Рисунок 5. Балльная оценка консистенции полуфабриката из семян амаранта

Данные рисунка свидетельствуют о том, что увеличение и температуры и продолжительности обработки положительно влияет на балльную оценку полуфабрикатов. Однородность консистенции полуфабрикатов зависит в том числе и от наличия или отсутствия клейстеризации крахмала. Крахмальные гранулы могут при гидратации увеличиваться в объеме и создавать крупитчатость консистенции полуфабриката. Клейстеризация амарантового крахмала начинается при 65°C и заканчивается при 85°C [3], поэтому максимальные баллы за консистенцию получены именно в пределах этих температур. Таким образом, преобразования, происходящие с крахмалом, напрямую влияют на консистенцию пастообразных полуфабрикатов, полученных с использованием крахмалосодержащего сырья.

Таким образом, для получения пастообразных растительных полуфабрикатов с однородной текучей консистенцией необходимо устанавливать: гидромодуль, при котором будет реализована максимальная влагосвязывающая способность сырья, зависящая от его химического состава (соотношения воды и сухих веществ, массовой доли жира, количества и качества гидрофильных веществ); температуру и продолжительность обработки, при которых будет обеспечена клейстеризация крахмала (при его наличии) и необходимая степень измельчения частиц сырья.

Использованные источники:

1. Инновационные технологии обогащения молочной продукции (теория и практика): монография /В.Д. Харитонов и др.; под общ. ред. О.Б. Федотовой. – М.: Франтера, 2016. – 374 с.
2. Ковтун Ю.А., Рашевская Т.О. Использование влагосвязывающей способности сывороточных белков, полученных разными способами // Научные труды университет по хранительни технологии. – Пловдив, 2015. – Т. LXII. – С. 519-524.
3. Resio A.C., Suarez C. Gelatinization kinetics of amaranth starch // International Journal of Food Science and Technology. – 2001. – Vol. 36. – No. 4. – P. 441-448. doi:10.1046/j.1365-2621.2001.00478.x

УДК 631.544.45

DOI: 10.26898/agroinfo-2021-196-200

*Минеев В.В., Елкин О.В., Морозов В.Б., Рихтер В.А.,
СибФТИ СФНЦА РАН, Новосибирская область, р.п. Краснообск*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ШКАФОВ ИСКУССТВЕННОГО КЛИМАТА СЕМЕЙСТВА «БИОТРОН»

В статье рассматривается разработка шкаф искусственного климата «Биотрон», предназначенная для селекционеров, физиологов и биофизиков. Представлены разные модели, особенности их конструктивного исполнения и дальнейшего совершенствование с использованием инновационных элементов.

Ключевые слова: искусственный климат, растения, сенсорное управление, биологические объекты, инновационные технические решения.

Селекционерам, физиологам и биофизикам для проведения научных исследований, связанных с выращиванием, культивированием, инкубацией биологических объектов (растений, семян, проростков, тканей растений, насекомых и т. п.), необходимы энергосберегающие камеры искусственного климата. Необходимость работ в условиях искусственного климата вызвана неуправляемостью климата в естественных условиях, в результате чего эксперименты полностью зависят от погоды, а во времени ограничены вегетационным периодом. В СибФТИ СФНЦА РАН на протяжении последних десяти лет ведутся работы по совершенствованию шкафов искусственного климата на основе инновационных технических решений, элементной базы и новых конструкционных материалов, появившихся на рынке за этот период.

Базовой разработкой семейства «БИОТРОН» является шкаф искусственного климата БИОТРОН-4 [1], в котором применены алюминиевый профиль типа CONSTA-SIB для каркаса, люминесцентные светильники с лампами L18WW/77 FLUORA со спектром излучения, необходимым для развития растений, а также зеркальное покрытие на внутренней поверхности двери на основе полимерной зеркальной пленки Llumag R15GSRCDF с пропусканием света 15 %. Кроме повышения освещенности в рабочей камере на 10-17 % (в зависимости от высоты контрольной точки), зеркальная пленка снижает негативное воздействие яркого света от задних светильников через дверь на глаза исследователя, проводящего опыты с растениями. Для снижения градиента температуры по высоте рабочей камеры задняя остекленная стенка рабочей камеры выполнена двойной таким образом, что образуется полость для циркуляции воздуха снизу вверх внутри полости, а затем через щель во внутреннем стекле сверху вниз внутри рабочей камеры [2]. В результате разность средних (из пяти точек) температур на верхней и нижней полках уменьшилась с 1,5 °C до 0,8 °C в ночном режиме (светильники выключены) и с 6,0 °C до 2,7 °C в дневном режиме (светильники включены).

