

УДК 664.951

**Ю.В. Карпенко, В.В. Кращенко**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЫБНЫХ СТУДНЕЙ**

*При производстве продуктов питания из мяса теплокровных животных и водных биологических ресурсов одной из основных технологических операций, от которой зависит качество готового изделия, является измельчение. Исследование процесса измельчения и поиск его оптимальных значений в производстве гомогенных рыбных студней является актуальной задачей. Исследованы динамическая вязкость как критерий выбора продолжительности измельчения, а также изменение температуры при выполнении данного процесса. Для осуществления органолептической оценки образцов разработана балльная шкала и определены главные и единичные дескрипторы продолжительности измельчения.*

**Ключевые слова:** *измельчение, температура, гомогенный, куттерование, студень, бинарный структурообразователь, вязкость, балльная шкала, органолептические показатели.*

**Yu.V. Karpenko, V.V. Krachshenko**

## **THE DURATION OF RAW MATERIAL FINE COMMINUTION IN FISH GEL PRODUCTION**

*One of the main technological operations on which the quality of the finished product depends is fine comminution. Investigation of the comminution process and finding its optimum values in the production of homogeneous fish gel is a topical object. The dynamic viscosities have been investigated as a criterion for the optimal fine comminution time and the temperature change during the cutting process. The sensory scale for implement an organoleptic assessment of the samples is developed, the main and single descriptors of cutting duration are determined.*

**Key words:** *fine comminution, temperature, homogeneous, cutting, gel, binary gelling agent, viscosity, sensory scale, organoleptic properties.*

Измельчение сырья является одной из важнейших операций при производстве пищевых продуктов гомогенной структуры, от которой зависят физико-химические и реологические показатели, определяющие качество готового продукта.

При измельчении мышечной ткани рыбы происходят механические и химические изменения, последние из которых обуславливают связывание воды с белком, благодаря чему улучшается структура и консистенция измельченной массы, повышается ее вязкость и липкость, улучшаются органолептические свойства готового продукта [1].

Согласно классической классификации [2] существует четыре типа степени измельчения: крупное – с диаметром кусочков 40–250 мм, среднее – 10–40 мм, мелкое – 1–10 мм, тонкое – 0,4–1 мм, а также коллоидный размол – 0,001 мм.

В процессе тонкого измельчения, или куттерования, происходят такие механические процессы изменения сырья, как дробление, резание, раздавливание и истирание, перемешивание компонентов смеси и их сложное взаимодействие. В результате такого взаимодействия продукт приобретает гомогенную структуру, отличную от исходного сырья.

Следствием тонкого измельчения является разрушение гистологической структуры тканей и клеток, экстракция миофибриллярных и саркоплазматических белков, их гидратация, образование новой белковой структуры [3].

В процессе куттерования скорость вращения режущего инструмента достигает 3800 об/мин, в результате чего может происходить значительное нагревание смеси. При достижении температуры денатурации миофибриллярных белков происходят нежелательные физико-химические изменения в измельчаемой смеси [4], характеризующиеся снижением водосвязывающей способности и структурно-механических свойств. Поэтому контроль температуры измельчаемой смеси является важным условием для получения качественного продукта.

Продолжительность тонкого измельчения сырья для производства различных пищевых продуктов из мяса теплокровных животных и ВБР можно определить следующими способами: органолептическим, посредством измерения реологических показателей, по справочным и рекомендуемым значениям для каждого вида оборудования и режущего инструмента, при помощи термометрии [5], измерением размера частиц [6].

Из всего вышесказанного следует, что определение продолжительности тонкого измельчения сырья для производства рыбных студней гомогенной структуры является актуальной задачей.

Цель работы состояла в определении продолжительности измельчения сырья для получения монолитного гомогенного продукта типа рыбного студня и контроле температуры при проведении процесса измельчения.

Для реализации поставленной цели были решены следующие задачи: определение динамической вязкости образцов и прироста температуры с увеличением продолжительности куттерования, разработка балльной шкалы и проведение органолептической оценки образцов при различной продолжительности измельчения сырья.

Объектами исследования являлись образцы, состав которых представлен в табл. 1. В качестве основного сырья использовали макрурус малоглазый по ГОСТ 17660-97. Вспомогательными компонентами служили: желатин пищевой марки П-11 (ГОСТ 11293-89), хитозан пищевой высокомолекулярный (ТУ 9289-067-00472124) в виде 2%-го раствора в 1%-й уксусной кислоте (ГОСТ 55982-2014) и соль поваренная пищевая (ГОСТ Р 51574-2000).

