

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУДИНКИ И ПАШИНКИ ОТКОРМОЧНОГО МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ВЕСОВЫХ КОНДИЦИЙ

А. С. ПЕТРУШКО, Д. Н. ХОДОСОВСКИЙ, А. А. ХОЧЕНКОВ,
Т. А. МАТЮШОНОК

РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163

О. М. СЛИНЬКО

ГП «Совхоз-комбинат «Заря»,
Мозырский район, Республика Беларусь, 247781

(Поступила в редакцию 24.03.2025)

В статье рассматриваются показатели реологических характеристик грудинки и пашины, полученных от молодняка свиней различных весовых кондиций. В результате проведенных нами исследований изучены удельное усилие резания, предельное напряжение сдвига и адгезионное напряжение мясной и салыной части грудинки и пашины. При проведении испытаний установлены реологические свойства свиной грудинки и пашины полученных от туш свиней массой 80–100, 100–120 и 120–140 кг. В мясной части грудинки удельное усилие резания (*Ррез.*) составило от 526,4 до 761,8 Н/м, предельное напряжение сдвига (Θ_0) – от 16,3 до 104,3 кПа, адгезионное напряжение (σ адг.) – от 3,5 до 9,0 кПа, в салыной части показатели этих значений составили соответственно, от 360,0 до 585,4 Н/м *Ррез.*, от 5,9 до 55,4 кПа Θ_0 и от 2,2 до 8,1 кПа σ адг. В мясной части пашины удельное усилие резания (*Ррез.*) составило от 407,0 до 667,6 Н/м, предельное напряжение сдвига (Θ_0) – от 16,2 до 170,8 кПа, адгезионное напряжение (σ адг.) – от 1,3 до 3,3 кПа, в салыной части показатели этих значений составили соответственно, от 82,1 до 623,6 Н/м *Ррез.*, от 4,5 до 21,4 кПа Θ_0 и от 1,5 до 3,1 кПа σ адг. Соответственно с повышением предубойной массы особей удельное усилие резания и предельное напряжение сдвига увеличиваются. На адгезионное напряжение этот фактор действует менее значимо. Полученные результаты исследований реологических характеристик грудинки и пашины молодняка свиней различных весовых кондиций предоставят возможность объективно оценить технологические свойства данных видов сырья с учетом его дальнейшего использования, оптимизировать параметры отдельных технологических операций, прогнозировать изменения свойств мясных систем в процессе производства, улучшить качество готового продукта – предотвратить возможность возникновения технологических дефектов, получаемых в процессе производства мясной продукции.

Ключевые слова: реологические характеристики, грудинка, пашина, мясная часть, салыная часть, удельное усилие резания, предельное напряжение сдвига, адгезионное напряжение.

The article considers the rheological characteristics of brisket and flank obtained from young pigs of different weight conditions. As a result of our studies, the specific cutting force, ultimate shear stress and adhesive stress of the meat and fat parts of the brisket and flank were studied. During the tests, the rheological properties of pork brisket and flank obtained from pig carcasses weighing 80–100, 100–120 and 120–140 kg were established. In the meat part of the brisket, the specific cutting force was from 526.4 to 761.8 N/m, the ultimate shear stress (Θ_0) was from 16.3 to 104.3 kPa, the adhesive stress was from 3.5 to 9.0 kPa, in the fatty part, these values were, respectively, from 360.0 to 585.4 N/m of specific cutting force, from 5.9 to 55.4 kPa Θ_0 and from 2.2 to 8.1 kPa of adhesive stress. In the meat part of the flank, the specific cutting force was from 407.0 to 667.6 N/m, the ultimate shear stress (Θ_0) was from 16.2 to 170.8 kPa, the adhesive stress was from 1.3 to 3.3 kPa, in the fat part, these values were from 82.1 to 623.6 N/m of specific cutting force, from 4.5 to 21.4 kPa Θ_0 and from 1.5 to 3.1 kPa of adhesive stress, respectively. With an increase in the pre-slaughter weight of individuals, the specific cutting force and ultimate shear stress increase. This factor has a less significant effect on the adhesive stress. The obtained results of the studies of the rheological characteristics of the brisket and flank of young pigs of different weight conditions will provide an opportunity to objectively evaluate the technological properties of these types of raw materials taking into account their further use, optimize the parameters of individual technological operations, predict changes in the properties of meat systems during the production process, improve the quality of the finished product – prevent the possibility of technological defects obtained in the process of meat product production.