Для выращивания и проведения научных исследований со светолюбивыми растениями в шкафах БИОТРОН-5 и последующих моделях для повышения освещенности с 10000 лк до 20000 лк и более вместо люминесцентных светильников применены светодиодные [3].

В модели шкафа БИОТРОН-6 и последующих моделях повышена верхняя граница диапазона воспроизводимой влажности с 80 % до 95 % при одновременном уменьшении расхода воды из бачка увлажнителя более чем в два раза. Эта цель достигнута за счет конструктивных изменений, а именно, за счет прямой подачи увлажненного воздуха по гибкому воздуховоду, один конец которого герметично соединен с выходным патрубком увлажнителя, а второй конец выходит в полость, образованную двойной задней остекленной стенкой [4, 5, 6].

В моделях шкафов БИОТРОН-4, -5, -6 использовался психрометрический метод измерения влажности воздуха с использованием сухого и влажного датчиков температуры. Это требовало ввода в конструкцию шкафа ванночки для дистиллированной воды с фитилем, одеваемым на датчик температуры, а также устройства направленного обдува с вентилятором и элементом защиты фитиля от пересыхания, что приводило к дополнительным затратам и необходимости постоянного контроля уровня воды оператором при использовании шкафа. Поэтому был произведен поиск других технических решений измерения влажности воздуха. В результате был создан шкаф БИОТРОН-7, в котором, вместо программного регулятора температуры, влажности и освещения МПР51-Щ4 фирмы ОВЕН (г. Москва), были применены программный регулятор температуры и влажности Гигротерм-38Е5 с емкостным комбинированным датчиком температуры и влажности ЕДВ2Б ООО «Термосенсор» (г. Пермь) и программное реле реального времени ВЕХА-РВ ООО «Автоматика» (г. Санкт-Петербург) для регулирования освещения.

В настоящее время разработана новая модификация шкафа – БИОТРОН-8. Необходимость разработки была вызвана следующими обстоятельствами. При сдаче изделий заказчику нами предоставляется более 10 программ с подробной инструкцией по их составлению. Однако невозможно предусмотреть все многообразие проводимых экспериментов, и на практике часто возникает необходимость либо изменения имеющихся программ, либо создания новых. У пользователей шкафов возникают трудности с программированием необходимого режима микроклимата, если его нет в библиотеке регулятора температуры и влажности.

Кроме того, в применяемых регуляторах температуры и влажности МПР51-Щ4 и Гигротерм-38Е5 программирование во времени осуществляется путем задания длительности шагов программы. При организации суточных циклов это приводит к необходимости запуска программы только в определенное время суток. Также перезапуск программы требуется, если происходит несанкционированное отключение электропитания, т. е. после подачи электропитания программа начинает выполняться с момента прерывания, т. е. возникает сдвиг программы относительно суточного цикла. Программные регуляторы температуры и влажности, выпускаемые известными отечественными и зарубежными фирмами «КонтрАвт» (г. Нижний Новгород), МЗТА (г. Москва), «Сенсорика» (г. Екатеринбург), JUMO (Германия), Yokogawa (Япония), реализуют тот же интервальный принцип программирования во времени.

Этих неудобств можно избежать при управлении временной программой от энергонезависимых часов реального времени. В результате анализа технических характеристик существующих программируемых технических средств для реализации шкафа БИОТРОН-8 с регулятором температуры, влажности и освещения, программируемого в режиме реального времени, выбран сенсорный панельный контроллер СПК-107 фирмы ОВЕН (г. Москва), функционирующий под управлением среды исполнения CODESYS 3.5. Сенсорный экран панели (рисунок 1), понятный для оператора, используется для отображения хода выполнения режима микроклимата и редактирования значения параметров, отвечающих за функционирование системы.

Рисунок 1. Основное (главное) окно программы микроклимата шкафа Биотрон-8

Управление осуществляется прикосновением к выделенным кнопкам (диалоговые окна), сенсорного экрана. Исполнительные устройства и емкостный комбинированный датчик температуры и влажности подключаются к панели по интерфейсу RS-485 через последовательные порты COM1 и COM2.

