, но и другие штаммы хлореллы. Антагонизм этих штаммов к бактериям, риккетсиям и вирусам настолько высок, что, попадая в культуру, они не способны выжить [12]. Это позволяет в производственных условиях при соблюдении биотех-

нологии культивирования хлореллы стабильно получать стандартную продукцию без бактериального или какого-то другого загрязнения культуры.

Хлореллу наиболее эффективно скармливать животным в виде суспензии: коровам – 15–20 л/сут, телятам – 6–10 , свиньям – 3–5 [41], такими же нормами рекомендуют использовать суспензию хлореллы для этих целей узбекские исследователи [42, 43]. Можно предположить, что рекомендуемые ими высокие дозы связаны с тем, что чаще всего были использованы поликультуры из разных штаммов и видов водорослей низкой биологической активности.

Основная задача, которую ставили перед собой исследователи при подборе штаммов, это «высокая интенсивность фотосинтеза при выращивании на минеральных средах» и «большая энергия роста в условиях освещения светом высоких интенсивностей» [27]. А.М. Музафаров и Т.Т. Таубаев [43] считают, что «для массового культивирования большой интерес представляют, прежде всего, виды, характеризующиеся быстрым ростом и способные в благоприятных условиях накапливать большую биомассу». М.Я. Сальникова [46] отмечает, что «при выращивании хлореллы в производственных масштабах важно создать для нее все необходимые условия, обеспечивающие максимальный урожай». Следовательно, основное требование к производству хлореллы, по мнению указанных ученых, это получение большой биомассы водорослей. Вопрос о биологической активности штаммов и видов ими не ставился, хотя при использовании в животноводстве первостепенное значение имеет не количество биомассы водорослей, а биологическая активность штаммов хлореллы, т.к. с этим, прежде всего, связана биотехнология культивирования и использования хлореллы для кормления животных.

Вторая причина заключается в том, что при культивировании в многотонных ёмкостях под открытым небом [5] независимо от их конструкции (глубинные, бассейновые, лотковые и пр.) плотность суспензии была низкой, поэтому для получения эффекта дозировку суспензии хлореллы при выпойке животным приходилось завышать.

Высокая биологическая активность штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN при соблюдении биотехнологии культивирования и получении стандартной продукции позволили устанавливать дозы для молодняка 0,5 л, для взрослых животных (коровы, свиньи) – 1 л суспензии хлореллы на одну голову (таблица 1). Суспензию хлореллы не рекомендуется выпаивать первотелкам и впервые супоросным свиньям, так как возможны осложнения при родах, связанные с крупноплодностью. Применение суспензии хлореллы на основе штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN однократно курсом в 21 день для поросят или 30 дней для телят способствовало сохранению высоких темпов роста животных практически в продолжение всего последующего периода откорма [12]. Такой эффект последствия, который выявлен только у этих штаммов, можно объяснить их высокой биологической активностью. Это их свойство позволило снизить объём потребляемой животными суспензии и упростить как биотех-

*Таблица 1 – Нормы и сроки скармливания (выпойки) суспензии хлореллы животным*

Животные	Норма суспензии на 1 голову в день, мл	Количество дней выпойки
<i>Крупный рогатый скот</i>		
Коровы		
перед случкой	1000	12
период стельности	1000	30
период лактации	1000	50
Бычки		
на откорме	500-800	30
Телята		
в период откорма	200-300	30
материнским молоком		
после перехода на	300-500	30
грубые корма		
<i>Свиньи</i>		
Свиноматки		
перед случкой	1000	10
супоросный период	1000	30
период лактации	1000	30
Боровки		
на откорме	500	30
Поросята		
в период откорма	100-200	21
материнским молоком		
после перехода на	200-300	21
обычные корма		
<i>Птица</i>		
куры	30	Постоянно
цыплята	5-20	Постоянно
цыплята-бройлеры	5-30	Постоянно
<i>Насекомые</i>		
пчелы	1000/семья	Однократно
тутовый шелкопряд	1-3	30
<i>Прудовые рыбы</i>		
каarp	20000/пруд	100
белый толстолобик		
белый амур		

нологию культивирования хлореллы, так и методы её использования. Впервые на последствие суспензии хлореллы указал Черкезов [57], который проводил опыты на телятах. Он установил, что «после прекращения дачи водорослей более высокий показатель сохраняется до конца опытного периода».

Влияние хлореллы на продуктивность и сохранность поголовья изучалось многими авторами. Детальному исследованию этого вопроса посвящены работы М.Я. Сальниковой [46] и А.М. Музафарова, Т.Т. Таубаева [43]. Опубликованные данные многочисленных исследований свидетельствуют о положительном влиянии суспензии хлореллы на увеличение темпа роста и получение дополнительных привесов животных, а также снижение их смертности от различных заболеваний. Разумеется, все это связано с улучшением обменных процессов и состава крови, повышением усвояемости кормов, усилением защитных функций организма и пр.

Как привесы животных, так и сохранность поголовья могут изменяться в значительных пределах в зависимости от вида животных, возраста, условий содержания. Различная эффективность хлореллы обусловлена большим разнообразием используемых для получения суспензии штаммов и видов водорослей, которые могут иметь различную биологическую активность воздействия на организм животного [43, 46].

Многолетнее использование суспензии хлореллы штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN в животноводческих хозяйствах позволило установить (таблица 2) среднемноголетние показатели дополнительных привесов и сохранности поголовья молодняка сельскохозяйственных животных [15].

*Таблица 2 – Дополнительные привесы и сохранность поголовья молодняка сельскохозяйственных животных, получающих суспензию хлореллы*

Молодняк сельскохозяйственных животных	Дополнительный привес, %	Сохранность, %
Телята	25-42	99
Поросята	20-30	99
Цыплята-бройлеры	15-20	98

Увеличение продуктивности сельскохозяйственных животных и улучшение их репродуктивного качества при выпаивании им суспензии хлореллы указанных штаммов, по многолетним данным животноводческих хозяйств, показаны в таблице 3 [15].

Таблица 3 – Увеличение продуктивности сельскохозяйственных животных при использовании суспензии хлореллы (штамм *Ch. vulgaris* ИФР № С-111)

Вид животных, параметр продуктивности		Увеличение продуктивности, %
КРС	мясная	20 -40
	молочная	15-20
Свиньи	мясная	20-30
	приплод	10
Птица	мясная	15-20
	яйценоскость	15-20
	выводимость цыплят	25

Промышленное содержание и внедрение интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных животных с целью получения высокой продуктивности зачастую проводится без учета их физиологических особенностей. Это приводит к нарушению жизнедеятельности сначала отдельных органов, затем всего организма [30]. Болезни и падеж животных наносят значительный экономический ущерб и сдерживают развитие животноводства. Наибольший падеж (до 10 % от общего поголовья) отмечается среди молодняка [36].

Суспензия хлореллы обладает лечебно-профилактическим действием, если используются штаммы с высокой биологической активностью. Именно такие штаммы (*Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN) применялись нами при нарушениях обмена веществ, авитаминозах, желудочно-кишечных расстройствах животных [9], а также в случае различных инфекционных заболеваний, в том числе и вирусных [18].

Высокая биологическая активность штаммов (*Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN) эффективно проявляется также при профилактике болезней, которые вызываются микотоксинами. Так, до 10 % от общего количества выращиваемых цыплят-бройлеров погибают от болезней, причем не от инфекционных или инвазионных, которые не излечиваются антибиотиками или какими-то другими лекарствами. В связи с этим академик В.И. Фисинин [56] обратил внимание на проблему микотоксинов, «которые снижают жизнеспособность птицы, её иммунитет и продуктивность». Микотоксины в продуктах даже в остаточном количестве представляют опасность для здоровья человека. Поэтому он указал на необходимость разработки принципиально новых, более специфических к микотоксинам адсорбентов и считает, «что наиболее перспективным будет создание особых пробиотиков – микроорганизмов (бактерий, дрожжей), способных метаболизировать микотоксины в пищеварительном тракте птицы, превращая их в безвредные продукты». Суспензию хлореллы (*Chlorella vulgaris* ИФР № С-111) можно отнести к природным пробиотикам. На практике падеж цыплят-бройлеров на откорме уменьшился в 4 раза и составил менее 2 % [13].

Такая же проблема и в свиноводстве. В. Шарнин указывает, что «мы практически ежедневно сталкиваемся с проблемой массового отхода молодняка, при этом не столько от инфекционных заболеваний, сколько из-за токсичности кормов» [60].

