

Текстурные характеристики охлажденного и замороженного мяса курицы и индейки

Мария М. Момчилова,	¹	masha821982@abv.bg
Габор И. Живанович,	¹	g.zsivanovits@canri.org
Динко Г. Йорданов,	²	d_yordanov@uft-plovdiv.bg
Людмила В. Антипова	³	antipova.l54@yandex.ru
Иван И. Марков	³	ivan_marcov@abv.bg
Сергей А. Титов	⁴	125titov@mail.ru

¹ Институт исследования и развития продуктов питания, Пловдив; Болгария 4003; бул. Васил Априлов 154

² Университет пищевых технологий, Пловдив; Болгария; бул. Марица 26

³ кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

⁴ кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Цель исследования состоит в определении структурных характеристик текстуры охлажденного и замороженного мяса кур и индеек. Объектом исследования были куриная и индюшиная грудки и ножки в замороженном и охлажденном состоянии. Исследования осуществляли с помощью двух методов – анализ профиля текстуры (ТРА) и сдвига Warner-Bratzler (WB). Общий химический состав определили по методам: общий белок – по Кьельдалю, углеводы, жиры и общую золу в соответствии с известными методами. Образцы близки по содержанию белка в идентичных анатомических участках, имеют некоторые отличия в содержании жира и минеральных веществ. Результаты исследования показывают, что содержание воды в ножках и грудках индейки ниже по сравнению с курицей при примерно одинаковом содержании белка. По данным дисперсионного анализа (ANOVA), наблюдалась статистическая разница между сдвигами силами охлажденных и замороженных куриных ножек, но никаких достоверных отличий в результатах сдвиговых характеристик охлажденных и замороженных образцов куриной грудки не обнаружено. Параметры, полученные методом Уорнера–Братцлера хорошо коррелируют с характеристиками прочности, жилистости и твердости, полученные методом анализа текстурного профиля. Полученные результаты свидетельствуют о том, что исследуемые образцы имеют разные текстурные характеристики в зависимости от вида мяса и термического состояния. Методы Уорнера–Братцлера и метод АТП в сочетании с другими, могут быть использованы для определения в каком термическом состоянии (охлажденном или замороженном) находилось мясо индейки и курицы.

Ключевые слова: мясо, индейка, курица, замороженное, охлажденное, методы оценки прочностных характеристик

Textural characteristics of fresh and frozen meat chicken and turkey

Mariya M. Momchilova	¹	masha821982@abv.bg
Gabor I. Živanović	¹	g.zsivanovits@canri.org
Dinko G. Yordanov	²	d_yordanov@uft-plovdiv.bg
Lyudmila V. Antipova	³	antipova.l54@yandex.ru
Ivan I. Markov	³	ivan_marcov@abv.bg
Sergei A. Titov	⁴	125titov@mail.ru

¹ Institute of research and development of food products, Plovdiv, Bulgaria

² University of food technologies, Plovdiv, Bulgaria

³ technology of products of animal origin department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394036, Russia

⁴ physics, heating and combined heat and power department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394036, Russia,

Summary. The purpose of the study is to determine the structural characteristics of the texture of chilled and frozen meat of chickens and turkeys. The object of the study were chicken and turkey breast and legs frozen and refrigerated. Research was carried out using two methods - the analysis of the profile of texture (TPA) and shear Warner-Bratzler (WB). The total chemical composition determined by methods: total protein - Kjeldahl, carbohydrates, fats and total ash down in the relevant known methods. Samples have similar protein containing identical anatomical sites, have some differences in the content of fat and minerals. The results show that the water content of the turkey breasts and legs lower than with the chicken at about equal protein content. According to analysis of variance (ANOVA), a statistical difference was observed between the shear forces of refrigerated and frozen chicken legs, but no significant differences in the results of the shear characteristics of the refrigerated and frozen chicken breast samples were detected. Parameters produced by Warner-Bratzler correlates well with the characteristics of strength, hardness and wiry, obtained by texture profile analysis. The results indicate that the test samples have different textural characteristics depending on the type of meat and the thermal state. Methods of Warner-Bratzler and ATP method in combination with others, may be used to determine in which the thermal state (chilled or frozen) were meat turkey and chicken.

