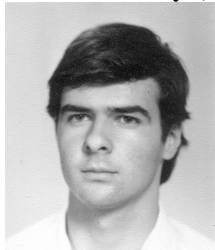




Димитар К. Кузманов
канд. техн. наук, доцент



Николай Д. Димитров,
канд. техн. наук, асс.

УДК [635.655+664.38].002.35

Университет пищевых технологий, г. Пловдив, Болгария

ТЕМП УВЕЛИЧЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ ВРЕДИТЕЛЕЙ ХЛЕБНЫХ ЗАПАСОВ

Разработаны симуляционные модели для увеличения численности популяции насекомых вредителей: рисовый долгоносик *Sitophilus oryzae* (L.), амбарный долгоносик *Sitophilus granarius* (L.), зерновой точильщик *Rhizopertha dominica* (F.), суринамский мукоед *Oryzaephilus surinamensis* (L.) и булавоусый хрущак *Tribolium castaneum* Herbst. От симуляционных результатов выяснилось, что быстрее всего увеличивается популяция *S. oryzae* и поэтому он является самой большой опасностью для хранящегося зерна. Температуры, при которых темп увеличения численности вредителей ниже $0,01\text{ d}^{-1}$, приняты как защитные для зерна при хранении. Эти температуры для холодоустойчивых видов (*S. oryzae* и *S. granarius*) – 17°C , а для теплолюбивых – $20 - 22^{\circ}\text{C}$.

Ключевые слова: вредители хлебных запасов, численность популяции, симуляция, защитные температуры.

Одна из основных проблем, возникающих при хранении зерна – это заражение его вредителями, и это факт ещё с первых дней после уборки урожая. Причины об этом как остающиеся в зернохранилищах вредители до их заполнения, так и те, которые иммигрируют в окружающую среду. Начинаясь в таких случаях увеличение численности популяции зависит от вида вредителей и экологических условий в зернохранилищах – от температуры, от влажности, от доступа воздуха. Когда температура зерна близка к оптимальной для развития вредителей, численность популяции начинает быстро увеличиваться. При более низких температурах увеличение численности идет с медленным темпом. Температуры, при которых увеличение численности не имеют практического значения, считаются защитными для хранящегося зерна. Они определяются на базе продолжительности цикла развития вредителей, при этом принимается тот при котором развитие одного поколения длится более 100 дней.

О темпе увеличения численности популяции можно прогнозировать тенденцию изменения зараженности и необходимости применения разных способов для ограничения развития или уничтожения вредителей – вентилирование, фумигация. Для этой цели разрабатываются симуляционные модели, кото-

рые базируются на конкретных данных о времени для развития, о плодовитости и смертности в разных условиях – температура и влажности пищевой среды [8, 9]. Характерно для известных моделей – это отсутствие дифференциации между отдельными стадиями развития – от яйца до имаго, как и то, что не отчитывается время пребывания имаго в зерне.

С настоящей работой мы поставили себе цель – определить темп увеличения зараженности и защитных температур для некоторых широко распространенных вредителей зерна – рисовый *Sitophilus oryzae* (L.) и амбарный долгоносик *Sitophilus granarius* (L.), зерновой точильщик *Rhizopertha dominica* (F.), суринамский мукоед *Oryzaephilus surinamensis* (L.) и булавоусый хрущак *Tribolium castaneum* Herbst.

Для достижения этой цели, без указанных недостатков, мы разработали симуляционные модели об увеличении популяции вредителей по способу, описанному Hagstrum & Throne 1989 и Hagstrum & Flinn 1990 [8, 9]. Для продолжительности развития отдельных стадий мы использовали как приоритет данные от исследований, проведенных болгарскими исследователями. На базе этих данных были выведены регрессионные уравнения для отдельных видов, отражающих зависимость между продолжительностью развития отдельных стадий и температуры.

