

жирной показано, что при вводе спреда не происходит повышения себестоимости продукта, и даже наблюдается тенденция некоторого снижения. Однако главным эффектом остается повышение биологической и пищевой полноценности продукта.

Использование спредов в мясопродуктах позволяет: создавать новое поколение диетических, функциональных мясных продуктов, не уступающих по качеству традиционным; улучшить органолептические свойства мясных продуктов; решить проблему сезонного дефицита жирного сырья животного происхождения; снизить себестоимость готовой продукции до 30%; увеличить сроки годности готовой продукции за счет улучшенных микробиологических показателей и относительной стабильности к окислению растительных жиров по сравнению с жирами животного происхождения; создавать продукцию с пониженным содержанием холестерина; создавать халяльную продукцию (в т.ч. мусульманскую); создавать целесообразные технологии мясопродуктов на основе рациональной комбинаторики сырья животного и растительного происхождения, что особенно важно в области здорового питания населения.

Основными положительными факторами для производителей мясных продуктов являются: принципиально новый мясной продукт, не уступающий по качеству традиционному; улучшенные органолептические свойства готового продукта; расширение ассортимента мясных продуктов и увеличение рынков сбыта; наличие необходимых ТНПА для производства; производство не требует финансовых вложений и изменения технологической схемы; высокое качество продукта; привлекательная цена для потребителя.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что замена животных жиров растительными жирами, в частности, спредами растительно-жировыми в рецептурах колбасных изделий, паштетов является не только полноценной, но и позволит улучшить функциональные свойства фаршей и качественные характеристики продуктов, и расширить ассортимент продуктов для отдельных групп населения с учетом национальных особенностей в рационах питания.

### Заключение

Учитывая полученные результаты, были разработаны рецептуры мясных и мясорастительных паштетов, вареных колбасных изделий функционального назначения с использованием спредов растительно-жировых, которые снижают содержание холестерина в готовом продукте, обогащают продукт растительными жирами. Внесение спредов обеспечивает 30%-ное удовлетворение суточной потребности организма человека полиненасыщенными жирными кислотами, которые являются биологически активными компонентами и не синтезируются в организме человека, что позволяет отнести их к разряду функциональных.

### Литература

1. СТБ 1818 «Пищевые продукты функциональные: термины и определения».
2. Лисицын Д.А. Использование растительных масел и белков в производстве вареных колбас// интернет-источник [www.webagro.net](http://www.webagro.net).

УДК 637.531.45

## РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ РЕЖУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПАРЫ «НОЖ-РЕШЕТКА»

<sup>1</sup>Груданов В.Я., д.т.н., профессор, <sup>2</sup>Ходакова С.Н.

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

<sup>2</sup>УО «Могилевский государственный университет продовольствия», г. Могилев  
Республика Беларусь

Впервые выведена формула критерия оценки режущей способности пары «нож-решетка», учитывающая геометрическое соотношение ее конструктивных параметров. Доказано, что данный критерий позволяет оценивать влияние конструктивных особенностей вращающихся ножей и решеток на качество процесса измельчения и энергозатраты.

### Введение

Для дальнейшего совершенствования рабочих органов мясоизмельчительных машин необходимо получить формулу для определения режущей способности, оценивающую конструктивные параметры режущей пары нож-решетка, пригодную для всего типоразмерного ряда волчков и мясорубок [1, 2, 3].

## Основная часть

На основе системного анализа литературных данных для определения основных конструктивных параметров ножа была получена зависимость:

$$\Omega_{\text{ножа}} = f(l_n, \alpha, \beta),$$

где  $\Omega_{\text{ножа}}$  – режущая способность ножа;  $l_n$  – длина режущих кромок зуба ножа, м;  $\alpha$  – угол скольжения, град;  $\beta$  – угол наклона пера, град.

Для оценки конструкции ножевой решетки предложена следующая зависимость:

$$\Omega_{\text{реш}} = f(K, b),$$

где  $\Omega_{\text{реш}}$  – режущая способность ножевой решетки;  $K$  – коэффициент перфорации ножевой решетки;  $b$  – толщина ножевой решетки, м.

При этом отметим, что с увеличением длины  $h_n$  режущих кромок ножа, эффективность его работы повышается. Наличие наклона передней поверхности зуба (пера) ножа  $\beta$  также способствует более интенсивному продвижению измельчаемого сырья через ножевую решетку, а скользящее резание обуславливает более качественное измельчение продукта при минимально возможных затратах энергии за счет угла скольжения  $\alpha$ . Коэффициент перфорации ножевой решетки  $K$  характеризует прежде всего ее пропускную способность: с увеличением  $K$  пропускная способность решетки возрастает.