Keywords: meat, turkey, chicken, frozen, chilled, methods of evaluation of strength characteristics

Для цитирования

Момчилова М., Живанович Г., Йорданов Д., Антипова Л. В., Марков И., Титов С. А. Текстурные характеристики охлажденного и замороженного мяса курицы и индейки // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 194–200. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-194-200

For citation

Momchilova M, Živanović G, Yordanov D., Antipova L. V., Markov I., Titov S. A. Textural characteristics of fresh and frozen meat chicken and turkey. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 194–200. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-194-200

Введение

Некоторыми из наиболее важных сенсорных качеств мяса являются: внешний вид, сочность, вкус, текстура и консистенция (Barton-Gade et al. 1988). Текстурные показатели мяса птицы во многом зависят от зоотехнических особенностей, таких как диета, возраст и анатомические характеристики, например типа мышц животных (Huff & Parrish, 1993; Ouali, 1990; Zamora, 1997). Текстурные характеристики оценивают по различным показателям, которые варьируют в зависимости от цели исследования (например, твердость, прочность, эластичность, жилистость сочность (Szczesniak, 1963) и липкость).

Текстура представляет собой сенсорный индикатор, который может быть более точен, чем органолептические органы чувств человека.

При инструментальной оценке текстуры мяса часто используют текстурометры – устройства, которые анализируют сопротивление тканей как при сдвиге так и при сжатии образца (Huidobro et al. 2005). Наиболее распространенный метод, который обычно используется в качестве индикатора сенсорной твердости, это тест сдвига Уорнер-Братцлер (Bratzler, 1932; Warner, 1928). Это один из немногих методов, используемых для исследования сырого мяса и дающих объективную информацию о работе сил сдвига.

Другой распространенный метод изучения текстурных показателей – анализ профиля текстуры (Guerrero & Guárdia, 1999), которой редко используется для научных разработок при исследовании сырого мяса. Этот метод позволяет определить более широкий спектр текстурных показателей, таких как твердость, прочность, эластичность, резиристость, жилистость и липкость (Ruiz de Huidobro et al., 2001). Цель настоящей работы состоит в сравнительной оценке инструментальных методов определения текстуры (WB или ТРА) сырого, охлажденного и замороженного мяса птицы.

1.1 Материалы и методы.

Объектом исследования были куриная и индюшиная грудки и ножки в замороженном и охлажденном состоянии.

Образцы были закуплены в специализированном магазине при соблюдении сроков хранения, указанных на этикетках, в замороженном и охлажденном видах.

Замороженные образцы оттаивали на воздухе при температуре 15 °С до температуры в толще 0–4 °С. Измерение образцов проводили при температуре 10–12 °С. Мясо обваливали и нарезали кубиками размером по ширине, длине, высоте соответственно 30 × 30 × 15 мм для измерения профиля текстуры куски прямоугольной формы с размерами 30 × 60 × 15 мм в соответствии с определением текстуры методом Уорнера-Братцлера (WB).

Физико-химические исследования проводили в аккредитованной лаборатории ИИРХ (Пловдив). Эксперименты проводились с помощью стандартных методов испытаний:

- Определение содержания воды
- БДС 15437:1982;
- Определение общего белка по Къельдалю БДС 15438:1989;
- Определение жира в аппарате
- Сокслета БДС 1549:1992;
- Определение углеводов в БДС 7169:
- 1989;
- Определение минерального состава в БДС 7646:1982;

Измерение текстуры проводили с помощью анализатора текстуры Stable Micro Systems TA.XT2Plus в соответствии с методом анализа профиля текстуры (ТРА) и методом сдвига в соответствии с Warner-Bratzler. Для обработки результатов было использовано программное обеспечение Texture Exponent 6.1.

