

Проблемы агропромышленного комплекса**Биологические науки****ЖУКИ-ДОЛГОНОСИКИ (COLEOPTERA,
CURCULIONIDAE)****В АГРОЭКОСИСТЕМАХ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

Бергун С.А.

*Кубанский государственный университет
Краснодар, Россия*

Долгоносики (Curculionidae) являются одним из наиболее богатых видами семейств жесткокрылых. Представители семейства, за небольшим исключением – фитофаги. Значение и место долгоносиков в антропогенных экосистемах двояко: с одной стороны многие виды развиваются на культурных растениях, причиняя им значительный ущерб, с другой – многие виды долгоносиков развиваются на сеgetальных и рудеральных видах растений и используются для их биологического подавления.

В результате проведенных исследований в течение 2006 – 2009 гг. нами был зарегистрирован 81 вид долгоносиков, относящихся к 12 подсемействам и 34 родам. Из них 43 вида причиняют серьезный сельскохозяйственный ущерб: 19 видов плодовым деревьям (*Anthonomus pomorum*, *Sciaphobus squalidus*, *Tatianaerhynchites aequatus*, *Neocoenorrhiniidius pauxillus*, *Otiorrhynchus fullo*, *Rhynchites bacchus*, *Magdalis ruficornis* и др.), 19 – бобовым куль-

турам (*Apion apricans*, *Otiorrhynchus ligustici*, *Tychius quinquepunctatus*, *Hypera postica*, *Phytonomus variabilis* и др.), 5 – овощным и зерновым культурам (*Psalidium maxillosum*, *Tanymecus palliatus*, *Tanymecus dilaticollis*, *Bothynoderes punctiventris* и *Lixus incanescens*). Фитофаги повреждают почти все органы растений, хотя и в разной степени, и их роль зачастую недооценивается, так как повреждения, причиняемые этими вредителями, редко ведут к полной гибели растений. Наиболее распространенными являются повреждения листьев, которые приводят к уменьшению ассимилирующей поверхности растений и ухудшению их физиологического состояния, особенно отрицательно сказывается скелетирование и минирование листьев. Повреждения стебля встречается реже, это в основном внутрестеблевые повреждения, которые нарушают проводящую систему растения, причем у всходов и молодых растений часто наблюдается отмирание верхушечного листа. У молодых растений часто объедается корневая система. Достаточно узкая пищевая специализация долгоносиков позволяет рассматривать их в качестве агентов в биологической борьбе с сорными растениями, однако при этом очень важно тщательное изучение трофических спектров потенциальных биологических агентов.

Сельскохозяйственные науки**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОСА
ПРИ СУШКЕ ЗЕРНА**

Бритиков Д.А.

*Воронежская государственная
технологическая академия
Воронеж, Россия*

Одним из самых эффективных приемов подготовки зерна к длительному хранению является его сушка – важнейшее звено поточных комплексно-механизированных линий приемки и послеуборочной обработки зерна.

Так как большая часть заготавливаемого зерна поступает, как правило, с повышенной влажностью, его сохранность в процессе длительного хранения, без снижения продовольственных характеристик, во многом зависит от работы зерносушильных установок.

Большинство сельскохозяйственных предприятий агропромышленного комплекса испытывают дефицит в эффективной зерносу-

шильной технике и не в состоянии, в ряде случаев, довести зерно до базисной товарной кондиции.

Тепло- и влагоперенос при сушке зерна подчиняется общим законам тепло- и массо-переноса и является его частным случаем. Теоретической основой для них служит единая теория тепло- и массопереноса. На основе этой теории процессы переноса теплоты и влаги в зерне могут быть описаны аналитически. Такое описание позволяет определить температуру и влагосодержание в любой точке зерна или зернового слоя в любой момент времени, найти их градиенты и изменение во времени, рассчитать плотность потоков теплоты и влаги, прогнозировать дальнейшее развитие этих процессов. Вместе с тем при математическом описании процессов в зерне и зерновом слое возникают определенные трудности, так как зерно неоднородно по структуре и составу. Вследствие этого различные участки зерна имеют разную проводимость и обладают анизотропными

свойствами, т. е. разной проводимостью в разных направлениях.

Зерно имеет сложную геометрическую форму, а зерновой слой представляет собой дисперсную среду, в которой зерновки ориентированы в пространстве произвольно. Кроме того, процессы переноса теплоты и влаги внутри зерна взаимосвязаны и взаимно влияют один на другой, а теплофизические и влагообменные свойства зерна зависят от его влажности и температуры, вследствие чего дифференциальные уравнения тепло- и влагопереноса носят нелинейный характер.

