

Оптимизация процессов тонкого измельчения и перемешивания фаршей колбас со шпиком

В.М. ГОРБАТОВ

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности, Москва, СССР

А.В. ГОРБАТОВ, В.Д. КОСОЙ, А.К. КАКИМОВ

Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, Москва, СССР

При производстве колбасных изделий со шпиком основной процесс механической обработки состоит из двух этапов: тонкого измельчения фарша и перемешивания его со шпиком. По существующей технологии процесс тонкого измельчения фарша заканчивается при оптимальной степени измельчения, обеспечивающей при данных технологических характеристиках (жирности и влагосодержании) минимальные потери при термической обработке (I). Характер изменения структурно-механических свойств в процессе перемешивания и тонкого измельчения аналогичны. Это можно объяснить тем, что в обоих процессах происходит набухание и уменьшение размеров мышечных волокон, в первом случае за счет разрыва, а во втором - перетирания.

Основной целью при механической обработке является получение фарша с максимальными прочностными свойствами и равномерным распределением шпика на окончательной стадии фаршеприготовления - перемешивании.

Для оптимизации процессов тонкого измельчения и перемешивания необходимо решить две задачи:

1. Определить минимальное технологическое время перемешивания, за которое шпик равномерно распределится;

2. Получение фарша с наибольшими прочностными свойствами, обеспечивающими максимальную влагосодержательность и минимальные потери при термообработке.

Для решения поставленных задач были проведены комплексные исследования в производственных условиях. В качестве объектов исследования выбраны типичные виды фаршей колбас: чайная, московская, любительская, содержащие различные количества шпика (чайная - 0,1, московская - 0,18, любительская - 0,25 кг шпика /кг фарша). Рецептуры этих фаршей охватывают весь основной диапазон по содержанию шпика в ассортименте выпускаемых в СССР вареных колбасных изделий.

На основании экспериментальных данных нами была получена математическая зависимость для определения минимального технологического времени ($T_{\text{м.т.}}$, с) перемешивания (время, необходимое для достижения степени однородности $\beta = 0,8$) на т.мешалке Л5-ФМБ в зависимости от консистенции фарша, выраженной через предельное напряжение сдвига (θ_0 , Па) и содержания шпика (С, кг шпика/кг фарша):

$$T_{\text{м.т.}} = 60 \exp[6,6 \cdot 10^{-3} \theta_0 + 2,3 \exp(-9,59C - 1,4I)] \quad (I)$$

Для решения второй задачи необходимо определить степень недоизмельчения колбасного фарша, чтобы при минимальном технологическом времени перемешивания он достиг экстремальных структурно-механических свойств.

Тонкое измельчение фарша проводили на куттере марки Л5-ФКН. Степень измельчения фарша была выбрана от начала образования первичной структуры фарша (180 с) до его окончания, т.е. до оптимального времени куттерования (300 - 360 с).

В результате экспериментов было установлено, что чем больше степень недоизмельчения фарша, тем больше требуется времени для достижения экстремальных значения предельного напряжения сдвига в процессе перемешивания.

Изменение предельного напряжения сдвига колбасных фаршей с различным содержанием влаги и жира в зависимости от продолжительности перемешивания и степени тонкого измельчения представлено на рис. 1. Технологические характеристики этих видов фаршей показаны в табл. I. Аналогично изменяются значения предельного напряжения сдвига при перемешивании фаршей, тонко измельченных на машинах непрерывного действия: на агрегате К6 АТИМ-2 и на линии, включающей агрегат "ФАД", ротационный насос, вторичный тонкий измельчитель фарша ФКО-2 (3).

Предельное напряжение сдвига достигает оптимальных значений при перемешивании в два раза быстрее (за 210-270 с) на линии, включающей агрегат "ФАД", за счет двойного тонкого измельчения, чем на агрегате К6 АТИМ-2, в котором тонкое измельчение происходит за счет однократного прохода фарша через режущую пару нож-решетка.

