Заключение

В статье проанализированы требования к воздуху животноводческих помещений для содержания свиней. Проведен анализ и синтез логических уравнений мониторинга и поддержания допустимых физико-химических параметров воздушной среды. Проведено имитационное моделирование, которое показало положительные результаты работы программного обеспечения. Разработана и зарегистрирована программа для ЭВМ [5].

Использованные источники:

1. Долженкова Г.М., Миронова И.В., Тагиров Х.Х. Интенсификация производства высококачественной продукции животноводства. – СПб.: Лань, 2017. – 296 с.
2. Беззубов В.И., Ходосовский Д.Н., Петрушко А.С. Совершенствование систем вентиляции и создание микроклимата в цехе опоросов свиноводческих комплексов // Зоотехническая наука Беларуси. – 2018. – Т. 53. – № 2. – С. 127-134.
3. Шаронин В., Алтухов Н., Мистюкова О. Микроклимат в переоборудованных свинарниках для дорастивания поросят // Свиноводство. – 2004. – № 1. – С. 22-23.
4. Sereda T.G., Kostarev S.N. Development of automated control system for wood drying // Journal of Physics: Conference Series. International Conference Information Technologies in Business and Industry 2018 - Enterprise Information Systems. 2018. – P. 042022.
5. Костарев С.Н., Кочетова О.В., Середа Т.Г. Программа для управления микроклиматом на свиноферме / Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2021660460 от 25.06.2021.

УДК 635.25/26+631.315.2+631.332

DOI: 10.26898/agroinfo-2021-337-343

*Сибирёв А.В.¹, Аксёнов А.Г.¹, Пономарёв А.Г.¹, Зернов В.Н.¹, Петухов С.Н.¹,
Мосяков М.А.¹, Лазовский С.В.¹, Сазонов Н.В.¹, Синёв Е.Ю.²,
¹Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва,
²Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону*

РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ В СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Овощеводство является важной отраслью сельскохозяйственного производства. Среди множества овощных растений все большее значение придается культурам, продукция которых содержит физиологически активные вещества. К этим культурам относятся лук и пасленовые овощи – томаты, сладкий перец, баклажаны, картофель. Для производства овощных культур и картофеля применяются комплексы специальных и универсальных машин [1, 2]. Выведение, размножение и поддержание новых сортов картофеля очень длительный, трудоемкий и кропотливый процесс. Селекция и первичное семеноводство картофеля имеют специфичные технологические процессы, в большой степени, отличающиеся от процессов возделывания и уборки продовольственного и технического картофеля. В селекционно-семеноводческих питомниках (особенно на первых этапах работ) не могут быть применены серийные машины, предназначенные для товарного производства картофеля. Опытные партии экспериментальных машин (сажалка клоновая, сажалка кассетная [3], барабан поврежденный для оценки пригодности гибридов картофеля к механизированной уборке [4], копатель селекционный [5], подрезающая скоба, комбайн однорядный и др. [6-8]) за прошедшие годы пришли в негодность. В настоящий момент в Российской Федерации отсутствуют машины для возделывания и уборки картофеля на этапе селекционно-семеноводческих работ, качественно выполняющие технологические операции посадки, обработки, уборки, способные составить конкуренцию западноевропейским производителям сельскохозяйственных машин. Зарубежные аналоги, хотя и позволяют выполнять агротехнические требования, но и они не лишены недостатков использования их в российских почвенно-климатических условиях, особенно для выращивания сортов отечественной селекции [7].

В этой связи, обоснование требований к машинам и оборудованию, совершенствование технологии и комплекса машин для ее осуществления, является актуальной научной и практической проблемой, имеющей важное значение для экономики страны. В настоящее время практически вся селекция и оригинальное семеноводство России базируются на ручном труде.

К универсальным машинам относятся транспортные средства общего назначения, энергетические средства различного тягового класса, к специальным машинам – техника для посадки, культиваторы, машины для полива, химзащиты.