Толщина ножевой решетки  $b$  отрицательно влияет на работу режущей пары нож-решетка. С учетом вышеизложенного, в качестве критерия оценки режущей способности пары нож-решетка целесообразно предложить зависимость

$$\Omega = K \cdot \frac{l_n}{b \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}, \quad (1)$$

где  $K = \frac{\sum f_o}{F_p}$ , – отношение суммарной площади отверстий к общей площади ножевой решетки.

Из формулы (1) следует, что с увеличением  $K$ ,  $l_n$ ,  $\cos \alpha$  и  $\cos \beta$  и с уменьшением  $b$  критерий оценки возрастает. В разработанной (новой) конструкции режущей пары нож-решетка главные геометрические параметры  $K$ ,  $l_n$ ,  $\cos \alpha$  и  $\cos \beta$  выше, чем в серийной, а толщина новой решетки  $b$  меньше. Поэтому для новой конструкции режущей пары нож-решетка значение критерия  $\Omega$  будет больше.

Экспериментальная проверка критерия оценки режущей способности пары «нож-решетка». В качестве независимых управляемых переменных, характеризующих работу мясорубки, приняты: критерий оценки режущей способности инструмента ( $\Omega$ ); частота вращения ножа ( $n$ ,  $c^{-1}$ ); сила давления на продукт ( $F_{np}$ , Н); усилие затяжки режущего инструмента ( $P_{зат}$ , Н).

Критерий оценки режущей способности пары нож-решетка ( $\Omega$ ) определялся путем измерения геометрических параметров серийных ножа и решетки (рис. 1, 2) и новых ножа и решетки (рис. 3, 4).

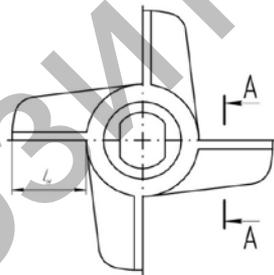


Рисунок 1 – Схема серийного ножа

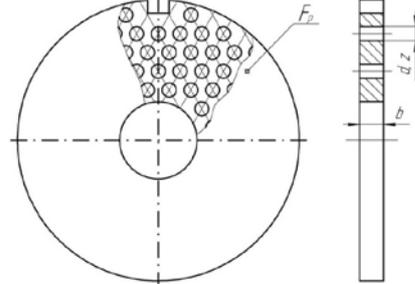


Рисунок 2 – Схема серийной решетки

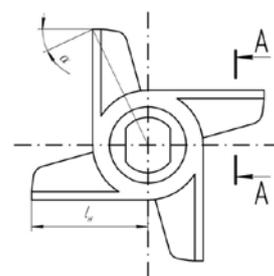


Рисунок 3 – Схема нового ножа

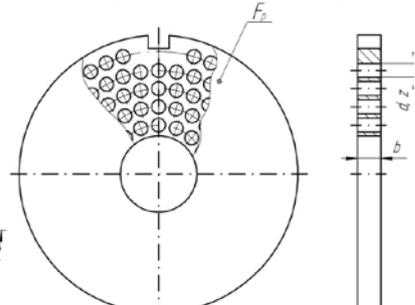


Рисунок 4 – Схема новой решетки

Критерий оценки режущей способности пары нож-решетка ( $\Omega$ ) варьировался в пределах от 1,42 до 4,22, причем:  $\Omega_1$  – серийный нож – серийная решетка с отверстиями, расположенными по ромбиче-

ской сетке ( $\Omega_1 = 1,42$ );  $\Omega_2$  – серийный нож – новая решетка с отверстиями, расположенными по окружности ( $\Omega_1 = 2,03$ );  $\Omega_3$  – новый нож – серийная решетка с отверстиями, расположенными по ромбической сетке ( $\Omega_1 = 2,95$ );  $\Omega_4$  – новый нож – новая решетка с отверстиями, расположенными по окружности ( $\Omega_1 = 4,22$ ).

Таким образом, верхний уровень фактора – 4,22; нижний – 1,42; а средний – 2,03 и 2,95.

Исходные данные:  $F_p$  – полезная площадь решетки,  $m^2$  ( $F_p = 0,0036 m^2$ );  $d_{отв.}$  – диаметр отверстий в решетке, м ( $d_{отв.} = 0,003m$ );  $z$  – количество отверстий в решетке, ( $z_{сер.реш.} = 217$ ,  $z_{нов.реш.} = 233$ ),  $l_n$  – длина режущей кромки зуба ножа, м ( $l_{сер.н} = 0,02m$ ,  $l_{нов.н} = 0,003m$ );  $b$  – толщина ножевой решетки, м ( $b_{сер.реш.} = 0,007m$ ,  $b_{нов.реш.} = 0,006m$ );  $\alpha$  – угол скольжения, град. ( $\alpha_{сер.} = 0^0$ ,  $\alpha_{нов.} = 35^0$ );  $\beta$  – угол наклона пера, град ( $\beta_{сер.} = 0^0$ ,  $\beta_{нов.} = 15^0$ ).

