

Заключение

Одним из возможных путей снижения заболеваемости маститом и роста молочной продуктивности животных является создание сосковой резины с пористой полостью, обеспечивающей адаптивную деформацию ее стенок вне зависимости от размеров сосков вымени животного и релаксацию вымени в процессе доения, при котором сосковая резина не будет оказывать травмирующего воздействия на вымя животного и соответствовать индивидуальным особенностям животных.

Список использованной литературы

1. Бондарев, С.Н. Методика подбора сосковой резины для дойного стада / С.Н. Бондарев, А.В. Китун // Агропанорама. – 2016. – №6. – С. 39-42.
2. Доильный стакан: пат. №2647877 Рос. Федерации; МПК А01J5/08 / А.В. Китун, С.Н. Бондарев, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик, Б.К. Салаев, В.А. Эвиев, В.Л. Барышев; заявитель Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова – №2017110587, заявл. 29.03.2017, опубл. 21.03.2018 // Офиц. бюл. / Федер. службы интел. собств. – 2018. – № 9. – С. 145.

УДК 656.1.5

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

**Е.В. Галушко¹, к.т.н., доцент, А.Г. Сеньков¹, к.т.н., доцент,
Н.Г. Серебрякова¹, к.п.н., доцент, БГАТУ,
М.А. Масный², аспирант**

¹Белорусский государственный аграрный технический университет,

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время точное земледелие получает все большее распространение во многих странах, в том числе и в нашей республике. В то же время, исследования в области точного земледелия

показали, что это направление многопрофильное. Для его развития и повсеместного внедрения в производство потребуется намного больше времени и финансовых средств, чем для применения традиционных технологий.

Фундаментальной частью точного земледелия является развитие и адаптация стратегии и практики ведения сельского хозяйства в современных условиях. Главное при таком подходе – измерить, понять и использовать на практике факторы, влияющие на растения, такие как физические и химические свойства почвы, ландшафт, семена, применяемая технология, сроки сева и уборки, болезни и вредители, сорняки, агроклиматические условия. Точное земледелие позволяет обеспечивать усиленный контроль над проводимыми сельскохозяйственными операциями и отслеживать изменение ситуации во времени в каждой точке контура, проводя сравнительный анализ складывающейся обстановки с прогнозируемым вектором развития событий.

Точное земледелие – это не только качественно новая система земледелия, но и новая стратегия ведения сельскохозяйственного производства, которая использует информационные технологии, извлекая данные из множества различных источников, обеспечивает принятие оптимальных решений по управлению сельскохозяйственным предприятием. Такая технология стала возможной благодаря развитию средств связи, спутниковых навигационных систем GPS/ГЛОНАСС, компьютеризации и использованию навигационных и информационных технологий в области автоматизации сельскохозяйственного производства. Стержнем технологии являются специальные программы для агроменеджмента на базе геоинформационных систем (ГИС), позволяющие снимать, обрабатывать и накапливать информацию о местоположении техники и характеристиках сельскохозяйственных угодий с наложением этих данных на цифровую карту.

Эффективное использование данного вида агротехнологий в режиме реального времени и с прогнозированием развития событий будущих периодов предполагает создание адаптированной к конкретным условиям хозяйства системы поддержки принятия решений (СППР), которая объединяет все элементы технологии точного земледелия в единую законченную систему управления производством сельскохозяйственной продукции. Это специализиро-

важное программное обеспечение должно обрабатывать поступающую от навигационных и различных контрольных и диагностических систем информацию, создавать и заполнять технологические карты полей, предоставляя пользователю необходимую справочную информацию, экономические расчеты, варианты решения сформулированных пользователем задач по планированию севооборота с/х культур, оптимизации работы машинно-тракторного парка и выполнять:

- редактирование и печать геореферентных данных,
- импорт данных измерений различных производителей,
- администрирование данными и заказами,
- подготовку заданий для картирования урожайности,
- генерирование карт урожайности,
- формирует статистику по уборке урожая,
- составление технологических карт для бортового компьютера и ввод данных измерений границ полей,
- планирование взятия проб агрохиманализов,
- импорт данных агрохиманализа и генерирование карт агрохимобследований.

