

УДК: 641/642(075.32)

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ БЫСТРОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПРИ ДЕТЕРМИНИСТИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ

Бойко Р.С.

*Красноярский государственный аграрный университет,
Красноярск*

В работе выполнен анализ качества и экологической безопасности типичных видов продукции предприятий быстрого обслуживания, с использованием детерминистических математических моделей и показана их адекватность реальным процессам изменения качества и экологической безопасности продукции.

Питание является важнейшим фактором воздействия окружающей среды на человека. Оценка экологической безопасности продуктов питания является актуальной задачей. В работе использованы математические модели накопления вредных веществ в продукции предприятий быстрого обслуживания в зависимости от определяющих факторов и коэффициент экологической безопасности в детерминистической постановке. К определяющим факторам отнесены: время до реализации готового продукта, качество масла, используемого для фритюра, выражающееся в количестве предшествующих циклов нагрева, и время хранения ингредиентов для приготовления продукта. Выполнен численный анализ качества и экологической безопасности типичных представителей продуктов предприятий быстрого обслуживания в зависимости от определяющих факторов.

Среди условий внешней среды, постоянно воздействующих на человеческий организм, питанию, несомненно, принадлежит наибольший удельный вес. В последнее время активно обсуждаются вопросы влияния регулярного употребления продукции предприятий быстрого обслуживания (ПБО) на здоровье человека. Для сравнительного анализа продукции ПБО по степени негативного влияния на организм человека, предпринята попытка разработки оценок качества и экологической безопасности такой продукции.

Вещества, попадающие в организм с пищей и требующие на свою переработку, нейтрализацию либо утилизацию дополнительных незапланированных ресурсов организма, а также наносящие вред организму, рассматриваются как «вредные

вещества пищи».

Ранее в [1] предложены математические модели процессов накопления вредных веществ в продукте ПБО в зависимости от выбранных основных определяющих факторов и введен коэффициент безопасности K_b .

Общее количество вредных веществ S конкретного продукта предприятия быстрого обслуживания (ПБО), согласно [1] определено в виде:

$$S = S(t_r) + S(n) + S(t_h) \quad (1)$$

$$S(t_r) = S_0 \left(2^{\frac{t_r}{t_N}} - 1 \right) \quad (2)$$

где: функция $S(t_r)$ описывает процесс накопления вредных веществ в продукте ПБО в зависимости от времени реализации t готового продукта при нормативном времени реализации продукта t_N , допустимом количестве, согласно СанПиН [2], вредных веществ (пищевых токсинов) S_0 .

$$S(n) = n^c \tag{3}$$

где функция $S(n)$ описывает процесс накопления вредных веществ в продукте ПБО в зависимости от качества используемого для жарки фритюра, определяемого количеством предшествующих циклов нагрева n , при постоянной C , зависящей от вида масла используемого для фритюра.

$$S(t_h) = \sum_{i=1}^{\omega} S(t_{hi}) \quad i = 1, 2, \dots, \omega \tag{4}$$

$$S(t_{hi}) = \frac{S_{0i}}{e} \cdot e^{\frac{t_{hi}}{t_{gi}}} \tag{5}$$

где функция $S(t_h)$ описывает процесс накопления вредных веществ в продукте ПБО в зависимости от времени хранения t_h используемых в приготовлении ингредиентов, S_{0i} - допустимое количество токсинов в i -м компоненте рецептуры; t_{hi} - время от производства сырья до использования в процессе приготовления; ω - количество компонентов в рецептуре продукта; t_g - срок годности сырья (справочная величина [3]).

Для оценки качества и экологической безопасности продукции ПБО, выражающегося в минимизации в конечном продукте вредных веществ, в [1] введен коэффициент безопасности K_b , являющийся количественным выражением вредности

для здоровья и выражающийся как величина обратная S

$$K_b = \frac{d^2}{2S} \tag{6}$$

где $d = \sqrt{2S_0}$ находится при $S = S_0$

$$K_b = 1$$

Предложенный коэффициент безопасности продукции ПБО позволяет сравнивать между собой как различные блюда ПБО, так и одноименные, приготовленные при различных технологических режимах.

Ниже приведены результаты исследования качества и безопасности типичных представителей продукции предприятий быстрого обслуживания, в соответствии с предложенной методикой.

Согласно (2)-(5), изменяя один из определяющих параметров t_r , n или t_{hi} в (1) можно проследить изменение коэффициента безопасности K_b (6) для типичных представителей продукции ПБО. В качестве типичных представителей продукции ПБО рассмотрены из жареных блюд: пирожок с картошкой, пирожок с печенью, пирожок с луком яйцом, чебурек и беляш. Из печеных блюд рассмотрим пиццу и мясо в лаваше. Из холодных блюд бутерброд с сыром и колбасой.