Интенсивность ведения сельского хозяйства в современных условиях производства невозможна без высокого уровня насыщения машинно-технологических комплексов средствами интеллектуализации.

Анализ особенностей технологических процессов селекции и семеноводства картофеля, последовательности этапов и разнообразия производственных операций, а также их классификация позволили разработать комплекс машин и оборудования для селекционных и семеноводческих работ в картофелеводстве:

- устройство для оценки пригодности сортов клубней картофеля к механизированной уборке;
- модуль по ускоренному размножению миниклубней картофеля;
- систему управления орошением технологического модуля с управляющим спектром облучения при производстве миниклубней картофеля;
- линию для послеуборочной обработки лука, моркови, столовой свеклы и картофеля с автоматической системой контроля;
- автоматическую посадочную машину для селекции и семеноводства картофеля.

ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разработано и изготовлено устройство для оценки пригодности сортов клубней картофеля к механизированной уборке, которое предназначено для оценки силового воздействия на клубни картофеля рабочих органов уборочной машины в системе оригинального семеноводства картофеля.

Устройство (рисунок 1) состоит из барабана с обрезиненными прутками 1, с лопастью 2 и открытым за ней окном для загрузки и выгрузки партии испытуемых клубней. Внутри барабана над его осью установлена пальчиковая горка 3, позволяющая менять угол наклона. По торцам барабана установлены неподвижные стенки, предназначенные для удерживания клубней от выкатывания за пределы барабана и имитации боковин элеватора и боковин других рабочих органов картофелеуборочных комбайнов.

Рисунок 1. Общий вид макетного образца устройства для оценки пригодности сортов и гибридов к механизированной уборке

Лабораторно-полевые исследования макетного образца устройства для оценки пригодности сортов и гибридов к механизированной уборке клубней картофеля (рисунок 2), свидетельствуют о том, что в процессе сепарации на рабочих поверхностях устройства для оценки пригодности сортов и гибридов к механизированной уборке клубни взаимодействуют как между собой, так и с активными рабочими органами устройства. Клубни падают при прохождении участка встряхивания на прутки сепарирующего барабана и при переходе с одного ролика на другой, что отображают представленные ниже графические зависимости.

1 – площадка опорная; 2 – шкаф управления; 3 – барабан;
4 – ПК; 5 – регистратор данных; 6 – пальчиковая горка

Рисунок 2. Общий вид лабораторной установки по оценке силового воздействия макетного образца устройства для оценки пригодности сортов и гибридов к механизированной уборке

Рисунок 3. Силовое воздействие сепарирующей поверхности на клубень картофеля

Для технического обеспечения производства миниклубней в системе оригинального семеноводства картофеля разработан и изготовлен модуль по ускоренному размножению миниклубней картофеля.

Модуль состоит из следующих частей (рисунки 4, 5, 6): рама с четырьмя колесами, снабженными стопорами от свободного перемещения; короб для выращивания растений; осветительной панели; четыре направляющих для перемещения световой панели; семь технологических крышек; система для подвешивания растений к шпалере с целью удержания растений в вертикальном положении; система полива с резервуаром для питательного раствора; комплект датчиков контроля режима выращивания; электронный пульт управления модулем.

Рисунок 4. Общий вид модуля

Установка режима освещения и полива растений проводится с помощью программируемых реле времени.

Рисунок 5. Устройство модуля (общий вид после высадки рассады)

Результаты лабораторных исследований говорят о том, что модуль позволяет увеличить выход миниклубней в расчете на одно растение в 4-6 раз, при одновременном обеспечении однородности их массово-размерных характеристик. В качестве посадочного материала могут быть использованы микрорастения и миниклубни.

Для обеспечения растений картофеля необходимым количеством воды в разные фенологические фазы развития разработана автоматизированная система управления орошением модуля по производству миниклубней картофеля (рисунок 6).