Приведение значений предельного напряжения сдвига и длительности механической обработки к их оптимальным значениям позволило получить обобщенную зависимость изменения относительных значений предельного напряжения сдвига ($\theta_0 / \theta_0^{\text{опт.}}$) от изменения относительной длительности механической обработки ($T^* / T^*_{\text{опт.}}$) для фаршей, обрабатываемых на любом агрегате.

$$\frac{\theta_0}{\theta_0^{\text{опт.}}} = 0,761 \exp[0,559 \left(\frac{T^*}{T^*_{\text{опт.}}} \right) - 0,286 \left(\frac{T^*}{T^*_{\text{опт.}}} \right)^2] \quad (2)$$

$$\ln \frac{\theta_0}{\theta_0^{\text{опт.}}} = -0,273 + 0,559 \left(\frac{T^*}{T^*_{\text{опт.}}} \right) - 0,286 \left(\frac{T^*}{T^*_{\text{опт.}}} \right)^2 \quad (3)$$

Дробь в уравнениях (2) и (3) характеризует собой безразмерную длительность механической обработки и $\frac{T^*}{T^*_{\text{опт.}}} = \frac{T - 180}{T^*_{\text{опт.}} - 180}$

Выраженное 180 представляет длительность подготовительного периода куттерования. Он не имеет практического значения. Этот период определяет дальнейший процесс, но является неустановившимся, обуславливающийся подготовкой к резанию, распределением компонентов фарша, воды, специй. Этот период нельзя охарактеризовать объективно, так как продукт неоднороден.

Однородность продукта достигается за 180 с.

Уравнения (2) и (3) в приведенном виде описывают два основных периода механической обработки. В этих уравнениях второй член описывает образование первичной структуры, а третий член - разрушение первичной структуры и образование вторичной. Два эти процесса протекают одновременно и накладываются друг на друга. Графическое наложение кривых дает типичную для изменения предельного напряжения сдвига кривую с наличием экстремума.

$$\theta_0^{\text{опт.}} = A \exp[4\varphi - (0,31 + 21\varphi^2) \psi] \quad (4)$$

где: φ - жирность фарша, кг жира/кг фарша;

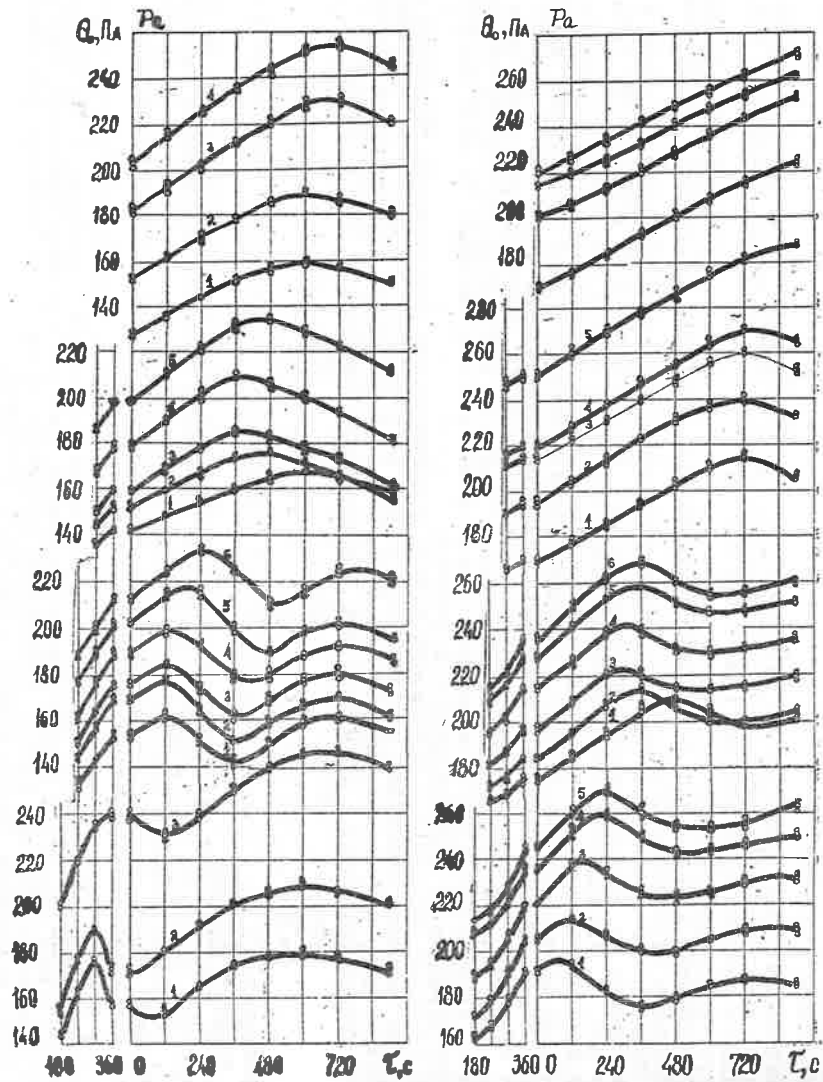
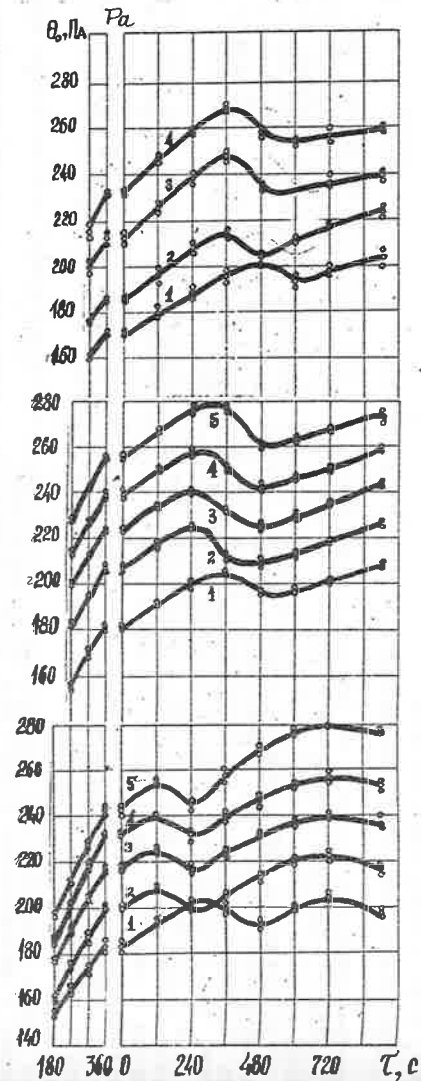


