

Е.А. Джумабаев

ТОО «Юпитер-К», г.Алматы, Республика Казахстан, y.dzhumabaev@gmail.com

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СУСПЕНЗИИ ХЛОРЕЛЛЫ ДЛЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Аннотация

Цель проведённого исследования связана с поиском технологических и технических достижений при проектировании установок по производству суспензии хлореллы для его дальнейшего широкого применения в животноводстве. В результате исследования предложено использовать современные технологии при производстве суспензии хлореллы, используемой для повышения иммунитета и снижения смертности молодняка сельскохозяйственных животных. Произведено сравнение использования существующих установок по выращиванию суспензии хлореллы, на примере установки УВИ-200 и новой установки, использующей в своей работе светодиодное освещение. Использование светодиодов с «красным» и «синим» спектром, применение контроллеров с обратной связью и компьютерного управления режимами культивации суспензии позволяет получать продукцию с данными характеристиками и минимумом использования квалифицированного труда. Кроме того, приведены данные себестоимости суспензии хлореллы.

Для культивирования хлореллы в условиях крестьянских хозяйств разработан и апробирован биореактор закрытого типа, выполненный в форме трубок. Высота аппарата зависит от объема необходимой суспензии хлореллы для выпойки крупно рогатого скота. Закрытая система позволяет осуществлять и контролировать следующие технологические операции: подача воздуха или газовой смеси, подача питательных растворов, автоматический контроль температуры и освещения, а также слив культуральной жидкости. За счет таких особенностей конструкции аппарата достигается свободный отток кислорода, оптимальное поглощение светодиодного освещения, исключается образование застойных зон за счет циркуляции суспензии, что в целом способствует снижению ресурсозатрат как энергетических, так и трудовых на процесс культивирования водоросли.

Ключевые слова: *ветеринария, иммунитет, крупный рогатый скот, хлорелла, автоматизация, оптимальный биотехнологический режим, биореактор, микотоксины, питательная среда.*

Введение

Обоснованием выбора темы явилось необходимость пересмотра существовавших технологий производства суспензии хлореллы с учетом последних технических и технологических достижений [1,2,3].

Внедрение технологических новшеств делает производство и использование суспензии хлореллы более привлекательной для крестьянских хозяйств и способна к замещению некоторых видов лекарственных антибиотиков и премиксов. Актуальность определяется общим интересом, проявляемый крестьянскими хозяйствами к возможности использования суспензии хлореллы для выпойки сельскохозяйственных животных.

Цель проведённого исследования связана с поиском технологических и технических достижений при проектировании установок по производству суспензии хлореллы для его дальнейшего широкого применения в животноводстве. Значение работы заключается в разработке установки, отвечающей требованиям экономической эффективности, низкого энергопотребления, устойчивости к внешней биологической среде и возможности быстрого обучения работы на данном оборудовании.

Материалы и методы

В промышленном животноводстве в последние два десятилетия возросла степень химизации кормопроизводства за счет широкого использования стимуляторов роста, лекарственных антибиотиков, премиксов. В результате появления устойчивых патогенных микроорганизмов, попадания остатков антибиотиков и стимуляторов роста из туш животных в конечную пищевую продукцию возрос интерес к использованию экологически безвредных средств профилактики, биологических активных кормовых добавок.

Суспензия хлореллы достаточно давно известна в качестве возможной кормовой добавки в рацион сельскохозяйственных животных. Хлорелла относится к микроводорослям, имеет в своём составе более 45% белка, 10% липидов, биологически активные вещества (в зависимости от состава питательной среды и конкретного штамма хлореллы). В 1 литре суспензии хлореллы клетки микроводоросли составляют 2-3 % сырой биомассы. Суспензия хлореллы, попадая в желудочно-кишечный тракт животного, повышает усвояемость кормов благодаря активизации молочнокислых бактерий, нейтрализует микотоксины и остальные токсические вещества.

Ещё в 1970-80-е гг. широко проводились эксперименты по добавлению в кормовой рацион сельскохозяйственных животных суспензии микроводорослей хлореллы и была установлена высокая эффективность её использования суспензии хлореллы за счет резкого снижения смертности молодняка и роста привесов [1; 2; 4; 5; 6; 7, с. 8-11; 8; 9].