На рисунке 1 приведено изменение коэффициента безопасности в зависимости от времени до реализации для типичных продуктов ПБО. Коэффициент безопасности снижается с ростом времени до реализации, что вполне соответствует тому факту, что после окончания тепловой обработки при остывании продукции происходит накопление пищевых токсинов, вызванное размножением бактерий. Расчет показывает, что наиболее качественным и безопасным среди типичных продуктов ПБО являются мясо в лаваше (начальный $K_b = 1,8$,

$t_N = 300$ с) и пирожок с луком и яйцом (начальный $K_b = 1,65$, $t_N = 3600$ с).

Наименьшим, среди анализируемых продуктов, качеством и безопасностью обладает бутерброд с сыром и колбасой (начальный $K_b = 0,45$, $t_N = 7200$ с), но благодаря обязательному содержанию в колбасе консервантов, снижение коэффициента безопасности с течением времени незначительное (при $t_r = t_N$, $K_b = 0,2$).

Определяющий фактор время до реализации меньше всего оказывает влияние на пирожок с картошкой (рисунок 1), т.к. при превышении нормативного времени до реализации на 58 % $K_b = 1$, а у остальных, исследуемых по предлагаемой методике продуктов, $K_b < 0,7$. При этом от времени до реализации в большей мере зависит мясо в лаваше, так как через 500 с (8 мин) K_b уменьшается до 1, а после 1000 с (16 мин) $K_b < 0,4$. практика подтверждает, что это блюдо ПБО не подле-

жит хранению и реализуется только сразу после приготовления.

На рисунке 2 приведено изменение K_b для типичных продуктов ПБО в зависимости от качества используемого для жарки фритюра. Использование предлагаемой методики оценки качества и экологической безопасности подтверждает, что повторное использование масла для жарки недопустимо. При жарке продукции в ранее даже однократно использованном масле, K_b снижается более чем в 10 раз.

Сравнение блюд ПБО с точки зрения определяющего фактора n , по предлагаемой методике показывает, что от качества масла, используемого для фритюра, не зависят мясо в лаваше, пицца и бутерброд, так как для их приготовления не используется жарка во фритюре. Результаты вполне подтверждают мнение специалистов, что печеная продукция безопаснее жареной.

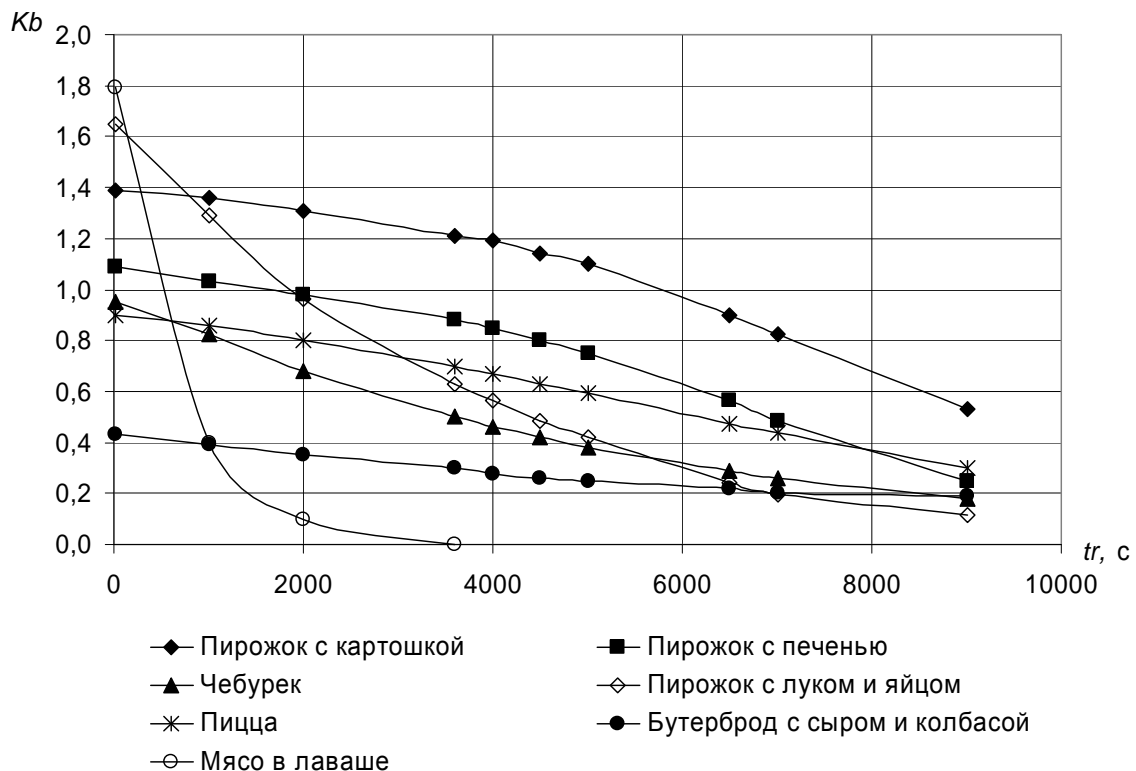


Рис. 1. Изменение K_b для типичных представителей продукции ПБО в зависимости от t_r

Случай подновления масла (разбавление свежим, ранее использовавшегося) реализуется на графике при изменении n от 0 до 0,7.