В основу математического описания процесса сушки зерна положена математическая модель, предложенная В. И. Жидко и А. С. Бомко, в которой пренебрегается потоками тепла в слое за счет теплопроводности в сравнении с конвективными потоками, не учитываются усадка и градиент давления.

При рассмотрении шахтной зерносушилки с подвижным слоем зерна, некоторые

величины, входящие в модель, известны (толщина слоя, температура и относительная влажность сушильного агента, начальная влажность зерна и др.). Поэтому при моделировании были предварительно усреднены управляемые переменные по некоторым пространственным координатам. Пространственное распределение полей температур и влагосодержаний рассматривалось в системе координат (x, r) , где x – координата по длине сушилки, м; r – координата вдоль радиуса зерна, м, при следующих допущениях: форма поверхности частицы представлена в виде неограниченного цилиндра; пренебрегалось аксиальной влагопроводностью, термодиффузией, теплопроводностью зерновой массы. Тогда математическая модель процесса сушки зерна, движущегося непрерывным потоком, представлялась в виде системы уравнений, связывающих температуру θ и влагосодержание u дисперсного материала:

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} + w \frac{\partial u}{\partial x} - a_m(\tau) \left(\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial u}{\partial r} \right) = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} + w \frac{\partial \theta}{\partial x} + \frac{A(\vartheta)}{c' \gamma'} (\theta - t_c) - \frac{R_0}{c'} \left[\frac{\partial \bar{u}}{\partial \tau} + w \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} \right] = 0, \quad (2)$$

где

$$\bar{u}(\tau, x) = \frac{2}{R^2} \int_0^R r u(\tau, x, r) dr, \quad (3)$$

с граничными условиями

$$\left. \frac{\partial u(\tau, x, r)}{\partial r} \right|_{r=R} = \begin{cases} -\frac{B(\theta, \vartheta)}{a_m(\theta)} (u_R - u_p), & u_R \leq u_2, \\ -\frac{B(\theta, \vartheta)}{a_m(\theta)} (u_2 - u_p), & u_R > u_2, \end{cases} \quad (4)$$

с начальными условиями

$$\begin{aligned} u(0, x, r) &= u_0(x, r), \\ \theta(0, x) &= \theta_0(x) \end{aligned} \quad (5)$$

и условиями симметрии

$$\begin{aligned} \left. \frac{\partial u(\tau, x, r)}{\partial r} \right|_{r=0} &= 0, \\ \theta(\tau, 0) &= f(\tau). \end{aligned} \quad (6)$$

В уравнениях (1)-(6) приняты следующие обозначения: τ – время, с; W – скорость движения материала в аппарате, м/с; ϑ – ско-

рость сушильного агента на входе а зерновую массу, м/с; a_m – коэффициент диффузии вла-

ги, m^2/c ; t_c - температура сушильного агента, °С; c - теплоемкость зерновой массы, кДж/(кг·К); $\rho_{нас}$ - насыпная плотность зернового слоя, кг/м³; ρ_0 - плотность сухой зерновой массы, кг/м³; R_0 - удельная теплота парообразования, кДж/кг; A - эмпирический коэффициент теплообмена, кДж/(м³·К); B - эмпирический коэффициент массообмена, м/с;

p, z, R - индексы соответствующие равно-весному, гигроскопическому влагосодержанию и влагосодержанию на поверхности зерна.

Система (1)-(6) описывает процесс сушки дисперсного слоя при наличии поперечного движения плотного слоя при условии перекрестного движения зерна и агента сушки.

Система уравнений (1)-(6) была преобразована в безразмерную форму:

$$\frac{\partial U}{\partial Fo} + \frac{\partial U}{\partial X} = Lu \left(\frac{\partial^2 U}{\partial Z^2} + \frac{1}{Z} \frac{\partial U}{\partial Z} \right); \quad (7)$$

$$\frac{\partial T}{\partial Fo} + \frac{\partial T}{\partial X} = -Nu' T + Ko Bi'_m U_R, \quad (8)$$

$$U_R = U(Fo, X, Z) \Big|_{z=1};$$

с граничным условием для случая $u_R \leq u_z$

$$\frac{\partial U(Fo, X, Z)}{\partial Z} \Big|_{z=1} = -Bi'_m U_R; \quad (9)$$

с начальными условиями

$$\begin{aligned} U(Fo, X, Z) \Big|_{Fo=0} &= 1, \\ T(Fo, X, Z) \Big|_{Fo=0} &= 1 \end{aligned} \quad (10)$$