На сегодняшний день изготовлено и сдано заказчикам около 40 шкафов БИОТРОН-4, -5, -6, -7, -8. Они используются в таких организациях как: Омский аграрный научный центр; Омский государственный университет; ИЦиГ СО РАН и его филиал СибНИИРС (г. Новосибирск); Кемеровский федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН; Кемеровский государственный университет; ООО «ИЦ «Бирюч-НТ» (Белгородская область, г. Алексеевка); Томский государственный университет; Колыванский сельскохозяйственный техникум (Новосибирская область); ВНИИМК им. В.С. Пустовойта (г. Краснодар); ООО НПО «Кубаньзерно» (г. Краснодар); Павлодарский НИИСХ и других.

Дальнейшее совершенствование шкафов семейства БИОТРОН возможно за счет следующих инновационных элементов: остекления рабочей камеры электрообогреваемыми стеклами [7] и оснащения шкафа видеокамерами, регистрирующими процессы роста и развития биологических объектов (растений, семян, насекомых и др.).

Электрообогреваемые стекла представляют собой триплекс-стекло или стеклопакет, внутри которых по всей площади интегрирован инфракрасный нагревательный элемент в виде прозрачного токопроводящего покрытия с отражающим слоем, греющая поверхность которого излучает тепловую энергию (электромагнитные волны в инфракрасном диапазоне длин волн – ИК-лучи) только в сторону рабочей камеры и обеспечивает равномерный нагрев стекла до необходимой температуры. При этом осушения воздуха не происходит, так как он не проходит через нити накаливания тепловентилятора. Попадая на предметы, ИК-лучи повышают их температуру, после чего вступает в действие принцип конвекции (тепло передается от предметов воздуху), то есть нагрев рабочей камеры происходит аналогично обогреву солнечными лучами. Кроме того, достигается высокая электро- и пожаробезопасность, благодаря тому, что стекло является хорошим негорючим изолятором и выдерживает высокую температуру нагрева. Предлагаемое техническое решение более экономично, так как рассеивание тепловой энергии в окружающую среду минимально, благодаря отражающему слою в нагревательном элементе. В режиме охлаждения, благодаря этому же отражающему слою, проникновение тепла от источников света, находящихся вне рабочей камеры, минимально, что снижает нагрузку на охладитель. Осушения воздуха камеры не происходит, т. к. он не проходит через нити накаливания тепловентилятора. Электрообогреваемые стекла изготавливаются компанией ФОТОТЕХ (г. Москва, сайт www.phototech.ru).

Видеонаблюдение за процессами роста и развития растений, семян, насекомых в шкафу искусственного климата будет являться дополнительным источником информации для селекционеров и исследователей-биологов. Современные видеокамеры при соответствующей обработке изображений, хранящихся в памяти (например, при удалении части кадров, так называемом прореживании, или при сжатии времени [8]), позволяют рассматривать процессы роста и развития, как анимационные. Можно наблюдать проращивание семян, образование колосков и зерен как в дневном, так и в ночном режимах, т. к. видеокамеры снабжены инфракрасной подсветкой. Современные видеокамеры регистрируют не только изображения, но и звуки. Эту функцию можно использовать для повышения надежности функционирования шкафа искусственного климата — например, для контроля отключения сетевого питания и сбоя в работе программного обеспечения сенсорной панели контроллера СПК-107 (шкаф БИОТРОН-8). Для этого в состав шкафа нужно дополнительно ввести датчик отключения сети (реле с обмоткой на 220 В, 50 Гц), сторожевую схему с автономным питанием для контроля исполнения программного обеспечения и двухтональную сирену с параметрами звучания, различающимися при отключении сетевого питания и сбое программы. Видеокамера не только передаст высококачественное видео и звуковые сигналы на планшет, смартфон или ноутбук, но и запишет видео в архив по событию, детекции движения или расписанию.

Современные видеокамеры доступны по стоимости, что делает реальным их использование для совершенствования шкафов семейства «БИОТРОН». Так, например, беспроводная видеокамера VSTARCAM C8893WIP стоит около 3000 рублей. Относительно высокая стоимость электрообогреваемых стекол в настоящее время (около 12000 руб. за кв. м), несмотря на положительный технический результат, является сдерживающим фактором для их использования. Однако по мере совершенствования технологии их изготовления и снижения себестоимости, применение электрообогреваемых стекол в конструкции шкафов семейства «БИОТРОН» будет актуально.

