

ПРИНЦИПЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ ТЕПЛИЧНОГО КОМБИНАТА

Мировое тепличное овощеводство развивается как эффективное и наукоемкое агропромышленное производство. Тенденция развития тепличного овощеводства обусловлено переходом на инновационные технологии цифровизации и интеллектуализации управления интенсивным биопродукционным процессом внесезонного производства тепличных овощей.

Внесезонное овощеводство Республики Беларусь обеспечивает 21 тепличный комбинат с общей площадью более 240 га, современных блочных теплиц. Средняя урожайность овощей достигла 50 и более кг с квадратного метра полезной площади. Технология выращивания овощей осуществляется в малообъемной культуре на искусственных субстратах с капельным поливом ризосферы растений или бессубстратным гидропонным методом. Все технологические процессы автоматизированы и соответствуют мировому уровню. Вместе с этим современные тенденции цифровизации производства требуют перехода на новые интеллектуальные технологии управления производством.

Тепличное овощеводство носит биотехнический характер. Сам объект труда–ценоз растений является сложной биологической системой. В данном исследовании развивается концепция взаимосвязанных комплексных исследований, которая включает натурные (в лаборатории, теплице), физическое и математическое моделирование процессов переноса вещества и энергии в сложной регулируемой агроэкосистеме «ризосфера–растение–окружающая среда». Отнесение этих систем к сложным предполагает наличие особых свойств: уникальности, предсказуемости и целенаправленности (гомеостаза). Это позволяет отнести их к системам с соответствующим генетическим кодом, целенаправленным на самосохранение (адаптацию) растений к воздействию окружающей среды [1,2].

Современные комплексные исследования адаптивных биотехнических систем требуют новых количественно-качественных подходов к систематизации и интеграции накопленных знаний, применение современных математических и кибернетических методов, позволяющих оперировать большим количеством разноплановой информации, описывающих поведение таких систем.

Тогда обоснованным представляется подход к разработке интеллектуальной информационной модели биопродукционного процесса на основе достаточно развитого аналитического аппарата структурно-функционального моделирования. Характерной чертой такой модели являются соединение процессов фотосинтеза, дыхания и передвижением влаги в открытой системе «ризосфера–растение–воздух» в котором устьичное сопротивление листьев управляется фотосинтетической активной радиацией (ФАР) и водным потенциалом листа [2]. Математическое моделирование продуктивности фотосинтеза и транспирации растений в различных условиях воздействия внешней среды: интенсивность ФАР, температурно-влажностный режим и состав воздуха теплицы, химический состав питательного раствора и режим полива –ключ к пониманию ответных реакций растений на изменяющиеся условия внешней среды, обеспечивающих распознавание образов и оптимизацию биопродукционного процесса по принципу «говорящего» растения.

Имитационное многофакторное моделирование положено в основу структурно-параметрического и алгоритмического синтеза системы интеллектуального оптимального управления биопродукционным процессом. Такой класс управления относится к новому научно-техническому направлению построения и использование интеллектуальных систем технического назначения, которые способны решать функциональные задачи, традиционно считающихся творческими.

Теоретическую основу построения таких моделей составляют методы системотехники и системного анализа, математические методы и алгоритмы решения задач управления, численные методы оптимизации и программирования. Характерным принципом исследования и анализа управляемых биотехнических систем является метод системного анализа поддержки принятия решений [3].

Рассмотрим такой подход на примере светокультуры овощеводства [2]. Светокультура является переменной 1–го порядка значимости [5]. Интеллектуальное управление светокультурой является многофакторным и имеет характерные признаки: многоуровневая иерархическая структура управления и функциональная модель подсистем и нестационарного биофункционального процесса в различных фазах роста растения и в зависимости от внешних факторов (температурно-влажностного режима, спектрального состава и интенсивности ФАР). Отдельные параметры подсистем имеют стохастический характер. Эта система управления должна обладать свойствами адаптации, оптимизации и толерантности (отказоустойчивости). Она относится к логичной мультиагентной интеллектуальной системе биотехнического

назначения. Проблемы повышения эффективности тепличного овощеводства взаимосвязаны. Они включают показатели биотехнического производства овощей, куда входят показатели энерго- и ресурсоэффективности различных сортов и гибридов.

