

14TH

EUROPEAN MEETING
OF MEAT RESEARCH WORKERS

BRNO, CZECHOSLOVAKIA

AUGUST 26th - 31st 1968

SECTION

C 12

В.И. СОЛОВЬЕВ

Всесоюзный научно-исследовательский институт
мясной промышленности

А.Г. ПОКЛАД

Московский институт народного хозяйства
им. Г.В. Плеханова

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ
НА СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
МЯСНОГО ФАРША В СВЯЗИ С ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКОЙ
ПРИГОТОВЛЕННЫХ ИЗ НЕГО КУЛИНАРНЫХ
ИЗДЕЛИЙ

В настоящее время производственной практикой и научными исследованиями доказана технологическая и экономическая целесообразность применения препаратов протеолитических ферментов для ускорения процесса созревания мяса и улучшения консистенции жесткого мяса в случае кулинарного использования его в виде целых кусков /I/. Однако ферментирование измельченного мяса (фарша) с целью улучшения качества получаемой из него продукции могло бы иметь также большое

значение, так как фарши широко и разнообразно используют в мясной промышленности и в производстве продуктов общественного питания.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния препаратов протеолитических ферментов на структурно-механические и физико-химические свойства мясного фарша в связи с органолептической оценкой приготовленных из него кулинарных изделий.

Структурно-механические характеристики сырого фарша определяли прибором Б.А. Николаева для измерения деформации сдвига на наклонной плоскости /2/, а фарша, нагретого до состояния кулинарной готовности, прибором Б.А. Николаева для измерения упруго-пластичных деформаций одноосного сжатия /3/.

Влагопоглощаемость сырого фарша определяли пресс-методом Р. Грау в модификации З.П. Воловинской /4/, влагоудерживающую способность - методом центрифугирования Е. Вербенского в модификации Н.А. Головкина /5, 6/.

Органолептическую оценку качества готовых кулинарных изделий (рубленых блюстексов), приготовленных из ферментированного фарша, проводили на закрытых дегустациях дифференцированно по всем показателям по пятибалльной системе (5 - отлично, 4 - хорошо и т.д., каждый плюс и минус означал соответственно 0,25 балла).

Для приготовления фарша использовали мышцы от охлажденных (2-суточного хранения) туш 4-5-летних коров. Для

определения структурно-механических и физико-химических свойств фарша его готовили из длиннейшей мышцы спины, а для органолептической оценки качества рубленых бифштексов - из трехглавой мышцы плеча. Так как приборы для измерения структурно-механических свойств отличаются высокой чувствительностью и пригодны только для измерения механических характеристик структуры однородных продуктов, мясо измельчали в мясорубке с диаметром отверстий решетки I мм.

При изучении влияния препаратов протеолитических ферментов на структурно-механические свойства, влагопоглощаемость и влагоудерживающую способность в сырой фарш добавляли 0,01% ферментного препарата, а при изучении структурно-механических свойств фарша, нагретого до 80⁰С, только 0,005% ферментного препарата. Предварительные опыты показали, что при добавлении 0,01% тандрина или кератиназы и последующего нагревания фарш приобретает чрезмерно нежную консистенцию. Таким образом в первом случае добавляли 20% ферментного раствора 0,05%-ной концентрации, а во втором - 0,025%-ной концентрации. К контролльному образцу фарша во всех случаях добавляли 20% дистilledированной воды.

Продолжительность ферментирования фарша была принята 15 мин., так как предварительные опыты показали, что при более продолжительном ферментировании структурно-механические свойства, влагопоглощаемость и влагоудерживающая

способность фарша изменяются незначительно.

Для определения структурно-механических свойств фарша, подвернутого перед нагреванием ферментированию, а также органолептических показателей рубленых бифштексов, приготовленных из ферментированного фарша, мясной фарш, сформованный в виде биточек, а также полуфабрикаты рубленых бифштексов обжаривали обычным способом на сковороде (впереворот) до состояния кулинарной готовности, когда температура в центре образца (как наименее прогретой части продукта) достигала 80°C /7/, что определяли при помощи термопары.