Профиль текстуры был измерен с помощью цилиндрического датчика диаметром 50 мм. Скорость прессования составляла 1 мм/с, деформацию фиксировали в течение 5 мин. Время ожидания между двумя значениями было 5 с. Тест по Уорнеру-Братцлеру (WB) был сделан с помощью специальных лезвий V-образной формы. Скорость сдвига была 1 мм/с, воздействие останавливали после того, как проба была полностью разрезана.

1.2 Результаты метода сдвига (Уорнер-Братцлер метод):

В этом методе лезвие опускается на образец мяса с некоторой постоянной скоростью. В начале взаимодействия лезвие „вдавливается“ в образец, но после того, как произошла определенная его деформация, межмолекулярные связи в образце начинают разрушаться и идет процесс резания.

Полученные результаты аналогичны результатам других ученых (Муллагаева, М.О. 2012).

Параметрами, полученными по методу WB являются: сила и деформация сдвига, работа по деформации образца (площадь под графиком зависимости деформирующей силы –

деформация до достижения момента резания) и работа резания (общая площадь под графиком сила-деформация). Текстурные показатели представлены в таблице 1.

Таблица 1
Дисперсионный анализ показателей, установленных методом Уорнера-Братцлера

Table 1
Analysis of Variance of indices in accordance with the method of Warner-Bratzler

Тип мяса Type meat	Сила на сдвига, N Power on shift, N	Деформация сдвига, мм Deformation of shear, mm	Работа для деформации, N, мм Work of deformation, N mm	Работа для выполнения на сдвиг, N, мм Work on shift, N, mm
Охлажденные куриные ножки Chilled chicken legs	51.26 ± 3.57 ^c	9.10 ± 0.49	447.47 ± 38.17 ^b	1103.75 ± 102.90 ^c
Замороженные куриные ножки Frozen chicken feet	41.48 ± 5.57 ^b	7.42 ± 1.96	459.78 ± 23.40 ^b	909.26 ± 255.33 ^b
Охлажденные куриные грудки Chilled chicken breast	23.57 ± 4.35 ^a	8.41 ± 2.78	166.29 ± 57.88 ^a	354.75 ± 41.36 ^a
Замороженные куриные грудки Frozen chicken breasts	22.01 ± 1.07 ^a	10.30 ± 2.12	163.58 ± 32.50 ^a	410.56 ± 63.52 ^a
Охлажденные ножки индейки Chilled turkey legs	116.25 ± 26.94 ^b	12.41 ± 2.83	1816.46 ± 90.36 ^b	2759.65 ± 688.54 ^b
Замороженные ножки из индейки Frozen legs of turkeys	107.28 ± 31.85 ^b	11.35 ± 2.38	1709.73 ± 121.76 ^b	2738.95 ± 1193.61 ^b
Охлажденные грудки индейки Chilled breast of Turkey	39.58 ± 6.96 ^a	11.69 ± 3.32	368.105 ± 81.57 ^a	802.14 ± 196.50 ^a

По данным дисперсионного анализа (ANOVA), наблюдалась статистическая разница между сдвиговыми силами охлажденных и замороженных куриных ножек, но никаких достоверных отличий в результатах сдвигов их характеристик охлажденных и замороженных образцов куриной грудки не обнаружено.

Охлажденные ножки были более твердыми, чем замороженные, вероятно, из-за потери воды из мышц. Эта разница проявляется в работе резания, но в работе деформации эта разница не выражена. Для ножек из мяса индейки нет статистически значимых различий между замороженным и охлажденным мясом.

Согласно полученным результатам, грудки были мягче, чем ноги из-за анатомического расположения мышц, независимо от термического состояния обоих видов мяса.

Из таблицы 1 следует, что охлажденные грудки и ножки индеек имеют значительно более высокие показатели силы сдвига, работы деформации и работы резания по сравнению с анатомическими частями тушки курицы. Для объяснения этого явления был выполнен сравнительный химический анализ образцов мяса индейки и курицы, взятых для механических испытаний. Определения общего химического состава приведены в таблице 2.