Механизм действия и свойства пробиотических и иммунопробиотических препаратов детально изучены, и, несомненно, эти препараты являются «принципиально новым подходом к решению проблемы профилактики микробных, протозойных и вирусных заболеваний животных» [30].

Суспензия хлореллы благодаря высокой биологической активности штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN оказывает на животных такое же или более высокое по сравнению с пробиотиками и иммунопробиотиками лечебно-профилактическое действие, не имеет противопоказаний и ограничений, используется для животных всех видов и возрастных групп. Исследования, проведенные на людях, так же показали, что суспензия хлореллы на основе штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 «проявляет себя как био- и иммуномодулятор для нормализации белкового и минерального обмена, формирования и коррекции защитных сил организма» [34].

Благодаря биологической активности суспензии хлореллы ее можно использовать для лечения не только одиночного, но и группы безнадежно больных животных. Эксперимент проводили в свинокомплексе колхоза «Вперед» Лунинского района Пензенской области. Были подобраны две группы поросят двухмесячного возраста по 14 голов в каждой. Опытная группа была составлена из безнадежно больных животных с легочными, желудочно-кишечными и инфекционными болезнями с массой в среднем 7 кг, а контрольная – из здоровых поросят с массой в среднем 8 кг. Животным обеих групп выпаивали по 200 г суспензии хлореллы. За двухнедельный период потребления ими суспензии хлореллы ни в одной из групп не было падежа поросят. Привес их за это время в опытной группе составлял в среднем 4,3, контрольной - 4,0 кг, за сутки – соответственно 307 и 285 г [16].

Таким образом, суспензия хлореллы на основе штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN обладает следующими свойствами:

- высокая биологическая активность;
- длительность последствий;
- возможность применять в течение непродолжительного времени;
- использовать исключительно в виде суспензии;
- возможность применять с нормативной плотностью клеток;
- способность усиливать иммунную систему животного;
- обладание лечебно-профилактическим действием;
- универсальность и возможность применения для сельскохозяйственных животных всех видов и возрастов, а также для насекомых;
- способность повышать усвояемость кормов;
- возможность введения (альголизации) в комбикорма.

## 2.2 Механизм действия суспензии хлореллы

Многие ученые считают хлореллу биологическим стимулятором на том основании, что биостимуляторы в рацион животных вводят в малых количествах. В 10 л суспензии содержится 5–20 г сухой биомассы хлореллы, и применение ее даже в таком количестве во многих случаях оказывается эффективным [46].

Для выяснения вопроса, на какие функции жизнедеятельности направлено действие хлореллы, М.Я. Сальникова [46] провела экспериментальные работы и пришла к выводу, что «действие суспензии хлореллы направлено на усиление бродильных процессов в рубце и переваривающей способности желудочного сока, улучшение белкового, витаминного и минерального обмена в организме животного. Результатом этих положительных процессов является высокая энергия роста при меньших затратах кормов на единицу продукции, укрепление костяка и общего состояния здоровья животных».

Раскрытие механизма действия суспензии хлореллы на организм животного позволит найти рациональный подход в дальнейшем совершенствовании использования хлореллы в животноводстве.

Полагаем, что нельзя рассматривать упрощенно влияние суспензии хлореллы на организм животного. Точно так же нельзя выделять отдельные стороны влияния суспензии хлореллы, например, на обменные процессы, улучшение пищеварения, усиление защитных сил организма и так далее. Суспензия хлореллы оказывает воздействие на все биологические функции организма и биохимические процессы, протекающие в нем. Это улучшение обмена веществ и сопротивляемости организма к заболеваниям, повышение его способности к детоксикации эндо- и экзотоксинов и пр.

С суспензией хлореллы в организм животного поступает 350 различных веществ, в том числе 310 в культуральной среде [52]. В суспензии хлореллы содержится 0,5-0,6 г а. с. б., то есть в 1 литре хлореллы клетки составляют 0,5-0,6 % сырой биомассы, остальное приходится на культуральную среду. Определенная часть этих веществ используется бактериями, населяющим желудочно-кишечный тракт, но главным образом они всасываются стенками желудка и кишечника. Известно, что желудочно-кишечный тракт здорового животного населен молочнокислыми бактериями, среди которых основным является семейство *Lactobacillus*. Они очень требовательны к источникам питания и не растут на простых средах [30]. Большинство бактерий этого семейства нуждаются в «аргинине, цистеине, глютаминовой кислоте, лейцине, фенилаланине, триптофане (5 мкг/мл), тирозине, валине (40–100 мкг/мл)». Многие виды молочнокислых бактерий не могут развиваться в отсутствие витаминов, особенно витамина В<sub>6</sub>, пантотеновой кислоты и биотина [65, 66].

Суспензия хлореллы, попадая в желудочно-кишечный тракт животного, прежде всего, становится оптимальной питательной средой, на которой бурно развиваются молочнокислые бактерии. Повышение усвояемости кор-

мов и усиление бродильных процессов связаны с активизацией деятельности этих бактерий.

Суспензию хлореллы, скорее всего, видимо, можно отнести к природным иммунопробиотикам, и поэтому нет необходимости специально готовить культуры микроорганизмов для искусственного введения в желудочно-кишечный тракт животного. При ее использовании заселение желудочно-кишечного тракта микрофлорой происходит естественным путем за счет микрофлоры, которая адаптирована к данному организму. При этом суспензия хлореллы не только обладает всеми свойствами, присущие иммунопробиотикам, но и превосходит их по своему действию. Так, сохранность птицы (до 60 дней) при лечении инфекционных заболеваний препаратом иммунобак составляет 90,7 % [30], при использовании для этих целей хлореллы – 98,05 %. Сохранность телят при применении лактоферона с целью профилактики желудочно-кишечных заболеваний и их лечения достигала 93 % [30], а при использовании суспензии хлореллы – 99 %. Кроме того, суспензия хлореллы, обладая последействием, влияет на репродуктивные свойства животных.

Мы не склонны считать, что разрушение или обезвреживание микотоксинов, поступающих с кормом в организм животного, происходит путем непосредственного влияния на них суспензии хлореллы. Скорее всего, в этих процессах главная роль принадлежит всему комплексу защитных функций организма, проявление которых усиливается после получения животным суспензии хлореллы.

Поэтому, обсуждая механизм действия суспензии хлореллы на организм животного, мы не выделяем её положительное влияние на какие-то отдельные органы или системы, например, желудочно-кишечный тракт, иммунную систему и т.д., а рассматриваем суспензию хлореллы в качестве фактора мощного воздействия на весь организм в целом. Только благодаря этому можно без дополнительных затрат достичь высоких темпов роста животных и предельной сохранности поголовья.

### **2.3 Альголизация комбикорма**

Суспензию хлореллы можно включать в состав комбикорма. При этом изменяются физико-химические показатели получаемой продукции. Так, гранулы приобретают большую прочность [12]. При введении в кормосмесь 3 % суспензии хлореллы содержание витаминов, сырого протеина и аминокислот в ней в среднем на 36,7 % выше, чем без суспензии хлореллы (таблица 4).

Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности (ВНИИКП) провёл исследования по определению эффективности кормления кур-несушек и цыплят-бройлеров комбикормом с суспензией хлореллы штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111.

Таблица 4 – Питательность кормосмеси с суспензией хлореллы (введено 3 %) и без нее

Показатель	Питательность кормосмеси	
	с суспензией хлореллы	без суспензии хлореллы
Каротин, мг/кг	1,00	1,00
Витамин А, МЕ/г	20,00	19,20
Витамин Е, мг/кг	81,00	75,30
Витамин В <sub>1</sub> , мг/кг	6,51	5,77
Витамин В <sub>2</sub> , мг/кг	10,54	6,87
Лизин, %	0,52	0,46
Метионин, %	0,29	0,16
Цистеин, %	0,20	0,09
Сырой протеин, %	12,70	11,35
Хлористый натрий, %	0,96	0,96

В опыте, проведенном в виварии на курах-несушках кросса «Иза-Браун» в возрасте от 164 (начало опыта) до 256 дней (конец опыта), наилучшие результаты по яйценоскости (99,5 %) получены в группе кур, которые кормили рассыпным комбикормом ПК-1 с содержанием суспензии хлореллы (12 %). В контрольной группе этот показатель был на 4,3 % ниже. Суспензия хлореллы в таком количестве оказала положительное влияние и на массу яиц, которая за 92 дня опыта в расчете на одну курицу-несушку составила 5,77 кг, что на 9,3 % ( $p > 0,99$ ) больше, чем в контрольной группе.