По сравнению с ферментными препаратами растительного и животного происхождения микробиальные имеют много технологических и экономических преимуществ и, следовательно, промышленное применение их более перспективно /8/. Для исследования мы использовали два препарата микробиального происхождения: кератиназу и терризин, предоставленные нам лабораториями Ферментов Института биохимии им. А.Н. Баха АН СССР и Всесоюзного научно-исследовательского института ферментной и спиртовой промышленности. Препарат кератиназы выделен из глубинной культуры *Actinomyces fradiae* (штамм II9), а терризин - из поверхностной культуры *Aspergillus terricola* (3374) методом осаждения сульфатом аммония /9, 10/. В качестве эталона для сравнения действия ферментных препаратов использовали импортный препарат тандрин, содержащий про-

теолитический фермент растительного происхождения папа-
ин и широко используемый за рубежом для размягчения
жесткого мяса.

Результаты определения влияния препаратов протеоли-
тических ферментов на структурно-механические свойства
сырого мясного фарша и фарша, подвергнутого после фер-
ментирования нагреванию (табл. I и 2), показывают, что
ферментирование понижает механические характеристики
структурь фарша.

Наиболее интенсивное воздействие на структуру фарша
оказали два ферментных препарата — тандрин и кератиназа
и менее интенсивное — терризин.

Вязкость и период релаксации у фаршей, ферментиро-
ванных тандрином и кератиназой, значительно меньше, чем
у контрольного образца фарша. Модули упругости сдвига
изменяются у фарша под влиянием ферментирования менее
значительно. Отмеченную особенность изменения структур-
но-механических свойств фарша под влиянием ферментиро-
вания подтверждают коэффициенты разжигания, вычисленные
по модулю и вязкости. Под влиянием ферментирования умень-
шается упругость и увеличивается пластичность фарша
(табл. I).

Модуль упругости односостного сжатия структуры фермен-
тированного, а затем подвергнутого нагреванию (80°C) мяс-
ного фарша меньше, чем у контрольного фарша, особенно в
случае добавления тандрина и кератиназы. Относительная

упругость у ферментированных нагретых фаршей также меньше, чем у контрольного образца (табл. 2).

Уменьшение модулей упругости и относительной упругости сырого и нагретого фаршей в результате предварительной обработки их препаратами протеолитических ферментов (в % к этим показателям контрольных образцов) представлены в виде диаграмм на рис. I и 2.

На рис. 3 показано соотношение упруго-эластичной и остаточной деформации, рассчитанное в процентах к общей (максимальной в условиях опыта) деформации сдвига структуры сырого мясного фарша (рис. 3 - I) и деформации одноосновного хлания структуры фарша, нагретого до 80°C (рис. 3 - II) в результате предварительной обработки их препаратами протеолитических ферментов.

Диаграммы наглядно показывают, что у ферментированных фаршей в обоих случаях доля упруго-эластичной деформации меньше, чем у контрольных. При добавлении в фарш ферментных препаратов, более интенсивно воздействующих на его структуру (например, тандрина или кератиназы), доля упруго-эластичной деформации меньше, чем при добавлении терризина.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что под влиянием ферментирования в свойствах структуры как сырого, так и нагретого затем фарша происходят изменения в направлении приобретения свойств жидкого тела. Имея в виду это обстоятельство, можно ожидать, что

кулинарные изделия, приготовленные из ферментированного фарша, будут иметь более нежную консистенцию, чем из неферментированного.

Средние данные трех повторных опытов определения влагопоглощаемости и четырех повторных опытов определения влагоудерживающей способности ферментированных фаршей представлены в табл. 3.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что ферментирование повышает влагопоглощаемость сырого мясного фарша и влагоудерживающую способность фарша, подвергнутого после ферментирования нагреванию (80°C). Влагопоглощаемость контрольного неферментированного сырого мясного фарша составляет в среднем 45,1%, а ферментированного — от 46,0 до 46,8%. Наиболее интенсивно увеличивается влагопоглощаемость фарша, по сравнению с контрольным образцом, с добавлением тандрина и кератиназы (в обоих случаях на 3,76%), а терризина только на 1,99%.