Таблица 2
Физико-химические показатели

Table 2
Physical-chemical parameters

Показатель Index Образец Sample	Куриная грудка Chicken breast	Грудка индейки Turkey breast	Куриные ножки Chicken legs	Ножки индейки Turkey legs
Вода,% Water,%	70,21	68,54	71,87	70,20
Белки,% Proteins,%	21,18	21,20	18,24	18,90
Жиры,% Fats,%	2,28	2,90	3,82	3,55
Углеводы,% Carbohydrates,%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Минеральный состав,% Mineral composition,%	0,045	0,027	0,014	0,008

Как видно из данных таблицы 2, образцы были близки по содержанию белка в идентичных анатомических участках, имели некоторые отличия в содержании жира и минеральных веществ. Результаты анализа показывают, что содержание воды в ножках и грудках индейки ниже по сравнению с курицей, при примерно одинаковом содержании белка. Это может быть одной из причин более высоких прочностных характеристик мяса индейки.

При испытании мяса методом АТП производят двукратное сжатие образца с определенным временным интервалом между сжатиями. Анализ профиля текстуры позволяет получить более подробную информацию об пищевом сырье по сравнению с показателями, установленными методом WB. Из соотношения между приложенной силой и деформацией во времени можно вычислить ряд показателей, хорошо коррелирующих с сенсорными показателями. Этим методом определяют следующие параметры (Ruiz de Huidobro et al., 2001) (рисунок 1).

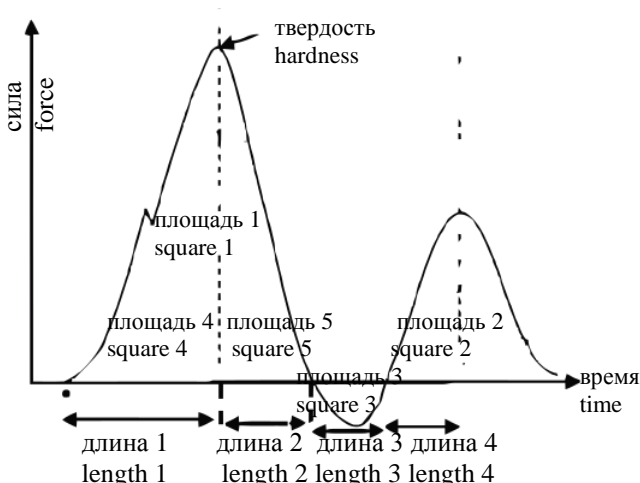


Рисунок 1. Диаграмма показателей профиля текстуры

Figure 1. Diagram of performance of texture profile

- Твердость – максимальная величина силы при первом сжатии.
- Прочность – отношение работы A_2 при деформации образца на длину 2, к работе A_1 , по деформации на длину 1 $\left(\frac{\text{площадь } 5}{\text{площадь } 4} \right)$.
- Липкость – работа на длине 3, когда образец прилипает к датчику (площадь 3).
- Эластичность – отношение длины 4 к длине 1.
- Однородность – отношение работ при первом и втором сжатии $\left(\frac{\text{площадь } 2}{\text{площадь } 1} \right)$.
- Резинистость – Твердость \times однородность.
- Жилистость – Твердость \times эластичность \times однородность.

Результаты анализа ТРА показаны в таблице 3. Стандартное отклонение полученных показателей образцов меньше, чем при испытании на сдвиг.

Эти результаты аналогичны тем, известны в литературе (Huidobro et al. 2004). Статистические различия между группами были различимы меньше по сравнению с методом Уорнера-Братцлера. Наблюдались статистические различия между охлажденной и замороженной куриной ножкой по показателям липкости, эластичности и однородности. Статистические различия существуют между охлажденными и замороженными куриными грудками по показателям липкости, однородности и рыхлости. Статистические различия существуют между охлажденной и замороженной ножкой из индейки в твердости, рыхлости и вязкости. Анализ корреляции между показателями проводился путем вычисления в соответствии с методом на сдвиг и анализом профиля текстуры ($p = 0,95$). Наиболее высокие корреляции показаны в таблице 4.