Использованные источники:

1. Патент РФ № 2446673, МПК A01G 9/24. Шкаф роста растений / В.В. Альт, В.А. Золотарев, В.В. Минеев, Л.А. Даукшис. – Заявка № 2010125445/13; Заявлено 21.06.2010; Оpubл. 10.04.2012 Бюл. № 10.
2. Патент РФ № 2546221, МПК A01G 9/24. Шкаф искусственного климата / В.В. Минеев, В.А. Золотарев, В.В. Альт, В.М. Фурзиков, А.С. Тихонов. – Заявка № 2013104832/13; Заявлено 05.02.2013; Оpubл. 10.04.2015 Бюл. № 10.
3. Альт В.В., Минеев В.В., Золотарев В.А., Фурзиков В.М. Опыт разработки установок искусственного климата для работ с биологическими объектами // Общие проблемы и направления обеспечения экологически безопасного, энергоресурсосберегающего производства сельскохозяйственной продукции и устойчивого развития

- сельских территорий: материалы междунар. агроэкологического форума. – СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2013. – С. 189-193.
4. Патент РФ № 2603910, МПК А01G 9/24. Шкаф с регулируемым микроклиматом / В.В. Минеев, В.А. Золотарев, В.В. Альт, В.М. Фурзиков, С.В. Рожанская. – Заявка № 2015124018/13; Заявлено 19.06.2015; Оpubл. 10.12.2016 Бюл. № 34.
5. Альт В.В., Минеев В.В., Золотарев В.А., Фурзиков В.М. Повышение влажности в рабочей камере шкафа искусственного климата БИОТРОН // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии: сборник науч. докл. XX Междунар. науч.-практ. конф., 2017. – С. 261-263.
6. Альт В.В., Золотарев В.А., Минеев В.В., Фурзиков В.М. Повышение влажности в рабочей камере шкафа искусственного климата БИОТРОН // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 6-й междунар. науч.-практ. конф. «АГРОИНФО-2015». – Новосибирск: Сибирский физико-технический институт аграрных проблем. 2015. – Ч. 1. – С. 188-191.
7. Патент РФ № 2723579, МПК А01G 9/24, А01G 9/26, А01G 9/20. Шкаф с регулируемым искусственным микроклиматом / В.В. Минеев, В.В. Альт, В.А. Золотарев, О.В. Елкин, В.М. Фурзиков. – Заявка № 2019120715; Заявлено 01.07.2019; Оpubл. 16.06.2020 Бюл. № 17.
8. Данчеев В.П., Кинкладзе К.К. Развертывающие цифровые функциональные преобразователи. Гибкое использование памяти. (Библиотека по автоматике: Вып. 672). – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 120 с.

УДК 538.9

DOI: 10.26898/agroinfo-2021-200-203

*Минеев В.В., Елкин О.В., Рихтер В.А.,
СибФТИ СФНЦА РАН, Новосибирская область, р.п. Краснообск*

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ

В статье рассмотрена возможность диагностики грибных болезней земляники садовой с помощью эквивалентных электрических схем, параметры которых рассчитываются по данным биоимпедансной спектроскопии листьев.

Ключевые слова: земляника садовая, пятнистости, степень поражения, диагностика грибных болезней, электрическая биоимпедансная спектроскопия, эквивалентные электрические схемы.

На долю земляники садовой приходится свыше 70 % общемирового производства ягод. Это обусловлено ее высокими вкусовыми, диетическими и лечебными качествами, а также способностью к быстрому вегетативному размножению, скороплодностью, высокой рентабельностью и урожайностью. Одним из сдерживающих факторов производства является поражение возделываемых сортов грибными болезнями, что приводит к снижению продуктивности плантаций. Наиболее распространенными грибными болезнями являются белая, бурая и угловатая пятнистости [1].

Диагностика болезней и их возбудителей – важное звено в системе защиты растений. Относительно новым методом диагностики является электрическая импедансная спектроскопия (EIS), при которой сигнал с широкой полосой частот используется в качестве источника возбуждения для измерений импеданса, характеризующего электрические свойства исследуемого объекта [2]. Активная составляющая импеданса растительной ткани обусловлена наличием электрических зарядов (ионов) в клеточной и межклеточной жидкостях, а реактивная – электрической емкостью клеточных мембран [3]. Частотные зависимости составляющих импеданса растительной ткани позволяют решить обратную задачу: найти параметры двухполюсника, состоящего из резисторов и конденсаторов, частотные зависимости составляющих импеданса которого были бы близки к экспериментально полученным частотным зависимостям импеданса исследуемого объекта. Известно несколько эквивалентных схем замещения в виде резистивно-емкостных двухполюсников и методик расчета их параметров для описания импеданса биологических сред [4, 5, 6].