Key words: rheological characteristics, brisket, flank, meat part, fat part, specific cutting force, ultimate shear stress, adhesive stress.

Введение. В настоящее время свиная грудинка и пашина являются одним из высококалорийных и сытных продуктов для множества блюд, отличным источником энергии и незаменимых жирных кислот. В них содержится оптимальное соотношение жиров и белков, которые оказывают положительное воздействие на организм человека. Благодаря составу данные продукты незаменимы в питании и детей и взрослых. Они отличаются содержанием широкого спектра витаминов, наличием холина и внушительного перечня минеральных соединений.

Регулярное употребление грудинки и пашины укрепляет иммунитет, костную ткань, оказывает благоприятное воздействие на кожу, волосы, способствует омоложению. Данные продукты улучшают работу желудочно-кишечного тракта, активизируют выделение желудочного сока. Свиная грудинка и пашина используются для жарки, варки, тушения, копчения, соления, а в промышленном производстве – при приготовлении сыровяленых и сырокопчёных колбасных изделий [1, 2, 3, 4].

Пищевая индустрия XXI века стремительно развивается, более чем втрое за последние годы возросла доходность пищевой промышленности, что позволило сделать её конкурентоспособной по мировым меркам. С возрастающей конкуренцией в этой области многие предприятия уделяют все большее внимание проблемам экономической эффек-

тивности и качеству производимой ими продукции. Как известно, различные пищевые продукты обладают не только разнообразным химическим составом, но и различными свойствами, что влияет на качество продукции.

Реология (от греч. *rheos* – течение, поток и *logos* – слово, учение) – наука о деформациях и текучести вещества. Рассматривает процессы, связанные с необратимыми остаточными деформациями и течением разнообразных вязких и пластичных материалов, явления релаксации напряжений и т.д.

Реология тесно связана с гидромеханикой, теориями упругости, пластичности и ползучести, в ней широко пользуются методами вискозиметрии. Сырье или полученные готовые продукты, реологические характеристики которых неудовлетворительны, не смогут быть реализованы, т.к. внешний вид и содержание продуктов не будут соответствовать высокому качеству.

Реологические явления проявляются во многих природных процессах и в большом числе технологических. Данное направление является актуальным и перспективным для специалистов в изучении и применении знаний на производстве и в научно-исследовательской деятельности.

В зависимости от поставленной задачи, исследованные реологические характеристики могут быть использованы для определения качества готового продукта, регулирования параметров технологического процесса производства и т.п. [5].

Успехи в области реологии пищевых продуктов, достигнутые отечественными и зарубежными исследователями, обуславливают все более широкое использование реологических методов в промышленности на качественно новой основе.

Эти методы применяются не только в известных случаях, таких как изучение физических величин и расчет движения продуктов в рабочих органах технологических машин, но и для оценки ряда технологических, в том числе и качественных, показателей сырья и готовых продуктов, имеющих существенное значение для совершенствования технологических приемов обработки сырья, а также применяемой в производстве техники [6].

В связи с вышеизложенным, наши исследования были направлены на проведение исследований реологических характеристик грудинки и пашинки молодняка свиней различных весовых кондиций.

Цель работы: провести реологические исследования грудинки и пашинки, полученные от молодняка различных весовых кондиций.

Основная часть. Контрольный убой подопытного молодняка проводили на ОАО «Борисовский мясокомбинат» и в убойном цехе ГП «Совхоз-комбинат «Заря» Мозырского района Гомельской области. Оценку реологических характеристик грудинки и пашинки, полученных при контрольном убое, проводили в лаборатории технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». Для реологических испытаний использовались грудинка и пашинка, полученная от трёхпородных помесей йоркшир х ландрас х дюрок (Й х Л х Д) следующих весовых кондиций: 80–100, 100–120 и 120–140 кг. Исследования проводились на мясной и сальной части вышеперечисленных продуктов по таким показателям как удельное усилие резания, предельное напряжение сдвига и адгезионное напряжение.