Влагоудерживающая способность контрольного неферментированного нагретого фарша в среднем составляет 34,4%, а ферментированного — от 34,7 до 35,6%. Наиболее интенсивно увеличивает влагоудерживающую способность фарша, по сравнению с контрольным образцом, тандрин и кератиназа соответственно на 3,48 и 3,2%, а терризин — только на 0,87%.

Следует отметить, что увеличение влагоудерживающей способности ферментированного фарша и выхода готового

продукта из него находятся в прямой зависимости /II/.

Увеличение влагопоглощаемости и влагоудерживающей способности мясного фарша под влиянием протеолитических ферментов можно объяснить начальной стадией протеолиза макромолекул **белка**, в результате чего увеличивается общая поверхность белковой макромолекулы и количество гидрофильных функциональных групп.

Имея в виду, что ферментированный фарш отличается повышенной влагопоглощаемостью и влагоудерживающей способностью, можно ожидать, что кулинарные изделия из него будут более сочными и иметь больший выход.

В связи с тем, что результаты изучения влияния препаратов протеолитических ферментов на объективные показатели (структурно-механические характеристики, влагопоглощаемость, влагоудерживающую способность) как сырого фарша, так и подвергнутого после ферментирования нагреванию (80°C), показали возможность практического использования их для улучшения консистенции, сочности и увеличения выхода готовых изделий из фарша, нами была проведена дифференцированная органолептическая оценка качества рубленых бифштексов, приготовленных из фарша, ферментированного отечественным микробиальным ферментным препаратом - кератиназой, который показал лучшие результаты.

Для дегустации использовали образец препарата кератиназы, очищенный от пигментов, солей, различных низкомолекулярных примесей, а также микробных клеток и жизнеспособных форм продуцента, путем пропускания препарата через колонку с сефадексом марки φ - 25. Очищенный образец препарата кератиназы представляет собой хлопьевидный порошок белого цвета без запаха и вкуса, хорошо растворимый в воде.

Результаты дифференцированной органолептической оценки качества рубленых бифштексов, приготовленных из ферментированного кератиназой мясного фарша, представленные в табл. 4, подтвердили улучшение качества ферментированных образцов по сравнению с контрольными по всем органолептическим показателям и общей предпочтительной оценке.

Наиболее заметное улучшение установлено в отношении консистенции и сочности, балловые оценки которых приближались по своему значению к "хорошо с плюсом" - 4,5 и 4,4 балла, в то время как балловые оценки этих показателей для контрольных образцов рубленых бифштексов приближались только к оценке "хорошо" - 3,9 и 3,8 балла. Таким образом для ферментированных рубленых бифштексов улучшение консистенции и сочности было на 0,6 балла.

Выполненная нами /12/ проверка этого же препарата показала, что при обработке им целых кусков жесткого мяса, достигается несколько большая эффективность его воздействия - увеличение нежности в среднем на 0,9 балла.

Балловая оценка вкуса ферментированных рубленых бифштексов приближалась к оценке "хорошо с плюсом" - 4,4 балла, а контрольного - к "хорошо" - 4,0 балла. По вкусу ферментированные образцы получили более высокую оценку, чем контрольные на 0,4 балла.

По цвету и запаху образцы отличались совсем незначительно (только на 0,1 балла). Балловая оценка этих показателей для ферментированных и контрольных образцов рубленых бифштексов была твердая - "хорошо" - 4,1 балла (контрольная) и 4,2 (опытная).

Общая оценка приемлемости продукта как для ферментированных, так и контрольных образцов приближалась к "хорошо с плюсом", соответственно 4,5 балла и 4,2 балла. Улучшение этого показателя для ферментированных образцов составило 0,3 балла.

Следует отметить, что объективные показатели, в значительной мере характеризующие консистенцию и сочность готовых изделий: структурно-механические свойства, влагопоглощаемость и влагоудерживающую способность согласуются с результатами органолептической оценки.