Наряду с современным программным обеспечением, позволяющим осуществлять поддержку принятия решений, технология точного земледелия безусловно нуждается в не менее мощном техническом оснащении. Машины, применяемые для точного земледелия, должны оснащаться бортовыми компьютерами, приёмниками спутниковых сигналов, различными датчиками и сенсорами, автоматическими устройствами по учёту урожая, контролю признаков развития растений и другим оборудованием.

Главное отличие от традиционной концепции ведения с/х в том, что точное земледелие рассматривает как единицу учета не всё поле в целом, а каждый его отдельный (сопоставимый с точностью глобального позиционирования) участок со значениями его рельефа, плодородия, растительного состава, истории полей и других признаков. На основании собранных и обработанных данных оно подразумевает применение на каждом из этих участков строго определенных и обоснованных агротехнологических приемов выращивания конкретных сельскохозяйственных культур.

Система точного, или прецизионного, земледелия представляет собой высшую форму адаптивно-ландшафтного земледелия, осно-

ванного на наукоемких агротехнологиях с высокой степенью технологичности. Её внедрение, несомненно, требует нового мышления, подготовки квалифицированных заинтересованных кадров, обеспечения сельскохозяйственных предприятий современной вычислительной техникой, наличия методов математического моделирования и средств автоматизации. При этом наиболее актуальным является применение новых информационных технологий, включая геоинформационные системы.

На сегодняшний день наиболее распространены следующие элементы точного земледелия:

1) технологии параллельного вождения и автопилотирования на базе ГССН, обеспечивающие необходимую точность ведения агрегатов на посевах зерновых, посадке картофеля, гребнеобразовании и т.д.;

2) оценка биологического состояния растений и наличия сорняков на каждом конкретном участке обрабатываемого поля в режиме реального времени при помощи специальных сканирующих устройств, сенсоров, датчиков и на основании обработки полученных данных управление автоматическим внесением необходимых доз удобрений или средств защиты растений;

3) оценка состояния почвы и построение карт плодородия, урожайности, а в перспективе, карт рентабельности каждого конкретного участка сельскохозяйственных угодий.

Комплекс этих и других мероприятий, значительно упрощает управление хозяйством, позволяет специалистам принимать обоснованные решения и оперативно корректировать ситуацию на полях. Все это приводит к экономии удобрений, средств защиты растений, топливно-смазочных материалов, так как используются ресурсосберегающие технологии, а в целом – к снижению себестоимости продукции, росту производительности и повышению эффективности сельского хозяйства.

Точное земледелие является одним из современных направлений в развитии ресурсосберегающего земледелия. Его суть – интегрированный процесс управления ростом растений в соответствии с их потребностями. Стратегия использования технологий точного земледелия направлена на максимально полное привлечение и использование различной информации для выработки агротехнологических решений, их оптимизации применительно к конкретным почвенно-климатическим и хозяйственным условиям сельского хозяйства.

зяйственного предприятия и дифференцированного осуществления основных технологических операций (в пределах поля) для достижения максимальных количественных и качественных показателей.

В зависимости от биологической потребности сельскохозяйственных культур, определяемой на основании данных полевых и лабораторных обследований и расчетов, вносится дифференцированная, относительно разработанной агрохимической карты и расположения на местности, доза элементов питания растений. Таким образом, достигается оптимизация питания сельскохозяйственных культур и выравнивание их урожайности в разных частях поля. Часто такой способ внесения называют «off-line». Однако необходимо учитывать, что на поле существуют участки, урожайность которых не поддается какому-либо прогнозу. Поэтому для элементов с высокой подвижностью, таких как азот, используется режим внесения по фактическому состоянию растений на поле. Это так называемое «on-line» внесение, использование которого особенно актуально на озимых культурах, чья вегетация сопряжена с риском перезимовки. Такое внесение приводит к экономии удобрений, повышению урожайности и качества сельскохозяйственной продукции, а также создает условия для сохранности окружающей среды. В отдельных случаях данная концепция позволяет точнее установить локальные причины болезней растений или наличие и причины уплотнений почвы. Кроме того, снижение химического антропогенного влияния на агробиоценозы повышает их устойчивость, что также позволяет получать дополнительную прибавку урожая за счет более полного использования сопутствующих биологических факторов.

На основе собранных данных проводится оценка оптимумов плотности посева, расчёт норм внесения удобрений и средств защиты растений, прогнозирование урожайности и соответствующего финансового планирования работы предприятия.