При кормлении кур комбикормом с хлореллой (12 %) на 23,5 % повышалось содержание в яйцах витамина А и на 18,5 % витамина Е.

Сохранность кур-несушек в группах, получавших комбикорм с суспензией хлореллы (4-25 %), за период опыта составила 100 %, в контрольной группе – 84 %.

В опытах с цыплятами-бройлерами кросса «Иза» наибольшая живая масса и самый высокий среднесуточный прирост получен у кормленных комбикормом ПК-5 в виде крупки и комбикормом ПК-6 в виде гранул с вводом в них соответственно 8 и 12 % суспензии хлореллы. В 43 дня жизни живая масса цыплят в первой группе составила 1976, второй – 2000 г, а в контрольной, где они получали крупку (гранулы) с 8 % воды – 1830 г. Среднесуточный прирост достигал соответственно 51,6, 52,3 и 47,7 г.

В крови опытных цыплят увеличилось содержание витамина Е (1,35 и 1,30 мг/%, в контрольной группе 1,23), а в печени – витамина А (соответственно 1,32, 1,30 и 1,20 мг/%) и витамина В<sub>2</sub> (16,9, 16,0 и 15,1 мг/%).

На основании результатов исследований ВНИИКП для кур-несушек и цыплят-бройлеров рекомендуется использовать суспензию хлореллы штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 путем введения в комбикорм в количестве 10-20 % от его общей массы.

Таким образом, альголизированный комбикорм служит источником витаминов, микроэлементов и биологических стимуляторов природного про-

исхождения, и в этом заключается его преимущество по сравнению с заводскими комбикормами.

## 2.4 Использование суспензии хлореллы в животноводстве

Экспериментальные работы по использованию суспензии хлореллы (*Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN) в животноводстве проводили в хозяйствах с различными видами сельскохозяйственных животных.

### 2.4.1 Крупный рогатый скот

Эффективность использования суспензии хлореллы при выращивании телят, откорме бычков и получении высоких надоев молока была установлена во многих животноводческих хозяйствах [4, 43, 46, 47].

Исследования проводили в Пензенской области в СПК «Северное», ТВ «Рост-Агро» и СПК «Знамя труда». Было сформировано по две группы (контрольная и опытная) телят чёрно-пёстрой породы в возрасте 5, 6 и 3 месяца (по 10 голов в группе в хозяйствах СПК «Знамя труда» и ТВ «Рост-Агро» и по 20 голов в СПК «Северное»). Телятам опытной группы в течение месяца ежедневно выпаивали по 300 г суспензии хлореллы.

Применение суспензии хлореллы в течение ограниченного периода времени связано с ее последствием, ввиду того, что темп роста животных был высоким за весь последующий период откорма.

В СПК «Северное» введение суспензии хлореллы в рацион телят опытной группы в течение месяца способствовало большему (на 42 %) дополнительному приросту живой массы по сравнению с телятами контрольной группы (таблица 5). В связи с разными условиями содержания и кормления животных в СПК «Знамя труда» этот показатель составил 25 %, в ТВ «Рост-Агро» - 34 %. Исследования по последствию суспензии хлореллы проводили в ТВ «Рост-Агро». Телят взвешивали в возрасте 8 и 9 месяцев. Дополнительный прирост живой массы телят в экспериментальной группе по сравнению с контрольной составил 50-55 % [16]. Эффект последствия суспен-

Таблица 5 – Прирост живой массы телят при выпаивании суспензией хлореллы и без ее использования

Хозяйство	Прирост живой массы телят (кг) в группе		Дополнительный прирост живой массы, %
	контрольная	опытная	
СПК «Знамя труда»	10,5±1,42	13,1±1,13	25
ТВ «Рост-Агро»	10,4±1,80	14,0±1,14	34
СПК «Северное»	6,15±0,97	8,73±1,06	42
P > 0,05			

зии хлореллы с использованием штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 получен на поросятах в хозяйстве ФГУСП «Сосновское» МО РФ [61].

Влияние суспензии хлореллы на молочную продуктивность и жирность молока изучали на коровах чёрно-пёстрой породы трех групп (две опытные и одна контрольная) по 5 голов в каждой в течение 50 дней, когда коровам в первой опытной группе выпаивали суспензию хлореллы, второй - скармливали ее с концентрированными кормами в количестве 1 л на голову. В контрольной группе было обычное кормление. Результаты эксперимента приведены в таблице 6 [40].

*Таблица 6 – Молочная продуктивность коров и жирность молока (ФГУСПМО племзавода «Луч», Волгоградская область)*

Опытная группа	Надой за 50 дней, кг	Среднесуточный надой на одну корову, кг	Жирность молока, % в	
			начале опыта	конце опыта
Первая	1194	23,88	3,12	3,30
Вторая	1205	24,10	3,50	3,62
Контрольная	1070	21,39	3,66	3,45

С целью изучения последствий хлореллы на организм животного и влияния ее на молочную продуктивность мы продолжали наблюдения за животными в течение 61 дня (сентябрь, октябрь 2003 г.). В этот период хлореллу животным не выпаивали. Экспериментальные данные (таблица 7) свидетельствуют о том, что эффективность суспензии хлореллы сохранялась и после прекращения выпойки [40].

*Таблица 7 – Молочная продуктивность коров и жирность молока при последствии суспензии хлореллы (ФГУСПМО племзавода «Луч», Волгоградская область)*

Опытная группа	Средний надой за 61 день от одной коровы, кг	Среднесуточный надой молока от одной коровы, кг	Жирность молока, % в	
			начале опыта	конце опыта
Первая	1287	21,1	3,30	3,71
Вторая	1281	21,0	3,62	3,98
Контрольная	952	15,6	3,45	3,79

Для определения влияния суспензии хлореллы на воспроизводительное качество коров были сформированы 2 группы животных (опытная и контрольная) по 5 голов в каждой.

В течение 30 дней каждой корове опытной группы ежедневно выпаивали суспензию хлореллы в расчете 1 л на одну голову.

Как показали экспериментальные данные (таблица 8), суспензия хлореллы оказала положительное влияние на воспроизводительность коров: из

*Таблица 8 – Молочная продуктивность коров, жирность молока и сервис-период коров (подсобное хозяйство МСК «Михайловское», Волгоградская область)*

Группа коров	Надой за 30 дней от одной коровы, кг	Среднесуточный надой молока от одной коровы, кг	Жирность молока, % в		Сервис-период, дней
			начале опыта	конце опыта	
Опытная	406	13,53	3,12	3,32	46
Контрольная	357	11,90	3,57	3,57	75

опытной группы были осеменены три коровы, сервис-период у которых составил 46 дней, из контрольной – две, при сервис-периоде у них 75 дней.

## 2.4.2 Свиньи

Свиноводство относится к одной из ведущих отраслей животноводства. Однако, как справедливо пишет Л.Г. Котельникова [36], «в условиях функционирования рыночных отношений свиноводство ухудшило все количественные и качественные параметры развития». Более того, оно стало неконкурентоспособным.

Использование хлореллы позволяет без дополнительных затрат кормов на 20-30 % увеличить среднесуточный привес молодняка свиней, что очень важно, так как в свиноводстве основные затраты (от 50 до 80 %) производятся на корма.

Большой экономический ущерб наносит падеж свиней и особенно молодняка (до 10 % от общего поголовья) [36]. В свинокомплексе «Панкратовский» (Пензенская область) после включения в кормовой рацион животных суспензии хлореллы сохранность поголовья достигала не менее 99 %.

Влияние суспензии хлореллы на продуктивную способность свиноматок и сохранность поросят изучалось и в других свинокомплексах в Пензенской, Волгоградской и Воронежской областях, и везде получены положительные результаты.

Известно, что хлорелла оказывает благотворное влияние на увеличение плодовитости, повышение привесов и снижение смертности молодняка [9, 43, 46, 51].

В ЗАО «Вергина» в Михайловском районе Волгоградской области изучали влияние суспензии хлореллы, полученной на основе штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111, на продуктивную способность свиноматок и сохранность поросят.

Группы формировали методом пар-аналогов. Содержание животных в опытных и контрольных группах было одинаковым, кормление соответствовало технологическим требованиям и зоотехническим нормам. Разница заключалась лишь в том, что опытным супоросным свиноматкам суспензию хлореллы выпаивали в течение 30 дней в количестве 1 л на каждую голову. В каждой группе было по 100 свиноматок.