Интеллектуальные системы управления биологических систем возможно осуществить, используя достаточно надежные общие научные основы, интеллектуально объединяющие общие отрасли агротехнических знаний: законы выживания и экстремального функционирования биологических объектов [3].

Современная задача синтеза структурных схем управления сложными системами базируется на применении новых информационных технологий роботного и адаптивного управления.

Известна наиболее общая модель Анохина–Пупкова интеллектуальной робототехнической системы управления технического назначения, которая требует большое количество информационных каналов объектов робототехники в соответствии с принципом Энби. Вместе с этим используя взаимозависимости между информационными каналами управления биологическим объектом, обладающим адаптивными приспособительными свойствами.

Оптимизация алгоритмов программной части контекстно-зависимой системы интеллектуального управления объекта управления по использованию максимальной части интеллектуальных ресурсов является основной задачей при проектировании и реализации вычислительной среды. В качестве базисной технологии обработки информации следует использовать соответствующий язык параллельных информационных технологии в соответствии со стандартной частью программирования и в первую очередь обеспечить принцип защиты биотехнической системы от неразрушения функциональных задач технологии выращивания растений овощных культур в экстремальных условиях эксплуатации.

Интеллектуальный анализ позволяет обеспечить управление мгновенной урожайностью культуры в режиме реального времени, то есть здесь заложен принцип включения и обработки текущих данных ценоза растений в систему автоматического управления биопродукционным процессом.

Для целей интеллектуального управления биотехнической системой разработан глоссарий 30 переменных параметров состояния на примере культуры томата, определяющих отклик растений биопродукционного процесса на основе обобщения опубликованных данных и наших исследований [2].

Лабораторные натурные исследования и производственные испытания светодиодной установки для облучения растений томата в течении

нескольких вегетативных сезонов по доминантному каналу контроля и управления влажностью ризосферы показали повышение энергоэффективности, разработанной биотехнической системы интеллектуального управления тепличного производства овощей более чем в 2 раза.

Изложенные принципы интеллектуального управления биотехнологической системой тепличного комбината основан на включении ценоза растений, как адаптивного биообъекта труда в автоматизированную систему выращивания овощей, управляемой по ответной реакции «говорящего растения» в режиме “on-line” обеспечивает повышение эффективности тепличного производства.

Список использованных источников

1. Гусаков В.Г., Герасимович Л.С. Энергоэффективность аграрного производства / В.Г. Гусаков [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Отд. агр. наук, Ин-т экономики, Ин-т энергетики;. – Минск: Беларуская навука, 2011. – 776 с.

2. Научные основы питания томатов на минеральных субстратах: монография, / Л.А. Веремейчик, Л.С. Герасимович, под ред. Академика Л.С. Герасимовича. Мн: Акад. Упр. При Президенте Респ. Беларусь, 2005. 234 с.

3. Андрейчиков А.В. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций. Учебное пособие. –М Книжный дом «Либроком», 2012. 304 с.

4. Свентицкий И.И. Энергосбережение и энергетическая экстремальность самоорганизации /И.И. Свентицкий/ –М.:ВИЭСХ-468с.

5. Герасимович Л.С., Михайлов В.В., Павловский В.А., Способ управления светокulturой при выращивании овощных культур в теплице // изобретение № а20150665 подано 29.12.2015. Опубликовано: 30.08.2017 № 22299.

УДК 621.793

И.И. Жукова, С.Е. Моложавцев, И.А. Левицкий
Белорусский государственный технологический университет

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ РОЛИКОВ КОНВЕЙЕРНЫХ ПЕЧЕЙ

Ангобные покрытия, выполняющие защитную функцию для керамических роликов конвейерных печей обжига с целью защиты их от засорений начали применяться относительно недавно [1].