Определение удельного усилия резания проводили на анализаторе текстуры «Brookfield CT3» (Brookfield, США) по методике А. С. Максимова и В. Я. Черных [7, с. 116–119] при следующих параметрах испытания: усилие касания $F_k=10$ г, скорость нагружения (движения) индентора $V=0.5$ мм/с, глубина внедрения индентора в образец принята $H=15$ мм. В качестве индентора (измерительного инструмента) использовали металлический нож с длиной 70 мм и толщиной у основания 0,15 мм.

Усилие резания, отнесённое к единице длины режущей кромки ножа и направленное по вектору скорости ножа, называют удельным, $P_{рез.}$, Н/м, и определяют по формуле (1):

$$P_{рез.} = \frac{F_{рез.х} \cdot 0,00981}{L}, \quad (1)$$

где $F_{рез.}$ – максимальное значение силы резания, г; 0,00981 – коэффициент пересчёта силы резания в Н; L – длина ножа, м.

Определение предельного напряжения сдвига проводили на анализаторе текстуры «Brookfield CT3» (Brookfield, США) по методике А. С. Максимова и В. Я. Черных [7, с. 142–148], при следующих параметрах испытания: усилие касания $F_k=1$ г, скорость нагружения (движения) индентора $V=1$ мм/с, глубина внедрения индентора в образец принята $H=15$ мм, наличие реверсионного движения с аналогичными характеристиками. В качестве индентора (измерительного инструмента) используют конус с углом при вершине $\alpha+60^\circ$.

Предельное напряжение сдвига, θ_0 , Па, определяют по формуле (2):

$$\theta_0 = K \times \frac{F \times 0,00981}{H^2}, \quad (2)$$

где K – константа, зависящая от угла α при вершине конуса ($K = 0,414$ для конуса с углом $\alpha = 60^\circ$); F – максимальное значение силы, приложенной вдоль конуса, г; $0,00981$ – коэффициент пересчёта силы, приложенной вдоль конуса, в Н; H – глубина внедрения идентора, м.

Адгезионное напряжение определяли на анализаторе текстуры «Brookfield СТЗ» по методике А. С. Максимова и В. Я. Черных [7, с. 148–154], путём измерения усилия отрыва идентора от исследуемого образца, при следующих параметрах испытания: усилие касания $F_K = 10$ г, скорость нагружения (движения) идентора $V = 0,5$ мм/с, длительность стабилизации $\tau = 10$ с, глубина внедрения идентора в образец принята $H = 15$ мм. В качестве идентора (измерительного инструмента) используют цилиндр эбонитовый диаметром 12,7 мм.

Адгезионное напряжение $\sigma_{\text{адг.}}$, Па, определяли по формуле (3):

$$\sigma_{\text{адг.}} = \frac{F_{\text{отр.}} \times 0,00981}{S}, \quad (3)$$

где $F_{\text{отр.}}$ – усилие отрыва идентора от образца, г.; $0,00981$ – коэффициент пересчёта усилия отрыва в Н; S – площадь контакта, м^2 .

Площадь контакта, S , м^2 определяли по формуле (4):

$$S = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad (4)$$

где D – диаметр идентора, м.

Резание относится к важнейшим технологическим операциям при производстве пищевых продуктов. Основным показателем, характеризующим процесс резания, является удельное усилие резания, которое зависит как от физико-механических свойств материала, так и от формы и размеров применяемого инструмента [8].

В табл. 1 представлены полученные результаты, отражающие зависимость прилагаемой силы от глубины погружения ножа в испытываемые образцы.

Наши исследования показали, что наиболее мягкой была мясная часть грудинки свиней со сдаточной массой 80–100 кг на 28,8 % (526,4 против 739,7 Н/м) по сравнению со сверстниками массой 100–120 кг и с массой 120–140 кг – на 30,9 % (526,4 против 761,8 Н/м) соответственно. Однако, по этому показателю наблюдается превосходство молодняка с массой 100–120 кг над аналогами с массой 120–140 кг на 2,9 % (739,7 против 761,8 Н/м).