Результаты и обсуждение

Однако, широкому внедрению полученных результатов в хозяйственной деятельности животноводческих предприятий препятствовали следующие проблемы:

- необходимость содержания в штате хозяйства специалиста, владеющего навыками микробиолога: умению пользоваться микроскопом, рефрактометром, приготовления питательной среды и др.;
- низкий срок хранения готовой суспензии;
- неустойчивость качества получаемой суспензии, подверженность различным загрязнениям, в том числе биологическим, особенно в условиях хозяйств, далёких от лабораторных условий.

Первоначально на установке УВМ-200, ёмкостью 200 л, осуществлялось получение суспензии хлореллы (ТУ 9482-001-12001826-05) с использованием штамма *Chlorella vulgaris* BIN [7, с. 6].

Принцип работы установки (рисунок 1) основан на использовании естественного или искусственного освещения, как необходимого условия для фотосинтеза, создания определенного температурного режима в среде специального питательного раствора.

При работе установки в оптимальном биотехнологическом режиме срок выращивания и получения готовой суспензии составляет от двух до четырёх суток.

Работа установки может осуществляться в двух режимах: непрерывный и циклический. Непрерывный режим используется при необходимости ежедневного отбора суспензии хлореллы. Циклический режим предусматривает слив суспензии после завершения культивирования хлореллы.

Выращивание хлореллы сводится к поддержанию оптимального освещения и температуры суспензии, соблюдение режима освещения, контроль готовой продукции на соответствие Техническим условиям.

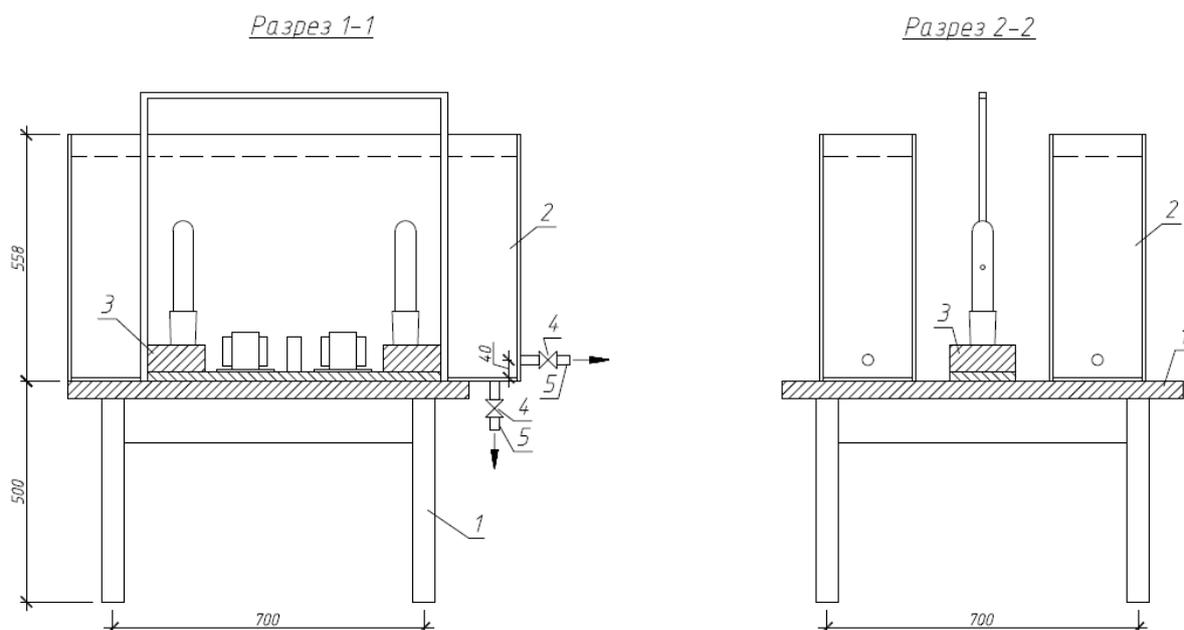


Рисунок 1 - Установка УВМ-200

Обозначения: 1-Стол столешница, 2-Аквариум V=100 L (2 шт), 3-Светильник мощностью 250 Вт, 4-Кран шаровый, 5-Переход.

Для начала необходимо подготовить питательную среду, выдерживая следующие условия [3]:

1. Реактивы не должны иметь мути и осадка.
2. Питательная среда готовится в отдельной ёмкости, куда в строгой последовательности согласно их номерам на этикетках вносятся реактивы. Причем после каждого внесения, раствор в ёмкости тщательно перемешивается до полного и равномерного растворения.
3. Реактивы вносятся пипеткам. Каждая пипетка должна быть промаркирована.
4. После внесения каждого реактива следят за тем, чтобы не образовывалось мути, опалесценции и осадка. Питательная среда должна быть прозрачной.
5. После внесения всех реактивов (три раствора) питательная среда готова для использования.

Далее происходит заправка установки УВМ-200. В установке готовят 20% раствор суспензии хлореллы. За исходную культуру берут суспензию хлореллы, Раствор суспензии хлореллы тщательно перемешивают и следят за тем, чтобы в суспензии не было комочков слипшихся клеток, посторонних включений и осадка на дне. Суспензия должна иметь равномерно окрашенный светло-зеленый цвет. В процессе культивирования не допускается соприкосновение суспензии с металлическими частями или предметами.

В процессе выращивания необходимо соблюдать режим освещения. Светильник мощностью 250 Вт марки ДНаТ. В ночное время освещение выключается на 12 часов. Оптимальная температура суспензии хлореллы должна поддерживаться в пределах 28-30⁰С. Эта температура должна быть от начала включения ламп до их выключения. Допускается снижение температуры в ночное время на 5⁰.

На основе прописанного технологического процесса был произведен расчет себестоимости производства суспензии хлореллы (Таблица 1).

Таблица 1 - Расчет себестоимости производства суспензии хлореллы на установке УВМ-200

№	Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Цена, тнг/ед без НДС	Стоимость без НДС, тнг	Структура затрат, %
1	Маточная культура, 20%	л	36	0,22	8,04	0,7%
2	Питательная среда, 80%	л	144	0,22	32,18	2,8%
3	Углекислый газ	мл	7 200	0,001	5,82	0,5%
4	Электроэнергия для освещения	кВт	24	25,29	606,86	53,3%
5	Электроэнергия для обогрева	кВт	19	25,29	485,49	42,6%
Итого расходы					1 138,38	100,0%
Себестоимость суспензии хлореллы, тнг/л					6,32	

Как видно из приведенных данных себестоимость 1 л суспензии хлореллы составляет 6,32 тенге за 1 л. При этом необходимо учесть, что в расчет не включены инвестиционные затраты на изготовление оборудования, расходы на оплату труда и приобретение лабораторного оборудования и инструментов.

Как видно из данных таблицы 1 наибольшую долю затрат приходится на расходы по электроэнергии, суммарная доля которой составляет около 96%, что говорит о высокой энергоемкости производства суспензии хлореллы.

Однако, в последние годы произошёл резкий технологический рывок в промышленном производстве различных контроллеров, термостатов, регулирующих компьютерных плат, светодиодов с настраиваемой длиной волны, что снизило себестоимость автоматизации технологических процессов, упростило эксплуатацию и повысило доступность различных технических решений.

Нами был разработан прототип установки по получению суспензии хлореллы (штамм *Chlorella vulgaris* BIN), которая может быть доступна для использования в условиях обычных крестьянских хозяйств. Установку для культивирования хлореллы разрабатывали с использованием метода изобретательского творчества и привлечения специалистов ООО «Завод нестандартного оборудования».

Данная установка относится к системе культивирования и предназначена для выращивания фотоавтотрофных организмов с использованием искусственных источников света.

Установка имеет закрытый тип и представляет собой гибкую систему, которую можно регулировать в соответствии с физиологическими потребностями культивируемого организма, что приводит к оптимальной скорости роста (рисунок 2).

Закрытый тип системы позволяет осуществлять следующие технологические операции:

- подача воздуха или газовой смеси;
- подача питательных растворов;
- автоматический контроль температуры и освещения;
- слив культуральной жидкости.

Материал корпуса выполнен из кварцевого стекла, рабочий объем от 45 литров и выше. Освещение – светодиодное. Светодиодная лента растительного спектра мощностью 14,4 Ватта на метр, через каждые четыре красных светодиода длиной волны 660 нанометров установлен один синий светодиод 445 нанометров, питание 12 вольт. Жидкость циркулирует по трубам благодаря работе насоса.



Рисунок 2 – Установка по получению суспензии хлореллы

Приготовление питательной среды проводилось аналогично как для установки УВМ-200.

За счет внедрения указанных технологических новшеств удалось значительно снизить себестоимость производства суспензии хлореллы (таблица 2).

Себестоимость производства 1 л суспензии хлореллы на данной установке составила 4,84 тенге. При этом в расчет себестоимости не включены инвестиционные затраты на изготовление оборудование, расходы на оплату труда и приобретение лабораторного оборудования и инструментов.

Таблица 2 – Себестоимость производства суспензии хлореллы

№	Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Цена, тг/ед без НДС	Стоимость без НДС, тг	Структура затрат, %
1	Маточная культура, 20%	л	36	0,22	8,04	0,9%
2	Питательная среда, 80%	л	144	0,22	32,18	3,7%
3	Углекислый газ	мл	7 200	0,001	5,82	0,7%
4	Электроэнергия для освещения	кВт	13	25,29	339,84	39,0%
5	Электроэнергия для обогрева и циркуляции	кВт	19	25,29	485,49	55,7%
Итого расходы					871,36	76,5%
Себестоимость суспензии хлореллы, тнг/л					4,84	

В сравнении с себестоимостью суспензии хлореллы, полученной на установке УВМ-200, где используются обычные электролампы для освещения типа ДнАТ250, себестоимость на новой установке снизилась на 1,48 тенге за 1 л или на 23%.

Таким образом за счет внедрения технических новшеств удалось снизить себестоимость производства 1 л суспензии хлореллы на 1,48 тенге или около 23%.

Апробирование полученной суспензии хлореллы проводилось в Алматинской области в крестьянском хозяйстве «Омарқожа» (поселок Жандосова).

Основные виды деятельности этого крестьянского хозяйства: откорм крупного рогатого скота, получение молока, разведение для получения молодняка, формирования маточных стада, выращивание с последующей реализацией, а также ее переработки.

Было сформировано по две группы (контрольная и опытная) по 30 голов с телятами черно-пестрой, алатауской породы и акбас. Телят опытной группы в течении месяца ежедневно выпаивали по 300 г суспензии хлореллы (таблица 3).

Таблица 3 – Нормы и сроки скармливания (выпойки) суспензии хлореллы животным

Животные	Норма суспензии на 1 голову в день, л	Количество дней выпойки
Телята		
в период откорма	0,2-0,3	30
материнским молоком		
после перехода на	0,2-0,3	30
грубые корма		

В итоге показатели смертности в опытной группе по сравнению с контрольной снизились на 50%.

Заключение

Проведённый опыт по использованию хлореллы в рационе животных показал, что автоматизация производства суспензии хлореллы с использованием современных светодиодов с заданным спектром излучения позволяет снизить смертность молодняка крупно-рогатого скота на 50%, получать экологически чистую продукцию высокого качества.

Благодарность, конфликт интересов

Данное исследование было проведено при финансовой поддержке ТОО «Юпитер-К». Выражаем благодарность КХ «Омарқожа» за помощь в проведении работ по внедрению суспензии хлореллы в данном крестьянском хозяйстве. Также выражаю благодарность биологу Максату Мухаметкалиеву за творческое участие в производстве по выращиванию хлореллы.

При проведении исследования автор не имел финансовых и личных отношений, способных оказать влияние подготовку статьи. Автор заявляет о том, что не существует конфликта интересов.

Автором с благодарностью будут приняты и не оставлены без внимания все отзывы, замечания и предложения, полученные по адресу: y.dzhumabaev@gmail.com

Список литературы

1. Асалханов К.В. Опыт выращивания и применения хлореллы в качестве подкормки для крупного рогатого скота // Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве: материалы конф. – Ташкент: Фан УзССР, 1980. – С.80-82.
2. Новиков А.Е., Филимонов Н.И., Константинова Т.Г., Торопов А.Ю. Биореактор для культивирования хлореллы // Орошаемое земледелие. 2020. - №2. – С. 13-16.
3. Патент. Богданов Н.И. Способ культивирования планктонной хлореллы. RU 2 685 955. Заявка: 2018104148, 2018.02.02.
4. Музафаров А.М. Культивирование и применение микроводорослей / А.М. Музафаров, Т.Т. Таубаев. – Ташкент: Фан УзССР, 1984. – 136 с.
5. Сальникова М.Я. Хлорелла – новый вид корма / М.Я. Сальникова – М.: Колос, 1977. – 95 с.
6. Селяметов Р.А. Эффективность использования суспензии хлореллы при откорме животных / Р.А. Селяметов, И.Ч. Чимкентбаев // Культивирование и применение

микроводорослей в народном хозяйстве: материалы конференции – Ташкент: Фан УзССР, 1980. – С.77.

7. Богданов Н.И. Экологические аспекты использования планктонной хлореллы // Глобальные экологические проблемы: локальное решение: материалы конференции – Борисоглебск, 2019. С. 8-11.

8. Суспензия хлореллы как биостимулятор в кормлении молодняка крупного рогатого скота / М.В. Фролова, М.В. Московец, Л.А. Птицына, А.Ю. Торопов // Аграрно-пищевые инновации. – 2019. – №2 (6). – С. 34-39.

9. Мачнева Н.Л. диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук по теме: «Интенсификация биотехнологии культивирования хлореллы с использованием наночастиц железа и оценка эффективности применения ее в бройлерном производстве и перепеловодстве». Краснодар. 2013.

10. Влияние кормовой добавки хлореллы на продуктивность Веслоноса / М.В. Фролова, М.В. Московец, Л.А. Птицына, А.Ю. Торопов // Аграрно-пищевые инновации. – 2019. – №2 (6). – С. 28-34.

References

1. Asalhanov K.V. Opyt vyrashchivaniya i primeneniya hlorelly v kachestve podkormki dlya krupnogo rogatogo skota // Kul'tivirovanie i primeenneie mikrovodoroslej v narodnom hozyajstve: materialy konf. – Tashkent: Fan UzSSR, 1980. – S.80-82.

2. Novikov A.E., Filimonov N.I., Konstantinova T.G., Toropov A.YU. Bioreaktor dlya kul'tivirovaniya hlorelly // Oroshaemoe zemledelie. 2020. - №2. – S. 13-16.

3. Patent. Bogdanov N.I. Sposob kul'tivirovaniya planktonnoj hlorelly. RU 2 685 955. Zayavka: 2018104148, 2018.02.02.

4. Muzafarov A.M. Kul'tivirovanie i primeneniye mikrovodoroslej / A.M. Muzafarov, T.T. Taubaev. – Tashkent: Fan UzSSR, 1984. – 136 s.

5. Sal'nikova M.YA. Hlorella – novyj vid korma / M.YA. Sal'nikova – M.: Kolos, 1977. – 95 s.

6. Selyametov R.A. Effektivnost' ispol'zovaniya suspenzii hlorelly pri otkorme zhivotnyh / R.A. Selyametov, I.CH. CHimkentbaev // Kul'tivirovanie i primeneniye mikrovodoroslej v narodnom hozyajstve: materialy konferencii – Tashkent: Fan UzSSR, 1980. – S.77.

7. Bogdanov N.I. Ekologicheskie aspekty ispol'zovaniya planktonnoj hlorelly // Global'nye ekologicheskie problemy: lokal'noe reshenie: materialy konferencii – Borisoglebsk, 2019. S. 8-11.

8. Suspenziya hlorelly kak biostimulyator v kormlenii molodnyaka krupnogo rogatogo skota / M.V. Frolova, M.V. Moskovec, L.A. Pticyna, A.YU. Toropov // Agrarno-pishchevye innovacii. – 2019. – №2 (6). – S. 34-39.

9. Machneva N.L. dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata biologicheskikh nauk po teme: «Intensifikaciya biotekhnologii kul'tivirovaniya hlorelly s ispol'zovaniem nanochastic zheleza i ocenka effektivnosti primeneniya ee v brojlernom proizvodstve i perepelovodstve». Krasnodar. 2013.

10. Vliyanie kormovoj dobavki hlorelly na produktivnost' Veslonosa / M.V. Frolova, M.V. Moskovec, L.A. Pticyna, A.YU. Toropov // Agrarno-pishchevye innovacii. – 2019. – №2 (6). – S. 28-34.