Лекарственные и витаминные препараты в опытных группах не применяли. При проведении опыта учитывали общее состояние свиноматок в течение супоросного периода, многоплодность, рост, развитие и смертность поросят, молочность свиноматок и возникающие заболевания.

Установлено, что выпаивание суспензии хлореллы положительно сказалось на продуктивных качествах свиноматок, к тому же плодовитость опытных свиноматок была в среднем на 8,76 % выше, чем в контрольной группе (таблица 9).

*Таблица 9 – Продуктивная способность свиноматок и сохранность поросят*

Опытная группа	Количество свиноматок, голов	Родилось поросят от одной свиноматки, голов	Сохранность поросят на 30-й день жизни, %	Средняя масса 1 поросенка, кг		Среднесуточный прирост массы тела одной головы в течение 30 дней, г	Средняя молочность 1 свиноматки, кг	Экономия на рубль затрат, руб.
				при рождении	на 30-й день жизни			
Первая	100	10,9	98,4	1,4	12,5	417	68,2±2,3	4,5
Вторая	100	10,2	98,3	1,3	12,0	400	66,1±2,1	3,0
Контрольная	100	9,7	87,8	1,0	9,8	328	60,2±2,2	-

Важным показателем, характеризующим продуктивность свиноматок, является крупноплодность. Масса одного новорожденного поросенка в опытных группах была в среднем на 0,35±0,02 кг больше, чем в контрольной.

Среднесуточный прирост массы тела поросят в первой опытной группе составил 417, второй – 400, контрольной - 328 г.

При одинаковых условиях кормления и содержания животных суспензия хлореллы способствует лучшей сохранности поросят, которая в опытных группах была на 10% выше, чем в контрольной (таблица 9).

Влияние суспензии хлореллы на привес и сохранность поросят изучалось в свинокомплексе ОАО «Калачеевский» в Воронежской области. Были подобраны две группы поросят в возрасте одного месяца: контрольная - 133 голов и опытная - 176. Первоначальная масса животных в обеих группах составляла в среднем по 11,76 кг. Суспензию хлореллы выпаивали поросятам опытной группы по 0,3 литра в течение 21 дня. Это способствовало получению дополнительного привеса (таблица 10) и более высокой сохранности поросят.

С целью определения влияния суспензии хлореллы в высокопродуктивных хозяйствах проводили производственный эксперимент в свинокомплексе «Шаталовский» (г. Щигры Курской обл.), где с 5 по 26 мая 2006 г. поголовью из 604 поросят в течение 21 дня выпаивали каждому по 300 мл суспензии хлореллы. В результате сохранность поголовья составила 99,17 %, или была на 0,37 % выше, чем при кормлении без использования суспензии хлореллы, среднесуточный привес одной головы увеличился на 15 г и достигал 430 г, снизилась конверсия корма с 3,01 до 2,89 ед. Так как исходные показатели были довольно высокими, после применения суспензии хлореллы привесы массы и сохранность поросят увеличились незначительно. Однако анализ экономических показателей свидетельствует, что использование суспензии хлореллы экономически выгодно и в высокопродуктивных свинокомплексах.

Экономические показатели складывались из уменьшения падежа (экономию в денежном выражении составила 3689 руб.), увеличения привесов (22962 руб.), уменьшения конверсии корма (10894 руб.), уменьшения затрат на лекарственные и витаминные препараты (22000 руб.). Затраты на приобретение суспензии хлореллы достигали 38052 руб. Дополнительный доход был равен 21493 руб.

*Таблица 10 – Прирост живой массы и сохранность поросят при потреблении суспензии хлореллы*

Группа	Количество од- номе- сячных поросят	Конеч- ный вес, кг	Привес за 21 день, кг	Суточ- ный при- вес, г	Дополни- тельный привес по отношению к контролю, %	Сохран- ность поро- сят, %
Опытная	176	16,99	5,23	249	32,4	97,2
Контроль- ная	133	15,71	3,95	188	0	85,0

Использование штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 для приготовления суспензии хлореллы показало высокую эффективность в свиноводстве. Как у взрослых животных, так и у молодняка такие важные параметры, как плодовитость, привесы и сохранность, были значительно выше, чем в контрольной группе. Поэтому применение суспензии хлореллы позволит повысить рентабельность и конкурентоспособность такой важной отрасли животноводства, как свиноводство.

### 2.4.3 Птица

Суспензия хлореллы широко использовалась в птицеводстве [43, 46] для получения привесов и повышения сохранности молодняка.

Использование суспензии хлореллы для кормления птицы может осуществляться по трем главным направлениям. Первое – альголизация комбикорма, то есть введение ее в гранулированный корм. Второе - введение суспензии хлореллы в кормовой рацион птицы в племенных репродукторах. Третье – использование суспензии хлореллы при выращивании бройлерных цыплят.

Процесс воспроизводства птицы начинается в племенном хозяйстве. Однако в настоящее время в некоторых племрепродукторах невозможно приготовить полноценный корм без зеленой массы. Организм птицы эволюционно приспособлен к потреблению зеленых растений. Недостаток их приводит к снижению яйценоскости и получению неполноценного для инкубации яйца. Многие племрепродукторы поставляют яйцо, которое даёт выход цыплят не более 60-65%. В данном случае единственным выходом является скармливание суспензии хлореллы. Введение суспензии хлореллы в кормовой рацион птицы родительского стада повышает выход цыплят на 25%, и они отличаются более высокой жизнеспособностью.

Эксперименты с использованием штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 проводили на Васильевской птицефабрике (Пензенская область). Опыты были начаты в племрепродукторе птицефабрики. Куры контрольной группы (n= 2 тыс.) препарат не получали. Птице опытной группы (n=2 тыс.) суспензию хлореллы выпаивали в дозе 40–50 мл в течение 30 дней. Для племенной птицы в помещении рядом с проточными поилками были установлены лотковые, в которые ежедневно наливали по 80–100 л суспензии из расчета потребления одной особью 40–50 мл.

Основная задача заключалась в получении от кур высококачественных яиц, предназначенных для инкубации. В период проведения эксперимента несушки находились в хорошем состоянии. Соблюдение зоотехнических норм их содержания, сбалансированный корм, а также постоянный ветеринарный контроль способствовали эффективному продуцированию птицы. В то же время при кормлении хлореллой повышался её репродукционный потенциал.

На инкубацию из опытной партии было заложено 2783 яйца, из контрольной – 3625, из них вывелось соответственно 2310 и 2411 цыплят, что составило 83,0 и 66,5 %. Цыплятам-бройлерам, выведенным из яиц опытной партии, препарат выпаивали в дозе 5 мл 7 дней, а затем по 30 мл в течение 35 дней. Использование суспензии хлореллы не нарушало сложившейся технологии выращивания молодняка и племенной птицы. Ежедневно проводили взвешивание цыплят. В каждой клетке находилось по 14 голов. Всего в эксперименте было использовано в контрольной и опытной группах по 1848 цыплят.

Цыплята, выведенные из яиц опытной партии, росли интенсивно и уже после первой недели жизни превосходили своих сверстников из контрольной группы (таблица 11).

За весь период откорма цыплят сохранность в опытной группе составила 98,05 %, контрольной – 92,97, в меньшем количестве пришлось провести санитарный убой – соответственно 2,4 и 9,7 %.

Таким образом, отход птицы, получавшей хлореллу, был в 3,6–4,0 раза меньше.

За период опыта (42 дня) разница по живой массе по сравнению с контролем составила 10,7 %, забойной – 19,9. При разделке бройлеров в контрольной группе забраковано 80 % общего количества печени, в опытной – 3 % [13, 16].

*Таблица 11 – Живая масса и сохранность цыплят*

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Живая масса (г) за 7 дней	114,60	127,10
42 дня	1578,00	1747,00
Сохранность (%) за 7 дней	99,89	99,95
42 дня	92,97	98,05
Санитарный забой (%) за 7 дней	0,16	0,06
42 дня	9,70	2,40

Для следующего эксперимента была выбрана птицефабрика «Золотой Петушок Инвест» (с.Н.Животинное Рамонского района Воронежской области), где среднесуточные привесы птицы составляли более 50 г, сохранность 96-97 % и низкой была конверсия корма. Эксперимент проводился в производственных условиях. В опыте участвовало поголовье птиц одного цеха (23760 шт.), которым ежедневно выпаивали суспензию хлореллы от 5 мл с пятого дня жизни до 30 мл в течение 37 дней до убоя. Всего за период выращивания птицы использовано 12125 л суспензии хлореллы. Остальные четыре цеха с общим количеством 115860 голов птицы были контрольными. Экономические показатели по опытному цеху птицефабрики складывались из уменьшения падежа птицы (экономия в денежном выражении составила 67453,9 руб.), увеличения веса тушки (10058,3 руб.), уменьшения конверсии корма (45545,6 руб.) и затрат на лекарственные и витаминные препараты (5000 руб.). Затраты на приобретение суспензии хлореллы были равны 121250 руб. Дополнительный доход составил 97330,8 руб.