Fig. 1. Change of ultimate stress of comminuted sausage meat shift in relation to the period of mixing and fine comminution degree (chopping): I - meat of Ljubitel'skaya sausage; 2 - meat of Moskovskaya sausage; 3 - meat of Tchelnaya sausage.



Cont. Fig. 1.

Рис. I Изменение предельного напряжения сдвига колбасных фарш от продолжительности перемешивания и степени тонкого измельчения (кнетерования): I - фарш любительской колбасы; II - фарш московской колбасы; III - фарш чайной колб.

τ - влагосодержание фарша, кг воды/кг сухого остатка;
 A - коэффициент, зависящий от количества добавляемых белковых добавок, $A = 900$ при 17% добавлении белков и $A = 2120$ без добавления белков.
 Отклонения значений предельного напряжения сдвига, подсчитанные по формуле (4) и полученные экспериментально, не превышают 5%.
 На основе проведенных исследований разработана методика определения оптимального режима механической обработки (тонкого измельчения и перемешивания) фаршей для колбас со шпиком. Сущность методики заключается в следующем: зная исходные технологические характеристики фарша по зависимости (4) определяем оптимальное значение предельного напряжения сдвига. Далее из зависимости (1) находим необходимое минимальное технологическое время перемешивания, при котором степень однородности системы фарш-шпик достигнет значения 0,8. Затем откладываем это время по оси абсцисс рис. 2 и находим величину ординаты ($\tau/\tau_{\text{опт}}$) для заданного вида фарша. Оптимальную длительность куттерования ($\tau_{\text{опт}}$) определяем аналитически (1). Проведение значения ординаты ($\tau/\tau_{\text{опт}}$) на величину оптимальной длительности куттерования ($\tau_{\text{опт}}$) даст значение длительности куттерования (τ) фарша перед его перемешиванием со шпиком. Оптимальное значение предельного напряжения сдвига можно также определить по зависимости (2) или (3). Для этого необходимо замерить значение предельного напряжения (θ_0), в какое-то время куттерования (τ). Это значение предельного напряжения сдвига (θ_0), значение (τ) и значение ($\tau_{\text{опт}}$), подсчитанное аналитически (1), подставляем в зависимость (2) или (3) и находим оптимальное значение предельного напряжения сдвига. Таким образом, предложенная методика определения оптимального режима механической обработки (тонкого измельчения, перемешивания) фаршей для колбас со шпиком позволяет рационально организовать и сократить длительность механической обработки, получить фарш с максимальными прочностными свойствами и равномерно распределенными компонентами в окончательной стадии фаршаприготовления - перемешивании.

