

УДК 519

Информационное обеспечение процесса построения модели продукционного процесса сои

Ю.Б. Лямкина
АлтГУ, г.Барнаул

Соя является экономически выгодной культурой, которая производится без внесения азотных удобрений, пестицидов, не требует затрат на возмещение ущерба окружающей среде и способствует ее сохранению, пользуется устойчивым спросом на мировом рынке. Ввиду роста населения Земли и все более заметного ущерба, наносимого окружающей среде вследствие хозяйственной деятельности человека связанной с производством продовольствия, очень важным для выживания человечества является оптимизация производства и использования пищевых ресурсов. Соя в этом плане является незаменимой и перспективнейшей.

Фиксировать атмосферный азот способны лишь немногие виды бактерий и синезеленых водорослей. Они находятся в почве свободно или живут в симбиозе с растениями. Особо важное хозяйственное значение имеет симбиоз между бактериями рода *Rhizobium* и бобовыми растениями, такими, как клевер, соя, бобы или горох. Фиксация бобовыми растениями атмосферного азота обеспечивает высокие урожаи дешевого растительного белка без применения дорогостоящих и экологически небезопасных минеральных азотных удобрений.

Клубеньковые бактерии снабжают бобовое растение азотом, который фиксируют из воздуха. Растения же, в свою очередь, поставляют бактериям продукты углеводного обмена и минеральные соли, необходимые им для роста и развития [7].

Реализация азотфиксирующего потенциала зернобобовых культур зависит как от генотипических особенностей макро- и микросимбионта, так и от агроклиматических условий, свойств почвы, обеспеченности растений элементами минерального питания, наличия в почве специфичных клубеньковых бактерий и др. Изучение этих факторов на адекватной математической модели с целью управления процессом азотфиксации, увеличения доли биологического азота в питании растений и повышения продуктивности зернобобовых культур является весьма актуальным направлением.

Выращивание бобовых культур, активно фиксирующих азот воздуха, может частично решить проблему сохранения и даже расширенного воспроизводства естественного плодородия почвы. Неоднократно

предпринимавшиеся попытки освоения сои в Западной Сибири, в том числе и на Алтае, из-за отсутствия соответствующих местным условиям скороспелых сортов в большинстве случаев заканчивались неудачей. Возделывание сои на Алтае и быстрый рост площадей ее посева стали возможными с созданием в 1994 г. нового скороспелого сорта сибирского экотипа «Алтом».

Для оптимального использования уникальной способности бобовых культур связывать молекулярный азот атмосферы и учета влияния бобовых в поддержании баланса азота в почве становится актуальным создание математической модели продукционного процесса бобовых растений.

За основу для разработки модели продукционного процесса сои с учетом симбиотической азотфиксации взят имитационно-моделирующий комплекс AGROTOOL [1], разработанный в лаборатории математического моделирования агроэкосистем Агрофизического научно-исследовательского института РАСХН, успешно адаптированный для яровой пшеницы в условия Алтайского края [2]. Структурно-параметрическая идентификация модели, учитывающей особенности роста и развития сои, а также процесс симбиотической азотфиксации клубеньковыми тканями корней сои, произведена на основе обобщения материалов исследований, проведенных совместно с ГНУ АНИИСХ. Теоретическая модель динамики азота в почве с учетом симбиотической фиксации азота описана в работах [3, 4] и в данной публикации не приводится.

Собранный экспериментальный материал для информационной поддержки модели является уникальным, т.к. впервые в условиях Алтайского Приобья изучены особенности формирования и функционирования симбиотического аппарата различных сортов сои [5], установлена взаимосвязь азотфиксирующей активности клубеньковых бактерий с плотностью стояния растений, уровнем обеспеченности элементами минерального питания [6], продуктивностью культур и потреблением питательных веществ. Уникальность экспериментального материала объясняется трудоемкостью постановки и проведения опытов по изучению различных сторон симбиотической азотфиксации.