Таблица 1

**Компонентный состав образцов**

Table 1

**Component composition of the samples**

Компонент системы	Содержание, г/100 г		
	1	2	3
Макрурус малоглазый	98,5	96,0	94,5
Желатин	-	2,0	2,0
Раствор хитозана	-	2,0	2,0
Соль поваренная пищевая	1,5	-	1,5

Макрурус малоглазый размораживали до температуры минус 5 °С, обесшкуривали и филетировали. Далее производили среднее измельчение на кусочки размером до 20 мм и направляли на куттерование, в процессе которого вносили вспомогательные компоненты. По истечении заданного времени (60, 120, 180, 240, 300 с) отбирали образцы для дальнейших исследований.

Продолжительность измельчения определяли измерением динамической вязкости образцов. Данное исследование проводили на ротационном вискозиметре Брукфильда Fungilab серии ALPNA посредством пересчета крутящего момента, необходимого для вращения шпинделя прибора с постоянной скоростью при его погружении в исследуемую среду. Об-

разцы перед измерением отепляли до температуры 15 °С согласно инструкции по эксплуатации прибора.

Прирост температуры определяли как разницу между температурой на момент окончания предыдущего цикла измельчения и температурой на конец текущего определяемого цикла измельчения.

Органолептическую оценку модельных систем с различной продолжительностью куттерования проводили согласно разработанной балльной шкале.

Результаты измерения температурных показателей при куттеровании смеси и динамической вязкости исследуемых образцов различного состава в зависимости от времени куттерования представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Температура и вязкость образцов**

Table 2

**Temperature and viscosity of the samples**

Номер измерения	Время куттерования, с	Температура, °С	Прирост температуры, °С	Вязкость, мПа·с
Образец 1				
1	0	-4,5	-	-
2	60	-2,8	1,7	584,2
3	120	-2,4	0,4	1318,6
4	180	-2,2	0,2	1446,2
5	240	-1,9	0,3	1658,8
6	300	-1,5	0,4	1643,9
Образец 2				
1	0	-1,5	-	-
2	60	-1,0	0,5	834,3
3	120	-0,8	0,2	1021,6
4	180	-0,7	0,1	1056,4
5	240	2,9	2,2	1226,9
6	300	3,4	0,5	1220,1
Образец 3				
1	0	-3,0	-	-
2	60	-2,5	0,5	1760,7
3	120	-2,4	0,1	3038,1
4	180	-2,0	0,4	7312,1
5	240	-1,9	0,1	11815
6	300	-1,1	0,8	11313

Как показали исследования, вязкость образцов зависит от продолжительности куттерования, т.е. от продолжительности измельчения сырья. При куттеровании происходит интенсивное резание мышечной ткани, увеличение числа мельчайших частиц, их взаимодействие с водой с образованием более крупных агрегатов, в результате чего увеличиваются структурно-механические свойства смеси, в том числе и вязкость. Однако увеличение вязкости об-

разцов происходит до определенного предела. При увеличении времени куттерования до 300 с происходит снижение вязкости вследствие отсутствия роста числа мелких частиц, разрушения созданных агрегатов и перехода части адсорбционно-связанной воды в свободную.

Также очевидно изменение показателя вязкости в зависимости от компонентного состава образцов. Так, образец 1 обладает более высокой вязкостью по сравнению с образцом 2, в составе которого присутствует поваренная соль, способная повышать экстракцию солерастворимых белков, улучшая тем самым гидратацию воды и консистенцию готового продукта. Максимальной вязкостью среди представленных образцов обладает образец 3, в котором помимо поваренной соли присутствует хитозан в составе бинарного структурообразователя (БС), который по своей технологической функции является загустителем.

В ходе исследования фиксировали температуру образцов и определяли ее прирост (увеличение) в зависимости от продолжительности измельчения (см. табл. 2). Общий прирост температуры от начальной составил для образца 1 – 3 °С, для образца 2 – 4,9 °С, для образца 3 – 1,9 °С. Таким образом, по истечении 300 с прирост температуры не превысил допустимый предел в 10 °С [7] для получения качественного гомогенного продукта.

К одному из высокоинформативных методов определения качества продукта относится органолептический профиль, представляющий собой комплекс характеристик показателей вкуса, запаха, консистенции и внешнего вида продукта. Методология проведения оценки органолептического профиля оперирует рядом объектов и многочисленными процессами, одними из которых являются разработка характеристик продукта, включая словесное и количественное описание, и установление полного перечня дескрипторов [8].

Поэтому с целью определения продолжительности измельчения сырья для производства гомогенного рыбного студня была разработана балльная шкала, включающая групповые и единичные дескрипторы, их словесное описание и количественное определение (табл. 3).