Сельхозпроизводитель стремится максимизировать прибыль, снижая затраты на удобрения за счет внесения их только на тех участках поля, где они действительно необходимы. Как уже отмечалось, агропроизводители применяют технологии переменного или дифференцированного внесения удобрений на тех участках поля, которые идентифицированы специальными приборами и датчиками, как имеющие потребность в определённой норме удобре-

ний. При помощи карт предыдущего агрохимобследования и урожайности подтверждают необходимость в данных мероприятиях. В результате чего на ряде участков поля норма внесения удобрений оказывается меньше средней по полю, т.е. осуществляется перераспределение удобрений на участки, где требуется повышенная норма, и, тем самым, снижается (оптимизируется) расход удобрений.

Точное земледелие обеспечивает улучшение состояния полей и повышение эффективности агроменеджмента вследствие реализации нескольких основных критериев:

- агрономического (с учётом реальных потребностей культуры в удобрениях, при этом не только совершенствуется агропроизводство, но и сохраняется почвенное плодородие полей);
- технологического (производимая продукция отличается более высоким качеством);
- технического (уменьшается тайм-менеджмент на уровне хозяйства, в том числе улучшается планирование сельскохозяйственных операций);
- экологического (сокращается негативное воздействие сельхозпроизводства на окружающую среду, например, более точная оценка потребностей культур в азоте приводит к ограничению применения азотных удобрений);
- экономического (отмечается рост производительности и/или сокращение затрат, что повышает эффективность агробизнеса).

Другим достоинством применения технологий точного земледелия для агробизнеса является ведение электронной записи и последующего хранения истории полевых работ и урожаев, что немало важно для последующего планирования и принятия решений по севообороту, а также для составления необходимой отчётности о производственном цикле.

Все эти мероприятия, в конечном итоге, направлены на получение с данного поля (массива) максимального количества качественной и наиболее дешевой продукции, когда для всех растений этого массива создаются одинаковые условия роста и развития без нарушения норм экологической безопасности. Точное земледелие внедряется путем постепенного освоения агротехнологий на основе принципиально новых, высокоэффективных и экологически безопасных технических и агрохимических средств.

Практика показывает, что существующие методы ведения сельского хозяйства устарели, а новые прогрессивные технологии, признанные и успешно применяемые во всем мире, еще не получили в Беларуси должного внимания и развития. Поэтому сегодня актуальна проблема реформирования аграрного комплекса страны, внедрения экономических технологий, способствующих повышению плодородия почв и получению стабильных урожаев при минимальных затратах.

Компенсация сокращения численности работников, занятых в сельскохозяйственном производстве будет обеспечена повышением производительности труда за счет увеличения ширины захвата агрегатов, повышения их грузоподъемности и скорости выполнения технологических операций. Так, ширина захвата машин для внесения удобрений увеличилась до 46 м, посевных агрегатов – до 18 м, почвообрабатывающих машин – до 22 м, зерноуборочных комбайнов – до 12 м, силосоуборочных комбайнов – до 10,8 м, картофелепосадочных машин – до 7,2 м, грузоподъемность прицепов повысилась до 50т, и подобных примеров множество.

В основе точного земледелия лежит управление продуктивностью посевов, учитывающее вариабельность среды обитания растений. Точное земледелие рассматривается как неотделимая часть ресурсосберегающего экологического сельского хозяйства и подразумевает применение интегрированной системы управления, а не отдельных её разрозненных элементов.

Основными задачами и направлениями работ в области точного земледелия в настоящее время являются:

- автоматизация процессов управления техникой (параллельное вождение и автопилотирование при проведении технологических операций, обеспечивающая точность посева, выравненность рядков зерновых, картофельных гребней и т.д.;
- составление почвенных карт хозяйств с использованием автоматических пробоотборников;
- контроль над изменениями состояния полей и посевов на различных участках, что позволяет определить последовательность их обработки;

- внесение строго определенного количества удобрений и семян на различные участки одного и того же поля в зависимости от состояния почвы и посевов;
- автоматический мониторинг урожайности и составление карт урожайности, а в перспективе, карт рентабельности полей;
- мониторинг и контроль над использованием дорогостоящей техники;
- накопление и хранение данных в электронном виде, что позволяет отслеживать динамику процессов в наглядной и удобной для работы форме;
- многофакторный анализ и визуализация собранных данных, в том числе за несколько лет;
- создание систем информационной поддержки принятия решений и контроля за их исполнением.

