



**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

Водоросли – мощный аккумулятор растворимых в воде солей. В биомассе хлореллы и сценедесмуса содержится значительное количество магния, калия, натрия, кальция, фосфора, а также микроэлементов – молибдена, бора, кобальта, никеля и др.

Установлено, что белки хлореллы и сценедесмуса усваиваются организмом животных на 60-80%. По питательной ценности белки протококковых водорослей гораздо полезней, чем белки многих бобовых растений. В связи с высоким содержанием питательных веществ биомасса хлореллы и сценедесмуса отличаются довольно высокой калорийностью.

Протококковые водоросли являются мощными фотосинтетическими реакторами. Культура протококковых водорослей усваивает от 3% до 7% солнечной энергии, тогда как наземные растения поглощают ее не более 1%. Кроме того, коэффициент усвоения водорослями углекислого газа также довольно высок.

Выводы. Водоросли, постоянно находясь в водной среде и получая питательные вещества в достаточном количестве способны синтезировать в своем организме в этой среде ценные биохимические компоненты.

1. 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.

2. Задачей оперативного прогнозирования и автоматического управления технологическим процессом массового культивирования хлореллы отличается особой актуальностью. Ее успешное решение требует разработки таких математических моделей, которые достаточно полно и правильно учитывали бы основные технологические и микробиологические особенности объекта исследования. Для этого необходимо исследовать и разработать методы и практические приемы составления прогнозирующих моделей и синтезировать системы управления, способные вырабатывать рекомендации и управляющие воздействия по оптимальному ведению технологического процесса культивирования хлореллы.

Список использованной литературы.

1. А.С Кабильджанов. 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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА В ЗАДАЧАХ АЛГОРИТМИЗАЦИИ

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

Братышев Денис Дмитриевич, студент 3 курса

Эркаева Чаман Хайдаралиевна, магистр 2 курса

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства.

Аннотация

Совершенствование систем и методов управления технологическими процессами (в частности, микробиологического синтеза) на основе применения математических методов и средств вычислительной техники – одно из главных направлений научно-технического прогресса, один из наиболее эффективных путей повышения производительности труда в промышленных отраслях народного хозяйства.

Ключевые слова: алгоритмизация, математическое моделирование, технологические процессы, управление.

USE OF MATHEMATICAL MODELING AND CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF MICROBIOLOGICAL SYNTHESIS IN ALGORITHMIZATION PROBLEMS.

Rakhamanov Sh.R., Bratyshev D.D., Erkaeva Ch.Kh.

Abstract

Improvement of systems and methods of control of technological processes (in particular, microbiological synthesis) on the basis of application of mathematical methods and computer facilities is one of the main directions of scientific and technical progress, one of the most effective ways of increase of labor productivity in industrial branches of national economy.

Keywords: algorithmization, mathematics modelling, technological processes, control.

Введение. Первый этап управлений технологическими процессами с помощью электронно – вычислительных машин - локальная автоматизация объектов управления. Применительно к технологическим процессам, она сводится к выбору или созданию специфических датчиков контрольно-измерительных приборов, разработки и внедрению, локальных систем регулирования основных технологических параметров процесса. При автоматизации микробиологического синтеза на сегодняшний день реализованы следующие системы автоматического регулирования: расходы суслу, расходы питательных солей, подача углекислого газа (CO_2), уровня суслу в реакторах, уровня освещенности, равномерности распределения питательных веществ и т.д.

От задач частичной автоматизации совершается переход к задачам комплексной автоматизации всего технологического комплекса. Для этого необходимо разработать методы и средства контроля, специфические для микробиологической промышленности, системы оптимального управления производством с применением вычислительной техники, создать математические модели, отображающие кинетику, гидродинамику, массо- и теплообмена в процессе биосинтеза, разработать и внедрить на действующих производствах системы оптимального управления (СОУ) и т.д.

При обосновании пути реализации систем оптимального управления технологическими процессами микробиологического синтеза применяются известные методы технической кибернетики. В первую очередь строится математическая модель, которая должна адекватно отображать наиболее устойчивые соотношения между технологическими факторами и технико-экономическими показателями процесса .

Постановка задачи. Возможны два основных подхода к созданию математических моделей процессов микробиологического синтеза: создание экспериментально-статистических моделей процессов с применением методов пассивного и активного экспериментов и создание экспериментально-аналитических моделей, путем составления уравнений, описывающих статистику и динамику процесса на микро- и макрокинетических уровнях иерархии.