Суспензия хлореллы повлияла на качественные показатели тушек опытной птицы. В результате биохимической экспертизы крови, печени, мышц и кости птиц опытной группы выявлено улучшение всех показателей на 15-25% по сравнению с контрольными группами. Необходимо также от-

метить, что во время эксперимента подопытной птице не давали антибиотиков и витаминных препаратов, однако сразу же после кормления суспензией хлореллы резко снизилась заболеваемость птицы инфекционными болезнями.

Следовательно, применение суспензии хлореллы штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 позволяет не только реализовать потенциал продуктивности птицы, но и снизить смертность, в том числе от инфекционных заболеваний, а также уменьшить конверсию корма. Затраты на приобретение суспензии хлореллы составляют 55% от дохода, полученного в результате её применения.

#### 2.4.4 Рыба

Применение суспензии хлореллы в рыбоводных прудах для альголизации значительно укрепляет их кормовую базу [39, 42]. Хлорелла штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 снижает активность синезеленых водорослей (*Microcystis aeruginosa*, *Anabaena variabilis*, *Aphanizomenon flos-aquae*), в результате чего возрастает рыбопродуктивность в нагульных прудах [17]. Так, в контрольные пруды Телегинского рыбхоза (Пензенская обл.) вносили органические и минеральные удобрения, а опытные дополнительно альголизировали. Для инокуляции был использован штамм *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111. Фоновый состав водорослей в основном относился к диатомовым и синезеленым, а после внесения удобрений и альголизации он стал преимущественно зеленым. Развитие зоопланктона в опытных прудах шло намного интенсивней, чем в контрольных. В опытном пруду по сравнению со всеми остальными прудами плотность зоопланктона была наивысшей (1375 мг/л), что позволило получить стандартную навеску сеголетков карпа раньше запланированного срока.

В опытном пруду рыбхоза «Тройка» Городищенского района Пензенской области личинки к периоду пересадки весили на 30% больше, чем в контрольном пруду. Применение хлореллы позволяет получать стандартный посадочный материал карпа [24].

В опытном пруду рыбхоза «Порзово» (Камешкирский район Пензенской обл.), куда вносили суспензию хлореллы, плановая навеска рыб (425 г) была достигнута в начале августа, при этом улов рыбы составил 1 т/га. В контрольном пруду эти показатели были соответственно равны 300 г и 0,7 т/га [24].

Суспензию хлореллы использовали также при выращивании сеголетков карпа в Себистонском заливе Нурекского водохранилища. Эксперимент проводили в трёх садках. В первый задавали корм с размолотой куколкой тутового шелкопряда, во второй - смоченный суспензией хлореллы, третий садок был контрольным, рыбу в нем не кормили. Через 100 дней выращивания в первом садке средняя навеска сеголетков достигала 38 г, втором – 45, третьем – 8. Сохранность составляла соответственно 41, 90 и 87 %. Таким

образом, наилучший посадочный материал был получен при применении суспензии хлореллы [6].

## 2.4.5 Насекомые

### 2.4.5.1 Тутовый шелкопряд

Шелководство является перспективной отраслью сельского хозяйства в южных регионах России. К 2010 году ежегодное производство коконов можно будет довести до 2000 тонн [26]. Поэтому особую актуальность представляют повышение продуктивности, улучшение качества и увеличение количества коконного сырья.

Влияние суспензии хлореллы *Ch. vulgaris* ИФР № С-111 на продуктивность и репродуктивные свойства тутового шелкопряда изучали с использованием гибрида (САНИИШ 21 × САНИИШ 17), который применяется на промышленных выкормках.

Выкормку тутового шелкопряда проводили в соответствии с инструкцией [32] и рекомендациями [44].

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о положительном влиянии суспензии хлореллы на развитие тутового шелкопряда (таблица 12). При подкормке его с третьего возраста до коконовывивки увеличивается масса коконов как у самцов, так и самок. В сравнении с контрольными экземплярами это увеличение достигало 22,3 %. Масса оболочки у опытных коконов была на 57,7 % больше, чем у контрольных. Процент шелковой оболочки увеличился в среднем с 21,6 у контрольных особей до 27,9 у опытных. Жизнеспособность гусениц была на 31 % выше.

Кроме того, установлена положительная связь между массой самки и массой кладки (таблица 13). Масса яиц в кладке была наибольшей (354 мг) с подкормкой гусениц суспензией хлореллы, причем это превышение по сравнению с контролем составило 74,8 %.

Полученные данные свидетельствуют о соответствии высоких показателей массы коконов тутового шелкопряда повышенному процентному содержанию шелковой оболочки и наивысшей яйценоскости.

Следует отметить, что при кормлении гусениц суспензией хлореллы изменилась общая закономерность между отдельными признаками у тутового шелкопряда. Например, с увеличением массы кокона самки возрастает процент яйценоскости, чего не наблюдается при обычной выкормке гусениц, когда с повышением массы кокона снижается процент яйценоскости и уменьшается выход грены с 1 кг пущенных в гренаж коконов - основной производственный показатель при гренопроизводстве [53]. Также выявлено, что при увеличении процента яйценоскости при подкормке гусениц хлореллой увеличивается шелконосность, что важно для гренопроизводства и шелковой промышленности в целом.

Таким образом, применение суспензии хлореллы в качестве подкормки тутового шелкопряда оказывает положительное влияние на ряд его биологи-

ческих и хозяйственных признаков (масса кокона, масса оболочки, жизнеспособность гусениц, яйценоскость бабочек), что выражается в увеличении количества и массы яиц в кладке [25, 54].

Лечебно-профилактическое действие суспензии хлореллы на вирусные заболевания тутового шелкопряда представляет особую актуальность, т. к. для многих из них лекарственных средств не существует. Влияние суспензии хлореллы (*Chlorella vulgaris* ИФР № С-111) на вирусное заболевание было изучено на примере желтухи тутового шелкопряда.

Желтуха относится к наиболее распространенным вирусным заболеваниям тутового шелкопряда. Источником инфекции является вирус ядерного полиэдроза (ВЯП). Гусениц с первого дня V возраста заразили ВЯП путем скармливания им листьев шелковицы, смоченных суспензией вируса. Дозы вируса составили 400-800 полиэдров на гусеницу. После однократного заражения вирусом в последующем гусеницам скармливали незараженный корм. Опыт проводили в четырех вариантах. В двух использовали листья шелковицы, замоченные суспензией хлореллы с концентрацией клеток 50 и 100 млн./мл. В третьем варианте (контроль I + ВЯП) зараженным гусеницам до завивки коконов скармливали лист шелковицы без хлореллы. В четвертом варианте (контроль II) гусениц выкармливали обычным способом. В каждом варианте опыта использовали по 50 гусениц породы Тетрагибрид Ш.

Наиболее сильное действие вируса ядерного полиэдроза проявилось в третьем варианте опыта (таблица 14). На второй день после заражения вирусом резко снизилась поедаемость гусеницами листа, у них отмечалось беспокойство и расползание с кормовых мест. Более 30 % гусениц этого варианта погибло в V возрасте с явными признаками желтухи. Особенно низкой оказалась жизнеспособность гусениц (33 %). Инфекция отрицательно повлияла на выкормку, в результате чего средняя масса кокона оказалась значительно ниже (1,65 г), чем в четвертом варианте (контроль II).

