

Полезные свойства козьего молока значимы для жизни человека, преимущественно для растущего поколения и людей преклонного возраста.

Высокая питательность козьего молока выражена не только аминокислотным составом, но и большим содержанием в нём кальция, фосфора, кобальта, витаминов А, В, С и D, поэтому оно является хорошей альтернативой коровьему молоку.

Козье молоко в своём составе имеет меньшее количество лактозы (молочного сахара), чем коровье, поэтому оно не вызывает диареи и подходит тем, у кого плохо усваивается лактоза.

Молоко козы имеет значительно более низкие уровни альфа-s1-казеин, что обуславливает его гипоаллергенные свойства и является одной из причин по которой оно может лучше переноситься некоторыми людьми.

Творог из козьего молока имеет ряд достоинств, например, повышенное содержание в нём сбалансированного белка – казеина, который отлично восполняет суточную потребность организма в нём.

Желание разнообразить ассортимент молочного рынка способствует производству продукции с разными вкусами. В частности, использование облепихи позволяет получить продукт с высокой пищевой и биологической ценностью.

Облепиха – прекрасное растение, обладающее лечебно-профилактическими свойствами и известное по всему миру. В ней содержится большое число витаминов и других биологически активных веществ, причем вещества эти сочетаются таким образом, что значительно усиливают действие друг друга.

Плоды и листья облепихи богаты витамином С. Содержатся органические кислоты – яблочная кислота, щавелевая, винная и янтарная от 1 до 4 %. Сахаров в облепихе сравнительно немного – не более 5–6 %.

Сок облепихи оказывает бактерицидное действие на многих инфекционных возбудителей, стимулирует производство пищеварительных ферментов и желчи.

Уникальные полезные свойства облепихи в сочетании с молочным продуктом принесут не только удовольствие от вкусного десерта, но и окажут положительное влияние на общее состояние организма.

Ягоды облепихи измельчить в блендере, добавив мед или сахар. Отдельно взбить творог. Затем ингредиенты соединить, хорошо перемешать, упаковать и опарить на хранение и реализацию.

Подобрана рецептура на «Творожный десерт с облепихой», определено соотношение компонентов на 1000 кг продукции. На производство 600 кг творога будет затрачиваться 3000 л молока-сырья.

Таблица 1. Рецептура творожного десерта

Название молочной продукции	
Компоненты:	Творожный десерт
Творог	600 кг
Облепиха	350 кг
Сахар песок	50 кг
Итого:	1000 кг

В ходе проведения дегустации сделан вывод, что разрабатываемый творожный десерт имеет достаточно выраженный кисломолочный, в меру сладкий, свойственный наполнителю вкус и запах, кремообразную консистенцию, нежно-оранжевый цвет.

Облепиха существенно улучшает здоровье и укрепляет иммунитет, если употреблять ее регулярно. Поэтому в сезон простуд очень желательно включить ягоду в свой рацион. Так же специфический запах облепихи поможет нивелировать запах козьего творога, что может привлечь потребителя.

УДК 637.531.45

Груданов В.Я., доктор технических наук, профессор,
Торган А.Б., кандидат технических наук, доцент, Атрошик М.Д.
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

ОБОСНОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НОЖЕВЫХ РЕШЕТОК ЭМУЛЬСИТАТОРА

На мясоперерабатывающих предприятиях в настоящее время наибольшее применение нашли эмульсаторы немецкой фирмы KARL SHNELL, получившей всемирную известность в пищевой промышленности.

Машины этого немецкого машиностроительного предприятия отличаются традиционной надежностью и постоянными инновациями с целью разработки и создания экономичных аппаратов высокого качества, адаптированных к конкретным технологическим задачам. В настоящее время фирма KS концентрирует свою деятельность на производстве машин и установок для промышленной переработки мясопродуктов, питания животных, деликатесных продуктов, изделий из плавленого сыра и кондитерских изделий [1].