Количественными показателями проведенных исследований являются: число клубеньков, масса клубеньков, азотфиксирующая

Проведенные исследования показали, что формирование и азотфиксирующая активность симбиотического комплекса «соя – клубеньковые бактерии» находятся в сильной зависимости от условий увлажнения периода вегетации растений. Критической фазой для формирования бобово-ризобияльного симбиоза следует считать время адгезии

и проникновения клубеньковых бактерий в ткани бобового растения. Невысокая влажность почвы в это время препятствует процессу инфицирования.

С целью определения влияния различных концентраций азота в питательном растворе на процесс клубенькообразования и формирование биомассы сои было проведено два вегетационных опыта. Исследования показали, что наибольшая биомасса формируется при высоком обеспечении растений нитратным азотом.

В результате проведенных исследований установлено, что азотные удобрения в той или иной степени подавляют процесс клубенькообразования на ранних этапах онтогенеза, отрицательно влияют на развитие клубеньков и их азотфиксирующую способность. Негативное действие азотных удобрений в большей степени проявляется на симбиозе растений сорта «Алтом». Симбиотический аппарат сорта «СибНИИК 315» более толерантен к содержанию минерального азота в почве.

Большое влияние на симбиотическую азотфиксацию бобовыми растениями оказывает фосфор, который необходим, как для инфекционного процесса, так и для функционирования симбиотической системы. Соли калия необходимы для регуляции осмотического потенциала клетки, активации ряда ферментов и транспорта органических соединений. В процессе симбиотической азотфиксации калий играет важную роль в транспорте аминокислот и нитратном метаболизме.

Эффективность минеральных и бактериальных удобрений проявляется в изменении прироста надземной биомассы. В зависимости от условий года и генотипических особенностей сорта, соя в различной степени реагирует на ризоторфин и минеральный азот.

Улучшение азотного питания растений сои за счет дополнительного поступления как биологического, так и минерального азота способствует росту продуктивности культуры.

Таким образом, анализ материалов исследований позволил:

1. Определить эффективность симбиоза районированных сортов сои с клубеньковыми бактериями в условиях Алтайского Приобья.
2. Проанализировать действие ризоторфина на формирование симбиотического аппарата, его азотфиксирующую активность и продуктивность сортов сои.
3. Установить влияние обеспеченности растений макро- и микроэлементами на показатели симбиоза, урожайность культур и качество зерна.
4. Оценить уровень азотфиксации и продуктивность сои в зависимости от густоты стояния растений.

Структурно-параметрическая идентификация модели симбиотической фиксации молекулярного азота клубеньковыми тканями корней сои осуществлена на основе полученных и обработанных экспериментальных данных в рамках имитационно-моделирующего комплекса продукционного процесса сельскохозяйственных культур Agrotool, адаптированного к условиям Алтайского края.

Библиографический список

1. Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. Ун-та, 2006. – 396 с.

2. Хворова Л.А., Топаж А.Г. Построение моделей агроэкосистем и их адаптация к конкретным условиям // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2011. – №1(115). – С. 99–105.

3. Лямкина Ю.Б. Моделирование продукционного процесса бобовых растений на примере сои // Известия АлтГУ, 2010. – №1. – С. 93–96.

4. Лямкина Ю.Б., Хворова Л.А. Моделирование динамики азота в почве (теоретические аспекты) // Известия АлтГУ, 2011. – №2. – С. 95–98.

5. Шотт П.Р., Старостенко В.П., Литвинцев П.А. Потребление элементов питания и белковая продуктивность сои на черноземах Алтайского Приобья // Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур: сб. науч. тр. – Орел, 2004. – С. 342–349.

6. Литвинцев П.А. Влияние фосфорных и калийных удобрений на азотфиксацию и зерновую продуктивность сои // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: Труды конф. молодых ученых СО РАСХН (15–16 ноября 2004 г., Краснообск). – Новосибирск, 2004. – С. 37–42.

7. Мильто Н.И. Клубеньковые бактерии и продуктивность бобовых растений. – Минск: Наука и техника. 1982. – 296 с.

УДК 519.8

Частный случай модели рассредоточенного рынка с барьерами на вход

А.С. Маничева, П.В. Комаров
АлтГУ, г. Барнаул

Рассмотрим частный случай модели рассредоточенного рынка некоторого товара с барьерами на вход, приведенной в работе [1], когда на производственные мощности накладываются ограничения.