Расчет критериев оценки режущей способности пары «нож–решетка». Коэффициент перфорации ножевой решетки ( $K$ ) определяется отношением суммарной площади отверстий к полезной площади ножевой решетки по формуле

Для серийной ножевой решетки:

$$K_{сер.реш.} = \frac{\sum f_o}{F_p} = \frac{\frac{\pi d_{отв.}^2}{4} Z_{сер.реш.}}{F_p} = \frac{3,14 \cdot 0,003^2 \cdot 217}{0,0036} = 0,425,$$

Для новой ножевой решетки:

$$K_{нов.реш.} = \frac{\sum f_o}{F_p} = \frac{\frac{\pi d_{отв.}^2}{4} Z_{нов.реш.}}{F_p} = \frac{3,14 \cdot 0,003^2 \cdot 233}{0,0036} = 0,465.$$

Критерий оценки режущей способности пары «нож–решетка» ( $\Omega_1$ ) для серийных ножа и решетки с отверстиями, расположенными по ромбической сетке равен

$$\Omega_1 = K \frac{l_n}{b \cos \alpha \cos \beta} = \frac{K_{сер.реш.} l_{сер.}}{b_{сер.реш.} \cos \alpha_{сер.} \cos \beta_{сер.}} = \frac{0,425 \cdot 0,02}{0,006 \cdot 1 \cdot 1} = 1,42.$$

Критерий оценки режущей способности пары «нож–решетка» ( $\Omega_2$ ) для серийного ножа и новой решетки с отверстиями, расположенными по окружности равен

$$\Omega_2 = K \frac{l_n}{b \cos \alpha \cos \beta} = \frac{K_{нов.реш.} l_{сер.}}{b_{нов.реш.} \cos \alpha_{сер.} \cos \beta_{сер.}} = \frac{0,465 \cdot 0,02}{0,0045 \cdot 1 \cdot 1} = 2,03.$$

Критерий оценки режущей способности пары «нож–решетка» ( $\Omega_3$ ) для нового ножа и серийной решетки с отверстиями, расположенными по ромбической сетке равен

$$\Omega_3 = K \frac{l_n}{b \cos \alpha \cos \beta} = \frac{K_{сер.реш.} l_{нов.}}{b_{сер.реш.} \cos \alpha_{нов.} \cos \beta_{нов.}} = \frac{0,425 \cdot 0,03}{0,006 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 2,95.$$

Критерий оценки режущей способности пары «нож–решетка» ( $\Omega_4$ ) для новых ножа и решетки с отверстиями, расположенными по окружности равен

$$\Omega_4 = K \frac{l_n}{b \cos \alpha \cos \beta} = \frac{K_{нов.реш.} l_{нов.}}{b_{нов.реш.} \cos \alpha_{нов.} \cos \beta_{нов.}} = \frac{0,465 \cdot 0,03}{0,0045 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 4,22.$$

Таким образом, критерий оценки режущей способности пары «нож–решетка» ( $\Omega$ ) варьировался в пределах от 1,42 до 4,22, причем верхний уровень фактора – 4,22; нижний – 1,42; а средний – 2,03 и 2,95.

Частота вращения ножа ( $n$ ,  $s^{-1}$ ) изменялась в диапазоне от 3,6 до 4,6 об/мин ( $n_1 = 3,6$  об/мин,  $n_2 = 4$  об/мин,  $n_3 = 4,3$  об/мин,  $n_4 = 4,6$  об/мин), где верхний уровень фактора – 4,6; нижний – 3,6; а средний – 4 и 4,3.

Силу давления на продукт ( $F_{пр}$ , Н) изменяли в диапазоне от 100 до 250 Н ( $F_{пр1} = 100$  Н,  $F_{пр2} = 150$  Н,  $F_{пр3} = 200$  Н,  $F_{пр4} = 250$  Н), где верхний уровень фактора – 250; нижний – 100; а средний – 150 и 200.

Усилие затяжки режущего механизма ( $P_{зат}$ , Н) изменяли в диапазоне от 5,7 Н до 14,3 Н ( $P_{зат1.} = 5,7$  Н,  $P_{зат2.} = 8,6$  Н,  $P_{зат3.} = 11,4$  Н,  $P_{зат4.} = 14,3$  Н), где верхний уровень фактора – 14,3; нижний – 5,7; а средний – 8,6 и 11,4.