Таблица 1. Удельное усилие резания ($P_{\text{рез}}$) мясной и салыной части грудинки и пашины молодняа свиней различных сдаточных масс, Н/м

Сдаточная масса, кг	Грудинка	
	Мясная часть	Салыная часть
80–100	526,4	365,5
100–120	739,7	585,4
120–140	761,8	360,0
	Пашинка	
80–100	631,1	82,1
100–120	667,6	623,6
120–140	407,0	173,8

Согласно нашим исследованиям, в салыной части грудинки превосходство наблюдалось в группе подсвинков с массой 120–140 кг на 1,5 % (360,0 против 365,5 Н/м) над сверстниками с массой 80–100 кг и на 38,5 % (360,0 против 585,4 Н/м) по сравнению с аналогами со сдаточной массой 100–120 кг. Однако подсвинки с массой 80–100 кг превосходили своих сверстников массой 100–120 кг по этому показателю на 37,6 % (365,5 против 585,4 Н/м).

В ходе эксперимента выявлено, что в мясной части пашины наблюдается преимущество откормочников со сдаточной массой 120–140 кг над аналогами с массой 80–100 и 100–120 кг на 35,5 % (407,0 против 631,1 Н/м) и на 39 % (407,0 против 667,6 Н/м) соответственно. Однако, по этому показателю отмечается превосходство молодняа с массой 80–100 над аналогами с массой 100–120 кг на 5,5 % (631,1 против 667,6 Н/м).

При проведении эксперимента выявлено, что в салыной части пашины в группе молодняа свиней со сдаточной массой 80–100 кг наблюдалось превосходство по этому показателю в отношении сверстников массой 100–120 кг на 86,8 % (82,1 против 623,6 Н/м) и 120–140 кг на 52,8 % (82,1 против 173,8 Н/м). Аналогичная тенденция прослеживалась и в отношении подсвинков с массой 120–140 кг по отношению к животным с массой 100–120 кг – 72,1 % (173,8 против 623,6 Н/м).

Предельное напряжение сдвига (θ_0) неразрушенной структуры, является одной из основных реологических характеристик пищевых продуктов. Предельным напряжением сдвига называется минимальное напряжение, при котором происходит пластическое или вязкое течение материала. Предельное напряжение сдвига определяет способность материала сохранять свою форму под действием сил тяжести и данный показатель, как сдвиговое реологическое свойство, принято

считать основным. С его помощью оценивают качество продукта, обосновывают оптимальные технологические условия процессов [8, 9].

Результаты анализа предельного напряжения сдвига мясной и салыной части грудинки и пашины молодняка свиней различных сдаточных масс представлены в табл. 2.

Таблица 2. Предельное напряжение сдвига (θ_0) мясной и салыной части грудинки и пашины молодняка свиней различных сдаточных масс, кПа

Сдаточная масса, кг	Грудинка	
	Мясная часть	Салыная часть
80–100	16,3	7,4
100–120	44,3	5,9
120–140	104,3	55,4
	Пашинка	
	Мясная часть	Салыная часть
80–100	16,2	10,5
100–120	36,1	4,5
120–140	170,8	21,4

В ходе наших исследований выявлено, что наиболее нежной оказалась мясная часть грудинки откормочников со сдаточной массой 80–100 кг по сравнению с аналогами с массой 100–120 и 120–140 кг на 63,2 % (16,3 против 44,3 кПа) и на 84,4 % (16,3 против 104,3 кПа) соответственно. Однако, по этому показателю наблюдается превосходство молодняка с массой 100–120 кг над аналогами с массой 120–140 кг на 57,5 % (44,3 против 104,3 кПа).

В ходе наших исследований выявлено, что в салыной части грудинки наблюдается преимущество откормочников со сдаточной массой 100–120 кг над аналогами с массой 80–100 и 120–140 кг на 20,3 % (5,9 против 7,4 кПа) и на 89,4 % (5,9 против 55,4 кПа) соответственно. Однако, по этому показателю отмечается превосходство молодняка с массой 80–100 кг над аналогами с массой 120–140 кг на 86,6 % (7,4 против 55,4 кПа).

Согласно нашим исследованиям, предельное напряжение сдвига в мясной части пашины в группе молодняка свиней со сдаточной массой 80–100 кг составило 16,2 кПа и превосходило по этому показателю сверстников массой 100–120 и 120–140 кг на 55,1 и 90,5 % (16,2 против 36,1 и 170,8 кПа) соответственно. Однако подвинки с массой 100–120 кг превосходили своих аналогов массой 120–140 кг по этому показателю на 78,9 % (36,1 против 170,8 кПа).