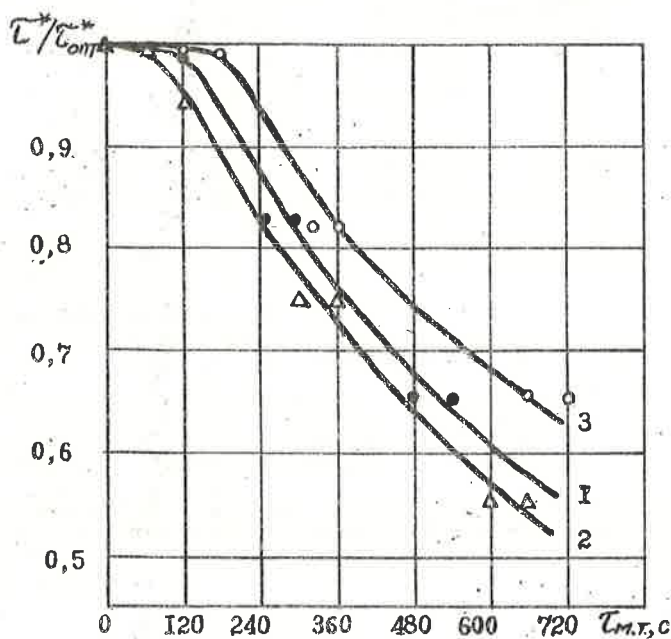


Fig. 2. Relation between relative degree of preliminary fine comminution (chopping) and minimal period of mixing: 1 - comminuted meat for Tchainaya sausage; 2 - comminuted meat for Moskovskaya sausage; 3 - comminuted meat for Ljubitel'skaya sausage.

Рис. 2. Зависимость относительной степени предварительного тонкого измельчения (куттерования) от минимальной технологической длительности перемешивания: 1 - фарш чайной колбасы; 2 - фарш московской колбасы; 3 - фарш любительской колбасы.

Таблица I
Table I

Индекс рисунка Figure index	Время предвари- тельного измельче- ния, с Period of preliminary fine comminution	Номер кри- вой Curve num- ber	Наименование колбас Sausage					
			любительская Ljubitel'skaya		московская Moskovskaya		чайная Tchainaya	
			Влагосодер- жание, кг воды кг сух.ост. water con- tent, kg of water/kg of dry residue	Жирность кг жира кг фарша fatness kg of fat/ kg of meat	Влагосодер- жание, кг воды кг сух.ост. water con- tent, kg of water/kg of dry residue	Жирность кг жира кг фарша fatness, kg of fat/ kg of meat	Влагосодер- жание, кг воды кг сух.ост. water con- tent, kg of water/kg of dry re- sidue	Жирность кг жира кг фарша fatness, kg of fat/ kg of meat
I	2	3	4	5	6	7	8	9
а	180	1	2,6206	0,1694	3,3440	0,1024		
		2	1,8740	0,2149	3,1322	0,1019		
		3	2,3750	0,1570	2,7188	0,1240		
		4	1,9525	0,1821	2,4880	0,1225		
б	240	1	2,6550	0,1675	3,8614	0,0809	3,4484	0,1107
		2	1,9647	0,2100	3,1946	0,1077	3,1771	0,1151
		3	2,3761	0,1774	3,0469	0,1100	3,0486	0,1158
		4	2,0712	0,1921	2,8139	0,1176	2,6664	0,1292
		5	2,3636	0,1564	2,6603	0,1181		
в	300	1	2,6202	0,1694	3,8286	0,0862	3,4250	0,1119
		2	2,2051	0,1899	3,6062	0,0962	3,1719	0,1097
		3	2,6232	0,1572	3,4209	0,1028	3,0486	0,1158
		4	2,4246	0,1664	3,1946	0,1077	2,3711	0,1476
		5	2,3979	0,1612	3,0339	0,1146	2,3711	0,1493
		6	2,0712	0,1852	2,7908	0,1188		

Продолжение таблицы I
Cont. table I

I	2	3	4	5	6	7	8	9
г	360	1	1,9647	0,2100	4,0906	0,0806	3,4250	0,1119
		2	1,8740	0,2149	4,2149	0,0709	3,4484	0,1107
		3	1,9516	0,1923	3,2158	0,1037	3,1771	0,1151
		4			3,0429	0,1100	3,0486	0,1137
		5			2,7188	0,1236	3,0486	0,1108

Список использованной литературы

1. В.М. Горбатов, А.В. Горбатов, В.Д. Косой "Эталонные характеристики колбасных фаршей". - В кн.: XXIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности, М., Пищевая промышленность, 1980, с. 401-406.
2. В.Д. Косой, А.К. Какимов, С.В. Козлов "Исследование процесса перемешивания фарша при производстве вареных колбасных изделий со шпиком". - Мясная индустрия СССР, 1981, № 3, с. 33-36.
3. В.М. Зацерковный, М.Ф. Мишина, А.В. Горбатов, В.Д. Косой, А.К. Какимов "Изменение структурно-механических свойств фарша при механической обработке" - Мясная индустрия СССР, 1982, № 2, с. 27-29.