Таблица 1

Уравнения, описывающие зависимость откладывания яиц (Y, бр./д) от температуры (t, $^{\circ}\text{C}$), от влажности (M, %) и от возраста насекомых (A, d)

Вредителей	Откладывания яиц, бр./д	n	R ²
<i>S. oryzae</i>	$Y = a \cdot t^b \cdot e^{-ct}$, кдето $a = -9,302 + 0,7674 \cdot t - 0,0174 \cdot t^2 + 0,0264 \cdot M + 0,00914 \cdot t \cdot M$ $b = 2,50937 - 0,13259 \cdot t + 0,00168 \cdot t^2 + 0,0298 \cdot M$ $c = 0,58621 - 0,03326 \cdot t + 0,00056 \cdot t^2 - 0,0031 \cdot M$	36	0,89
<i>R. dominica</i>	$Y = 1,45 \cdot t - 0,024 \cdot t^2 + 0,37 \cdot M - 24,64$	21	0,87
<i>S. granarius</i>	$Y = 0,6683 \cdot \ln(t/11,3748)$	11	0,92
<i>O. surinamensis</i>	$Y = 0,22 \cdot t - 4,4$	8	0,96
<i>Tr. castaneum</i>	$Y = 2,30334 \cdot A^{0,26635} \cdot e^{-2,3734A} \cdot (2,506 \cdot t - 0,0367 \cdot t^2 + 0,1205 \cdot M - 42,535)$	25	0,92

Уравнения, описывающие зависимость откладывания яиц от температуры, влажности и возраста насекомых для *S. oryzae*, *R. dominica* и *Tr. castaneum* взяты из Evans [7], Hagstrum & Trone [8] и Атанасов [1], в то время как для *S. granarius* и *O. surinamensis* выведены нами на базе данных Обретенчева [5], Григорова [2], Закладного [3], Ле [4] (табл. 1).

Из-за недостатка надежных данных о зависимости откладывания яйца и смертности от возраста имагиниальных вредителей, она не включается в симуляции для *S. granarius*, *R. dominica* и *S. surinamensis*. Для этих вредителей мы приняли, что откладывание яиц прекращается к 90-му дню после имагинирования.

Симуляция сделана при одной паре отдельных видов вредителей при возрасте, достигающем половой зрелости, при температурах с 18 до 30°C и влажности, при которой чаще всего хранится пшеница – 12–13%.

При двух от вредителей *R. dominica* и *S. oryzae* достоверность моделей была доказана прослеживанием изменения зараженности свежесобранной пшеницы, хранящейся в металлических силосах с большой вместимостью (2500 t) при температуре $27 \pm 1,2^\circ\text{C}$. Температуры были измерены термощупом (с точностью до $0,2^\circ\text{C}$) в пяти точках – в центральной и четырех точках, расположенных на расстоянии 1/2 от радиуса силоса. Зараженность была определена путем отбора пробы с поверхностного слоя на глубине 0,8 m в тех же точках, в которых измерялась температура.

Симуляционное исследование было осуществлено на базе программы MS Excel 95. Регрессионные уравнения выведены программой SlideWrite 5.0.

Симуляционные результаты о динамике увеличения численности популяции вредителей при разных температурах показаны на рис. 1.

Видно, что увеличение не одинаково во время хранения зерна. В первые 40–60 дней при разных температурах популяция почти не увеличивается. В следующем периоде следует быстрое увеличение численности вредителей (в 2 раза на каждые 10 дней) из-за начинающейся имагинирования взрослых насекомых. Увеличение вредителей разное как для разных температур, так и для разных видов. Наиболее

быстро увеличивается популяция при температуре 30°C, при которой *O. surinamensis* отличается самой большой плодовитостью. При температурах ниже 30°C наиболее быстро увеличивается популяция *S. oryzae*. С понижением температуры увеличение замедляется, при этом более значимо для теплолюбивых видов: *O. surinamensis*, *R. dominica* и *Tr. castaneum*. Раньше всего при температурах ниже 24°C, практически прекращается увеличение численности *Tr. castaneum*. При температуре 21°C увеличение популяций *O. surinamensis* и *R. dominica* идет медленнее, а при более низких – останавливается. Увеличение численности холодостойкие *S. oryzae* и *S. granarius* при температуре 18°C продолжается ещё, несмотря на замедление.