Например, модуль упругости, являющийся механической характеристикой твердых тел, для фаршей, ферментированных кератиназой, а затем нагретых, по сравнению с модулем упругости контрольного образца фарша был меньше на 25,2% (табл. 2, рис. 2). Органолептическая оценка консистенции (нежности) рубленых бифштексов, приготовлен-

ных из ферментированного кератиназой фарша, по сравнению с оценкой этого показателя для контрольных образцов рубленых бифштексов оказалась выше на 0,6 балла (табл. 4).

Влагопоглощаемость и влагоудерживающая способность у ферментированных кератиназой фаршей выше, чем у контрольных образцов соответственно на 3,76% и 3,2% (табл. 3). Одновременно с этим органолептическая оценка сочности рубленых бифштексов, приготовленных из ферментированного кератиназой фарша, по сравнению с оценкой этого показателя у контрольных образцов выше на 0,6 балла (табл. 4).

Математическая обработка результатов определения объективных показателей ферментированного фарша и органолептической оценки приготовленных из него рубленых бифштексов показала достаточную достоверность разницы (табл. 3, 4).

ВЫЗОДЫ

I. Результаты определения влияния препаратов протеолитических ферментов на структурно-механические свойства как сырого мясного фарша, так и подвергнутого после ферментирования нагреванию, показывают, что изменения имеют общий характер — уменьшаются величины механических характеристик структуры: модулей упругости, вязкости, периода релаксации, относительной упругости и доля

Упруго-эластичной деформации в процентах к общей деформации; увеличивается общая деформация, пластичность и доля остаточной деформации в процентах к общей деформации.

2. Наиболее интенсивно уменьшает механические характеристики как сырого фарша, так и подвергнутого после ферментирования нагреванию (80°C) добавление ферментного препарата, имеющего в своей основе папаин, и отечественного ферментного препарата, полученного из губинной культуры *Actinomyces fradiae* методом осаждения сульфатом аммония. Інное сильное воздействиеоказал ферментный препарат, полученный из поверхностной культуры *Aspergillus terricola* методом осаждения сульфатом аммония.

3. Добавление к сырому мясному фаршу препаратов протеолитических ферментов увеличивает его влагопоглощаемость и влагоудерживающую способность фарша, подвергнутого после ферментирования нагреванию (80°C).

4. Наиболее интенсивно увеличивает как влагопоглощаемость, так и влагоудерживающую способность мясного фарша ферментный препарат, содержащий папаин, и отечественный ферментный препарат, полученный из культуры *Actinomyces fradiae*. Інное сильное воздействиеоказал ферментный препарат, полученный из культуры *Aspergillus terricola*.

5. Отмечаемое органолептическое улучшение консистенции и сочности ферментированных рубленых бифштексов, по сравнению с контрольными образцами, находится во взаимной связи с данными определения структурно-механических свойств, влагопоглощаемости и влагоудерживающей способности фарша, определенных объективными методами исследования.

6. Уменьшение структурно-механических характеристик, увеличение влагопоглощаемости и влагоудерживающей способности сырого и нагретого мясного фарша под влиянием добавленных в сырой фарш препаратов протеолитических ферментов, в связи с органолептической оценкой, приготовленных из него кулинарных изделий, указывает на возможность практического использования ферментных препаратов, давших лучшие результаты, с целью улучшения консистенции (нежности), сочности и увеличения выхода фаршевых изделий.

Таблица I

Структурно-механические свойства сырого мясного фарша,
ферментированного различными препаратами
(средние данные семи опытов)

Фермент- ные пре- параты	$E_{y\delta} \cdot 10^{-3}$, н/м ²	$\tau \cdot 10^{-4}$, н.сек/м ²	ℓ/E , сек.	Упру- гость, %	Пла- стич- ность, %	Коэффици- енты раз- жения, вычислен- ные	
						по мо- ду- лью, %	по вяз- ко- сти, %
Тандарин	2,6	12,8	49	21,3	78,7	14,0	37,6
Кератина- за	2,6	15,4	59	24,4	75,5	14,0	24,9
Терризин	2,7	17,6	65	26,2	73,8	10,0	14,7
Контроль с водой	3,0	20,5	68	27,4	71,4	-	-

- Примечания:
1. К фаршу добавлено 20% воды и 0,01% ферментного препарата. К контрольному образцу фарша добавлено 20% воды.
 2. Структуру фарша подвергали деформированию на сдвиг при постоянном напряжении $P=4,76$ г/см² в течение 3 мин., затем напряжение снимали и производили замеры еще 3 мин.