При проведении реологических испытаний салыной части пашины выявлено, что предельное напряжение сдвига в группе молодняка свиней со сдаточной массой 100–120 кг достигало 4,5 кПа и превосходило

по этому параметру сверстников массой 80–100 кг на 57,1 % (4,5 против 10,5 кПа) и 120–140 кг на 79 % (4,5 против 21,4 кПа). Аналогичная тенденция прослеживалась и в отношении подсвинков с массой 80–100 кг по отношению к животным с массой 120–140 кг – 51 % (10,5 против 21,4 кПа).

Важной реологической характеристикой мясного сырья и мясных систем является показатель адгезии (липкости), который определяет связность структуры готового продукта. Величина адгезии, как поверхностного свойства, частично может характеризовать консистенцию продукта. Адгезия обнаруживается при разделении разнородных тел, соприкасающихся своими поверхностями, как усилие, противодействующее разделению (отрыву) [8, 10].

В табл. 3 представлены данные по адгезионному напряжению мясной и салыной части грудинки и пашинки молодняка свиней различных сдаточных масс.

Таблица 3. Адгезионное напряжение ($\sigma_{адг.}$) мясной и салыной части грудинки и пашинки молодняка свиней различных сдаточных масс, кПа

Сдаточная масса, кг	Грудинка	
	Мясная часть	Салыная часть
80–100	3,6	2,2
100–120	3,5	2,3
120–140	9,0	8,1
	Пашинка	
80–100	1,3	3,1
100–120	3,3	2,0
120–140	2,1	1,5

Что касается адгезионного напряжения мясной части грудинки, то по этому показателю молодняк со сдаточной массой 100–120 кг превосходил своих сверстников с массой 80–100 кг на 2,8 % (3,5 против 3,6 кПа) и с массой 120–140 кг – на 61,1 % (3,5 против 9,0 кПа) соответственно. Тем не менее здесь прослеживается превосходство животных с массой 80–100 кг над аналогами с массой 120–140 кг на 60 % (3,6 против 9,0 кПа).

При исследовании данного показателя в салыной части грудинки выявлено, что превосходство наблюдалось в группе подсвинков с массой 80–100 кг на 4,4–72,8 % (2,2 против 2,3 и 8,1 кПа) над сверстниками с массой 100–120 и 120–140 кг соответственно. Следует отметить, что по этому параметру животные с массой 100–120 кг превосходили сверстников с массой 120–140 кг на 71,6 % (2,3 против 8,1 кПа).

В ходе наших исследований выявлено, что по адгезионному напряжению в мясной части пашины преимущество откормочников со сдаточной массой 80–100 кг над аналогами с массой 100–120 и 120–140 кг составило 60,6 % (1,3 против 3,3 кПа) и на 38,1 % (1,3 против 2,1 кПа) соответственно. Однако, по этому показателю наблюдается превосходство молодняка с массой 120–140 над аналогами с массой 100–120 кг на 36,4 % (2,1 против 3,3 кПа).

Согласно нашим исследованиям, адгезионное напряжение сальной части пашины в группе молодняка свиней со сдаточной массой 120–140 кг составило 1,5 кПа и превосходило по данному параметру аналогов с массами 80–100 и 100–120 кг на 51,6–25 % (1,5 против 3,1 и 2,0 кПа) соответственно. Однако, по этому показателю наблюдается превосходство молодняка с массой 100–120 кг над аналогами с массой 80–100 кг на 35,5 % (2,0 против 3,1 кПа).