Режущий механизм KS состоит из ножевой головки с 2-мя сменными лезвиями, вращающейся вместе с валом двигателя, и сменной измельчительной решетки, закрепленной неподвижно в режущем корпусе. Благодаря возможности осевой регулировки интервала между ножевыми вставками и измельчительной решеткой можно регулировать производительность, температуру и степень измельчения продукта. Применяются также ножевые головки с 3-мя и 6-ю сменными лезвиями (вставками).

В стандартной опции машины KS входят: 1. Система резки: две ножевые головки (3 или 6 лезвиевые); две заменяемые решетки от 0,5 до 18 мм; регулировочная гайка; двухлопастной выбрасыватель; 2. Микропроцессорное управление; 3. Контроль температуры продукта; 4. Откидная разгрузочная труба; 5. Отдельный пульт управления; 6. Откидная решетка на приемной воронке. Дополнительно могут быть поставлены: 1. Коллоидная головка; 2. Металлоуловитель;

Технические данные эмульсаторов фирмы KARL SHNELL приведены в таблице 1.

Таблица 1. Технические данные эмульсаторов фирмы KS

Модель эмульсатора	Диаметр режущего блока, мм	Объем воронки, л	Число оборотов, об/мин	Мощность двигателя, кВт	Производительность, кг/ч	Масса, кг
FD 225/100	225	165	2975	74	3500	960
FD 225/130	225	165	2960	95	4500	1020
FD 225/140	225	165	2950	107	5500	1050
FV 175/30	175	30	1450/2900	7,5/10	*	500
FV 175/100	175	100	1450/2900	7,5/10	*	950
FV 175/160	175	160	1450/2900	7,5/10	*	1150
F28/F46/F75/F100/KBFG	200/248/320	80-150	2880	21-74	1800-400	570-735
Настольный эмульсатор	86	30	5700	5,5	90-800	85
F/F18/F25	150/200	50	2880	7-18	800-1800	100-210

* – производительность зависит от вида сырья, степени измельчения и диаметра отверстий решеток.

Как видно из таблицы 1 наружный диаметр ножевых решеток изменяется от 86 до 225 мм; диаметр отверстий перфорации ножевых решеток изменяется от 0,5 до 18 мм., а их количество – от 90 до 6000 шт., при этом ножевые головки могут иметь 2, 3 и 6 лезвий(вставок). Анализ конструкции режущего механизма фирмы KS и изучение опыта эксплуатации эмульсаторов этой фирмы на промышленных предприятиях, в частности, на Ошмянском мясокомбинате, свидетельствуют о наличии существенных недостатков в конструкции ножа и ножевых решеток, основные из которых сводятся к следующему:

– при уменьшении диаметра отверстий и увеличении их количества проходное (живое) сечение ножевой решетки уменьшается, что снижает производительность, ухудшает качество продукта и увеличивает удельные энергозатраты;

– ножевые решетки, входящие в стандартный комплект машины имеют одинаковую толщину равную 10 мм., а это означает, что в процессе измельчения сырья каждая ножевая решетка имеет различное гидравлическое сопротивление, причем с уменьшением диаметра отверстий и увеличении их количества гидравлическое сопротивление решетки возрастает, что приводит к резкому увеличению энергозатрат вплоть до остановки машины.

Так, например, расчеты показывают:

– при диаметре отверстий $d_o = 10$ мм. в ножевой решетке с наружным диаметром $D_n = 200$ мм. и количестве отверстий $Z_o = 90$ коэффициент пропускной способности $K = 0,248$;

– при $d_o = 5$ мм.; $Z_o = 362$ шт. и $D_n = 200$ мм.; $K = 0,227$;

– при диаметре отверстий $d_o = 1,2$ мм. в ножевой решетке с наружным диаметром $D_n = 200$ мм и количестве отверстий $Z_o = 5422$ шт., коэффициент пропускной способности $K = 0,195$.