Таблица 2.

Структурно-механические свойства мясного фарша,
ферментированного различными препаратами и нагретого
после этого до 80°C

(средние данные семи опытов)

Ферментные препараты	$E_{\text{сж}} \cdot 10^{-3}$, н/м ²	Упругость, %
Тандрин	2,32	64,7
Кератиназа	2,52	68,6
Терризин	2,84	73,0
Контроль с водой	3,10	74,1

- Примечания:
1. К фаршу добавлено 20% воды и 0,005% ферментного препарата. К контрольному образцу фарша добавлено 20% воды.
 2. Структуру фарша подвергали деформированию на одноосное сжатие при постоянной нагрузке, равной 90 г, в течение 1 мин., затем нагрузку снимали и производили замеры еще 1 мин.

Таблица 3

Влияние ферментирования на влагопоглощаемость и влагоудерживающую способность мясного фарша

(по средним данным)

Показатели	Контроль, фарш не фермен- тирован	Фарш ферментирован танд- рином	керати- назой	терри- зином
Влагопоглощаемость, в % к начальному весу мяса	45,1	46,8	46,8	46,0
Увеличение влагопогло- щаемости в % к конт- рольному образцу фарша		+3,76	+3,76	+1,99
Достоверность разницы, Р	<0,05	<0,01	<0,1	
Влагоудерживающая спо- собность, в % к на- чальному весу мяса	34,4	35,6	35,5	34,7
Увеличение влагоудер- живающей способности в % к контрольному об- разцу фарша	-	+3,48	+3,2	+0,87
Достоверность разницы, Р	-	<0,001	<0,001	<0,05

Примечание: К фаршу добавлено 20% воды и 0,01% фермент-
ного препарата. К контрольному образцу фар-
ша добавлено 20% воды.

Таблица 4

Органолептическая оценка (в баллах) качества
рубленых бифштексов, приготовленных из
ферментированного кератиназой фарша
(средние данные четырех опытов)

Показатели качества	Органолептическая оценка (в баллах) качества рубленых бифштексов		Улучшение (в баллах) показателей качества по сравнению с контролем	Достовер- ность разницы, Р
	контроль- ных	опыт- ных		
Цвет	4,1	4,2	+0,1	0,1
Запах, аромат	4,1	4,2	+0,1	0,1
Консистенция (нежность)	3,9	4,5	+0,6	0,001
Вкус	4,0	4,4	+0,4	0,02
Сочность	3,8	4,4	+0,6	0,02
Общая оценка	4,2	4,5	+0,3	0,01

Примечание. К фаршу добавлено 20% воды и 0,004% кератиназы.
К контролльному фаршу добавлено 20% воды.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Применение протеолитических ферментов в производстве мясных полуфабрикатов. М., ЦИНТИПП, 1964.
2. Николаев Б.А. Измерение структурно-механических свойств пищевых продуктов. "Экономика", М., 1964.
3. Николаев Б.А. Исследование общей и упругой деформации хлебного мякиша, М., Пищепромиздат, 1950.
4. Воловинская В.П., Кельман Б.Я. Разработка метода определения влагопоглощаемости мяса. "Труды ВНИИМПа", IX, 1962, I28.
5. Wierbicki E., Kunkle L.E., Deatherage F.E. Food Technology, VII, 69, 1957.
6. Першина Л.И. Роль и значение механико-химических процессов в изменении качественных свойств рыбы при холодильной обработке и хранении. Канд.дисс. Л., 1961.
7. Tilgner, Damazy. J. "Fleischwirtschaft", 16, 11, 1115, 1118-1120, 1964.
8. Цыпирович А.С. Ферменты в народном хозяйстве. "Техника", Киев, 1965.
9. Фениксова Р.В., Петрова И.С. Протеолитические ферменты *Actinomyces fradiae*. Прикладная биохимия и микробиология. АН СССР, I, 2, М., 1965.
10. Попова Н.В. "Труды ВНИИФСП", I5, 1965.