Как видно из вышеприведенных результатов удельное усилие резания (Ррез.) мясной части грудинки изменялось от 526,4 до 761,8 Н/м, сальной – от 360,0 до 585,4 Н/м. Предельное напряжение сдвига (θ_0) мясной части – от 16,3 до 104,3 кПа, сальной части – от 5,9 до 55,4 кПа. Удельное усилие резания (Ррез.) мясной части пашины изменялось от 407,0 до 667,6 Н/м, сальной – от 82,1 до 623,6 Н/м. Предельное напряжение сдвига (θ_0) мясной части грудинки от 16,3 до 104,3 кПа, сальной части – от 5,9 до 55,4 кПа. Предельное напряжение сдвига (θ_0) мясной части пашины изменялось от 16,2 до 170,8 кПа, сальной – от 4,5 до 21,4 кПа. Адгезионное напряжение ($\sigma_{адг.}$) мясной части грудинки изменялось от 3,5 до 9,0 кПа, сальной части – от 2,2 до 8,1 кПа, а мясной части пашины – от 1,3 до 3,3 кПа и сальной – от 1,5 до 3,1 кПа. Установлено, что с повышением предубойной массы особей удельное усилие резания и предельное напряжение сдвига увеличиваются. Однако в сальной части грудинки и мясной части пашины наблюдается снижение по этим показателям, на адгезионное напряжение этот фактор действует менее значимо.

Заключение. Установлены реологические свойства свиной грудинки и пашины полученных от туш свиней массой 80–100, 100–120 и 120–140 кг. В мясной части грудинки удельное усилие резания (Ррез.) составило от 526,4 до 761,8 Н/м, предельное напряжение сдвига (θ_0) – от 16,3 до 104,3 кПа, адгезионной напряжение ($\sigma_{адг.}$) – от 3,5 до 9,0 кПа, в сальной части показатели этих значений составили соответственно, от 360,0 до 585,4 Н/м Ррез., от 5,9 до 55,4 кПа θ_0 и от 2,2 до

8,1 кПа σ адг. В мясной части пашины удельное усилие резания (През.) составило от 407,0 до 667,6 Н/м, предельное напряжение сдвига (Θ_0) – от 16,2 до 170,8 кПа, адгезионное напряжение (σ адг.) – от 1,3 до 3,3 кПа, в салыной части показатели этих значений составили соответственно, от 82,1 до 623,6 Н/м През., от 4,5 до 21,4 кПа Θ_0 и от 1,5 до 3,1 кПа σ адг. соответственно. С повышением предубойной массы особей удельное усилие резания и предельное напряжение сдвига увеличиваются. На адгезионное напряжение этот фактор действует менее значимо. Полученные результаты исследований реологических характеристик грудинки и пашины молодняка свиней различных весовых кондиций предоставят возможность объективно оценить технологические свойства данных видов сырья с учетом его дальнейшего использования, оптимизировать параметры отдельных технологических операций, прогнозировать изменения свойств мясных систем в процессе производства, улучшить качество готового продукта – предотвратить возможность возникновения технологических дефектов, получаемых в процессе производства мясной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свинная грудинка – калорийность, белки, жиры, углеводы и рецепты с продуктом на NUR. KZ / [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nur.kz/food/ingredients/pork-belly/>.
2. Грудинка, сочетания, состав, рецепты и интересные факты / [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.edimdoma.ru/encyclopedia/ingredients/1255-grudinka.
3. Свинная грудинка: описание, особенности, рецепты и полезные свойства / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://food.ru/products/318-svinaia-grudinka>.
4. Пашинка – что это, особенности и любопытные факты / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://food.ru/encyclopedia/terms/210-pashinka>.
5. Реология/краткий курс лекций для студентов 2 курса направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции/ Сост.: Н. Л. Моргунова // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2018. – 43 с.
6. Реологические методы для объективной оценки качества свинины / Ю. В. Татулов [и др.] // Мясная индустрия. – 2008. – № 10. – С. 11–14.
7. Максимов, А. С. Реология пищевых продуктов. Лабораторный практикум / А. С. Максимов, В. Я. Черных. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 176 с.
8. Ходорева, О. Г. Структурно-механические и функционально-технологические свойства субпродуктов говяжьих / О. Г. Ходорева, К. А. Марченко, С. А. Гордынец // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. науч. тр. / РУП «Институт мясо-молочной промышленности»; редкол. Г. В. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2023. – Вып. 17. – С. 246–254.
9. Тимошенко, Н. В. Методические указания к лабораторно-практическим работам по дисциплине «Реология» для бакалавров, обучающихся по направлению 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» / Н. В. Тимошенко, А. М. Патиева, А. А. Нестеренко. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 75 с.
10. Жаринов, А. И. Явление адгезии в технологии мясопродуктов: механизм, значение, способы регулирования / А. И. Жаринов, Ю. А. Матвеев // Всё о мясе. – 2017. – №3. – С. 40–42.