Коэффициент пропускной способности характеризует степень использования рабочей площади ножевой решетки и определяется как отношение суммарной площади отверстий к общей площади ножевой решетки [2], т.е.

$$K = \frac{\sum f_o}{F_p} \quad \text{или} \quad K = \frac{f_o z_o}{F_p}, \quad (1)$$

где $\sum f_o$ – площадь отверстий, мм²; Z_o – количество отверстий, шт.; F_p – площадь ножевой решетки.

С другой стороны, техническая производительность машины определяется по формуле

$$Q_T = S v_o \rho_c \psi_o, \quad (2)$$

где Q_T – техническая производительность эмульсатора кг/ч; S – площадь проходного (живого) сечения ножевой решетки, м²; v_o – скорость продвижения сырья через отверстия ножевой решетки, м/с; ρ_c – плотность сырья кг/м³; ψ_o – коэффициент использования площади отверстий ножевой решетки ($\psi_o = 0,8 \dots 0,9$).

Ножевые решетки входящие в стандартный комплект режущих инструментов эмульсатора, должны иметь равное проходное (живое) сечение между собой, независимо от диаметра отверстий и их количества, при этом геометрические параметры ножевых решеток необходимо связать определенными соотношениями.

Рассмотрим комбинацию из трех ножевых решеток №1, №2 и №3.

Определяем проходное сечение решетки № 1.

$$S_1 = f_1 Z_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} Z_1; \quad (3)$$

Определяем проходное сечение решетки №2.

$$S_2 = f_2 Z_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} Z_2; \quad (4)$$

Определяем проходное сечение решетки №3.

$$S_3 = f_3 Z_3 = \frac{\pi d_3^2}{4} Z_3. \quad (5)$$

По условию $S_1 = S_2 = S_3$

$$\frac{\pi d_1^2}{4} Z_1 = \frac{\pi d_2^2}{4} Z_2 = \frac{\pi d_3^2}{4} Z_3; \quad (6)$$

или

$$d_1^2 Z_1 = d_2^2 Z_2 = d_3^2 Z_3; \quad (7)$$

$$Z_2 = \frac{d_1^2 Z_1}{d_2^2} = Z_1 \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2; \quad (8)$$

и

$$Z_3 = \frac{d_1^2 Z_1}{d_3^2} = Z_1 \left(\frac{d_1}{d_3} \right)^2; \quad (9)$$

Окончательно получаем

$$Z_{n+1} = \left[Z_n \left(\frac{d_n}{d_{n+1}} \right)^2 \right]. \quad (10)$$

где n – порядковый номер ножевой решетки; d – диаметр отверстий в ножевой решетке; Z – количество отверстий в ножевой решетке, а квадратные скобки обозначают целую часть числа.

Таким образом, определение геометрических параметров одной решетки через геометрические параметры другой позволяет получить одинаковое проходное (живое) сечение решеток, входящих в стандартный комплект режущих инструментов.

Гидравлический расчет ножевых решеток. Определение потерь напора или давления является практически важной задачей, связанной с расчетом энергии, которая необходима для перемещения измельчаемого сырья через перфорированную ножевую решетку.

При движении измельчаемого сырья в рабочей камере эмульсатора с учетом потери энергии на преодоление гидравлического сопротивления ножевой решетки уравнение движения среды по закону Бернулли будет иметь следующий вид

$$\frac{P_1 - P_2}{\rho g} + \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} = H_{\text{пот}}, \quad (11)$$

где P_1, P_2 – давление среды соответственно до и после ножевой решетки, Па; V_1, V_2 – скорость сырья соответственно до и после ножевой решетки м/с; ρ – плотность среды, кг/м³; $H_{\text{пот}}$ – потери энергии (напоре) на данном участке рабочей камеры, Па. Линейные потери напора в Па определяются по формуле:

$$H_{\text{л}} = \lambda \frac{l_o}{d_o} \frac{V^2}{2} \rho, \quad (12)$$

где λ – коэффициент трения; l – толщина отверстий перфорации ножевой решетки, м; d_o – диаметр отверстий перфораций ножевой решетки, м; V – скорость движения сырья в отверстиях, м/с.