Таблица 3.

Анализ дисперсии на показатели профиля текстуры (ТРА)

Table 3.

Analysis of variance on the performance of texture profile (TPA)

Тип мяса Type of meat	Твердость, N Hardness, N	Прочность Strength	Липкость, N, мм Stickiness, N, mm	Эластичность Elasticity	Однородность Uniformity	Рыхлость Looseness	Жилистость Gelistet
Охлажденные куриные ножки Chilled chicken legs	27.48 ± 7.23 ^a	0.44 ± 0.10 ^{ab}	0.73 ± 0.07 ^a	0.68 ± 0.14 ^b	0.60 ± 0.11 ^b	16.40 ± 5.22 ^a	10.94 ± 2.84 ^a
Замороженные куриные ножки Frozen chicken feet	31.68 ± 2.97 ^a	0.35 ± 0.08 ^a	1.43 ± 0.30 ^b	0.52 ± 0.13 ^a	0.44 ± 0.05 ^a	13.64 ± 1.97 ^a	9.55 ± 1.34 ^a

Охлажденные куриные грудки Chilled chicken breast	47.65 ±11.74 ^b	0.44 ±0.12 ^{ab}	1.73 ±0.34 ^b	0.69 ±0.06 ^b	0.44 ±0.06 ^a	21.00 ±6.70 ^a	14.48 ±4.89 ^{ab}
Замороженные куриные грудки Frozen chicken breasts	45.43 ±10.91 ^b	0.49 ±0.07 ^b	1.01 ±0.28 ^a	0.54 ±0.12 ^a	0.54 ±0.08 ^b	24.50 ±12.26 ^b	13.24 ±5.13 ^b
Охлажденные ножки индейки Chilled legs of turkeys	175.84 ±24.82 ^b	0.70 ±0.21 ^b	1.60 ±0.37 ^a	0.61 ±0.17 ^a	0.55 ±0.12 ^a	96.04 ±17.29 ^b	57.39 ±12.24 ^b
Замороженные ножки индейки Frozen Turkey legs	72.54 ±9.247 ^b	0.59 ±0.11 ^{ab}	1.54 ±0.41 ^a	0.81 ±0.30 ^a	0.51 ±0.07 ^a	36.76 ±5.418 ^b	30.42 ±15.25 ^b
Охлажденные грудки индейки Chilled Turkey breast	30.93 ±8.149 ^a	0.47 ±0.17 ^a	1.69 ±0.46 ^a	0.68 ±0.08 ^a	0.82 ±0.13 ^b	24.71 ±5.055 ^b	16.58 ±2.773 ^b

Таблица 4.

Корреляционный анализ между показателями, вычисленными в соответствии с метод сдвига и анализа профиля текстуры

Table 4.

Correlation analysis between the indicators calculated in accordance with the shift method and profile analysis texture

Анализ профиля текстуры (метод ТРА) Analysis of texture profile (TPA)	Warner Bratzler метод (на сдвиг) Warner Bratzler method (shear)			
	Сила сдвига The shear force	Деформация сдвига Shear strain	Работа до силы сдвига Work to shear forces	Работа сдвига Work shift
Твердость Hardness,	0.7822	0.6225	0.8007	0.7516
Прочность Strength	0.8562	0.8445	0.8660	0.8385
Липкость Stickiness	0.2281	0.2545	0.2890	0.2178
Эластичность Elasticity	0.4232	0.3440	0.4042	0.4376
Однородность Uniformity	-0.0314	0.5721	-0.0855	-0.0463
Рыхлость The looseness	0.6825	0.7199	0.7049	0.6545
Жилистость Gelistet	0.8021	0.7593	0.8257	0.7801

Согласно результатам исследования, существует высокая корреляция между прочностью и силой на срез, прочностью и деформацией для среза, прочностью и работой для сдвига.