Для установления основных закономерностей путем применения аналитического метода моделирования, необходимо изучать кинетические закономерности и скорости химических реакций, а также гидродинамические особенности физических процессов, сопровождающих химическое превращение.

Теория непрерывного культивирования и микроорганизмов позволяют определять общие закономерности о кинематике процессов биосинтеза в проточных аппаратах. Основы этой теории заложены *Monod. J., Novick. A., Szillard I.*, и развиты И.И. Гительзоном, Б.Г. Ковровым, Е.Т. Тересковым, Н.Д. Иерусалимским , Н.Н. Нероновой , Ю.Л. Гуревичем, В.Г. Ковровым , Н.В. Степановым, Ю.М. Романовским и др.

Рассмотрим вопросы, касающихся микробиологического синтеза, следует подчеркнуть, то именно кинетика играет определенную роль в регулировании процессов в организованных биологических системах. Эти процессы протекают в них с определенной скоростью и в определенной последовательности.

В такой постановке проблема анализа кинетического поведения сложной системы сводится к построению и исследованию математической модели (ММ), в которой скорости изменения концентраций различных составных компонентов были выражены через скорости отдельных элементарных реакций, принимающих участие в их образовании и использовании.

Решение поставленной задачи. Допустим, что в нашей системе имеется n количество компонентов, которые для определенности будем считать химическими соединениями, претерпевающими метаболические превращения.

Каждое i -ое соединение из общего числа характеризуется значением концентрации C_i ($i = 1, 2, \dots, h$), которое может изменяться со временем $C_i(t)$, в результате взаимодействия i -ого соединения с любым из остальных $(h-1)$ веществ.

Такого предположения достаточно, чтобы можно было составить соответствующую данной ситуации общую ММ, которая представляет собой следующую систему из n дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\begin{cases} \frac{dC_1}{dt} = f_1(C_1, C_2, \dots, C_n); \\ \frac{dC_2}{dt} = f_2(C_1, C_2, \dots, C_n), \end{cases} \quad (1.1)$$

где $C_1(t), C_2(t), \dots, C_n(t)$ – неизвестные функции от времени,
 $\frac{dC_i(t)}{dt}$ ($i = \overline{1, n}$) – скорость изменения концентрации i -го вещества.

В модели (1.1) число уравнений n равно числу переменных (C_1, C_2, \dots, C_n) , изменяющихся в результате взаимодействия веществ.

Каждая из функций $f_i(C_1, C_2, \dots, C_n)$ есть функция аргументов C_1, C_2, \dots, C_n , зависящих от времени она представляет собой алгебраическую сумму скоростей отдельных реакций образования и превращения q -ого вещества в системе.

Важно отметить, что уравнения вида (1.1) могут применяться не только для описания ферментативных каталитических процессов, но и для исследования других систем.

Так, если речь идет о математическом моделировании процесса микробиологического синтеза, то под «концентрацией» можно понимать количество клеток микроорганизмов в единице объема, содержание питательных веществ в среде.

Модель (1.1) имеет достаточно общий вид, и важно только, чтобы составленные уравнения правильно отражали характер протекающих процессов, или, иными словами, чтобы структура уравнений соответствовала динамической архитектоники исследуемой системы.

Обратимся к общему вопросу о том, какие же сведения о свойствах биотехнологической системы может дать анализ модели (1.1).

Самый простой и исчерпывающий ответ на этот вопрос заключается в том, что все необходимые сведения можно получить, решив систему дифференциальных уравнений (1.1), то есть найдя в явном виде зависимость от времени переменных

$$C_1(t), C_2(t), \dots, C_n(t).$$

В самом деле, задав некоторые начальные условия при $t_0 = 0$ и зная характер изменения во времени искомым функций, можно предсказать, какие значения примут переменные концентрации C_1, \dots, C_n в момент времени t .

Однако на самом деле в реальных системах в целом ряде случаев ситуация складывается значительно сложнее. Реальные биотехнологические системы (такие, как метаболические процессы в живой клетке) включают в себя огромное количество реакций, в которых участвуют тысячи веществ. Даже отобрав из них наиболее существенные по своей биологической значимости, мы все равно получили бы ММ, состоящую из десятков уравнений, в том числе нелинейных. В этих условиях практически нет никакой надежды найти их точные аналитические решения. В данном случае способны помочь и мощные вычислительные методы, которые с помощью ЭВМ позволяют получать значения функций $C_1(t), C_2(t), \dots, C_n(t)$ в любой момент времени при заданных параметрах объекта и известных начальных условиях.

