

АННОТАЦИЯ

диссертационного исследования Г.А. Ким

На тему «Разработка математических моделей и алгоритмов автоматического управления продуктивностью роста лекарственного растения в условиях гидропонных систем», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности: 6D075100 «Информатика, вычислительная техника и управление»

Актуальность работы. Ускоренное развитие информационных технологий, вычислительной техники и успехи математических дисциплин предоставляют новые возможности ученым для разработки метода управления продуктивными процессами растений.

Своевременное выявление и точная диагностика недостатка питания растений способны предотвратить снижение урожая. В связи с этим в период вегетации лекарственных растений проводится инспекция участков, отбор листьев и визуальная оценка их морфологических параметров по методике испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Визуальная оценка является субъективной и малоинформативной, что сказывается на правильности и своевременности диагностики отклонения от нормы.

В решении этой проблемы важное значение имеет разработка более совершенного информационно-аналитического способа оценки морфологических параметров листьев лекарственного растения с использованием компьютерной установки для автоматизированной оценки возможного отклонения от нормального роста.

В основе метода управления продуктивностью должны стать математические модели продукционных процессов, к которым относится фотосинтетическая деятельность растений, рост и накопление биомассы.

В настоящее время актуально развитие метода управления продуктивностью для растениеводства в защищённом грунте, установках искусственного климата и в условиях гидропоники. Основной задачей тепличного улучшения растениеводства является производство растений вне зависимости от времени года. Наиболее перспективным по рационально используемой территории и снижению затрат труда является способ выращивания на малообъемной гидропонике. Малообъемная технология выращивания растений в теплицах предусматривает создание оптимальных водно-воздушных, питательных, температурных параметров в корнеобитаемой зоне растений.

В связи с этим, **целью** настоящей диссертационной работы является разработка математических моделей и алгоритмов автоматического управления продуктивностью роста лекарственного растения в условиях гидропонных систем.

Задачи исследования:

– исследовать существующие подходы к моделированию роста растений в условиях гидропонных систем;

- исследовать результаты применения систем распознавания образов для автоматизации процесса классификации объектов растениеводческого производства;
- разработать математическую модель продуктивности роста лекарственного растения в зависимости от изменений параметров системы;
- разработать метод распознавания причин отклонения в развитии растений с применением возможностей машинного обучения;
- провести интерпретацию и содержательное исследование результатов распознавания причин отклонений в развитии растения *Aloe Arborescens L.*;
- разработать модуль автоматического контроля роста для обеспечения главной обратной связи в автоматизированной системе управления процессом роста лекарственных растений;
- разработать алгоритм управления автоматизированным ростом лекарственных растений в условиях гидропонных систем и структурную схему информационно-аналитического сопровождения при выращивании лекарственных растений;
- разработать интуитивно понятный интерфейс для автоматизированного управления ростом растений.

Объектом исследования является рост лекарственного растения *Aloe Arborescens L.*

Предмет исследования – процессы контроля и управления продуктивностью роста лекарственного растения в условиях гидропонных систем (модели, методы и алгоритмы процесса контроля и управления продуктивностью роста лекарственного растения в условиях гидропонных систем).

Методы исследования. В процессе реализации диссертационных исследований применялись методы параметрической идентификации, методы обработки и анализа полученных экспериментальных данных, методы имитационного моделирования, методы машинного обучения.

Научная новизна:

- Разработана математическая модель роста лекарственного растения *Aloe Arborescens L.* с учетом двух основных факторов, влияющих на рост растения;
- Разработана модель классификатора, позволяющая применить нейронную сеть VGG16 для решения задачи автоматической классификации растений *Aloe Arborescens L.*;
- Разработана структурная схема информационно-аналитического сопровождения при выращивании лекарственных растений;
- Разработан модуль автоматического контроля роста, который на основании результатов моделирования роста и классификации лекарственного растения *Aloe Arborescens L.* позволяет осуществить главную обратную связь в автоматизированной системе управления процессом роста лекарственных растений.

Теоретическая значимость

Результаты исследования логистической модели роста, модель классификатора и модуль автоматического управления ростом лекарственного растения *Aloe Arborescens* L. могут быть использованы в изучении различных аспектов функционирования растительных организмов, нахождении причины и следствия тех или иных процессов, составлении прогнозов, а также для разработки систем автоматизированного управления процессом роста растений в условиях гидропонных систем.

Практическая значимость

Разработанный алгоритм автоматической оценки морфологических параметров лекарственного растения создаст основу для дальнейшего развития и совершенствования технологических процессов вегетации. Применение компьютерного распознавания отклонений от нормального роста растений позволит повысить эффективность агротехнологий за счет снижения трудозатрат и точность оценки качественных характеристик растений.