Кроме того, высокая корреляция установлена между жилистостью и силой сдвига, жилистостью и работой на сдвиг. Корреляция недостаточна между твердостью и силой для среза, твердостью и работой при сдвиге, твердостью и работой для сдвига или между жилистостью и деформацией сдвига, жилистостью и работой для сдвига.

Для объяснения полученных результатов можно привлечь термофлуктуационную теорию разрушения С.Н. Журкова (Журков, 1965) (в при-

менении к полимерам). При резании, когда приложенное напряжение сопоставимо с пределом прочности образца, это напряжение уменьшает энергию связи между молекулами и тепловые флуктуации разрывают связь. В ходе дальнейшего механического воздействия процессы соединения связей не успевают за процессами их разрушения и образец мяса разрезается.

Аналогичные процессы идут при механическом воздействии на образец в ходе испытания методом АТП.

Если образец полностью разрушается при прямом ходе плунжером, то при обратном ходе сила его взаимодействия с плунжером и, соответственно, величина работы А2 оказывается равной 0.

Если же образец обладает высокими прочностными характеристиками, то при испытании методом Уорнера–Брацлера нужно приложить значительное усилие для появления множественных разрывов связей, а при измерении текстурного профиля образец с неразрушенными связями оказывает значительное усилие на плунжер при обратном ходе.

Единый механизм разрушения обеспечивает высокую корреляцию между характеристикой прочности образца, определённой методом АТП и характеристиками усилия сдвига, деформации сдвига и работы сдвига, полученными методом Уорнера–Брацлера.

ЛИТЕРАТУРА

Муллакаева М.О. Органолептические и физико-химические показатели качества мяса индеек при введении в рацион биологически активных веществ // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2012. С. 209.

Abdullah F.A.A., Buchtová H. The quality of different types of chicken breast meat (organic, conventional, tenderized) // FOLIA. 2015. № 59(3). P. 173–178.

Alfaig E., Angelovicova M., Kral M., Vietoris V. et al. Effect of probiotics and thyme essential oil on the texture of cooked chicken breast meat // Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. 2013. № 12(4). P. 379–384.

Barton-Gade P.A., Cross H.R., Jones J.M., Winger R.J. Meat science, milk science and technology // In H.R. Cross & A.J. Overby (Eds.) Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V. 1988. P. 141–171.

Bratzler L.J. Measuring the tenderness of meat by means of a mechanical shear // Master of Science Thesis. Kansas State College (KA). 1932.

Chen L., Opara U.L. Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods—A review // Journal of Food Engineering. 2013. № 119(3). P. 497–507.

de Ávila M.D.R., Cambero M.I., Ordóñez J.A., de la Hoz L. et al. Rheological behaviour of commercial cooked meat products evaluated by tensile test and texture profile analysis (TPA) // Meat science. 2014. № 98(2). P. 310–315.

Ruiz de Huidobro F., Miguel E., Blarquez B., Onega E. A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked // Meat Science. 2005. № 69. P. 527–536.

Huff E.J., Parrish F.C. Jr., Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem ageing time, animal age and sex // Journal of Food Science. 1993. № 58(4). P. 713–716.

Liu Y., Lyon B.G., Windham W.R., Lyon C.E. et al. Principal component analysis of physical, color, and sensory characteristics of chicken breasts deboned at two, four, six, and twenty-four hours postmortem // Poultry Science. 2004. № 83(1). P. 101–108.

Rababah T.M., Ereifej K.I., Al-Mahasneh M.A., Al-Rababah M.A. Effect of plant extracts on physicochemical properties of chicken breast meat cooked using conventional electric oven or microwave // Poultry science. 2006. № 85(1). P. 148–154.

Ruiz de Huidobro F., Cañeque V., Lauzurica S., Velasco S. et al. Sensory characterization of meat texture in sucking lambs. Methodology // Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animales. 2001. № 16(2). P. 223–234.

Заключение

Можно сделать следующие выводы:

1. Показатели, определенные для обоих образцов показали различия между охлажденным и замороженным мясом курицы и индейки.