Были проведены сравнительные лабораторные и производственные испытания на промышленном волчке типа К6-ФВП-200 серийных и новых конструкций пар «нож–решетка» по данному критерию  $\Omega$ . Зависимости искомых (выходных) параметров (приrost температуры сырья в процессе измельчения  $\Delta t$ ,  $^0C$ ; удельная энергоёмкость мясорубки  $N$ , Втч/кг; производительность мясорубки  $Q$ , кг/ч) от принятых независимых переменных были получены в графическом и расчетном видах.

Выявлено что, формула (1) позволяет объективно оценивать режущую способность режущей пары нож-решетка и сравнивать режущие пары между собой.

### **Заключение**

Впервые выведена формула критерия оценки режущей способности пары «нож-решетка», учитывающая геометрическое соотношение ее конструктивных параметров. В результате теоретических и экспериментальных исследований было доказано, что данный критерий позволяет оценивать влияние конструктивных особенностей вращающихся ножей и решеток на качество процесса измельчения и энергозатраты.

### **Литература**

1. Ивашов, В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: учебное пособие: в 2 ч. / В.И. Ивашов.– СПб.: ГИОРД, 2007. – Ч. 2: Оборудование для переработки мяса. – 464 с.
2. Косой, В.Д. Совершенствование производства колбас (теоретические основы, процессы, оборудование, технология, рецептура и контроль качества) / В.Д. Косой, В.П. Дорохов. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 766 с.
3. Клименко, М.Н. Развитие теории процесса резания мяса и совершенствование машин для измельчения сырья в производстве колбасных изделий: дис. ...д-ра техн. наук: 05.18.12 /М.Н. Клименко – М., 1990. – 460 с.

**УДК 664.726.9**

### **ПРОТИВОТОЧНЫЙ КАСКАДНЫЙ ВИБРОПНЕВМОСЕПАРАТОР ДЛЯ ОЧИСТКИ СЕМЯН РЖИ И ТРИТИКАЛЕ ОТ СПОРЫНЬИ**

**Ермаков А.И., аспирант, Иванов А.В., д.т.н., профессор, Поздняков В.М., ассистент**

*УО «Могилевский государственный университет продовольствия»*

*г. Могилев, Республика Беларусь*

Приведены данные по содержанию рожков спорыньи в семенах ржи и тритикале, выращенных элитопроизводящими хозяйствами Гродненской области в период с 2005 по 2009г., проанализированы возможные способы очистки семян от спорыньи, приведены данные о физических свойствах семян и спорыньи, описан лабораторный каскадный вибропневмосепаратор для очистки семян от трудноотделимых примесей.

### **Введение**

На фоне постоянно растущего спроса на продовольствие, повышение урожайности зерновых культур и, как следствие, валового сбора зерна, является основной задачей сельскохозяйственного производства в Республике Беларусь. Эта задача не может быть решена без модернизации существующих технологий по очистке и хранению семян.

### **Основная часть**

На территории Республики Беларусь сев стараются производить элитными семенами, к которым в соответствии с СТБ 1073-97 предъявляются весьма жесткие требования, как по сортовой чистоте, так и по содержанию в них вредных примесей. Основной такой примесью являются склероции спорыньи: в элитных семенах ржи их может содержаться не более 0,03%, а в элитных семенах тритикале – не более 0,01%. Такие требования связаны с тем, что при поражении колоса спорыньей количество семян в нем снижается на 30-66%, а его масса на 15-45%.

На рисунке 1 представлены значения по содержанию спорыньи в семенах ржи и тритикале, выращенных элитопроизводящими хозяйствами Гродненской области в период с 2005 по 2009 г.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что все семена ржи и тритикале выращенные в данных хозяйствах не соответствуют требованию посевного стандарта и нуждаются в дополнительной очистке, т.к. содержание спорыньи в них не опускается ниже 0,05%, что в 2 раза выше допустимых норм для элитных семян ржи и в 5 раз - тритикале. Следует отметить, что в отдельных партиях содержание рожков спорыньи превышало допустимые значения: во ржи – в 6 раз, а в тритикале – в 20 раз. Основной проблемой выделения спорыньи из семян тритикале и ржи является то, что размеры рожков спорыньи находятся в достаточно широких пределах и полностью перекрывают весь интервал варьирования размеров зерновок тритикале и ржи. По размерам и при помощи воздушного потока можно выделить лишь частично крупную и мелкую спорынью, а ее средняя фракция полностью