Для оценки достоверности моделей была использована линейная корреляция между измеренными и прогнозированными по модели зараженности. Данные показали, что симуляционные модели доказывают 82% и 89% от изменений средней определенной плотности численности *S. oryzae* и *R. dominica*.

Для числовой оценки увеличения численности популяции используется темп увеличения – r_m , которой можно вычислить по уравнению:

$$N = N_0 \cdot \exp(r_m \cdot t),$$

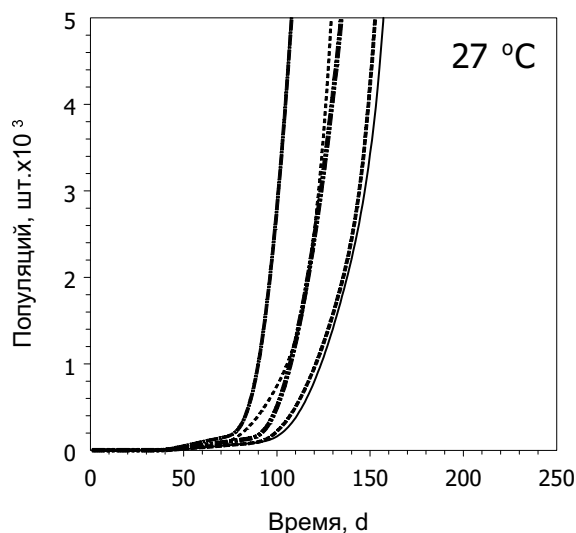
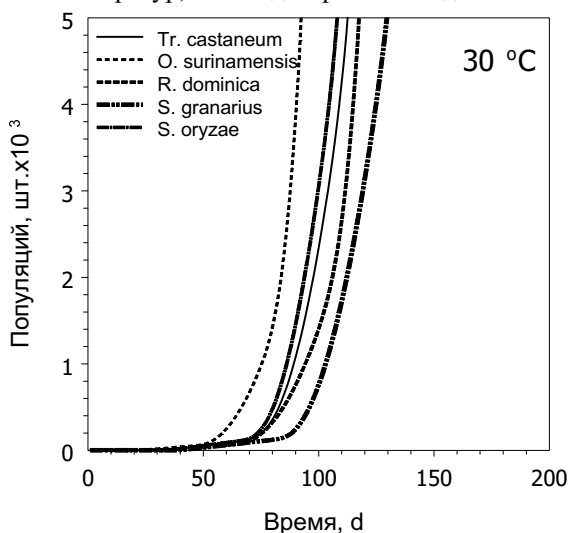
где N – популяция после времени t , бр.;

N_0 – начальная популяция, бр.;

r_m – темп увеличения популяции при неизменном возрастном распределении и условиях среды, не ограничивающих их развития, d^{-1} ;

t – время с начала развития, d .

Вычисленные r_m для разных вредителей и температур представлены на рис. 2. Данные показывают, что при оптимальных температурах для развития (27–30°C), разницы в темпе увеличения популяции пяти вредителей мала – не превышает 1,2 раз. В температурном диапазоне 18–27°C самый большой темп увеличения популяции имеет *S. oryzae*, который увеличивается с $0,01 d^{-1}/^\circ\text{C}$ при повышении температуры до 24°C. На втором месте с разницей с 1,3 до 2 раз при разных температурах находится *S. granarius*, который более холодостойкий. При температурах ниже 18°C увеличение популяции этих вредителей не имеет практического значения. Теплолюбивые вредители по сравнению с *S. oryzae* при температурах с 21–27°C