Положения диссертации, выносимые на защиту:

- математическая модель роста лекарственного растения *Aloe Arborescens* L. в условиях гидропоники;
- модель классификатора для автоматической классификации растений *Aloe Arborescens* L.;
- модуль автоматического контроля роста лекарственного растения *Aloe Arborescens* L.;
- структурная схема адаптивной системы управления скоростью роста растения *Aloe Arborescens* L. с эталонной моделью;
- алгоритмы управления ростом *Aloe Arborescens* L. в условиях гидропонных систем;
- интуитивно понятный интерфейс для автоматического управления ростом растений.

Апробация работы. Результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на научных конференциях:

- VI Международная студенческая научно-практическая конференции «Молодежь и наука-2019» СКГУ им. М.Козыбаева (2019 г.).
- VII Международная научно-практическая конференция «Global Science and Innovations 2019: Central Asia» в рамках издания Международного научного журнала «GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2019: CENTRAL ASIA», Нур-Султан, Казахстан, 25-28 сентября (2019 г.).
- Международная научно-практическая конференция «Стандартизация – инструмент повышения конкурентоспособности и интеграции казахстанской продукции в мировую экономику», Нур-Султан, Казахстан, 24 ноября (2019 г.).

Публикации. По теме исследования опубликовано 7 научных статей, из них 3 статьи в сборниках международных конференций, 3 статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК, 1 статья в журнале, индексируемом в базе

SCOPUS, а также получено 1 авторское свидетельство на объект интеллектуальной собственности.

Личный вклад автора заключается в проведении исследований, обосновывающих основные положения, выносимые на защиту, а также значимая роль при обобщении и анализе полученных результатов.

Структура диссертации. Диссертация имеет классическую структуру: вводная часть, основная часть (четыре главы), заключение, список использованных источников и приложение. Работа изложена на 122 страницах компьютерного текста, включает 28 рисунков, 17 таблиц и 98 наименований библиографических источников.

Во введении обоснован выбор темы исследования, раскрыта актуальность разработки метода управления продуктивностью роста лекарственных растений в условиях гидропонных систем, сформулирована цель исследования, определяющие её задачи, представлены объект и предмет исследования, раскрыты научная новизна, практическая значимость работы.

В первой главе проведено исследование существующих теоретических подходов к математическому описанию продукционных процессов, к моделированию динамики накопления биомассы растений и биологически значимых элементов в вегетативных органах. Следующим этапом изучена специфика выращивания лекарственных растений гидропонными методами, а именно исследованы условия роста наиболее распространенных лекарственных растений, рассмотрен опыт применения гидропоники в выращивании растений и проведен анализ международного опыта создания и управления автоматизированными гидропонными устройствами основных мировых производителей. Также, исследовано применение систем распознавания образов для автоматизации процесса классификации объектов растениеводческого производства и выявления отклонений в развитии растений.

Во второй главе экспериментально доказана применимость логистической модели для описания процесса роста растения *Aloe Arborescens* L. с учетом влияния внешних факторов. На основании экспериментальных данных была параметризирована логистическая модель и построена эталонная S-образная кривая. Полученная математическая модель будет полезной в расчете оптимальных сроков сбора урожая и в наблюдении за тенденцией роста растений. Таким образом, предложен приемлемый способ, который способен произвести расчет площади листовой поверхности. При этом, сравнив текущее значение с эталонным можно сделать вывод о состоянии роста растения.

В третьей главе разработан метод распознавания причин отклонений в развитии роста растения *Aloe Arborescens* L. с применением возможностей машинного обучения. Описан процесс подготовки экспериментальных образцов для обучения нейронной сети. Приведены результаты апробации и исследований по разработке модели автоматической классификации растений по типу отклонения в его развитии. Сделан вывод о том, что разработанная система может быть использована для реализации главной

обратной связи системы автоматического управления гидропонной установкой.

Четвертая глава посвящена алгоритмам управления автоматизированным ростом лекарственных растений в условиях гидропонных систем с применением результатов, полученных во второй и третьей главах. Представлена структурная схема адаптивной системы управления скоростью роста растения *Aloe Arborescens* L. с эталонной моделью (объект, на который получено свидетельство об авторском праве). Посредством архитектуры сбора и обработки данных описана организация автоматизированной работы гидропонной системы.

В заключении представлены результаты исследований, включающие основные выводы по итогам диссертационного исследования.