

## ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ

УДК 637.52:532.135

Д.В. Доля, Е.В. Махачева

### РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОМБИНИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ФАРШЕЙ

*В статье приведены результаты экспериментальных исследований реологических свойств мясных фаршевых систем для производства комбинированных рубленых кулинарных изделий на основе куриного мяса. Определены основные реологические показатели фаршей, получена зависимость эффективной вязкости фарша от скорости сдвига.*

**Ключевые слова:** комбинированные мясные фарши, напряжение сдвига, эффективная вязкость.

D.V. Donya, E.V. Makhacheva

### RHEOLOGICAL INDICES OF THE COMBINED MINCED MEAT

*The experimental research results on the rheological properties of minced meat systems for production of the combined chopped culinary products on the chicken meat basis are given in the article. The main rheological indices of minced meat are defined, dependence of minced meat effective viscosity on shift speed is received.*

**Key words:** combined minced meat, shift tension, effective viscosity.

**Введение.** Актуальным направлением в расширении ассортимента мясных рубленых продуктов является комбинирование мясных ингредиентов с разнообразным сырьем животного и растительного происхождения. Использование куриного мяса в составе мясных фаршей для производства рубленых изделий позволяет создавать продукты с высокой пищевой и биологической ценностью, сбалансированным аминокислотным и жирнокислотным составом [1]. По пищевой ценности мясо курицы не уступает говядине и свинине, т.е. эти виды мяса можно считать взаимозаменяемыми продуктами питания. Кроме того, куриное мясо содержит легкоусвояемые белки, в состав которых входят все незаменимые аминокислоты, обладает высокими органолептическими показателями и отлично сочетается с другими пищевыми ингредиентами [2]. Эти факторы положительно влияют на разработку новых рецептур и совершенствование технологических приемов производства комбинированных мясных рубленых изделий [3].

При комбинировании мясных ингредиентов друг с другом, а также с сырьем растительного происхождения изменяется структура фарша (внутреннее строение и характер взаимодействия между отдельными элементами), определяемая химическим составом, биохимическими показателями, температурой, дисперсностью, технологическими факторами. Основной структурной единицей фарша являются белки мышечной и соединительной тканей. Количественное содержание белка в системе, его качественный состав, условия среды определяют степень стабильности получаемых мясных систем и влияют на структурно-механические свойства. В зависимости от вводимых наполнителей, содержания воды и жира изменяются пищевая ценность, технологические, органолептические и реологические характеристики получаемого продукта [1, 4].

Знание основных реологических показателей, формирующих структуру полуфабрикатов и готовых кулинарных изделий, позволяет правильно оценить их качество, своевременно обеспечить контроль и регулирование технологических процессов на разных стадиях производства [4].

**Цель исследований.** Определение реологических характеристик мясных фаршей различного состава, используемых в производстве мясных рубленых кулинарных изделий.

**Материалы и методы исследований.** Объектами исследования были выбраны: куриный фарш для котлет рубленых из птицы (контроль), выработанный по рецептуре № 499 [5], и четыре вида фаршей с различной комбинацией мясных составляющих и разными наполнителями (табл.1). Рецептуры исследуемых фаршей не связаны между собой и разработаны эмпирическим путем, основанным на органолептических характеристиках кулинарной продукции из них.

Варианты рецептур мясных фаршей

Состав	Контроль	Номер образца							
		1	2		3		4		
Мясной ингредиент, %	Курица 64	Курица 70	Курица 30	Свинина 40	Курица 55	Говядина 40	Курица 22	Говядина 18	Свинина 20
Наполнитель, %	Хлеб 15	Хлеб 9	Яйцо куриное вареное 20		-		Рис отварной 10		
Дополнительные ингредиенты, %	Вода, специи 21	Сливки, яйцо куриное, лук репчатый, специи 21	Лук репчатый, яйцо куриное, вода, специи 10		Лук репчатый, яйцо куриное, специи 5		Лук репчатый, вода, специи 30		

Опытные образцы мясных фаршей готовили согласно технологической схеме производства мясных фаршей (рис. 1). Измельчение мясных ингредиентов осуществляли по отдельности на мясорубке с диаметром отверстий в решетке 5 мм, параллельно подготавливали дополнительные ингредиенты, составляли фарш в соответствии с рецептурой и перемешивали в течение 3–5 минут.