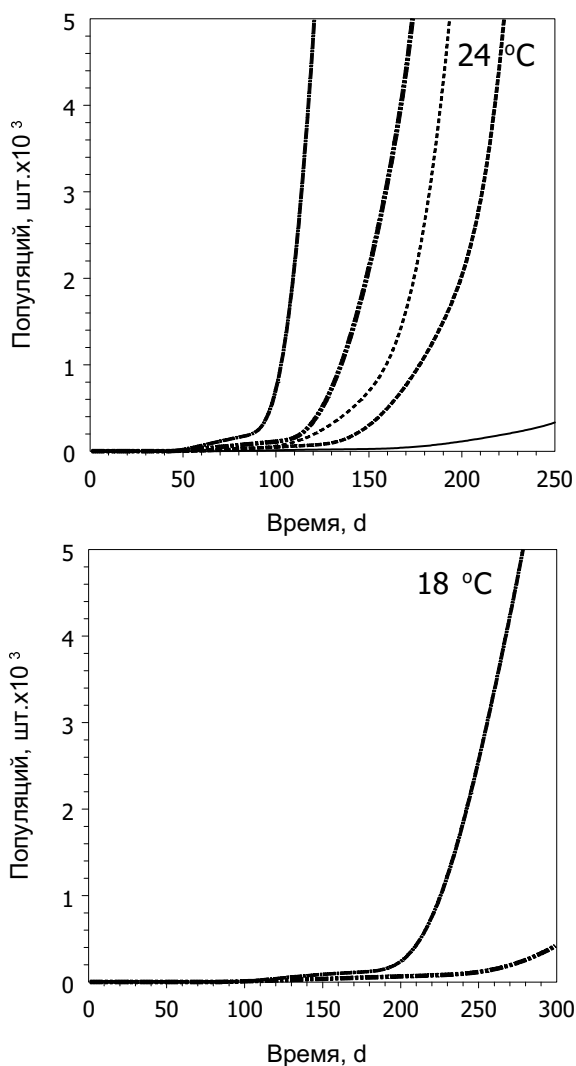


Рис. 1. Динамика увеличения популяции от одной пары разных видов вредителей при температурах 18, 21, 24, 27 и 30 °C.

имеют значительно меньший темп увеличения. При температурах ниже указанного диапазона увеличение численности этих вредителей не имеет практического значения. Самый маленький темп увеличения популяции имеет *Tr. castaneum*, который при температурах ниже 23 °C незначителен.

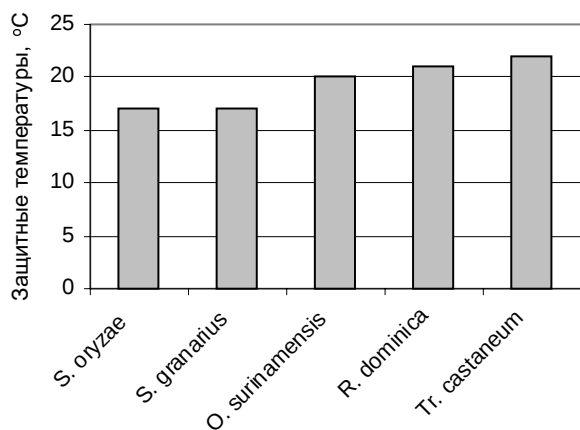


Рис. 3. Защитные температуры для хранящегося зерна для разных вредителей.