Наилучшие результаты при реализации концепции системы точного земледелия отмечаются в том случае, когда все данные стекаются в единый диспетчерский центр, где программные средства объединяются в единую корпоративную систему управления ресурсами.

В процессе внедрения точного земледелия обеспечивается комплексный подход к применению информационных технологий, который помогает оперативно принимать правильные решения с использованием программных средств и новейшего оборудования. Повсеместное внедрение широкозахватной техники, проведение некоторых работ ночью (например, опрыскивание) окончательно убеждают, что пришло время управлять сельхозтехникой по приборам.

Целью точного земледелия является получение максимальной прибыли при условии оптимизации производства, экономии удобрений, извести, ядохимикатов, воды, рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды. Все это приводит, в конечном счете, к повышению эффективности управления сельскохозяйственным производством.

В БГАТУ на протяжении последних 5 лет в рамках государственных научно-технических программ ведутся работы по данному направлению. В результате выполнения НИР в университете созданы ряд программ [1,2], которые могут войти в качестве программ-

ных приложений в программный комплекс поддержки принятия решения технологии точного земледелия. К ним относятся:

- программное приложение по планированию севооборота с/х культур, которое при наличии истории севооборота для данного поля автоматически осуществляет выбор культуры для будущего севооборота исходя из агрохимических параметров участков полей, потребностей культур в оптимальных условиях и их взаимного влияния.

- программное приложение по планированию работы и мониторингу за машинно-тракторным парком хозяйства, которое осуществляет сбор, аккумулирование, анализ, передачу и обработку информации по мониторингу и оптимизации планирования загрузки машинного парка сельскохозяйственной техники и генерирует в автоматическом режиме выходную документацию (заявки на выполнение работ, путевые листы и др.). Кроме этого в программе заложен алгоритм подбора техники, который работает в виде задачи параметрической оптимизации. При подборе отдаётся предпочтение тем видам оборудования, которые покрывают наибольший диапазон требуемых технологических операций, имеют меньший класс и меньший расход топлива. Под выбранное оборудование затем подбирается техника. При выборе используются только те виды техники, которые поддерживают подобранное оборудование и обеспечивают наименьший суммарный расход топлива.

- программное приложение по мониторингу хода уборочной компании, выполнения плана госпоставок продукции и т.п.

Список использованной литературы

1. Координатное земледелие – инновационный контент ЭУМК "Информационные технологии" / Е.В. Галушко [и др.] // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 8-9 июня 2016 г. – Минск : БГАТУ, 2016. – С. 538-542.

2. Методы дистанционного зондирования для мониторинга в сельском хозяйстве / Е.В. Галушко [и др.] // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции : сборник

статей III Международной научно-практической конференции, Минск, 23-24 марта 2017 г. – Минск : БГАТУ, 2017. – С. 423-425.-

3. Некоторые аспекты создания и использования электронного учебно-методического комплекса «Информационные технологии» / Е. В. Галушко [и др.] // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: сборник статей II Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 26-27 марта 2015 г. - Минск: БГАТУ, 2015. - С. 273-276.

4. Галушко Е.В., Сеньков А.Г. Программный комплекс поддержки принятия решения по оптимизации структуры сырьевого конвейера для обеспечения хозяйств кормами. Сборник материалов Дней Белорусской науки в г. Москва. Москва-2017. С.155-157.

5. Галушко Е.В. и др. Программный комплекс поддержки принятия решения по оптимизации структуры сырьевого конвейера для обеспечения хозяйств кормами. Свидетельство о регистрации компьютерной программы от 20.03.2017г. № 944.

6. Серебряков, И.А. Проблема выбора программного обеспечения в учебном процессе технического вуза / И.А. Серебряков, А.Ф. Касабуцкий Н.Г. Серебрякова // Математика и информатика в естественнонаучном и гуманитарном образовании: матер. междунар. научно-практ. конф., Минск, 20-21 апреля 2012 г. / Министерство образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т; редкол. : В.А. Еровенко [и др.]. - Минск, 2012. - С. 266-268.