



**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**



**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**



**«АГРОСАНОАТ МАЖМУАСИ УЧУН ФАН, ТАЪЛИМ ВА
ИННОВАЦИЯ, МУАММОЛАР ВА ИСТИҚБОЛЛАР»
МАВЗУСИДАГИ ХАЛҚАРО ИЛМИЙ-АМАЛИЙ АНЖУМАН**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ «НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ И ИННОВАЦИИ
ДЛЯ АПК: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ»**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
«SCIENCE, EDUCATION AND INNOVATION FOR AGRO-
INDUSTRIAL COMPLEX: PROBLEMS AND PROSPECTS»**



II – Тўпلام

22-23 ноябрь 2019 йил

ТОШКЕНТ – 2019

Перемешивание суспензии обеспечивает равномерное распределение питательных веществ, углекислого газа и культуры хлореллы по всему объему аппарата, а так же равномерное освещение клеток хлореллы солнечным или искусственным светом в пределах 15-70 тыс. люкс. (94). Воздух в помещении культиваторной должен соответствовать санитарным нормам.

В связи с непрерывным характером производства установка рассчитывается на круглосуточную работу. В светлое время суток или при искусственном освещении (12-16 ч.) происходит рост клеток, а в темное время – деление клеток. При этом не требуется специального ухода и наблюдения.

Готовая суспензия насосами откачивается из культиваторов для перемешивания и подается в емкости для перевозки в склад и на дальнейшую переработку.

Вывод: Анализ специфических особенностей производства микроводорослей как объекта математического моделирования и автоматического управления, свидетельствует о том, что в недостаточной степени разработаны математические модели, которые позволяли бы учитывать физико-химические, биотехнологические закономерности исследуемых процессов и явлений. Это объясняется, по-видимому, малой изученностью конкретных особенностей производства, многообразием типа ферментов, факторов, оказывающих влияние на процесс, недостатком достоверной информации по ферментативной кинетике реальной гидродинамике, взаимодействующих потоков и закономерностях тепло- и массообмена, а также биотехнологических закономерностей, обусловленных скоростью размножения микроорганизмов.

Список использованной литературы.

1. А.С Кабильтджанов. Методы обработки и формирование экспериментальных данных. Ташкент 2018.
2. Биотехнология. Принципы и применения. Пер. с англ. Под ред. Н. Хиччикса, Д. Беста, Дж. Джонса. Мир, 1988
3. Зудин Д.В., Кантера В.Н., Угодников Г.А. Автоматизация биотехнологических систем. Москва, «Высшая школа», 1987
4. Юсупбеков Н.Р., Мунчиев Н.А., Якубов Э.М. Управление процессами ферментации с применением микро-ЭВМ. Ташкент, 1987

УДК.004.021:519.857:639.331.5

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА.

Рахманов Шеркул Рахмонович, к.т.н., доцент.

Абдуллаева Дилбарой Аманбаевна, ассистент

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства.

Аннотация

Данная статья раскрывает основные принципы математического моделирования и управления технологическими процессами микробиологического синтеза.

Ключевые слова: математическое моделирование, управление, микробиологический синтез, технологический процесс.

MODELING AND CONTROL OF THE TECHNOLOGICAL PROCESSES OF THE MICROBIOLOGICAL SYNTHESIS.

Rakhmanov Sherkul Rakhmanovich, c.e.s., docent.

Abdullaeva Dilbaroy Amanbayevna, assistant

Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers

Abstract

This article represents us mathematical modeling and control of the technological processes of the microbiological synthase

Keywords: mathematic modelling, control, microbiological synthesis, technological process.

Введение: Анализ литературных данных показывает, что построение ММ процесса – сложная, трудоемкая, требующая значительных затрат времени и средств шалач. Известные работы, посвященные проблеме автоматизации построения математических моделей технологических процессов, как правило, носят слишком общий характер, что делает применения описанных методов при моделировании конкретных юиотехнологических процессов весьма затруднительным. (1,2)

Основные идеи теории и практики управляемого культивирования микроорганизмов сформулированы Н.Д. Иерусалиским (2,3). ММ как составные блоки глобальной оптимизационной модели микробиологического процесса могут быть эффективно использованы в режиме “On-line” в том числе с учетом адаптации констант модели (3,5).

Постановка задачи: Рассмотрим ситуацию, когда обобщенная модель процесса накопления биомассы микробной популяции представлена одним блоком и когда содержание ключевого фермента в единице биомассы неизменно. В этих случаях модель имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \mu(S)x; \\ \frac{dS}{dt} = \alpha\mu(S)x + U(t), \end{cases} \quad (1.2)$$

где: $U(t)$ – скорость подпитки субстратом,
 x, S – скорость биомассы и лимитирующего субстрата;
 $\mu(S)$ – функция Моно; α – кинетическая константа.

В этом случае, когда решается задача поиска оптимального режима дробных добавок лимитирующего субстрата, система (1.2) примет следующий вид:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \mu(S)x; \\ \frac{dS}{dt} = -\alpha\mu(S)x + U(t). \end{cases} \quad (1.3)$$

Пусть задача оптимального управления формулируется следующим образом: необходимо найти такую программу подачи субстрата S и ферментер, которая к заданному моменту времени обеспечила бы максимальное накопления биомассы.

Математически задача оптимального управления формализуется следующим образом:

$$\begin{aligned} R = x(T) &\rightarrow \max_{u(t)}\{x(t)\}; \\ 0 &\leq U(t) \leq U_{max}; \\ X(0) = X_0; S(0) &= S_0, \end{aligned}$$

где T – заданная длительность процесса ферментации; U_{max} – максимально допустимая скорость подпитки субстратом, R – критерий оптимальности (или целевая функция).

Аналитическое решение задачи оптимального управления возможно лишь в частных случаях. Поэтому даже для самых простых зависимостей удельной скорости роста от концентрации лимитирующего рост микроводорослей субстрата $\mu(S)$ приходится прибегать к помощи ЭВМ и численных методов вычислительной математики.

Обычными методами решения задач оптимального управления являются методы, при которых, меняя управляющий параметр $U(t)$ вычисляют значения критерия оптимальности, не прибегая к вычислению вспомогательных переменных и выбирая такую программу подпитки $U(t)$, которая обеспечивала бы экстремум к функционалу. Однако как прямые, так и не прямые методы максимизации функционала (1.4) требуют достаточно длительного машинного времени. При этом процедура поиска оптимального управляющего воздействия предшествует еще более длительная и трудоемкая процедура идентификации параметров математической модели (1.3).

Решение поставленной задачи: Имея ввиду уравнение Моно, допустим, что функция описывается следующим выражением:

$$\mu(S) = A_1 \frac{S}{S + A_2} * \frac{A_3}{S + A_3},$$

где A_1, A_2, A_3 – параметры модели,
 S – концентрация лимитирующего субстрата

Функцию $\mu(S)$ в виде (1.5) подставляем в (1.3) и получим ММ в следующем развернутом виде:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = A_1 \frac{S}{S + A_2} * \frac{A_3}{S + A_3}; \\ \frac{dS}{dt} = -\frac{1}{y} A_1 \frac{S}{S + A_2} * \frac{A_3}{S + A_3} * X * U(t). \end{cases}$$

Задачи идентификации математической модели в данном случае заключается в том, чтобы по имеющимся экспериментальным данным наилучшим образом определить ее параметры. Показателем качества выполненной таким образом параметрической идентификации служит функция навязки, характеризующая методы отклонения теоретических данных от экспериментальных. Такой мерой отклонения может быть, например, функция:

$$q(A_1, A_2, A_3, Y) = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - X_i^{экс})^2}{N-m} \rightarrow \min A_1; A_2; A_3; Y \quad (1.7)$$

где A_1, A_2, A_3, Y – параметры математической модели (1.5) или (1.6); $X_i, X_i^{экс}$ – соответственно теоретические и экспериментальные значения концентрации биомассы; W_i – весовые коэффициенты; N – число экспериментальных точек; m – число оцениваемых параметров (в данном случае $m=4$).

При решении задачи минимизации функции невязки теоретические значения концентрации биомассы U_i получают путем численного интегрирования системы при начальных условиях (1.4).

Традиционная математическая модель с параметрами, полученная в результате минимизации функционала, описывает процесс накопления биомассы «в среднем». Соответственно эффект от оптимального управления проявляется также «в среднем».

Для оптимального управления в реальном масштабе времени необходимо решить задачу минимизации функционала в темпе поступления информации $X_i^{вкс}$ по ходу текущей ферментации.

В работе (52) описано решение задачи оптимизации культивирования, которая осуществлена путем комбинирования периодического, полупериодического и непрерывного способов получения продукта метаболизма. Задача поиска оптимального, с точки зрения, производительности процесса решалась с помощью преобразования Келли и на основе принципа максимума Понтрягина. Преобразование Келли позволяет избежать ситуации, когда принцип максимума становится бесполезным.

В работах (14,15,16) задачу оптимального управления сводят при помощи градиентных методов спуска к вариационной задаче.

В работах Ю.П. Камарова и Г.А. Угодчикова для решения задач оптимального управления трактуются применения принципов максимума Понтрягина и метода численного приближения Д.Е. Левишаускас и Н.Н. Васильева (4,7,8,9) предлагают для решения этих задач метод, основанный на применении теоремы Грина, и намечают путь каким можно найти так называемое особое управление (такое управление, которое нельзя получить с помощью собственно принципа максимума).

На приведенных данных видно, что различные методы математической теории оптимального управления находят широкое применение для целей интенсификации процессов культивирования микроорганизмов. Реализация таких задач может быть осуществлена с помощью современных быстродействующих электронно-вычислительных машин. Следует особо отметить, что для описания математических процессов биологических процессов часто используют математические модели, приводящие к большому числу управлений. Подобное особо характерно для сложных физиологических процессов. Аналитические решения таких математических моделей невозможно из-за громоздкости. Решения даже на современных ЭВМ задач оптимального управления сложными динамическими системами с помощью методов прямого поиска или с привлечением принципа максимума затруднительно. В этой ситуации будет конструктивна имитационная оптимизация, в ходе которой исследователь задает конкретный вид управляющих воздействий и реализует так называемый «машинный эксперимент». Интегрируя системы дифференциальных управлений с заданными управляющими параметрами, исследователь минимизирует обоснованный функционал.

Решение задачи оптимального управления в такой постановке позволяет более эффективно использовать ЭВМ и сократить машинное время. Кроме того, надо иметь в виду, что в ряде случаев реальный эксперимент (например, в опытно-промышленных условиях) затруднен или невозможен, поскольку требует значительных непроизводительных затрат. Таким образом, имитационная оптимизация – эффективное средство поиска оптимальных управляющих воздействий на сложные динамические процессы (к таковым относятся и физиологические процессы, протекающие в микробных популяциях).

Первым опытом разработки автоматизированных биотехнологических систем (10) было создание лабораторной установки для периодического и непрерывного культивирования аэробных и анаэробных культур микроорганизмов «Фермус – 1». В этой системе реализовано два уровня автоматизированного управления. Система обладает законченной блочно-модельной структурой, ориентирована на реализацию управляемого культивирования микроорганизмов в режимах хемостата и трубостата.

Вывод: С целью расширения функциональных возможностей системы «Фермус-1» была создана система «Каскад» (2,3). Комбинация трех установок типа «Фермус-1» позволяет решать такие задачи практической микробиологии, как изучение микробных сообществ, применяемых, в частности, для биологической очистки сточных вод, а также исследование многостадийных процессов микробиологического синтеза (3,4).

Анализ современного состояния технологии автоматизированного микробиологического производства (например, близких к производству микроводорослей), его прогнозирования и управления свидетельствует, что к настоящему времени недостаточно разработаны аналитические модели, позволяющие учитывать физико-химические и биологические закономерности исследуемых явлений. Это, по-видимому, объясняется малой изученностью специфических особенностей биохимических производств, разнообразием множеством факторов, влияющих на процесс, недостатком достоверной информации о кинетике, реальной гидродинамике процесса и закономерностях тепло- и массообмена в объектах исследования. Следует также подчеркнуть, что пока не устоялись и общие взгляды на взаимосвязь биологических закономерностей, обусловленных скоростью размножения микроорганизмов.

Таким образом в области прогнозирования и управления технологическими процессами микробиологического синтеза сохраняют свою актуальность сложные научно-технические задачи разработки таких математических моделей, которые учитывали бы, основные технологические и микробиологические особенности процесса. Для этого целесообразно использовать методы технической кибернетики, в частности, методы математического моделирования и оптимального управления технологическими процессами с применением средств вычислительной техники.

Список использованной литературы.

1. А.С Кабильтджанов. Методы обработки и формирование экспериментальных данных. Ташкент 2018.
2. Биотехнология. Принципы и применения. Пер. с англ. Под ред. Н. Хиччикса, Д. Беста, Дж. Джонса. Мир, 1988
3. Зудин Д.В., Кантера В.Н., Угодников Г.А. Автоматизация биотехнологических систем. Москва, «Высшая школа», 1987
4. К.А. Ахметов, М.А. Исмаилов Математическое моделирование и управление технологическими процессами биохимического производства. Ташкент, «Фан», 1988.
5. Юсупбеков Н.Р., Мунчиев Н.А., Якубов Э.М. Управление процессами ферментации с применением микро-ЭВМ. Ташкент, 1987
6. Рахманов Ш.Р. Система управления процессом приготовления субстратов. Ташкент 1993

УДК.004.021:519.857:639.331.5

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МИКРОВОДОРОСЛЕЙ КАК ОБЪЕКТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Рахманов ШеркулРахманович, к.т.н., доцент

Абдуганиев Азиз Абдувохид ўгли, ассистент

Эльмуратов Фарход Мухамматович, студент 3 курса

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства.

Аннотация

Данная статья раскрывает проблемы особенностей производства микроводорослей как объектов математического моделирования и математического управления.

Ключевые слова. Эффективность, хлорелла, витамин, фотосинтетик, водоросли.

FEATURES OF MICROALGAE PRODUCTION AS OBJECTS OF MATHEMATICAL MODELING AND AUTOMATIC CONTROL

Rakhmanov Sh.R., Abduganiev A.A., Elmuratov F.M.

Abstract

This article represent us features of microalgae production as objects of mathematical modeling and automatic control

Keywords. Efficacy, chlorella, vitamin, photosynthetics, algae.

Введение. Протококковые водоросли – один из источников ценных витаминов. Многими исследователями установлено положительное влияние биомассы хлореллы и сценедесмуса как поливитаминных добавок в рацион сельскохозяйственных животных и птиц.

Молодые клетки водорослей отличаются более высоким содержанием витаминов, нежели старые. Содержание витаминов в водорослях увеличивается до конца недели культивирования, а затем постепенно снижается.

Постановка задачи. По содержанию каротина водоросли превосходят все известные растительные корма. В водорослях содержится значительное количество токоферола, рибофлавина и никотиновой кислоты. Водоросли содержат столько же тиамин и предоксина: сколько кукуруза, ячмень, джугара и овес. Эффективность биосинтеза витамина зависит от вида и штамма водорослей, а также от способа культивирования.

При батарейном способе культивирования каротин в биомассе удерживается на высоком уровне более стабильно, нежели при накопительном в гомогенно-непрерывном способах.

Биомасса водорослей, выращенная на минерально-органической и собственно органической средах по содержанию витаминов мало отличается от биомассы, полученной на минеральной среде.

Решение поставленной задачи. При массовом культивировании хлореллы и сценедесмуса с использованием импульсного концентрированного солнечного света наблюдается увеличение каротина почти 2-2,5 раза по сравнению с контролем. Хлорелла и сценедесмус – наиболее богатые источники каротина среди зеленых растений. По содержанию каротина они в 7-10 раз превосходят сухие абрикосы и шиповник и почти в 40 раз – сухие соевые бобы.

В хлорелле и сценедесмусе найдены такие витамины В₁, В₂, В₆, РР, С и другие, имеющие важное физиологическое значение для организма человека и животных.

МУНДАРИЖА

3-шўъба. ҚИШЛОҚ ВА СУВ ХЎЖАЛИГИДА ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ЖАРАЁНЛАРНИ ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ, АВТОМАТЛАШТИРИШ ВА ЭНЕРГИЯ ТАЪМИНОТИ ДОЛЗАРБ МАСАЛАЛАРИ		
1	Gazieva R.T., Ozodov E.O. <i>Automatic diffusion mixing system for watering in regions with high water sales</i>	6
2	Газиёва Р.Т., Озодов Э.О., Абдукаримова М. <i>Ичимлик суви насос станциясида "fluidlab® water management" дастурий таъминотидан фойдаланиш</i>	8
3	Газиёва Р.Т., Нигматов А.М. <i>Алгоритм составление логической схемы управления насосного агрегата на насосной станции</i>	12
4	Газиёва Р.Т., Муталов А.А., Отабеков М. <i>Ичимлик суви таъминоти тизимида интеллектуал назорат воситаларини қўллаш</i>	15
5	Бабаходжаев Р.П., Мирзаев Д.А., Эшқуватов Л.М., Бозорбоев А.А. <i>Некоторые результаты численного исследования гидродинамики течения жидкости в трубках с локальными турбулизаторами</i>	18
6	Бокиев А.А., Нуралиева Н.А., Ботиров А.Н. <i>Современные аккумуляторы для электрифицированных технических средств в мелиорации</i>	22
7	Джалилов А.У., Уролов С. <i>Томчилатиб сугориш жараёнини бошқаришнинг автоматлаштирилган тизими</i>	31
8	Мухаммадиев А., Турапов И.М., Байзаков Т.М., Автономов В.А., Эгамбердиев Р.Р., Арипов А.О., Чориев Б.С. <i>Агроэлектротехнология стимуляции хлопчатника и других сельхозкультур</i>	35
9	Nuralieva N.A., Sulstonov S.S., Boqiev A.A. <i>O'simliklarga qator oralab ishlov beruvchi elektr mexanik qurilma</i>	39
10	Nuralieva N.A., Bokiev A.A. <i>Qishloq xo'jaligi elektr texnologik jihozlari uchun zamonaviy energiya saqlash qurilmalari</i>	43
11	Халикназаров Ў.А. Матчанов О.Қ. Турсунов А. <i>Ипак қурти гумбагини жонсизлантиришда ионлашган иссиқлик агентини татбиқ этиши</i>	45
12	Рахманов Ш.Р. <i>Средства обработки и формирования сигналов управления</i>	50
13	Рахманов Ш.Р. <i>Методы решение задачи оптимального управления культивируемых микроводорослей</i>	53
14	Рахманов Ш.Р. <i>Разработка алгоритмов прогнозирования протекания технологического процесса культивирования микроводорослей</i>	56
15	Рахманов Ш.Р. Эльмуратов Ф.М. Братышев Д.Д. <i>Анализ специфических особенностей производства микроводорослей как объекта математического моделирования и автоматического управления</i>	58
16	Рахманов Ш.Р. Абдуллаева Д.А. <i>Математическое моделирование и управление технологическими процессами микробиологического синтеза</i>	60
17	Рахманов Ш.Р. Абдуғаниев А.А. Эльмуратов Ф.М. <i>Особенности производства микроводорослей как объектов математического моделирования и автоматического управления</i>	63
18	Рахманов Ш.Р. Братышев Д.Д. Эркаева Ч.Х. <i>Использование математического моделирования и управление технологическими процессами микробиологического синтеза в задачах алгоритмизации</i>	65
19	Рахманов Ш.Р. <i>Математическое моделирование технологического процесса культивирования хлореллы</i>	67
20	Рахматов А.Д. Назаров О.А. <i>Муқобил энергия манбаларидан фойдаланиш истиқболлари</i>	70
21	Убайдуллаева Ш.Р. <i>Қишлоқ ва сув хўжалигида тарқатилган автоматлаштирилган тизимларни қўллаш</i>	73
22	Убайдуллаева Ш.Р. <i>Дала ҳовли иссиқ сув таъминотини назорат қилишнинг автоматлаштирилган тизими</i>	76
23	Убайдуллаева Ш.Р. <i>Сув таъминоти маиший чўкма насосларни автоматлаштиришнинг замонавий воситалари</i>	80
24	Раджабов А., Ибрагимов М., Эшпулатов Н.М. <i>Фермер хўжаликлари учун кўёш электр станциясини лойиҳалаш асослари</i>	84
25	Раджабов А., Ибрагимов М., Эшпулатов Н.М. <i>Кичик қувватли шамол электр станциясини лойиҳалаш методикаси</i>	87