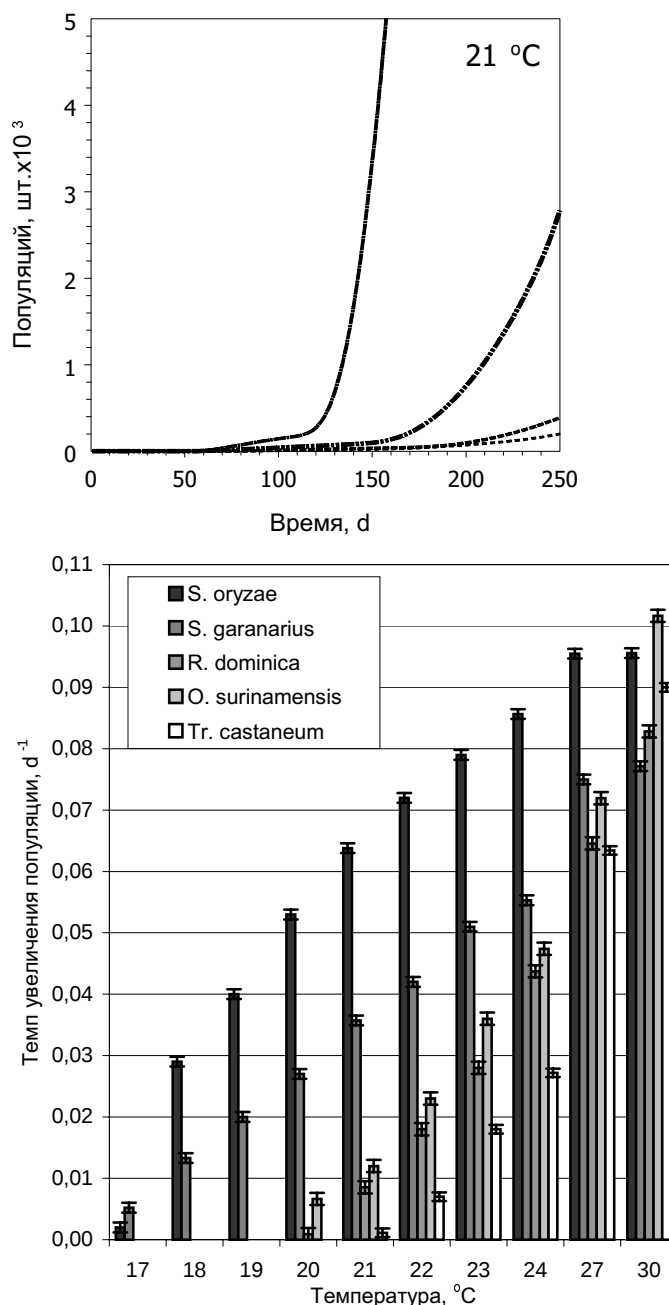


Рис. 2. Темп увеличения популяции вредителей при разных температурах.

Полученные результаты для r_m различаются с 3 до 13% для вредителей *S. oryzae* и *O. surinamensis* и с 17 до 25% для *R. dominica* по сравнению с теми полученными Driscoll et al. [6]. При низких температурах, при которых все ещё происходит увеличение популяции, результаты близки. Существующие небольшие различия обязаны разным данным о плодовитости, использованным в двух исследованиях.

Так как потери тесно связаны с темпом увеличения популяции из выше приведенных данных следует, что самой большой опасностью для хранящегося зерна представляет *S. oryzae*, а самой маленькой – *Tr. castaneum*.

На базе полученных результатов мы определили защитные температуры при которых увеличение популяции вредителей и нанесенный ими ущерб не имеют практического значения. Как защитные температуры, мы приняли те, при которых темп уве-

личения популяції менше 0,01 d⁻¹ (рис. 3), Захитні температури для *S. oryzae* і *S. granarius* знаходяться нижче 18°C, для *O. surinamensis* і *R. dominica* – нижче 21°C і для *Tr. castaneum* – нижче 23°C.

Выводы:

1. В температурном диапазоне 18–27°C самым большим темпом увеличивается численность попу-

ляции *S. oryzae*, которой представляет собой самой большой опасностью для хранящегося зерна. Самым маленьким темпом увеличивается популяция *Tr. Castaneum*.