2. Методы Уорнера–Брацлера и метод АТП в сочетании с другими (например оптической микроскопии), могут быть использованы для определения в каком термическом состоянии (охлажденном или замороженном) находилось мясо индейки и курицы.

3. Показатели, определенные по методу Уорнера–Брацлера показывают наилучшую корреляцию с прочностью, жилистостью и твердостью, определенными с помощью анализа профиля текстуры.

Sasaki K., Motoyama M., Tagawa Y., Akama K. et al. Qualitative and quantitative comparisons of texture characteristics between broiler and jidori-niku, Japanese indigenous chicken meat, assessed by a trained panel // The Journal of Poultry Science. 2016.

Szczesniak A. Classification of textural characteristics // Journal of Food Science. 1963. № 29. P. 385–389.

Szczesniak A., Brandt M.A., Friedman H.H. Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation // Journal of Food Science. 1963. № 29. P. 397–403.

Warner K.F. Progress report of the mechanical test for tenderness of meat // Proceedings of the American Society of Animal Production. 1928. № 21. P. 114.

Yu L.H., Lee E.S., Jeong J.Y., Paik H.D. et al. Effects of thawing temperature on the physicochemical properties of pre-rigor frozen chicken breast and leg muscles // Meat science. 2005. № 71(2). P. 375–382.

Zhuang H., Savage E.M. Variation and Pearson correlation coefficients of Warner–Bratzler shear force measurements within broiler breast fillets // Poultry science. 2009. № 88(1). P. 214–220.

Zhuang H., Nelson S.O., Trabelsi S., Savage E.M. Dielectric properties of uncooked chicken breast muscles from ten to one thousand eight hundred megahertz // Poultry Science. 2007. № 86(11). P. 2433–2440.

Журков С.Н. Успехи физических наук. 1965. Т. 87. № 2. С. 367–372

REFERENCES

Mullakaeva M.O. Organoleptic and physico-chemical characteristics of meat quality of turkeys when administered in the diet of biologically active substances. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Bauman* [Scientific notes of the Kazan state Academy of veterinary medicine n.a. N.E. Bauman] 2012, pp. 209. (in Russian)

Abdullah F.A.A., Buchtová H. The quality of different types of chicken breast meat (organic, conventional, tenderized). FOLIA, 2015, no. 59(3), pp. 173–178.

Alfaig E., Angelovicova M., Kral M., Vietoris V. et al. Effect of probiotics and thyme essential oil on the texture of cooked chicken breast meat. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment., 2013, no. 12(4), pp. 379–384.

Barton-Gade P.A., Cross H.R., Jones J.M., Winger R.J. Meat science, milk science and technology. In H.R. Cross & A.J. Overby (Eds.) Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V., 1988, pp. 141–171.

Bratzler L.J. Measuring the tenderness of meat by means of a mechanical shear. Master of Science Thesis. Kansas State College (KA), 1932.

Chen L., Opara U.L. Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods—A review. Journal of Food Engineering, 2013, no. 119(3), pp. 497–507.

de Ávila M.D.R., Cambero M.I., Ordóñez J.A., de la Hoz L. et al. Rheological behaviour of commercial cooked meat products evaluated by tensile test and texture profile analysis (TPA). Meat science, 2014, no. 98(2), pp. 310–315.

Ruiz de Huidobro F., Miguel E., Blarquez B., Orega E. A comparison between two methods (Warner-Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked. Meat Science, 2005, no. 69, pp. 527–536.

Huff E.J., Parrish F.C. Jr., Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem ageing time, animal age and sex. Journal of Food Science, 1993, no. 58(4), pp. 713–716.

Liu Y., Lyon B.G., Windham W.R., Lyon C.E. et al. Principal component analysis of physical, color, and sensory characteristics of chicken breasts deboned at two, four, six, and twenty-four hours postmortem. Poultry Science, 2004, no. 83(1), pp. 101–108.

Rababah T.M., Ereifej K.I., Al-Mahasneh M.A., Al-Rababah M.A. Effect of plant extracts on physicochemical properties of chicken breast meat cooked using conventional electric oven or microwave. Poultry science, 2006, no. 85(1), pp. 148–154.