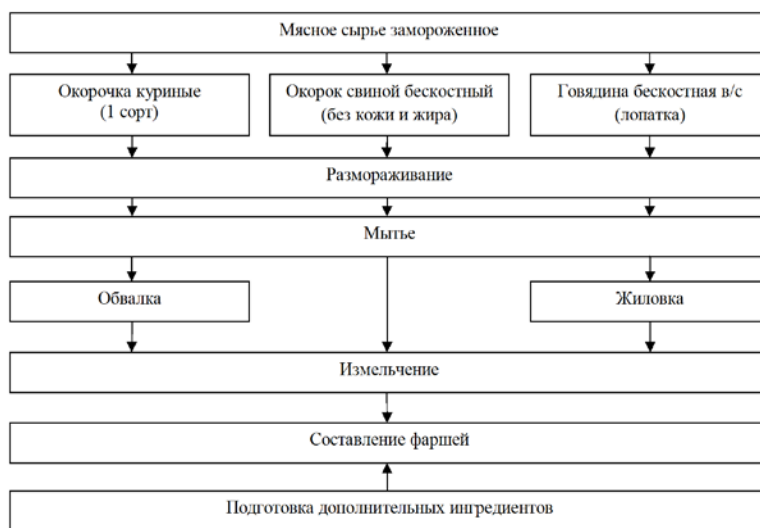


Рис. 1. Технологическая схема производства мясных фаршей

Измерение вязкости фаршей проводили на ротационном вискозиметре «Реотест-2» при температуре исследуемых образцов  $10 \pm 0,5$  °С. Градиент скорости сдвига изменяли в диапазоне от 1 до  $437,5 \text{ с}^{-1}$  [6]. Содержание жира в фаршах находили методом Сокслета [7]. Содержание влаги определяли по ГОСТ Р 51479-99. Активную кислотность измеряли с помощью прибора рН-метр Testo-206.

**Результаты и их обсуждение.** Фарш мясных рубленых изделий – это пластично-вязкий продукт, характеризующийся комплексом свойств, в число которых входят предельное напряжение сдвига и эффективная вязкость. Консистенция готовых рубленых мясных изделий непосредственно зависит от влагосодержания, жирности, степени измельчения и характеризуется величиной предельного напряжения сдвига. По сравнению с изменением величин других реологических свойств, предельное напряжение сдвига наиболее чувствительно к изменению технологических и механических факторов, поэтому этот показатель используют для оценки фарша в процессе его изготовления [1, 8].

Установлено, что при приложении напряжения структура комбинированных фаршей начинает разрушаться, о чем свидетельствуют кривые течения в координатах  $\tau - \dot{\gamma}$  (рис.2).

Анализ полученных кривых показывает, что у всех образцов наблюдается так называемое «лавинообразное разрушение структуры» с последующим выходом на практически прямолинейный характер течения. С учетом того, что производство фаршей осуществляется на довольно высоких скоростях сдвига, участком лавинообразного разрушения можно пренебречь, а кривые течения аппроксимировать к псевдопластической системе (пунктирные линии на рис.2), описываемой реологическим уравнением Бингама [8]

$$\tau = \tau_0 + \eta_{пл} \cdot \dot{\gamma}$$

Для каждого образца были получены значения пластической (бингамовской) вязкости и коэффициента консистенции, приведенные в таблице 2.

Образцы с № 1 по № 4 имеют примерно одинаково малый угол наклона кривых течения, отличающийся только расположением, в то время как контрольный образец имеет больший угол, следовательно, разрушение структуры этих образцов происходит в большей степени, чем у контрольного образца. Кроме того, область лавинообразного разрушения структуры у контрольного образца значительно меньше, чем у остальных образцов, т.е. упрочнение структуры у этого объекта начинается на значительно меньших скоростях, при этом в процессе дальнейшего роста скорости он достигает наибольших значений напряжений сдвига.

Таблица 2

**Значения реологических параметров**

Показатель	Контроль	Номер образца			
		1	2	3	4
Пластическая вязкость $\eta_{пл}$ , Па · с	0,8	0,025	0,032	0,034	0,03
Коэффициент консистенции, К	0,14	3,96	1,13	1,31	2,75