Рисунок 6. Схема системы управления орошением технологического модуля с управляющим спектром облучения при производстве миниклубней картофеля

Основные преимущества управления спектром облучения картофельных растений при производстве миниклубней картофеля в технологическом модуле:

- возможность подбора спектра облучения, который является оптимальным для разных фаз вегетации растений, с целью обеспечения большего количественного выхода миниклубней и повышения их качества;
- возможность изменения спектрального состава излучения вместе с мощностью излучения, что позволит управлять ростом, развитием и продолжительностью активного плодоношения картофельного растения;
- возможность легкой интеграции системы автоматического управления интенсивностью и спектральным составом света (САУ ИС) в систему управления всего технологического модуля для производства миниклубней.

Для выполнения поставленной задачи в контрольных местах грунта устанавливаются датчики влажности. Датчики постоянно анализируют наличие влаги в почве и выдают информацию на контроллер, который автоматически регулирует объем и продолжительность подачи воды. Для использования возможности адаптации спектра облучения растений в соответствии со спектром зеленых частей растения разработана система автоматического управления интенсивностью и спектральным составом света, облучающего растения (САУ ИС), в которой реализовано управление источником облучения как минимум по трем независимым каналам, ответственным за три опорных спектральных зоны: синюю – 490-440 нм, фиолетовую – 440-380 нм и ультрафиолетовую – 380-315 нм.

Модуль анализа спектра выполняет матричное преобразование сигналов фотопреобразователей к интенсивностям в опорных спектральных зонах. Модуль формирования уставок обеспечивает прием команд от системы управления технологическим модулем, в которых содержатся уровни интенсивности и спектрального состава облучения, соответствующие требованиям картофельных растений в данный период вегетации. Модуль формирования уставок, основываясь также на интенсивности и спектральном составе падающего и рассеянного зелеными частями растения излучения, формирует команды для модуля управления светодиодами. Модуль управления светодиодами, в свою очередь, обеспечивает стабилизацию тока светодиодных ламп таким образом, чтобы обеспечить заданную облученность картофельных растений.

Разработана линия для послеуборочной обработки корнеклубнеплодов и лука с системой автоматизированной сортировки товарной продукции посредством сканирования системой технического зрения разделяемого объекта, передачи полученной информации на блок управления и дальнейшей ее трансформации через систему оптического контроля (рисунок 7 А) на исполнительные механизмы сортирования, представленные упруго-эластичными рабочими органами, приводимыми в действие электроприводами, схема управления которыми представлена на рисунке 7 Б.

А)

Б)

Рисунок 7. Общий вид линии для послеуборочной обработки лука, моркови и столовой свеклы с автоматической системой контроля: А): 1 – приемный бункер; 2 – передаточный транспортер; 3 – спиральный очиститель вороха; 4 – стол сортировочный; 5 – транспортерные ленты; 6 – электродвигатели; Б): 1 – блок управления; 2 – камера; 3 – исполнительные механизмы; 4 – лотки; 5 – электродвигатель привода транспортерной ленты

А)

Б)

Рисунок 8: А) – Общий вид системы распознавания корнеклубнеплодов и луковец; Б) – Блок-схема системы управления комплексом машин послеуборочной обработки лука

Рисунок 9. Зависимость точности сортирования K (%) и повреждений луковиц Π (%) от поступательной скорости движения транспортера сортировального стола

Результаты лабораторных исследований линии для послеуборочной обработки корнеклубнеплодов и лука с системой автоматизированного сортирования позволяют констатировать, что наибольшая точность сортирования луковиц (более 91 %) достигается при поступательной скорости движения транспортера сортировального стола, равной 1,2 м/с, при повреждении луковиц 2,3 %, что соответствует агротехническим требованиям на послеуборочную обработку.

ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разработана автоматическая посадочная машина (рисунок 10 А), которая обеспечивает равномерную посадку клубней, как по ширине, так и по глубине раскрываемой борозды, что способствует более дружному появлению всходов картофеля, равномерному фракционному составу клубней, экономии земельных ресурсов и, как следствие, повышению рентабельности производимой продукции.