Таблица 12 – Масса кокона в целом и его оболочки у тутового шелкопряда при подкормке суспензией хлореллы (*Chlorella vulgaris* ИФР № С-111)

Вариант опыта	Масса кокона (M±m), г		Масса оболочки кокона (M±m), г		% шелковой оболочки (M±m)	
	самки	самца	самки	самца	самки	самца
Лист+суспензия хлореллы (опыт)	1,76±0,06	1,18±0,07	0,43±0,03	0,40±0,02	24,4±0,5	33,3±0,8
Лист (контроль)	1,30±0,04	1,10±0,03	0,25±0,04	0,26±0,01	19,2±0,5	23,6±0,6

Таблица 13 – Масса кокона самки, яйценоскость бабочек и масса кладки тутового шелкопряда при подкормке суспензией хлореллы (*Chlorella vulgaris* ИФР № С-111)

Вариант опыта	Масса кокона самки (M±m), г	Среднее количество		То же в % к контролю	Средняя масса яиц в кладке (M±m), мг	То же в % к контролю	Среднее количество неоплодотворённых яиц в кладке (M±m), шт.	Средняя масса яйца, мг
		яиц в кладке, шт.	оплодотворённых яиц в кладке (M±m), шт.					
Лист + суспензия хлореллы (опыт)	1,76±0,06	624	576±31	159	354±25	175	48±18	0,614
Лист (контроль)	1,30±0,04	373	362±26	100	202±19	100	12±4	0,559

*Таблица 14 – Результаты испытаний хлореллы различной концентрации против вируса ядерного полиэдроza*

Вариант опыта	Жизнеспособность гусениц тутового шелкопряда, %	Средняя масса кокона, г	Заболело желтухой, %	Поражение прочими заболеваниями, %
Суспензия хлореллы 100 млн/мл + ВЯП	70	2,55	24	6
Суспензия хлореллы 50 млн/мл + ВЯП	76	2,58	20	4
Контроль I + ВЯП	33	1,65	47	20
Контроль II	88	2,15	6	6

У гусениц, выкормленных с использованием суспензии хлореллы, клинические признаки болезни протекали кратковременно. В дальнейшем они полностью исчезли и подопытные гусеницы, постоянно получавшие суспензию хлореллы, ничем не отличались от гусениц контроля II. Средняя масса кокона в вариантах с использованием хлореллы оказалась выше (2,55 г) по сравнению с контролем II (2,15 г), однако жизнеспособность была на 18 % ниже. В варианте опыта с концентрацией 100 млн. клеток в 1 мл суспензии хлореллы результаты по всем показателям были несколько хуже по сравнению с тем, когда использовалась суспензия с более низкой плотностью клеток (50 млн./мл). В опытах других ученых продуктивность гусениц тутового шелкопряда также была наибольшей при кормлении листьями, замоченными в суспензии хлореллы с плотностью клеток 50-80 млн./мл. Следовательно, плотность клеток в суспензии от 50 до 80 млн./мл можно принять за оптимальную при использовании ее в шелководстве.

Положительное влияние хлореллы проявилось и в том, что при её применении желтухой заболело в два раза меньше гусениц, чем в третьем варианте опыта, где хлорелла не использовалась.

У инфицированных гусениц заболеваемость протекает в более тяжелой форме и возрастает летальный исход от других болезней. Поэтому в третьем варианте опыта процент заболевших другими болезнями гусениц был сравнительно высок (20 %).

В этом отношении суспензия хлореллы оказывает положительное влияние на зараженных ВЯП гусениц, так как они поражались другими болезнями в среднем даже меньше, чем в четвертом варианте опыта. Суспензия хлореллы, оказывая положительное влияние на организм тутового шелкопряда, активизирует иммунную систему, повышая сопротивляемость и устойчивость организма к инфекционным заболеваниям, в том числе и к вирусу ядерного полиэдроza [18].

#### 2.4.5.2 Пчелы

Россия занимает второе место в мире по количеству пчелиных семей и является страной с развитым пчеловодством. Перед пчеловодами стоят серьёзные задачи по производству продуктов пчеловодства. Увеличение продуктивности и сохранности пчелосемей от болезней является актуальной проблемой в этой отрасли [37].

Использование суспензии хлореллы в качестве подкормки для пчел значительно повышает резервные возможности пчелосемьи в процессе мёдо-сбора, увеличивает засев и активную деятельность пчёл, повышает их иммунитет, снижая заболеваемость каменным расплодом, пембриной, бактериальными и вирусными заболеваниями. Суспензия хлореллы усиливает устойчивость пчёл при контакте их с ядохимикатами после обработки садов и полей от вредителей. Повышение биологической активности пчёл способствует увеличению медосбора на 30-40 % [9].

## 2.5 ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Суспензия хлореллы (*Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 или *Ch. vulgaris* BIN) позволяет получать безопасную для здоровья человека животноводческую продукцию.

Благотворное влияние суспензии хлореллы на организм животного при её применении и в последующий период позволяет снизить использование лекарственных средств, в том числе антибиотиков. «Широкое использование антибиотиков в животноводстве приводит к переносу антибиотикорезистентности от штаммов микроорганизмов животного происхождения к микробным штаммам человеческой популяции. Обнаружено также, что антибиотики, применяемые в животноводстве, накапливаются в мясе и молоке и отрицательно действуют на организм человека, особенно детей. Поэтому возникла необходимость изучения альтернативных путей интенсификации животноводства с использованием экологических принципов влияния на рост и развитие животных с целью получения максимального выхода чистой продукции» [30].

Загрязнителями животноводческой продукции могут быть стимуляторы роста, гормональные препараты и многие лекарственные средства. Их использование снижается при применении суспензии хлореллы. Ее высокая биологическая активность и наличие в ее составе всех необходимых витаминов позволяют также рационально подойти к применению витаминов. Так, в период проведения эксперимента на птицефабрике «Золотой Петушок Инвест» (с. Н.Животинное Рамонского района Воронежской области) в корм подопытной птицы (23760 цыплят-бройлеров) не вводили антибиотики и витамины. После начала применения суспензии хлореллы резко снизилась заболеваемость птицы инфекционными болезнями.

В птицеводстве особенно остро стоит проблема поражения птицы микотоксинами [56]. Попадая в организм птицы с кормами, они приводят к заболеваниям и ее гибели.

На Васильевской птицефабрике (Пензенская область) при применении суспензии хлореллы падеж цыплят-бройлеров на откорме уменьшился в 4 раза и составил менее 2 % [13].

Таким образом, суспензия хлореллы позволяет получать качественную продукцию, не представляющую опасность для здоровья человека.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для использования суспензии хлореллы в животноводстве предложены два новых штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 и *Chlorella vulgaris* ВИН, отличающихся от всех известных штаммов и видов водорослей рядом полезных свойств и позволивших создать принципиально новую биотехнологию выращивания микроводорослей в установках модульного типа.

Такая технология основана на использовании планктонных штаммов хлореллы. Это способствовало наибольшему биотехнологическому эффекту, достигнутому благодаря тому, что не требуется механическое перемешивание суспензии, а насыщение культуры углекислым газом достигается биологическим способом. Клетки хлореллы в культуре располагаются равномерно, не осаждаются на дно, не прилипают к стенкам культиватора, что позволяет наиболее эффективно использовать световую энергию.

Изучение свойств этих штаммов хлореллы позволило создать недорогие надежные и простые в эксплуатации установки, способные работать непосредственно в цехах птицефабрик и животноводческих помещениях. Применение суспензии хлореллы не требует изменения типовых технологий выращивания животных и производства животноводческой продукции.

Использование хлореллы путем подачи ее суспензии через поилки или в составе комбикорма позволяет восполнить недостаток в рационе сельскохозяйственных животных зеленых кормов. При этом следует иметь в виду, что при применении суспензии хлореллы в животноводстве первостепенное значение имеют не количество биомассы и интенсивность её нарастания, а биологическая активность хлореллы, так как с этим связана эффективность её использования для животных. Вследствие высокой биологической активности штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 и *Chlorella vulgaris* ВИН стало возможным установить для молодняка дозы в пределах 0,5 л, для взрослых животных - 1 л суспензии хлореллы на голову КРС в сутки.

Длительное эффективное последствие суспензии хлореллы также является результатом высокой биологической активности используемых штаммов, когда однократного применения ее в течение определенного времени достаточно для сохранения высоких темпов роста животных практически на весь период откорма. Это ее свойство позволило снизить объем потребляемой суспензии поголовьем животных и упростить как биотехнологию культивирования хлореллы, так и методы её применения.

При использовании суспензии хлореллы можно получать дополнительную мясную продукцию, снизить смертность животных, увеличить надои молока, яйценоскость, выводимость цыплят, приплод у свиней.

Суспензия хлореллы является природным пробиотиком, так как она не только нейтрализует кормовые токсины, но и способствует восстановлению и укреплению иммунитета у животного. Суспензию хлореллы выпаивают животным также в качестве лечебно-профилактического средства. Высокая биологическая активность ее позволяет использовать метод группового лечения безнадежно больных животных.

При введении суспензии хлореллы повышается качество комбикорма и его можно более широко использовать в животноводстве, особенно в птицеводстве.