2. Захитные температуры при хранении зерна для холодостойких вредителей (*S. oryzae* и *S. Granarius*) – 17°C, а для теплолюбивых (*O. surinamensis*, *R. dominica* и *Tr. Castaneum*) – 20–22°C.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атанасов, Хр. Т. Ръждивочервеният брашнен бръмбар *Tribolium castaneum* (Coleoptera, Tenebrionidae) биекологични проучвания и средства за борба. Автореферат на дисертация. София. – 1979.
2. Григоров, С. Неприятели по складираните продукти и материали. София. – 1975.
3. Закладной, Г. А. Защита зерна и продуктов его переработки от вредителей. Колос. Москва. – 1983.
4. Май Ван Ле. Влияние на някои екологични фактори от значение за Виетнам върху житната гърица и установяване на средства за борба. Дисертация. ВИХВП. Пловдив. – 1976.
5. Обретенчев Д. Биекологични проучвания със Суринамския брашнояд (*O. surinamensis*) и мерки за борба с него. Автореферат на дисертация, София. – 1985.
6. Driscoll, R., B. C. Longstaff, S. Beckett. Prediction of insect population in grain storage. *J. Stored Prod. Res.* – 2000. - № 36. - С. 131-151.
7. Evans, D. E. The influence of relative humidity and thermal acclimation on the survival of adult grain beetles in cooled grain. *J. Stored Prod. Res.* – 1983. - № 19. - С. 173-180.
8. Hagstrum, D. W., J. E. Throne. Predictability of stored wheat insect population trends from life history traits. *Environ. Entomol.* – 1989. - № 18(4). - С. 660-664.
9. Hagstrum, D. W., P. W. Flinn. Simulations comparing insect species differences in response to wheat storage conditions and management practices. *J. Econ. Entomol.* – 1990. - № 83. - С. 2469-2475.

Поступила 09.2007

Адрес для переписки:

Университет по хранителни технологии

бул. Марица N 26, 4002 Пловдив, България. e-mail: kuzmanow.dim@abv.bg



УДК 543.632.5-035.63/64

ЕГОРОВА А. В., канд. техн. наук, доцент

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ПРЕБИОТИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

В статье рассмотрена возможность получения функционального зернового продукта быстрого приготовления, обладающего пребиотическими свойствами, путем экструдирования зерна в смеси с 5-15% свежемолотой морковной массы. Полученный зерновой продукт обладает повышенным содержанием β-каротина и других пребиотических компонентов.

Ключевые слова: функциональный продукт, зерно, экструдирование, морковная масса, β-каротин, пребиотические свойства.

В целях повышения биологической ценности зернопродуктов и снижения затрат на их производство представляется целесообразным получение функциональных зернопродуктов пребиотической направленности. В первую очередь это относится к группе зернопродуктов быстрого приготовления. Эти продукты при определенном составе и технологии получения помимо диетических могут обладать профилактическими и лечебными свойствами за счет присутствия пребиотического компонента.

Состояние здоровья человека в значительной мере зависит от состава его кишечной микрофлоры, который в свою очередь зависит, главным образом, от наличия пребиотического фактора среди ингредиентов пищи. Характерно, что доминирующей группой бактерий в желудочно-кишечном тракте челове-

ка являются бифидобактерии /1/. По данным ряда авторов бифидобактерии составляют около 90% от общего числа микроорганизмов, обнаруживаемых в продуктах жизнедеятельности здоровых людей всех возрастов /2, 3/. Поэтому столь важно наличие пребиотических веществ в составе принимаемой пищи, что поддерживает нормальное развитие бифидобактерий. Одним из наиболее простых, однако наиболее дорогостоящих способов восстановления и регулирования состава кишечной микрофлоры человека является потребление пребиотических препаратов, содержащих живые клетки бифидо- и лактобактерий /4/. Многочисленными исследованиями доказана возможность не менее успешного регулирования биоценоза кишечника с помощью пребиотических веществ, которые либо образуются в процессе биоконверсии пищи, либо поступают вместе с ней /2, 5, 6, 7/. Как оказалось, бифидобактерии более избирательны к составу питательной среды, чем молочно-кислые бактерии. Для их размножения необходимы: олигосахариды, некоторые ненасыщенные жирные кислоты, пептиды и аминокислоты, витамины, пуриновые и пиримидиновые основания. Большое влияние на рост бифидобактерий оказывает минеральный состав среды. Особую роль в жизнедеятельности бифидобактерий выполняет натрий, ускоряющий раз-