



**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

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.

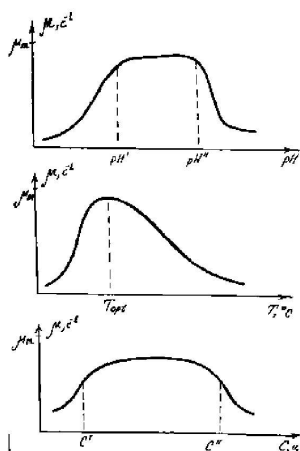


Рис.1. Зависимости изменения μ от Ph, T, C.

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).

Примем, что из множества питательных веществ некоторые могут выступать в качестве активаторов или же ингибиторов. Т.е. μ зависит от следующих факторов

$$\mu = f(N, P, Mg, K, CO_2, O_2, T, pH, I, C, \dots) \quad (4)$$

Теперь можно переписать уравнение (2) в следующем виде:

$$\begin{aligned} \mu &= f(\mu_m, z), \\ z &= z^{(1)}, z^{(2)} \dots z^{(n)} \end{aligned}$$

TL - количество рассматриваемых групп параметров.

Используем алгоритмы, описанные в Приложении I для выбора наиболее существенных элементов множества z . В результате получим минимально необходимых три группы параметров. В первую группу параметров ($z^{(1)}$) входят активаторы, во вторую ($z^{(2)}$) ингибиторы, а в третью ($z^{(4)}$) физико-химические переменные.

Итак, усеченное множество Z , имеет следующий более пригодный вид, для целей моделирования:

$$z^{(1)} = [M, P, CO_2, K]$$

$$z^{(2)} = [O_2, I]$$

$$z^{(3)} = [pH, T, C]$$

При наличии в среде ингибитора удельная скорость роста уменьшается на величину $\frac{M_i}{K_i + I}$, которая выводится из уравнения ферментативной реакции в присутствии ингибитора

$$\mu_1 = \mu_0 - \frac{\mu_0 I_1}{K_{I_1} + I_1} = \frac{\mu_0 K_{I_1}}{K_{I_1} + I_1} \quad (5)$$

где K_i - константа, численно равная концентрации ингибитора, при которой удельная скорость роста достигает половин своего максимально возможного значения

$$\mu = \frac{\mu_m}{2} \quad (6)$$

При расчете удельной скорости роста с учетом L(число ингибитора) уравнение (5) принимает следующий вид:

$$\mu_1 = \mu_0 \frac{K_{I_1} * K_{I_2} * \dots * K_{I_n}}{(K_{I_1} + I_1)(K_{I_2} + I_2) \dots (K_{I_n} + I_n)} \quad (7)$$

$$\mu_1 = \mu_0 \prod_{i=1}^n \frac{K_{I_i}}{K_{I_i} + I_i}, \quad \text{где, } I = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

При наличии нескольких ингибиторов можно использовать уравнение (6) но, как правило, при культивировании микроводорослей хлореллы практически отсутствуют элементы, выступающие в качестве ингибиторов. В связи с этим в дальнейшем при моделировании рассматриваемого конкретного класса объектов не будем учитывать влияние ингибиторов на рост микроводорослей (11,12,13). Расход питательных веществ на поддержание жизнедеятельности микроводорослей описывается уравнением

$$\frac{ds_m^i}{dt} = m_i X \quad (9)$$

где S_m^i - количество i -го питательного вещества, потребленного на поддержание жизнедеятельности клеток микроводорослей;

m_i -скорости потребления питательных веществ на поддержание жизнедеятельности единицы микроводорослей.

Общее количество израсходованного i -го питательного вещества на рост и поддержание жизнедеятельности микроводорослей можно определить по уравнению

$\frac{ds_m^i}{dt} = (d_i \mu + m_i X)$, где d_i - коэффициент, учитывающий расход i -го питательного вещества на рост единицы микроводоросли. (10)

В соответствии с (4) для каждого параметра можем записать

$$\mu_{x_1} = F_i(Z_i)$$

Для аналитического описания степени влияния параметров среда на удельную скорость роста микроорганизмов примем некоторые упрощения. Пусть удельная скорость роста микроводорослей μ в исследуемых $Z_i \in Z'$ интервалах колеблется от 0 до 1.

Примем следующие обозначения

$$\begin{aligned} \min\{\mu(Z_i)\} &= \mu Z_i^{(0)} \\ \max\{\mu(Z_i)\} &= \mu Z_i^{(m)} \end{aligned}$$

Результаты исследований. Исходя из экспериментальных данных, зависимости удельной скорости роста микроводорослей μ от элементов множества представим в следующем виде

$$r_{z_i} = \exp\left(\frac{(z_i - \varphi_i)^2}{2\delta_i}\right) \quad (11)$$

где φ_i - оптимальное значение i -го среднеквадратического отклонения распределения физико-химического фактора;

δ_i - разность между предельным значением параметра и его оптимального значения.

Итак, формулу для вычисления удельной скорости роста микроводорослей можно записать в следующем виде:

$$\mu = \mu_m \frac{z_i^{(1)}}{K_{z_i} + z_i^{(1)}} \prod_{i=1}^N r_{z_i} \quad (12)$$

В качестве питательного вещества могут выступать: N, P, K, Mg, CO₂ и др.

Все приведенные уравнения (8) - (12) - суть основные кинетические уравнения в условиях периодического режима процесса выращивания микроводорослей.

Сведем воедино в систему уравнения, описывающие процесс культивирования микроводорослей. В результате получим следующую систему уравнений:

Выводы. Таким образом, полученная система уравнений (13) описывает процесс культивирования микроводорослей, реализуемый в периодическом режиме. При достижении заданного значения X процесс переводится в непрерывный режим с целью повышения производительности культиваторов и стабильного использования засеваемых культур и питательных веществ.

Список используемой литературы:

- 1) Музаффаров А.М. Хлорелла. “Фан”, Ташкент. 1974г.
- 2) Рахмонов Ш. Автоматизация класса объектов биохимических производств. Ташкент, 1990 г.
- 3) Перт С. Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. 1978 г.
- 4) Ахметов К.А. Рахмонов Ш. Вопросы моделирования процесса выращивания микроводорослей.
- 5) Рубин А.Б. Кинетика биологических процессов. 1972 г.
- 6) Рахмонов Ш. Математическое моделирование и управление технологическими процессами микробиологического производства. Сборник статей международной научной конференции, посвященной 20-летию независимости Республики Узбекистан. Ташкент, 2011 год.
- 7) Кабилджанов А.С. Методы обработки и формирование экспериментальных данных, Ташкент 2018.

УДК: 633.51

МУҚОБИЛ ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ

Рахматов Абдугани Джумабековичт.ф.н., доцент,
Назаров Ойбек Абдирасуловичассистент ТИҚХММИ

Аннотация

Мақолада Президентимизнинг ПП-3012 рақамли “2017-2021 йилларда иқтисодиёт тармоқларида ва социал мухитда муқобил энергия манбаларини қўллаш, энергия самарадорлигини ошириш тадбирлари тўғрисида”ги (26.05.2017 йилги ПП-3012 рақамли) қарорларида қўйилган вазифаларни амалга ошириш учун йўналтирилган. Иқтисодиётни энергия-сиғими ва ресурс-сиғимини камайтириш, энергия тежамкор технологияларни ишлаб чиқаришга кенг жорий этиш, муқобил энергия манбаларидан фойдаланишни кенгайтириш, насос станцияси электр таъминоти тизимининг ишончилигини ошириш масалалари қўриб чиқилган.

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 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 маъший 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