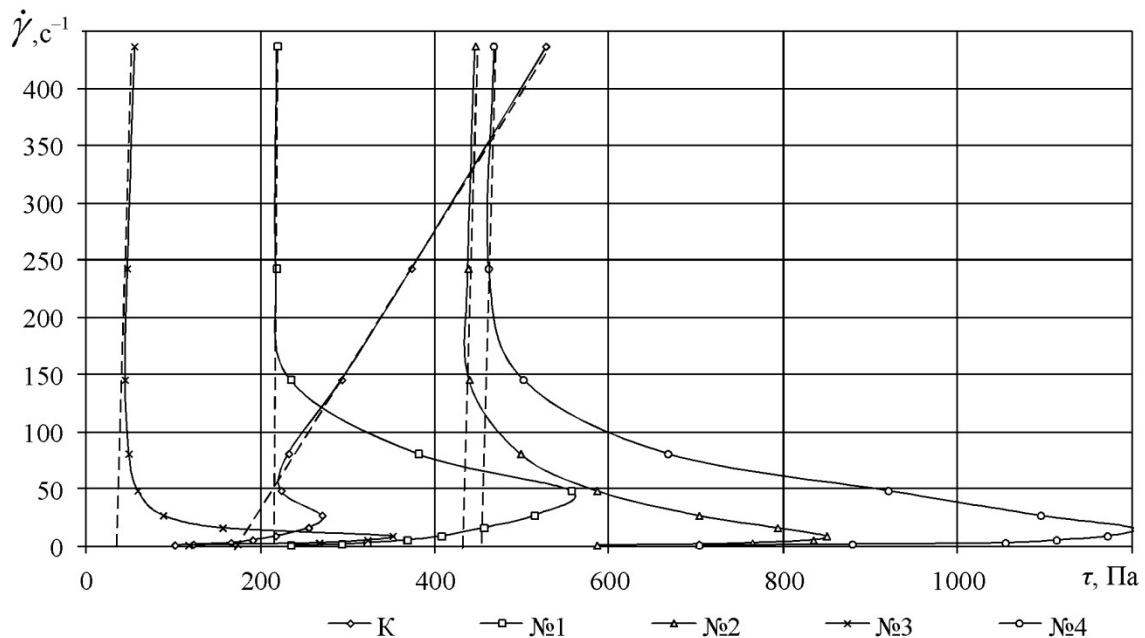


Рис. 2. Кривые течения фаршей: К – контроль; № 1 – куриный; № 2 – на основе куриного и свиного мяса; № 3 – на основе куриного и говяжьего мяса; № 4 – на основе куриного, говяжьего и свиного мяса

Зависимость эффективной вязкости фарша от скорости сдвига является основной характеристикой структурно-механических свойств фаршевых систем, так как эффективная вязкость – итоговая характери-

ка, описывающая равновесное состояние между процессами восстановления и разрушения структуры. Эффективная вязкость фаршей уменьшается с увеличением скорости сдвига (рис. 3).

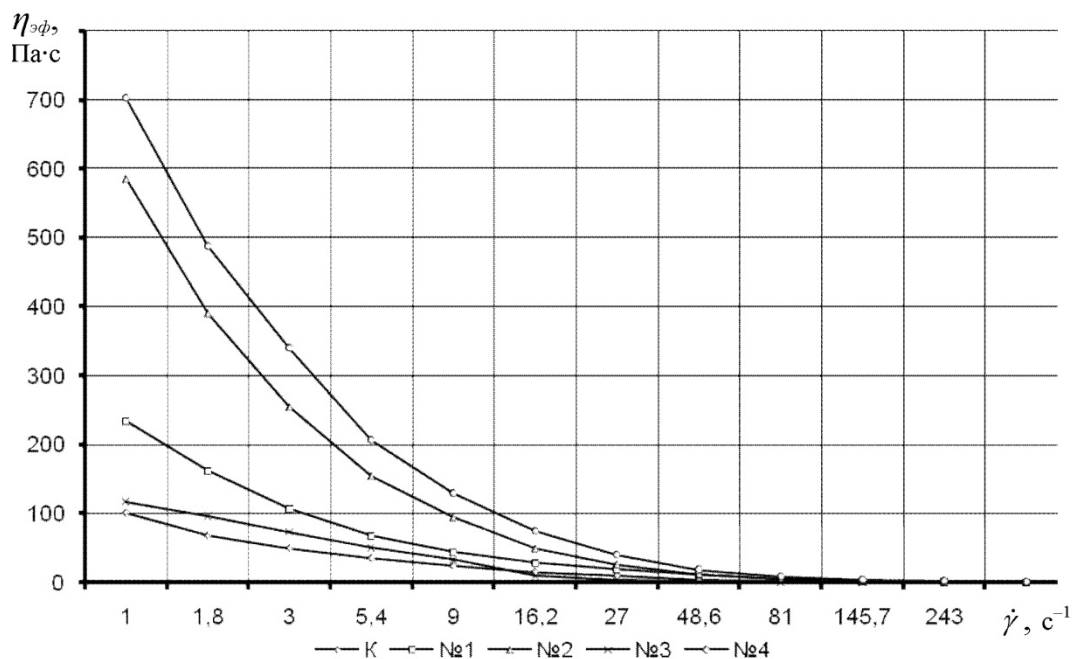


Рис. 3. Зависимость эффективной вязкости от скорости сдвига фаршей: К – контроль; № 1 – куриный; № 2 – на основе куриного и свиного мяса; № 3 – на основе куриного и говяжьего мяса; № 4 – на основе куриного, говяжьего и свиного мяса