Величина потерь напора на преодоление местных сопротивлений в Па пропорционально скоростному напору и плотности сырья и определяется как

$$H_{\text{м}} = \sum \xi \frac{V^2}{2} \rho, \quad (13)$$

где ξ – безразмерный коэффициент местного сопротивления.

При прохождении через ножевую решетку сырье вначале испытывает внезапное сужение, а затем – внезапное расширение – местные сопротивления. Таким образом, общие потери давления в рабочей камере можно определить как сумму линейных и местных потерь давления транспортируемого потока сырья

$$H_{\text{пот}} = H_{\text{л}} + H_{\text{м}}, \quad (14)$$

Однако, как показывают расчеты, даже при постоянном значении проходного (живого) сечения с уменьшением диаметра отверстий при увеличении их количества, резко возрастает гидравлическое сопротивление решетки, которое складывается из местных и линейных потерь. Линейные потери в основном определяются длиной отверстия, которая является толщиной решетки. В стандартном комплекте режущих инструментов эмульсаторов все решетки имеют одинаковую толщину. В этом случае потери давления (линейные) $H_{\text{л}}$ можно существенно снизить за счет уменьшения толщины ножевой решетки: при увеличении числа отверстий толщина решетки должна уменьшиться.

Для определения оптимальной толщины решетки проведем следующие вычисления, исходя из условия $H_{\text{л}}^1 = H_{\text{л}}^2 = H_{\text{л}}^3 = \dots$ или $H_{\text{л}}^n = H_{\text{л}}^{n+1} = H_{\text{л}}^{n+2} = \dots$

где n – порядковый номер ножевой решетки, считая от решетки с самыми крупными отверстиями

Для первой решетки

$$H_{\text{л}}^1 = \lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \frac{V_1^2}{2} \rho_1 Z_1, \quad (15)$$

Для второй решетки

$$H_n^2 = \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} \frac{V_2^2}{2} \rho_2 Z_2, \quad (16)$$

Принимаем

$$l_{n+1} = l_n \frac{d_{n+1}}{d_n} \frac{Z_n}{Z_{n+1}}, V_1 = V_2 \text{ и } \rho_1 = \rho_2, \quad (17)$$

Тогда

$$H_n^1 = H_n^2, \quad (18)$$

и

$$\frac{l_1}{d_1} Z_1 = \frac{l_2}{d_2} Z_2, \quad (19)$$

где Z_1 и Z_2 - количество отверстий соответственно в первой и второй решетках,

$$\text{или } l_1 \frac{Z_1}{Z_2} = l_2 \frac{d_1}{d_2}, \quad (20)$$

$$l_2 = l_1 \frac{d_2}{d_1} \frac{Z_1}{Z_2}. \quad (21)$$

В общем виде

$$l_{n+1} = l_n \frac{d_{n+1}}{d_n} \frac{Z_n}{Z_{n+1}}. \quad (22)$$

Таким образом, новую толщину ножевой решетки можно определить в зависимости от первоначальной толщины, количества новых отверстий и с учетом нового диаметра отверстий и в этом случае все решетки, входящие в стандартную комплектацию, будут иметь равное между собой гидравлическое сопротивление по линейным потерям давления.

Используя формулы (21) и (22) можно определить оптимальные параметры новых ножевых решеток, входящих в комплект режущих инструментов эмульсатора, которые представлены в таблице 2.

Из данных таблицы 2 видно, что новые ножевые решетки при диаметрах отверстий 10, 5 и 1,2 мм имеют одинаковое проходное (живое) сечение при $K = \text{const}$ по сравнению с серийными, для которых $K \neq \text{const}$.