На рисунке 3 приведено изменение K_b для типичных продуктов ПБО в зависимости от времени хранения используемых ингредиентов t_{hi} . Основным ингредиентом, влияющим на безопасность конечного продукта в рассматриваемых случаях являются белковые продукты. Полученные зависимости вполне соответствуют тому факту, что при хранении продукты с течением времени теряют свою пищевую ценность и приобретают опасные свойства. Сроки хранения продуктов установлены нормативной документацией и их использование после истечения сроков годности приводит к снижению K_b .

Сравнение блюд ПБО по предлагаемой методике с точки зрения времени хранения t_{hi} наиболее небезопасного ин-

гридента показывает, что использование ингредиентов с предельным сроком годности ($t_{hi}=t_{gi}$) обеспечивает для рассматриваемых блюд ПБО следующие показатели: мясо в лаваше $K_b = 0,9$; пирожок с луком и яйцом $K_b = 0,73$; пирожок с картошкой $K_b = 0,54$. Остальные блюда имеют еще более низкие показатели.

Полученные зависимости позволяют провести сравнение типичных представителей продуктов ПБО с точки зрения их качества и безопасности, либо одинаковых продуктов ПБО, приготовленных по различным технологиям, что весьма полезно при определении ассортиментной политики предприятия или в учебном процессе.

Таким образом, можно сделать вывод, что разработанные в [1] детерминистические математические модели процессов накопления вредных веществ, адекватно отражают реальные процессы, происходящие в продукции ПБО в зависимости от

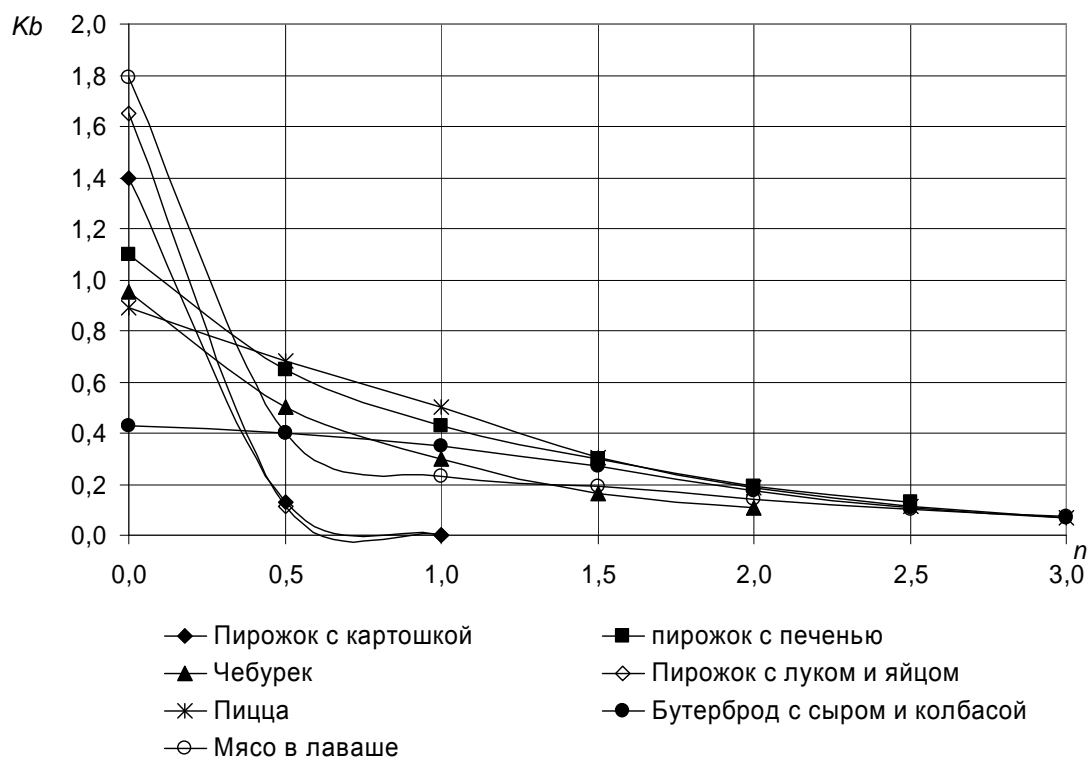


Рис. 2. Изменение K_b для типичных представителей продукции ПБО в зависимости от качества используемого для жарки фритюра