Ruiz de Huidobro F., Cañeque V., Lauzurica S., Velasco S. et al. Sensory characterization of meat texture in sucking lambs. Methodology. Investigación Agraria: Producción y

Sanidad Animales, 2001, no. 16(2), pp. 223–234.

Sasaki K., Motoyama M., Tagawa Y., Akama K. et al. Qualitative and quantitative comparisons of texture characteristics between broiler and jidori-niku, Japanese indigenous chicken meat, assessed by a trained panel. The Journal of Poultry Science, 2016.

Szczesniak A. Classification of textural characteristics. Journal of Food Science, 1963, no. 29, pp. 385–389.

Szczesniak A., Brandt M.A., Friedman H.H. Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation. Journal of Food Science, 1963, no. 29, pp. 397–403.

Warner K.F. Progress report of the mechanical test for tenderness of meat. Proceedings of the American Society of Animal Production, 1928, no. 21, pp. 114.

Yu L.H., Lee E.S., Jeong J.Y., Paik H.D. et al. Effects of thawing temperature on the physicochemical properties of pre-rigor frozen chicken breast and leg muscles. Meat science, 2005, no. 71(2), pp. 375–382.

Zhuang H., Savage E.M. Variation and Pearson correlation coefficients of Warner-Bratzler shear force measurements within broiler breast fillets. Poultry science, 2009, no. 88(1), pp. 214–220.

Zhuang H., Nelson S.O., Trabelsi S., Savage E.M. Dielectric properties of uncooked chicken breast muscles from ten to one thousand eight hundred megahertz. Poultry Science, 2007, no. 86(11), pp. 2433–2440.

Zhurkov S. N. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Victories of physical Sciences] 1965, vol. 87, no. 2, pp. 367–372 (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мария М. Момчилова ассистент, Институт исследования и развития продуктов питания, Пловдив; Болгария 4003; бул. Васил Априлов 154, masha821982@abv.bg

Габор И. Живанович д-р, доцент, Институт исследования и развития продуктов питания, Пловдив; Болгария 4003, бул. Васил Априлов 154, g.zsivanovits@canri.org

Динко Г. Йорданов д-р, доцент, Университет пищевых технологий, Пловдив; Болгария, бул. Марица 26, d.yordanov@uft-plovdiv.bg

Людмила В. Антипова д.т.н., профессор, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, antipova.l54@yandex.ru

Иван. И. Марков магистрант, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ivan_marcov@abv.bg

Сергей А. Титов д.т.н., доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Мария М. Момчилова; Габор И. Живанович, Иван. И. Марков обзор литературных источников по исследуемой проблеме, проведение эксперимента, выполнение расчёты

Людмила В. Антипова; Динко Г. Йорданов консультация в ходе исследования

Сергей А. Титов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 03.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.11.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Mariya M. Momchilova assistant, Institute of Food Research and Development, Plovdiv; Bulgaria 4003, bul. Vasil Aprilov 154, masha821982@abv.bg

Gabor I. Živanović assistant professor, PhD, Institute of Food Research and Development, Plovdiv; Bulgaria 4003, bul. Vasil Aprilov 154, g.zsivanovits@canri.org

Dinko G. Yordanov assistant professor, PhD, University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria, bul. Maritsa 26, d.yordanov@uft-plovdiv.bg

Lyudmila V. Antipova doctor of technical sciences, professor, technology of products of animal origin department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394036, Russia, antipova.l54@yandex.ru

Ivan. I. Markov master student, technology of products of animal origin department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394036, Russia, ivan_marcov@abv.bg

Sergey A. Titov doctor of technical sciences, assistant professor, physics, heating and combined heat and power department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394036, Russia,

CONTRIBUTION

Mariya M. Momchilova; Gabor I. Živanović; Ivan. I. Markov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Lyudmila V. Antipova; Dinko G. Yordanov consultation during the study

Sergei A. Titov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.3.2016

ACCEPTED 11.30.2016