Е.А. Джумабаев
«Юпитер-К» ЖШС, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы,
y.dzhumabaev@gmail.com

ЖАС МАЛДАРҒА АРНАЛҒАН ХЛОРЕЛЛА СУСПЕНЗИЯСЫН АЛУДЫ АВТОМАТТАНДЫРУ

Аңдатпа

Зерттеудің мақсаты мал шаруашылығында одан әрі кеңінен қолдану үшін хлорелла суспензиясын өндіретін қондырғыларды жобалаудағы технологиялық және техникалық жетістіктерді іздеумен байланысты. Зерттеу нәтижесінде иммунитетті арттыру және ауыл шаруашылығы жануарларының жас жануарларының өлімін азайту үшін қолданылатын хлорелла суспензиясын өндіруде заманауи технологияларды қолдану ұсынылды. UVI-200 қондырғысы мен өз жұмысында жарықдиодты жарықтандыруды қолданатын жаңа қондырғының мысалында қолданыстағы хлорелла суспензиясын өсіру қондырғыларын пайдалану салыстырылды. "Қызыл" және "көк" спектрлі жарықдиодты шамдарды пайдалану, Кері байланыс контроллерлерін қолдану және суспензияны өсіру режимдерін компьютерлік басқару осы сипаттамалары бар және білікті еңбекті аз пайдаланатын өнімдерді алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, хлорелла суспензиясының өзіндік құны туралы мәліметтер келтірілген.

Шаруа қожалықтары жағдайында хлорелла өсіру үшін түтік түрінде жасалған жабық типті биореактор әзірленіп, сыналды. Құрылғының биіктігі ірі қара малды ішуге қажетті хлорелла суспензиясының көлеміне байланысты. Жабық жүйе келесі технологиялық операцияларды жүзеге асыруға және бақылауға мүмкіндік береді: ауа немесе газ қоспасын беру, қоректік ерітінділерді беру, температура мен жарықтандыруды автоматты түрде бақылау және культура сұйықтығын ағызу. Аппарат дизайнының осындай ерекшеліктеріне байланысты оттегінің еркін ағуына, жарықдиодты жарықтандырудың оңтайлы сіңуіне қол жеткізіледі, суспензия айналымына байланысты тоқырау аймақтарының пайда болуы алынып тасталады, бұл тұтастай алғанда балдырларды өсіру процесінде энергия мен еңбек шығындарының төмендеуіне ықпал етеді.

Кілт сөздер: ветеринария, иммунитет, ірі қара, хлорелла, автоматтандыру, оңтайлы биотехнологиялық режим, биореактор, микотоксиндер, қоректік орта.

Ye. Jumabayev
Jupiter-K LLP, Almaty City, Republic of Kazakhstan, y.dzhumabaev@gmail.com

AUTOMATION OF OBTAINING CHLORELLA SUSPENSION FOR YOUNG CATTLE

Abstract

The purpose of the study is related to the search for technological and technical achievements in the design of chlorella suspension production facilities for further widespread use in animal husbandry. As a result of the study, it was proposed to use modern technologies in the production of chlorella suspension, which is used to increase immunity and reduce the mortality of young farm animals. Using the example of the UVI-200 unit and a new unit that uses LED lighting in its work, the use of existing chlorella suspension cultivation units was compared. The use of "red" and "blue" spectrum LEDs, the use of feedback controllers and computer control of suspension breeding modes make it possible to obtain products with these characteristics and with minimal use of qualified labor. In addition, data on the cost of chlorella suspension are given.

For the cultivation of chlorella in the conditions of farms, a closed-type bioreactor made in the form of a tube was developed and tested. The height of the device depends on the volume of chlorella suspension required for drinking cattle. The closed system allows you to carry out and control the

following technological operations: supply of air or gas mixture, supply of nutrient solutions, automatic control of temperature and lighting, and discharge of culture fluid. Due to such features of the design of the apparatus, free flow of oxygen, optimal absorption of LED lighting is achieved, the formation of stagnant zones due to suspension circulation is excluded, which contributes to a decrease in energy and labor costs in the process of growing algae as a whole.

Key words: veterinary medicine, immunity, cattle, chlorella, automation, optimal biotechnological regime, bioreactor, mycotoxins, nutrient medium.