Для каждого образца были получены уравнения, показывающие зависимость эффективной вязкости от скорости сдвига, представленные ниже:

$$\eta_{эфк} = 101,31 \cdot \dot{\gamma}^{-0,785}, \eta_{эф1} = 234,32 \cdot \dot{\gamma}^{-1,046}, \eta_{эф2} = 585,8 \cdot \dot{\gamma}^{-1,095}, \eta_{эф3} = 117,16 \cdot \dot{\gamma}^{-1,305},$$

$$\eta_{эф4} = 702,96 \cdot \dot{\gamma}^{-1,12}.$$

Различия в значениях эффективных вязкостей фаршей можно объяснить различным наполнением фаршей. Показатель степени во всех этих уравнениях показывает темп разрушения структуры, наименьшее его значение у контрольного образца указывает на то, что разрушение структуры данного образца происходит в меньшей степени, а наибольшее – у образца № 3.

Кроме того, были определены физико-химические показатели (содержание жира, влаги, активная кислотность), во многом определяющие структурно-механические свойства мясных фаршей (табл.3).

Таблица 3

Физико-химические показатели мясных фаршей (M±m, n=12)

Показатель	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Жир, %	10,40±0,50	13,92±0,53	15,00±0,52	14,50±0,62	11,48±1,01
Влага, г на 100 г продукта	64,3±0,05	68,94±0,06	70,83±0,04	66,72±0,06	69,94±0,04
Активная кислотность, рН	6,28±0,05	6,31±0,04	6,40±0,06	6,20±0,09	6,00±0,05

С возрастанием влагосодержания фарша предельное напряжение сдвига убывает, что обусловлено увеличением толщины водно-солевой прослойки между частицами фарша. С увеличением относительного содержания жира при одном и том же влагосодержании и одинаковой влагосвязывающей способности белков мышечной ткани имеющаяся в фарше вода вытесняется в прослойки между частицами фарша. Поэтому зазор между частицами также увеличивается, и предельное напряжение сдвига падает [9].

Исследования предельного напряжения сдвига и эффективной вязкости мясных фаршей позволили количественно оценить их основные реологические параметры.

Полученные реологические характеристики новых мясных продуктов могут быть использованы для выбора оптимальных технологических процессов (перемешивание, порционирование, формование) при производстве полуфабрикатов на основе комбинированных фаршей. Реализация исследований позволит получать готовые продукты постоянного, заранее заданного качества при централизованном производстве рубленой продукции.

### Литература

1. *Васюкова А.Т., Иванникова Е.И.* Технология производства фаршей длительного хранения. – М., 2002. – 172 с.
2. *Скурихин И.М., Тутельян В.А.* Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справ. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 276 с.
3. *Митрофанов Н.С.* Мясо птицы – важнейший компонент мясных продуктов // *Мясные технологии.* – 2007. – № 2. – С. 14–17.
4. *МакКенна Б.М.* Структура и текстура пищевых продуктов. Продукты эмульсионной природы / пер. с англ.; под науч. ред. *Ю.Г. Базарновой.* – СПб.: Профессия, 2008. – 480 с.
5. *Голунова Л.Е.* Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. – 8-е изд. – СПб.: ПРОФИКС, 2006. – 688 с.
6. *Косой В.Д., Малышев А.Д.* Инженерная реология биотехнологических сред. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 648 с.
7. Производственно-технический контроль и методы оценки качества мяса, мясо- и птицепродуктов: справ. серии «Техника и технология в мясной промышленности». – М.: Пищ. пром-сть, 1974. – 276 с.
8. *Арет В.А., Николаев Б.Л., Николаев Л.К.* Физико-химические свойства сырья и готовой продукции шпгнрог. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 448 с.
9. *Антипова Л.В., Безрядин Н.Н., Титов С.А.* Физические методы контроля сырья и продуктов в мясной промышленности. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 200 с.