Таблица 3

**Балльная шкала для определения продолжительности измельчения**

Table 3

**Sensory scale for determining the fine comminution time**

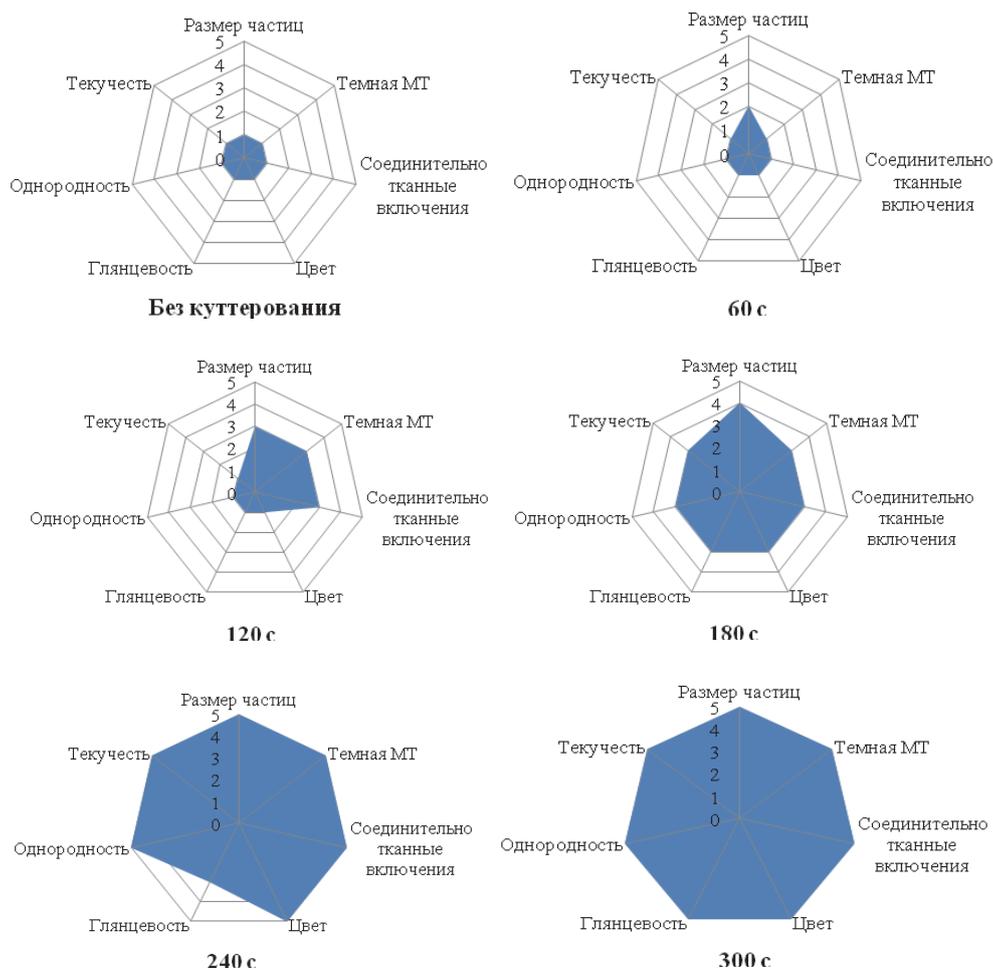
Групповой дескриптор	Единичный дескриптор	Словесная характеристика баллов	Баллы
1	2	3	4
Внешний вид	Размер кусочков	Кусочки мышечной ткани размером до 20 мм	1
		Кусочки мышечной ткани размером до 10 мм	2
		Кусочки мышечной ткани размером до 5 мм	3
		Кусочки мышечной ткани размером до 1 мм	4
		Кусочки мышечной ткани не различаются по размеру, сплошная гомогенная масса	5
	Видимые фрагменты темной мышечной ткани	Присутствуют	1
		Незначительно присутствуют	3
		Отсутствуют	5
	Соединительнотканые фрагменты	Присутствуют	1
		Незначительно присутствуют	3
		Отсутствуют	5
	Цвет	Сероватый	1
		Бело-розовый	3
		Молочно-белый	5

Окончание табл. 3

1	2	3	4
	Глянцевость	Не выражена	1
		Незначительно выражена	3
		Выражена	5
	Равномерность распределения БС*	Распределился неравномерно	1
		Незначительно распределился	3
		Полностью распределился	5
Консистенция	Однородность	Неоднородная	1
		Недостаточно однородная	3
		Однородная	5
	Текучесть	Подвижная	1
		Слабо подвижная	3
		Неподвижная	5

\*Данный единичный дескриптор определялся только в образцах 2 и 3.

Результаты исследования органолептического профиля образцов на примере образца 1 с различной продолжительностью куттерования представлены на рис. 1.