- II. Воловинская В.П. Изучение основных факторов, влияющих на влагопоглощаемость колбасного фарша и качество вареной колбасы, Канд.дисс., ВНИИМП, 1953.
12. Соловьев В.И., Поклад А.Г. Кератиназа-микробиальный ферментный размягчитель жесткого мяса. Тезисы доклада на научной конференции преподавателей МИНХ им. Г.В. Плеханова, Февраль, 1968.

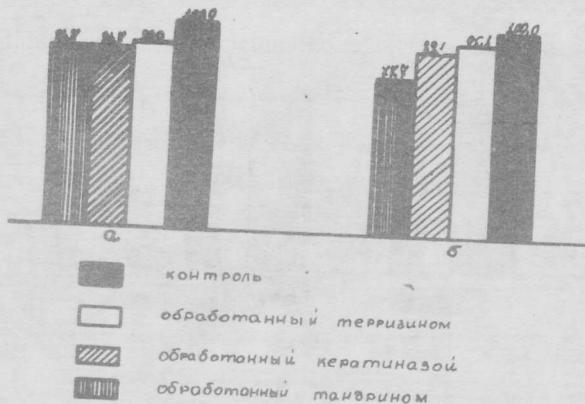


Рис. I - Изменение структурно-механических свойств сырого мясного фарша, обработанного препаратами протеолитических ферментов (в % к контрольному образцу):

а - модуль упругости сдвига; б - относительная упругость

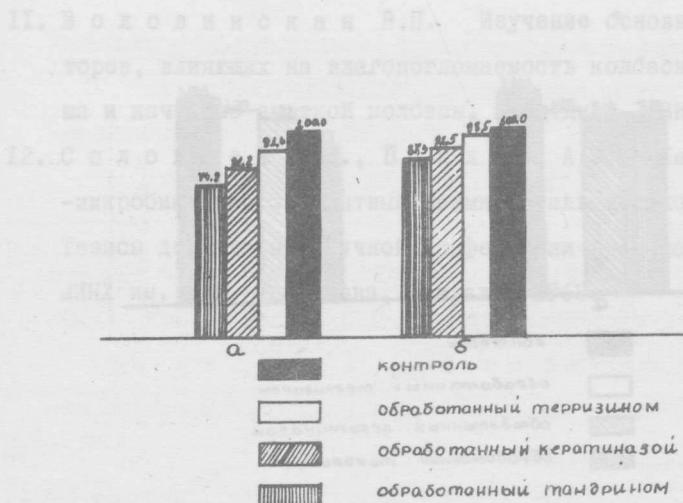


Рис. 2 - Изменение структурно-механических свойств мясного фарша, предварительно обработанного препаратами протеолитических ферментов и нагретого до 80°C (в % к контрольному образцу):

α - модуль упругости одноосного сжатия;

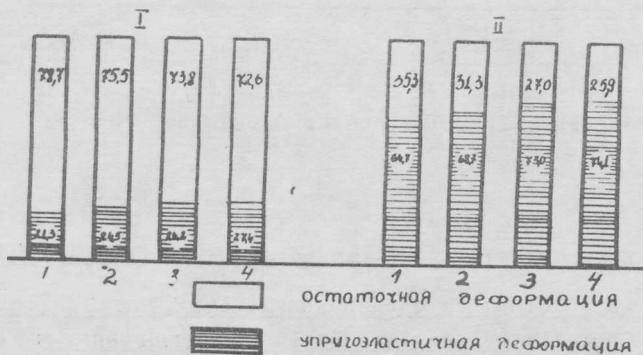


Рис. 3 - Изменение соотношения остаточной и упругой деформации (в % к общей деформации структуры) сырого мясного фарша /I/ и нагретого до 80⁰С /II/, предварительно обработанного препаратами, прополитических ферментов:

I - тандрином; 2 - кератиназой; 3 - терризином; 4 - капроль.