Выводы.

Отсюда следует вывод, что динамические ММ типа (1.1) могут быть полезны, если имеются:

1. Объектные методы существенного упрощения и уменьшения размерности исходной полной системы уравнений
2. Методы анализа дифференциальных уравнений, которые позволяют выявлять какие-либо важные общие динамические свойства объекта, не прибегая к нахождению в явном виде неизвестных функций.
3. При практической реализации систем управления микробиологическими процессами, синтезированных на основе применения современных методов, принципов и алгоритмов оптимального управления и средств управляющей вычислительной техники появляется необходимость коренного пересмотра целого ряда вопросов, связанных с алгоритмизацией решаемого комплекса задач. Такой подход призван способствовать научно обоснованному выбору способов представления информации для оперативного прогнозирования хода протекания технологических процессов, оптимизации, режимных параметров для оптимального управления.

Список использованной литературы.

1. А.С Кабильджанов. 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

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ХЛОРЕЛЛЫ

Рахманов Шеркул Рахмонович, к.т.н. доц.,
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства.

Аннотация

В данной статье рассмотрена математическая модель технологического процесса культивирования хлореллы, ее особенности, а так же метод решения данной модели.

Ключевые слова: Математическая модель, технологический процесс, хлорелла, культивирование, микроводоросли.

MATHEMATIC MODEL OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF THE CHLORELLA CULTIVATION PROCESS

Rakhmanov Sherkul Rakhmonovich

Abstract

This article devoted to mathematic model of the technological process of the chlorella cultivation process, its features and solving of this mathematic model

Key words: Mathematic model, technological process, chlorella, cultivation, microalgae.

Введение: Экспоненциальный рост популяции микроводорослей в условиях неограниченных ресурсов питательных веществ и пространства популяции протекает со скоростью, пропорциональной количеству видов преобладающих клеток (1,2), и описывается следующим дифференциальным уравнением

$$\frac{dx}{dt} = \mu x \quad (1)$$

Где μ - коэффициент пропорциональности, характеризующий скорость роста популяции;
 X - концентрация микроводорослей.

Методика исследований: Удельная скорость роста характеризует физиологические свойства микроводорослей и зависит от концентрации субстрата, наличия ингибиторов и активаторов в среде, количества и качества засева питательной среды, освещенности, температуры, Ph среды и т.д. На рис. 1 представлены зависимости изменения μ от концентрации водородов иона, температуры и освещенности.

Большинство попыток проследить происхождение закона роста популяции от химических или физиологических факторов явилось неудачным, хотя была предпринята попытка связать рост с концентрацией ресурсов (3). Аналогия с прямоугольной гиперболой и законами ферментативной кинетики и активной массы привела к широкому использованию в микробиологии следующего уравнения

$$\mu = \frac{\mu_m S}{K + S} \quad (2)$$

где μ_m -максимальная удельная скорость роста, которая может появиться при отсутствии ингибиторов и активаторов, а также при постоянстве физико-химических факторов.

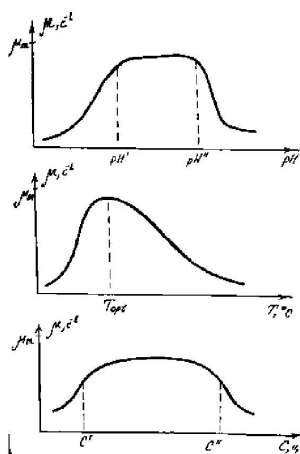


Рис.1. Зависимости изменения μ от Ph, T, S.

В зависимости от одного ингибитора уравнение (2) рассчитывается по формуле

$$\mu = \mu_m \frac{S_i}{K + S_i} \quad (3)$$

Здесь вместо численного значения S_i может применяться концентрация питательных веществ N, P, Mg, K, CO₂, O₂ и другие, в качестве жесубстрата - необходимый для жизнедеятельности микроводорослей элемент (4,5,6).

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 трубах 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., Sultonov 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 татиқ этиш</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