\* МТ – мышечная ткань.

Рис. 1. Органолептические профили единичных дескрипторов на примере образца 1  
Fig. 1 Organoleptic profiles of single descriptors on the example of sample 1

Видно, что максимальные баллы присвоены образцу, продолжительность куттерования которого составила 300 с, однако исследования динамической вязкости показали снижение структурно-механических свойств у данного образца, что не позволяет выбрать его в качестве оптимального.

Органолептический анализ образцов 2 и 3 включал в себя единичный дескриптор «равномерность распределения БС» по всему объему системы. На основе проведенного исследования был построен график зависимости данного дескриптора от продолжительности куттерования (рис. 2).

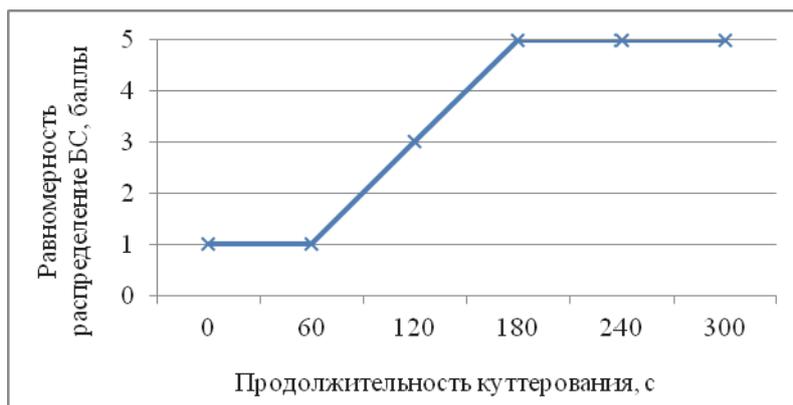


Рис. 2. Зависимость единичного дескриптора «равномерность распределения БС» от продолжительности куттерования

Fig. 2. Dependence of the single descriptor "binary gelling agent distribution uniformity" on the cutting duration

Из рисунка видно, что при продолжительности куттерования в течение 60 с структурообразователь распределяется неравномерно, а начиная со 180 с – распределяется полностью по всему объему исследуемого образца, и единичному дескриптору присваивается 5 баллов.

В результате работы определена продолжительность измельчения сырья для производства рыбного студня гомогенной структуры, которая достигается путем тонкого измельчения длительностью 240 с (или 5 мин). При такой продолжительности измельчения достигается максимальная вязкость образцов, при этом происходит равномерное распределение компонентов, а также максимальная однородность измельченного рыбного сырья, прирост температуры измельчаемой смеси при этом обеспечивает получение качественного продукта.

Разработана балльная шкала, в соответствии с которой проведена оценка модельных систем с различной продолжительностью куттерования сырья при производстве гомогенных рыбных студней.

### Список литературы

1. Маслова Г.В., Маслов А.М. Реология рыбы и рыбных продуктов. М. : Легк. и пищ. пром-сть, 1981. 216 с.
2. Ким Г.Н., Угрюмова С.Д. Процессы и аппараты пищевых производств. Владивосток : Дальрыбвтуз, 2010. 482 с.
3. Антипова Л.В., Толпыгина И.Н., Калачев А.А. Технология и оборудование производства колбас и полуфабрикатов. СПб. : ГИОРД, 2011. 600 с.
4. Чижикова Т.В., Мартынов Г.А. Перспективы повышения эксплуатационной надежности режущих инструментов в мясной промышленности: обзор. информ. АгроНИИТЭИ ММП. М., 1987. 54 с.

5. Желудков А.Л., Акуленко С.В. Методика определения продолжительности куттерования // Праці таврійського державного агротехнологічного університету УО «Могилевский государственный университет продовольствия». Мелитополь: Таврійський державний агротехнологічний університет. 2012. Т. 12, № 2. С. 182–184.

6. Гусева Л.Б., Богданов В.Д. Эмоциональная ценность кулинарных рыбных продуктов из измельченной мышечной ткани // Рыбн. хоз-во. 2013. № 3. С. 99–102.

7. Борисочкина Л.И., Гудович А.В. Производство рыбных кулинарных изделий: технология и оборудование. М. : Агропромиздат, 1989. 312 с.

8. Сафронова Т.М., Панчишина Е.М. Органолептический профиль пищевого продукта: Объективизация метода оценки // Изв. вузов. Пищ. технология. 2017. № 4 (358). С. 88–91.

**Сведения об авторах:** Карпенко Юлия Валериевна, аспирант, e-mail: bozhuk@mail.ru; Кращенко Виктория Владимировна, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Пищевая биотехнология».