Таблица 2. Конструктивные параметры ножевых решеток

№ п/п	Параметр	Обозначение	Серийные решетки			Новые решетки		
1	Наружный диаметр решетки, мм.	D_H	200			200		
2	Общая площадь решетки, мм ² .	F_P	314000			314000		
3	Диаметр отверстий, мм.	d_o	10	5	1,2	10	5	1,2
4	Количество отверстий, шт.	Z_o	90	362	5422	90	397	6887
5	Площадь проходного (живого) сечения, мм ² .	S	77851	71092	61290	77851	77910	77859
6	Коэффициент пропускной способности решетки	K	0,248	0,227	0,195	0,248	0,248	0,248
7	Толщина ножевых решеток, мм.	b	10	10	10	10	5	3

Кроме того, уменьшение толщины у новых решеток с 10 мм до 5 мм и до 3 мм. соответственно обуславливает равенство их гидравлических сопротивлений по линейным потерям давления. Новые ножевые решетки обеспечивают одинаковую производительность эмульсатора.

Заключение. Предложена новая теоретическая формула для расчета геометрических параметров ножевых решеток, входящих в комплект стандартного набора режущих инструментов: данная формула позволяет рассчитывать параметры перфорации одной решетки в зависимости от характеристик другой, что позволяет получить одинаковое проходное (живое) сечение для всего комплекта ножевых решеток. Выполнен гидравлический расчет ножевых решеток и впервые выведена формула для расчета толщины ножевой решетки в зависимости от диаметра и количества отверстий перфорации: формула позволяет подравнять гидравлические сопротивления ножевых решеток, входящих в стандартный набор режущих инструментов.

Список использованной литературы

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. Груданов, В.Я. Мясорубка с новым режущим инструментом./ В.Я. Груданов, Г.И. Белохвостов //Питание и общество. – 1994. – №3. С. 32–36.

УДК 637.513.48

**Груданов В.Я., доктор технических наук, профессор,
Бренч А.А., кандидат технических наук, доцент**
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖУЩЕГО МЕХАНИЗМА
ЭМУЛЬСИТАТОРА**

Для тонкого измельчения мясного сырья при производстве колбасных изделий в ряде случаев применяются эмульситаторы. Данные машины оснащены режущим механизмом, состоящим из вращающейся с валом двигателя ножевой головки, оснащенной 3-мя или 6-ю сменными лезвиями (вставками) и решеткой, закрепляемой в корпусе режущей камеры. [1]

В работе эмульситаторов часто наблюдается ухудшение качества отрезания и затаскивание пленок и волокон в образующийся между ножом и решеткой зазор: необходимо постоянное плотное прилегание вращающихся ножей к плоскостям решеток, что в свою очередь приводит к более интенсивному износу трущейся пары и к снижению эксплуатационной надежности машины.

При скользящем резании сопротивление перерезанию волокон и стенок клеток продукта уменьшается с возрастанием угла скольжения. Однако, в системе «нож-решетка» необходимо использовать не только законы скользящего резания, но и максимальную длину режущей кромки лезвия.

В предлагаемой конструкции ножа режущая кромка лезвия проходит по касательной к внутренней окружности посадочного отверстия решетки $R_{\text{вн}}$. В этом случае длина режущей кромки лезвия (l_1) будет максимальной, а коэффициент скольжения K_{β} – наибольшим.

Таким образом, расположение режущей кромки лезвия наклонно по касательной к внутренней окружности посадочного отверстия $R_{\text{вн}}$ ножевой решетки позволяет получить наибольшую длину лезвия и, как следствие, создать наилучшие условия для скользящего резания и процесса измельчения в целом.

В предлагаемой конструкции оптимальная длина режущей кромки лезвия ножа определяется по формуле

$$l_1 = \sqrt{b^2 + 2R_{\text{н}}(R_{\text{н}} - b)}$$

где b – ширина кольца (рабочей поверхности решетки).

Получено уравнение, которое позволяет определить затраты мощности, зная реологические характеристики измельчаемого продукта и геометрические параметры режущей пары, что дает возможность интенсифицировать процесс для создания оптимальных условий тонкого измельчения мясного сырья в эмульситаторах [1,3].

Режущие кромки лезвий ножа выполнены наклонно по касательной к внутреннему радиусу ножевой решетки и имеют максимальную длину, что обеспечивает высококачественный процесс скользящего резания [2].