времени реализации, качества используемого масла для фритюра и времени хранения используемых для приготовления ингредиентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бойко Р.С. Критерии оценки качества и безопасности продукции предприятия быстрого питания / Р.С. Бойко // Вестник Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та им. акад. Решетнева : сб. науч. тр. / СибГАУ. –

Красноярск, 2008. – Вып. 1 (18). – С. 203 – 207.

2. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов: СанПиН 2.3.2.560 – 96; введ. 24. 10.1996.

3. Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов (взамен СанПиН 42-123-4117-86): СанПиН 2.3.2.1324 – 03; введ. 25.06.2003.

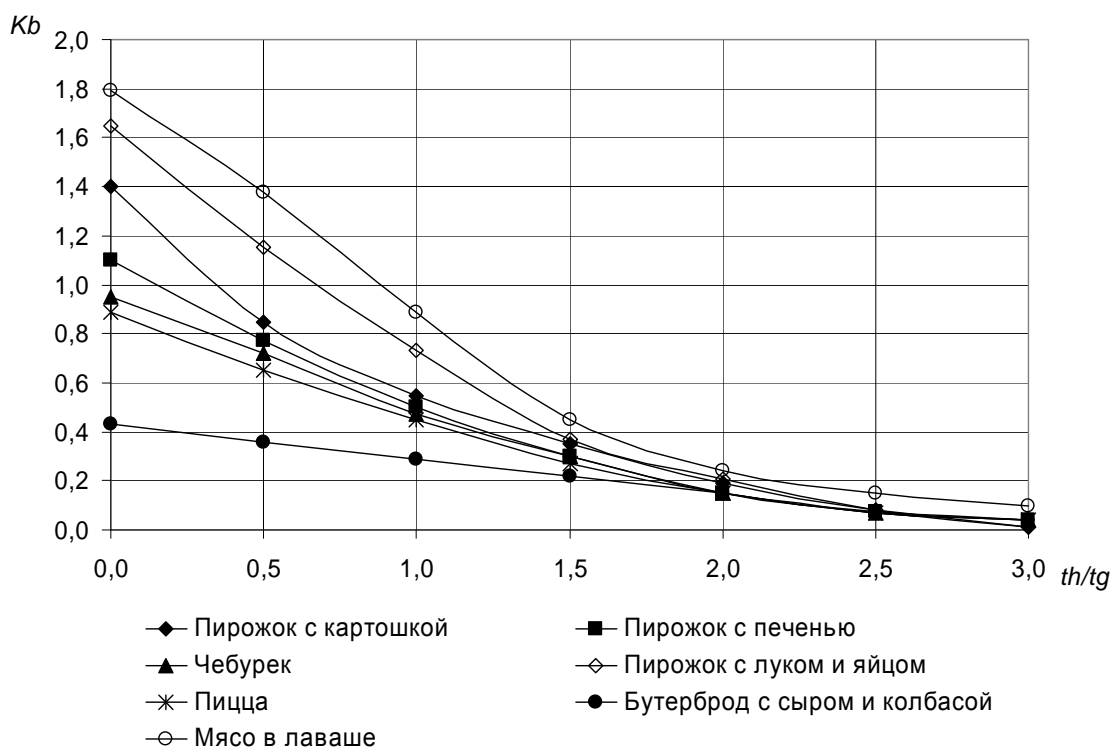


Рис 3. Изменение K_b для типичных представителей продукции ПБО в зависимости от t_{hi}

**THE QUALITY AND ECOLOGICAL SAFETY ANALYSIS OF FAST FOOD
ENTERPRISES BY MATHEMATICAL MODELLING USING THE
DETERMINISTIC APPROACH**

Boyko R.S.

*Krasnoyarsk state agrarian university
Krasnoyarsk state institute of economy and trade,
Krasnoyarsk*

The analysis of quality and ecological safety of typical fast food products, using the deterministic mathematical models has been done in the work. The adequacy of fast food mathematical models to the real production quality and ecological safety changing processes was shown.

Food is the most important factor of the environmental influence to the human body. The food products ecological safety evaluation is an actual problem today. The mathematical models of unhealthy substances accumulation in fast food enterprises production depending upon the defining factors and also the ecological safety coefficient, both during the deterministic approach, are used in the work. The defining factors are: time before the product is purchased, the baking oil quality, depending upon the quantity of heating cycles, and also, the