Механизм действия суспензии хлореллы определяется влиянием на все системы и функции организма животного. Поэтому только благодаря воздействию суспензии хлореллы с высокой биологической активностью штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 и *Chlorella vulgaris* BIN можно достичь большой энергии роста, увеличить надои молока, выводимость цыплят, повысить репродуктивные способности и предельную сохранность поголовья.

Применение суспензии хлореллы позволяет получать животноводческую продукцию высокого качества.

Резюмируя результаты применения суспензии хлореллы в животноводстве, следует отметить, что она способствует:

- наращиванию дополнительных привесов;
- повышению молочной продуктивности;
- увеличению жирности молока;
- улучшению репродуктивной способности;
- сохранности поголовья;
- крупноплодности потомства;
- жизнестойкости и жизнеспособности молодняка;
- повышению яйценоскости;
- улучшению качества инкубационных свойств яйца;
- улучшению состояния внутренних органов и товарного качества цыплят-бройлеров;
- увеличению кормовой базы рыбоводных прудов и повышению рыбопродуктивности;
- увеличению массы кокона и жизнеспособности гусениц тутового шелкопряда;
- увеличению продуктивности и сохранности пчелосемей от болезней.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акзамов А. Продуктивность микроводорослей, выращенных в различных условиях перемешивания без продувания углекислым газом / А. Акзамов, Х.А. Бердыкулов, Ю. Ахмедов // Физиолого-биохимические аспекты культивирования водорослей и высших водных растений в Узбекистане. - Ташкент: Фан Уз ССР, 1976. – С. 92-93.
2. Андреева В.М. Род *CLORELLA*. Морфология, систематика, принципы классификации / В.М. Андреева – Л.: Изд-во «Наука», Ленингр. отд., 1975. – 110 с.
3. Арутюнян Н.П. Культивирование одноклеточных зеленых водорослей / Н.П. Арутюнян // Ереван: Изд-во АН Армянской ССР, 1966. – 81 с.
4. Асалханов К.В. Опыт выращивания и применения хлореллы в качестве подкормки для крупного рогатого скота / К.В. Асалханов // Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве: материалы конф. – Ташкент: Фан Уз ССР, 1980. – С. 80-82.
5. Богданов Н.И. Хлорелла – ценная кормовая культура / Н.И. Богданов // Сельское хозяйство Таджикистана. – 1981. – № 12. – С. 41-43.
6. Богданов Н.И. Садковое выращивание карпа в Нурекском водохранилище / Н.И. Богданов, И. Эргашбоев, Х. Амиркулов // Известия АН ТаджССР. -1982. – № 4 (89). – С. 39-42.
7. Богданов Н.И. Культивирование хлореллы и её продуктивность в Таджикистане / Н.И. Богданов // Доклады АН ТаджССР. – 1986. – XXIX т. – № 6. – С. 370-371.
8. Богданов Н.И. Штамм микроводоросли *Chlorella vulgaris* – продуцент биомассы: патент Рос. Федерации № 1751981 / Н.И. Богданов; Бюл. № 4. – 1977.
9. Богданов Н.И. Хлорелла – высокопродуктивная кормовая добавка / Н.И. Богданов // Кормопроизводство. – 1998. – № 9. – С. 32.
10. Богданов Н.И. Концепция очистки сточных вод / Н.И. Богданов // Окружающая природная среда и медицинская экология: сборник материалов. – Пенза, 2001. – С. 109-110.
11. Богданов Н.И. Штамм микроводоросли *Chlorella vulgaris* BIN для получения биомассы и очистки сточных вод : патент Рос. Федерации № 2192459 / Н.И. Богданов ; Бюл. № 31. – 2002.
12. Богданов Н.И. Хлорелла – нетрадиционная кормовая добавка / Н.И. Богданов // Комбикорма – 2002. – № 6. – С. 49.
13. Богданов Н.И. Хлорелла повышает продуктивность птицы / Н.И. Богданов // Птицеводство. – 2002. – № 3. – С. 31-33.
14. Богданов Н.И. Хлорелла: зеленый корм круглый год / Н.И. Богданов // Комбикорма. – 2004. – № 3. – С. 66.
15. Богданов Н.И. Хлорелла – нетрадиционная кормовая добавка / Н.И. Богданов // Мат. V Международной научно-практ. конф., пос. Персиановский, Донской ГАУ, 2004. – С. 35-38.

16. Богданов Н.И. Использование хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных / Н.И. Богданов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2004. – № 1. – С. 34-36.
17. Богданов Н.И. Прудовое рыбоводство Пензенской области / Н.И. Богданов, А.Ю. Асанов. – Пенза, 2005. – 68 с.
18. Богданов Н.И. Суспензия хлореллы против вируса желтухи шелкопряда / Н.И. Богданов, С.М. Ачильдиев // Агропромышленный комплекс Таджикистана. – 1987. – № 4. – С. 36-38.
19. Богданов Н.И. Способ выращивания микроводорослей : а. с. № 716541 / Н.И. Богданов, И.Е. Елсуков : Бюл. № 7. – 1980.
20. 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.
21. Богданов Н.И. Установка для выращивания хлореллы: патент Рос. Федерация № 2218392 / Н.И. Богданов, М.В. Куницын : Бюл. № 34. – 2003.
22. Богданов Н.И. Установка для выращивания микроводорослей: пат. Рос. Федерация № 2268923 / Н.И. Богданов, М.В. Куницын ; Бюл. № 03. – 2004.
23. Богданов Н.И. Установка для выращивания одноклеточных водорослей : патент Рос. Федерация № 2203938 / Н.И. Богданов, А.Г. Сидорин ; Бюл. № 13. – 2003.
24. Богданов Н.И. Хлорелла – новые аспекты применения / Н.И. Богданов, О.Г. Тургенева // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования : материалы конф. – М.: Изд. Российского университета дружбы народов, 2001. – С. 55-57.
25. Богданов Н.И. Применение хлореллы на выкормке тутового шелкопряда / Н.И. Богданов, Т.Г. Тучкова // Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве : материалы конф. – Ташкент : Фан УзССР, 1984. – С. 94-95.
26. Богословский В.В. Состояние и перспективы развития шелководства / В.В. Богословский // Стратегия развития животноводства – XXI век : сборник материалов. – М., 2001. – II ч. – С. 84-93.
27. Владимирова М.Г. Интенсивная культура одноклеточных водорослей / М.Г. Владимирова, В.Е. Семенов. – М.: АН СССР, 1962. – 59 с.
28. Елсуков И.Е. Питательная смесь для выращивания протококковых водорослей: а. с. № 261019 / И.Е. Елсуков : Бюл. № 4. – 1970.
29. Захидов Т. Производственное культивирование хлореллы и её применение в откорме скота в совхозе «Рассвет» / Т. Захидов, С. Буриев // Биология и биотехнология микроорганизмов : сборник статей. – Ташкент: Фан Уз ССР, 1989. – С 131-133.
30. Зинченко Е.В. Иммунобиотики в ветеринарной практике / Е.В. Зинченко, А.Н. Панин. – Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2000. – 164 с.
31. Имшенецкий А.А. Микробиология целлюлозы / А.А. Имшенецкий // М.: Изд-во Академии наук СССР, 1953. – 438 с.

32. Инструкция по культивированию и использованию хлореллы в шелководстве. – Душанбе: Дониш ТаджССР, 1989. – 10 с.
33. Кириллова М.Ф. Роль микроводорослей и инфузорий в питании дафний / М.Ф. Кириллова, М.И. Мавлянова // Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве : материалы конф. – Ташкент: Фан УзССР, 1980. – С. 62-63.
34. Ковалёв Б.М. Одноклеточная микроводоросль хлорелла – природный биоиммуномодулятор / Б.М. Ковалев, Н.И. Богданов, С.П. Ковалёва // Физиология и патология иммунной системы. – 2003. – Том 5, № 2. – С. 179.
35. Константинов А.С. Влияние колебаний температуры на скорость роста и размножение пресноводных планктонных водорослей / А.С. Константинов, В.Я. Пушкарь, В.В. Зданович, Е.А. Соловьёва // Вестн. Моск. ун-та. – 1998. – № 1. – С. 47-50. – (Сер. 16. Биология).
36. Котельникова Л.Е. Повышение эффективности свиноводства в Российской Федерации : автореф. канд. дис. / Л.Е. Котельникова. – М., 2001.
37. Кривцов Н.И. Современные научные и практические проблемы пчеловодства России / Н.И. Кривцов // Стратегия развития животноводства – XXI век : сборник материалов. – М., 2001. – II ч. – С. 3-11.
38. Максимова И.В. Использование физиологических и функциональных характеристик зеленых микроводорослей при поиске оптимальных условий хранения коллекционных штаммов / И.В. Максимова, С.В. Плеханов, Т.Ф. Кажлаева [и др.] // Вестн. Моск. ун-та. – 1993. – № 4. – С. 39-46. – (Сер. 16. Биология).
39. Манохина А.В. Об использовании интенсивной культуры протококковых водорослей в рыболовстве / А.В. Манохина // Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве. – Ташкент: Фан УзССР, 1977. – С. 72-74.
40. Мелихов В.В. Влияние хлореллы на молочную продуктивность коров / В.В. Мелихов, М.В. Московец, В.И. Бутенко, Е.В. Овчинникова // Экологические проблемы загрязнения водоёмов Волжского бассейна, современные методы и пути их решения: мат. Всероссийской научно-практ. конф. – Волгоград, 2004. – С. 82-84.
41. Мельников С.С. Хлорелла: физиологически активные вещества и их использование / С.С. Мельников, Е.Е. Мананкина. – Минск: Наука і тэхніка, 1991. – 79 с.
42. Музафаров А.М. Итоги и перспективы изучения методов массового культивирования и применения хлореллы и других зеленых микроводорослей в Узбекистане / А.М. Музафаров, Т.Т. Таубаев // Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве. – Ташкент: Фан УзССР, 1977. – С. 3-6.
43. Музафаров А.М. Культивирование и применение микроводорослей / А.М. Музафаров, Т.Т. Таубаев. – Ташкент: Фан УзССР, 1984. – 136 с.
44. Рекомендации по инкубации грены и агротехнике промышленных выкормок тутового шелкопряда в Таджикистане. – Душанбе, 1982.

45. Руководство по биотехнике разведения и выращивания дальневосточных растительноядных рыб. – М., 2000. – 211с.

46. Сальникова М.Я. Хлорелла – новый вид корма / М.Я. Сальникова. – М.: Колос, 1977. – 95 с.

47. Селяметов Р.А. Эффективность использования суспензии хлореллы при откорме животных / Р.А. Селяметов, И.Ч. Чимкентбаев // Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве : материалы конф. – Ташкент: Фан УзССР, 1980. – С. 77.

48. Скотникова Г.С. Некоторые особенности культивирования микроводорослей в условиях солнечного освещения / Г.С. Скотникова, А.В. Пискунова // Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве : материалы конф. – Ташкент: Фан Уз ССР, 1984. – С. 21.

49. Соложенкин П.М. Способ выделения фитопланктона из естественной или искусственной водной среды: а. с. № 1091890 / П.М. Соложенкин, А.Ф. Емельянов, Г.Ю. Пулатов, Н.И. Богданов [и др.] ; Бюл. № 18. – 1984.

50. Соложенкин П.М. Электрофлотация для концентрации хлореллы / П.М. Соложенкин, Г.Ю. Пулатов, А.Ф. Емельянов, Н.И. Богданов [и др.] // Доклады Академии наук Таджикской ССР. – Таджикистан : Дониш. – 1985. – № 1. – XXVIII т. – С. 38-41.

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

52. Станчев П.И. Экзометаболиты водорослей и их биологически активные вещества / П.И. Станчев // Гидробиология. – 1980. – № 10. – С. 70-77.

53. Тучкова Т.Г. Характер связи между весом коконов, шелконосностью, яйценоскостью и весом яиц / Т.Г. Тучкова // Зоологический журнал. – 1960. – № 2. – 39 т. – С. 27- 32.

54. Тучкова Т.Г. Влияние подкормок хлореллой на биологию и продуктивность тутового шелкопряда / Т.Г. Тучкова, Н.И. Богданов. – Деп. в ВИНИТИ 04.01.1992, № 23-В92.

55. Упитис В.В. Макро- и микроэлементы в оптимизации минерального питания микроводорослей / В.В. Упитис. – Рига: Зинатне. 1983. – 239 с.

56. Фисинин В.И. Стратегия эффективного развития отрасли и научных исследований по птицеводству / В.И. Фисинин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2002. – № 1. – С. 56-58.

57. Черванёв В.А. Роль хлореллы в повышении резистентности животных и птицы / В.А. Черванёв, Е.И. Симонов, Н.И.Богданов, В.Т. Лухтанов, П.Ж. Петрова, Т.М. Емельянова // Актуальные проблемы диагностики, терапии и профилактики болезней домашних животных: Материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2006. – С. 307-309.

58. Черванев В.А. Экономическое значение применения суспензии хлореллы в животноводстве / В.А. Черванев, Е.И. Симонов, Н.И. Богданов, В.Т. Лухтанов, П.Ж. Петрова, Т.М. Емельянова // Актуальные проблемы диагностики, терапии и профилактики болезней домашних животных: Мате-

риалы международной научно-практической конференции. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2006. – С. 309-310.

59. Черкезов Н. Использование микроводорослей в сельском хозяйстве / Н. Черкезов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1989. – № 2. – С. 132-134.

60. Шарнин В. Потенциал развития свиноводства / В. Шарнин // Комбикорма, № 6, 2001. – С. 8-10.

61. Шацких Е.В. Использование кормовых добавок в животноводстве / Е.В. Шацких, Ш.С. Гафаров, Г.Г. Бояринцева, С.Л. Сафронов // Учебное пособие – Екатеринбург: Изд-во УрГСХА, 2006. – 102 с.

62. Arakawa A. Experimental breeding of White Leghorn with the Chlorella adder combined feed // Jahantse Jour. Exptl. Med, 1960. - V. 30, № 3. - P. 185-192.

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

64. Combs G.F. Algae (Chlorella) as a source of nutrients for the chick. – “Science”. 1952. - V. 116. - P. 453-454.

65. Condon S. Responses of lactic acid bacteria to oxygen // FEMS Microbiol. Rev, 1987. - V. 46. - P. 269-280.

66. Collins E.A., Aramaki K. Production of hydrogen peroxide by Lactobacillus acidophilus // J. Dairy Sci. 1980. - V. 63. - P. 353-357.

## ОТ АВТОРА

Автор выражает искреннюю благодарность и признательность:

**Барарайкину Владимиру Петровичу**, с помощью которого были проведены первые работы по внедрению суспензии хлореллы в хозяйствах Пензенской области.

**Куницыну Михаилу Владиславовичу**, директору ООО «Дело», - за творческое участие в производстве по выращиванию хлореллы и широкое их внедрение в животноводческие хозяйства России.

**Асоскову Сергею Николаевичу**, Главному госветинспектору Лунинского района, - за активное участие в проведении ветеринарного надзора в хозяйствах Лунинского района Пензенской области, где использовалась суспензия хлореллы.

**Лухтанову Владимиру Тимофеевичу**, кандидату технических наук, директору ООО «Экстра-Газ», - за новый подход в методе внедрения суспензии хлореллы в животноводческие хозяйства Воронежской области.

**Смирнову Александру Алексеевичу**, доктору сельскохозяйственных наук, директору ПензНИИСХ.

**Мелихову Виктору Васильевичу**, кандидату сельскохозяйственных наук, директору ВНИИОЗ.

**Зубриянову Валентину Фёдоровичу**, доктору сельскохозяйственных наук, профессору кафедры производства продукции животноводства Пензенской ГСХА.

**Черванёву Василию Александровичу**, Заслуженному деятелю науки РФ, доктору ветеринарных наук, профессору, декану факультета ветеринарной медицины Воронежского государственного аграрного университета им. К.Д. Глинки.

**Беляку Виктору Борисовичу**, члену-корреспонденту РАСХН, доктору сельскохозяйственных наук, профессору, первому заместителю начальника Управления сельского хозяйства Пензенской области,

Автором с благодарностью будут приняты и не оставлены без внимания отзывы, замечания и предложения, полученные по адресу:

E-mail: [chlorella-v@yandex.ru](mailto:chlorella-v@yandex.ru)

Научное издание

*БОГДАНОВ Николай Иванович*

**СУСПЕНЗИЯ ХЛОРЕЛЛЫ В РАЦИОНЕ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

Редактор *Л.М. Лепилина*  
Технический редактор *Е.А. Арькова*

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.  
Физ. п.л. . Усл. печ. л.  
Тираж 300 экз. Заказ № 26.

---

Отпечатано в типографии НП «Здоровье и экология»  
400012, г. Волгоград, ул. Новодвинская, 19 «А»