и условиям симметрии

$$\frac{\partial U(Fo, X, Z)}{\partial Z} \Big|_{z=0} = 0, \quad (11)$$

где $X = \frac{x}{PeR}$, $Z = \frac{r}{R}$ - безразмерные ко-

ординаты; $Pe = \frac{wR}{a}$ - критерий Пекле; a -

коэффициент температуропроводности, м²/с;

$T = \frac{t_c - \theta}{t_c - \theta_0}$ - безразмерная температура;

$U = \frac{u - u_p}{u_0 - u_p}$ - безразмерное влагосодержа-

ние; $Fo = \frac{a\tau}{R^2}$ - критерий Фурье; $Lu = \frac{a_m}{a}$

- критерий Лыкова; $Ko = \frac{R_0(u_0 - u_p)}{c'(t_c - \theta)}$ -

критерий Коссовича; $Nu' = \frac{AR^2}{c'\gamma'a}$ - эмпи-

рический критерий Нуссельта; $Bi'_m = \frac{BR}{a_m}$ -

эмпирический массообменный критерий Био.

Таким образом, получена система уравнений (9)-(11) в безразмерном виде, описывающая процесс сушки при продольном перемещении продукта и перекрестным движением агента сушки через слой зерновой массы.

Данная система уравнений является упрощенной (не учитываются температурные градиенты, термодиффузия, распределенность источника теплоты в самой частице), но она достаточно сложна для аналитического исследования (в силу нелинейности) и может быть решена лишь приближенными вычислительными методами. При практическом построении модели конкретного объекта не обязатель-

но знание всех теплофизических коэффициентов, входящих в модель, т. к. с помощью приближенных методов можно производить настройку модели, основываясь только на безразмерной форме ее уравнений, что, в свою очередь, предоставляет возможность идентифицировать параметры уравнений. При последующей конкретизации системы уравнений (9) - (11) применительно к существующим сушильным установкам с подвижным слоем дисперсного материала можно осуществить построение математической модели процесса сушки, необходимой для отыскания оптимальных технологических режимов и управления процессом с использованием ЭВМ.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
МЕХАНИЗИРОВАННЫХ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ
ПО УСЛОВИЯМ
ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

Важенин А.Н., Арютлов Б.А.
*Нижегородская государственная
сельскохозяйственная академия
Нижний Новгород, Россия*

Научно-технический прогресс в сельском хозяйстве можно представить двумя частями: создание технических и технологических систем и их использование. Содержательная часть использования технических и технологических систем заключается в управлении ими. Решение задач использования технических и технологических систем (управление) осложнено тем, что большую часть решений приходится выработать в условиях информационной неопределенности. По теории управления большими техническими системами выработка решений по их управлению в условиях неопределенности представляет собой бесконечную игровую задачу.

$$v_i(t) - \sum_{j=1}^n a_{ij} v_j(t) - \sum_{j=1}^n k_{ij} \frac{dv_j(t)}{dt} = w_i(t), \quad i = \overline{1, n},$$

где v_i - производственный i -продукт; v_j - производственный j -продукт; k_{ij} - коэффициент удельных капиталовложений; w_i - интенсивность потребления, возможна оптимизация производственных процессов растениеводства в среднесезонных условиях их функ-

Задача рационального программно-целевого управления сложными техническими системами чрезвычайно актуальна для сельского хозяйства. Подтверждением этому является следующее: если по первой части научно-технического прогресса, связанного с созданием технических систем, в лучшем случае, можно добиться результатов, которые на десятки процентов (по потребительским свойствам) превосходят аналог, то за счет неэффективного управления мы теряем гораздо больше. Любая техническая система может быть использована с плюсом или с нулевым результатом, а эти два события отличаются друг от друга в бесконечное число раз.

Более того, в большинстве технологий, которые используются с отрицательным результатом, до сих пор отрицательный результат перекрывается дешевой рабочей силой, природной рентой и бюджетными дотациями. Переход из ситуации выработки управленческих решений в условиях неопределенности в условия выработки решений с вероятностным риском является, по нашему мнению, единственным.

Повышение эффективности производственных процессов растениеводства возможно двумя путями: совершенствованием методов и средств экспериментирования; развитием соответствующих идей и концепций. Первый подход связан с описанием изучаемого объекта, второй - с попыткой объяснения его сущности. Для осуществления второго подхода необходимо соотнести описание реакции производственной системы в целом с описаниями других явлений, которые свойственны более низким уровням этой организационной иерархии: общая модель производственного процесса, локальная модель (структурное подразделение), динамическая модель машинно-тракторного агрегата.

На основании общей модели производственного процесса:

ционирования (оптимизация стратегии), но адаптация этой модели к изменяющимся погодно-производственным ситуациям требует более детального математического описания.

Локальная модель производственного процесса: