

4. Калихман И.Л., Войтенко М.А. Динамическое программирование в примерах и задачах: учеб. пособие. – М. : Высш. школа, 1979. – 125 с.

5. Славская М.В. Многомерная линейная модель распределения ресурсов с ограничениями // Вестник БГПУ. Барнаул, 2001. №1. С. 41–44.

6. Куркина М.В. Динамическая система связанная с линейной задачей распределения ресурсов // Доклады академии наук. – 2005. – Т. 401, №3. – 3 с.

## **Экспериментальное обеспечение процесса построения модели симбиотической фиксации азота**

*Ю.Б. Лямкина, Л.А. Хворова*

*АлтГУ, г. Барнаул*

Фиксация атмосферного азота, свойственная бобовым растениям в симбиозе с клубеньковыми бактериями, вносит существенный вклад в баланс азота почвы. Сохранение и повышение почвенного плодородия за счет использования бобово-ризобийных систем составляет основу «биологического земледелия».

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.

Описанная в [1] структура модели симбиотической фиксации молекулярного азота клубеньковыми тканями корней сои основана на априорных представлениях о ходе моделируемого процесса и на использовании научно-практических материалов [2–4]. Однако, многие входящие в нее зависимости не описаны, многие коэффициенты не имеют численных значений. Кроме того, сама структура модели не идентифицирована. Структурно-параметрическая идентификация модели будет произведена на основе обобщения материалов исследований, проведенных в ГНУ АНИИСХ (АНИИ-ЗиС). Анализ материалов исследований позволил:

1. Определить эффективность симбиоза районированных сортов сои с клубеньковыми бактериями в условиях Алтайского Приобья.
2. Изучить 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.

В докладе рассматриваются результаты полевых опытов, и анализируется возможность их использования для идентификации параметров модели, а именно: уровень азотфиксации и продуктивность сортов сои в зависимости от азотного питания; влияние фосфорных и калийных удобрений на азотфиксацию и урожайность сои; влияние молибдена и кобальта на накопление микроэлементов и урожайность сои.

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

Заданная в [1] структура модели позволила определить состав и необходимое количество экспериментальной информации по влиянию различных концентраций нитратного азота в питательной среде на формирование клубеньков и биомассу растений; влиянию азотных удобрений на симбиотический аппарат сои; фосфорных и калийных удобрений на фиксацию азота зернобобовыми культурами; формирование симбиотического аппарата и его активность при различной обеспеченности растений микроэлементами; влияние инокуляции и азотных удобрений на урожайность сои; урожайность сои в зависимости от источников азотного питания; влияние фосфорных и калийных удобрений на рост и продуктивность сои; активность симбиоза и продуктивность растений; формирование симбиотического аппарата и его активность. Количественными показателями проведенных в ГНУ АНИИСХ исследований являются: число клубеньков, масса клубеньков, азотфиксирующая активность.

Структурно-параметрическая идентификация модели симбиотической фиксации молекулярного азота клубеньковыми тканями корней сои будет осуществлена на основе полученных и обработанных экспериментальных данных в рамках имитационно-моделирующего комплекса производственного процесса сельскохозяйственных культур Agrotool [5], разработанного лабораторией моделирования агроэкосистем Агрофизического научно-исследовательского института РАСХН и адаптированного к условиям Алтайского края сотрудниками лаборатории методов оптимизации МФ АлтГУ.

#### **Библиографический список**

1. Лямкина Ю.Б. Моделирование продукционного процесса бобовых растений на примере сои // Известия Алтайского государственного университета. – 2010. – №1. – С. 93–96.
2. Хворова Л.А. Моделирование влияния азотного питания на продукционный процесс посева люцерны: дисс. ...канд. техн. наук СПб., 1992.
3. Литвинцев П.А. Азотфиксация и продуктивность сортов гороха и сои в зависимости от источника азотного питания // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – №9. – С. 27–34.
4. Гамзиков Г.П., Шотт П.Р., Литвинцев П.А. Продуктивность сои в зависимости от источников азотного питания // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2007. № 7. С. 21–28.
5. Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2006.

## **Некоторые аспекты разработки имитационной модели регионального рассредоточенного рынка зерна<sup>10</sup>**

*А.С. Маничева*  
*АлтГУ, г. Барнаул*

Спрос и предложение на зерновом рынке динамичны и подвержены сезонным колебаниям, существенно зависят от почвенно-климатических и экономических условий производства, конъюнктуры национального и мирового рынков зерна и материально-технических ресурсов. Одной из актуальных проблем исследования рынка зерна является оценка тенденций состояния основных участников (производителей, переработчиков) и изменении концентрации производства зерна в различных ценовых и климатических условиях. Имитационное моделирование позволяет в высокой степени детально изучить указанную проблему.

Процесс разработки имитационной модели рассредоточенного, мультиагентного рынка зерна декомпозируется на ряд подзадач, включающих построение концептуальной модели [1] и разработку структуры имитационной модели рассредоточенного рынка зерна, создание и апробацию алгоритмического обеспечения, обоснование параметров сценариев климатических и экономических условий производства, разработку и тестирование программного обеспечения имитационной модели, проведение серии вычислительных экспериментов.

---

<sup>10</sup> Работа выполнена при поддержке ведомственно-аналитической программы "Развитие научного потенциала Высшей школы 2009-2010 гг." (проект №2.2.2.4/4278).