Современные посадочные машины комплектуются двумя наборами сменных ложечек: для крупной фракции семенных клубней 60-80 г и мелкой – 40-60 г. Т. к. в оригинальном семеноводстве размеры мини-клубней, полученных биотехнологическим способом, варьируют от 5 до 20 г, разработан высаживающий аппарат, обеспечивающий захват и перемещение в направляющий кожух по одному мини-клубню в каждой ложечке, и изготовлен опытный образец посадочной машины.

С целью исключения перескакивания мини-клубней с одной ложечки на другую и защемления их между ложечками и направляющим кожухом (рисунок 10 Б) необходимо обратную сторону ложечки выполнить в виде приемной чаши 8.

Обеспечение качественных показателей посадки клубней картофеля достигается в результате технического решения конструкции высаживающего аппарата, а именно за счет конфигурации формы поверхности ложечки высаживающего аппарата и ее расположения на тяговом элементе, выполненном в виде роликовой длиннозвенной цепи.

А)

Б)

Показатель	Значение
Тип	навесная
Агрегатируется (марки тракторов)	МТЗ-82 (кл. 2)
Ширина захвата, рядков, м	1,8
Габаритные размеры сажалки:	
длина×ширина×высота, мм	2210×2565×2300
Масса конструкционная, кг	1070
Количество высаживающих аппаратов, шт.	2
Диаметр высаживающих ложечек, мм	50

В)

Рисунок 10: А) – Общий вид макетного образца автоматической посадочной машины для селекции и семеноводства картофеля; Б) – Общий вид ложечек высаживающего аппарата; В) – Техническая характеристика посадочной машины

Набор сменных ложечек четырех типоразмеров позволит осуществлять более качественную и бережную посадку не только мини-клубней, но и супер-суперэлиты, суперэлиты, элиты, репродукционного и продовольственного картофеля.

Разработанная конструкция ложечек высаживающего аппарата элеваторного типа, в зависимости от установленных чаш, способствует обеспечению посадочной машины более универсальной, позволяющей производить более качественную и бережную посадку клубней картофеля всех категорий с массой от 5 до 80 грамм. Небольшие контурные размеры посадочной машины расширят ее применение на мелко-контурных делянках фермеров и в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ) населения.

Таким образом, разработка энергоэффективных машин, выполняющих комплекс работ в селекции и семеноводстве картофеля, обеспечит необходимость ускоренного перевода селекционных работ, оригинального, элитного и репродукционного семеноводства картофеля на современный организационный и технологический уровень.

Использованные источники:

1. Аксенов А.Г., Сибирёв А.В., Козлова А.И. Методология разработки технологических и технических решений на возделывании овощных культур на примере посадки лука-севка // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации государственной программы развития сельского хозяйства: материалы междунар. науч.-техн. конф. – Москва: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства», 2015. – С. 284-288.
2. Аксенов А.Г., Сибирёв А.В., Емельянов П.А. Обеспеченность техникой для овощеводства // Тракторы и сельхозмашины. – 2016, – № 8. – С. 25-30.
3. Валге А.М. Формализация технологий растениеводства как динамических систем // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2003. – № 74. – С. 26-34.
4. Морозов Ю.Л., Андрианов В.М., Максимов Д.А., Богданов К.В. Разработка адаптивных технологий производства продукции растениеводства: монография. – СПб.: Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства РАСХН, 2005.
5. Полуэктов Р.А. Динамические модели агроэкосистемы. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 312 с.
6. Измайлов А.Ю., Гришин А.А., Гришин А.П., Лобачевский Я.П. Экспертные системы интеллектуальной автоматизации технических средств сельскохозяйственного назначения // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий. – М., – 2014. – С. 379-382.
7. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Система технологий и машин для инновационного развития АПК России // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: сборник науч. статей междунар. науч.-техн. конф., посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики академика В.П. Горячкина. – М.: ГНУ ВИМ Россельхозакадемии, – 2013. – С. 7-10.
8. Попов В.Д., Валге А.М., Папушин Э.А. Повышение эффективности производства продукции растениеводства с использованием информационных технологий // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2009. – № 81. – С. 32-39.