

Исследование влияния мясопродуктов-разбавителей с пористой структурой на свойства фарша и качество вареных колбас

В.Б. ТОЛСТОГУЗОВ, В.Т. ДИАНОВА, Н.Г. КРОХА, В.Б. ЛТУЛЬБОЙ.

Ордена Ленина Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова АН СССР, Москва, СССР

Создание новых видов мясных продуктов, полученных совместной переработкой мясного фарша с белковыми разбавителями, т.е. так называемых комбинированных мясопродуктов, является одним из эффективных путей решения проблемы рационального использования белковых ресурсов, направленного регулирования состава и свойств мясопродуктов. Увеличение содержания в составе комбинированных мясопродуктов белковых разбавителей без изменения качественных показателей готовых изделий представляет собой сложную задачу и предъявляет определенные требования к функциональным свойствам разбавителей. Комплекс этих требований специфичен для каждой конкретной формы комбинированных мясопродуктов. Так, например, разбавители, используемые при производстве вареных колбас, должны обладать высокой водопоглотительной и влагоудерживающей способностью, устойчивостью к воздействию высоких температур, определенными структурно-механическими свойствами и макроструктурой, аналогичной элементам структуры традиционных фаршей и готовых фаршевых изделий, а также не вызывать искажения их структуры. Объектом исследования служили белковые разбавители пористой структуры /БПР/, полученные на основе изолированных белков субпродуктов второй категории /БПРС/ и белков молока /БПРМ/, в двух формах - гидратированной и регидратированной. БПРС и БПРМ получали в результате замораживания их водных суспензий. Замораживание водной суспензии белка сопровождается ее концентрированием и развитием межмолекулярных и межагрегатных взаимодействий, носящих необратимый характер. В результате этих взаимодействий после размораживания системы /плавления кристаллов льда/ и отделения воды остается трехмерный пористый каркас с порами той или иной степени асимметрии, отвечающими по размерам и форме кристаллам льда. Необратимые взаимодействия между макромолекулами и между агрегатами макромолекул белка, по-видимому, обусловлены гидрофобным взаимодействием, водородными связями и, возможно, образованием дисульфидных мостиков. Внешний вид таких разбавителей представлен на рис.1. В качестве стандарта избран фарш вареной колбасы следующей рецептуры:

	в г на 1 кг фарша
свинина н/ж	500
говядина I с	400
молоко сухое	100

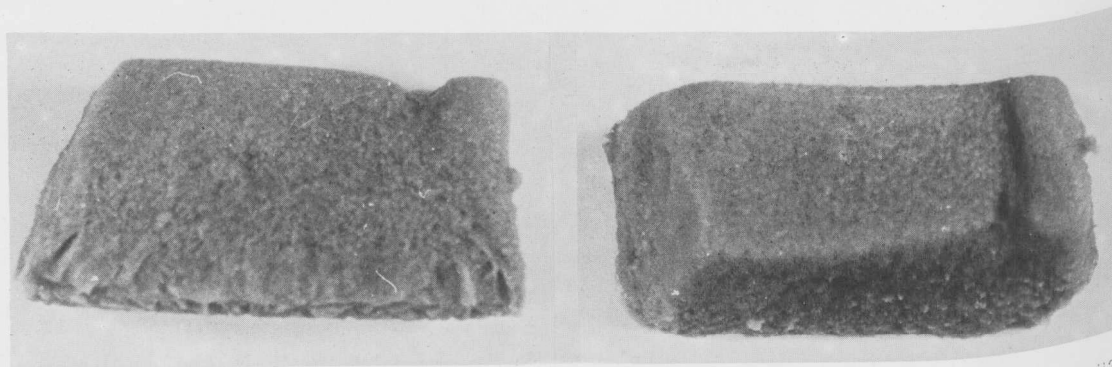


Рис. 1а. Пористый продукт на основе белков субпродуктов

Fig.1a. A porous product based on by-product proteins

Рис. 1б. Пористый продукт на основе белков молока

Fig.1b. A porous product based on milk proteins

фарш черный  
фарш душистый

I  
0,5  
0,5  
I  
25  
0,075

При изготовлении комбинированного фарша взамен 2,5, 10, 20, 30, 40, 50% мясной части вводили равное по весу количество БПРС и БПРМ. При этом следует отметить, что оба вида разбавителей как в гидратированной, так и в регидратированной форме готовили с таким расчетом, чтобы они по содержанию влаги и величине pH соответствовали стандартному фаршу. Для этого из свежеприготовленного разбавителя удаляли слабосвязанную влагу в стандартных условиях прессованием и измельчали до размера частиц, свойственных стандартному колбасно-фаршу. Определяли содержание белка и влаги и величины pH в эталонном фарше и в разбавителе. Такие БПРС и БПРМ обычно содержат 20-25% белка, 50-55% воды и имеют величину pH, соответствующую к ИЭТ белков. Соответствие их эталонному фаршу достигали титрованием их 0,1 раствором из автоматической бюретки при перемешивании на приборе "Валариграф" фирмы "Лабор". Для достижения величины pH, равной 5,8 добавляли расчетное количество дистиллированной воды с учетом количества раствора едкого натрия, помещенного на титрование.

Регидратированные разбавители получали таким же образом, за исключением того, что после достижения их подвергали сушке при температуре 40°C в течение одного часа, а затем регидратации в воде при температуре 20°C в течение 50 мин. до достижения равновесной степени сухости.

Свойства комбинированного фарша оценивались по величинам предельного напряжения сдвига, предельной вязкости на приборе "Рео-тест-2" с рифленным ротором и липкости. Свойства комбинированных мясopодуkтов /варенных колбас/ оценивались по величинам напряжения сдвига, условно-мгновенного модуля упругости, предельной деформации при разрушении на универсальной испытательной машине "Инстрон" и ползучести на пенетрометре фирмы "Лабор". На машине "Инстрон" /Англия/ образец размером 10x10x10 мм помещали на неподвижную, связанную с системой измерения нагрузки и разрезали ножом подвижного пуансона.

Скорость деформации была постоянной и равнялась 5 см/мин. Испытания проводили при температуре 21±1°C. В табл. I и 2 представлены данные об изменении свойств комбинированного фарша в зависимости от вида, формы и содержания белковых разбавителей.

Для удобства сравнительного анализа свойств комбинированного фарша, полученного с использованием разных белковых разбавителей, все данные приводятся в процентном отношении к аналогичным характеристикам стандартного фарша, принятого за эталон.

Изменение введения белковых пористых разбавителей на содержание влаги и величину pH комбинированного фарша

Table 1.

Combination mix	Diluter level	Moisture, % of the control	Firmly bound water, % of the control	pH
Мясной фарш - стандартный	0	100	100	5,81
Мясной фарш - регидратированный	2	100,1	100	5,82
Мясной фарш - гидратированный	5	100,1	101,4	5,80
БПРС	10	100,6	102,4	5,81
БПРМ	20	100,2	105,0	5,79
БПРВ	30	100,4	107,5	5,80
БПРС	40	100,5	110,0	5,82
БПРМ	50	100,2	113,3	5,79
Мясной фарш - регидратированный	2	100,4	100,2	5,80
Мясной фарш - гидратированный	5	100,2	100,1	5,81
БПРС	10	100,1	102,0	5,77
БПРМ	20	100,4	103,9	5,80
БПРВ	30	100,3	106,0	5,82
БПРС	40	100,2	107,8	5,78
БПРМ	50	100,3	110,2	5,81

/to be contnd/

Продолжение табл. I

/contnd/ I	2	3	4	5
Мясной фарш- гидратированный Minced meat,hydrated	2	100,4	100,0	5,88
	5	100,2	100,7	5,79
	10	100,6	101,5	5,80
	20	100,1	103,0	5,77
	30	100,3	104,4	5,82
БПРМ	40	100,4	105,9	5,79
РРДМ	50	100,5	107,6	5,80
Мясной фарш - ре- гидратированный Minced meat, rehydrated	2	100,5	100,0	5,83
	5	100,2	100,5	5,83
	10	100,6	101,1	5,81
	20	100,9	102,2	5,78
	30	100,4	103,1	5,82
БПРМ	40	100,7	104,3	5,82
РРДМ	50	100,8	105,3	5,81

Влияние содержания белковых пористых разбавителей на реологические свойства  
комбинированного фарша  
The rheological properties of combinations mixes as effected with the level of  
the amount of protein porous diluters

Таблица 2. Table 2.

Наименование комбинированного фарша A combination mix	Содержание разбавителя Diluter le- vel, %	Эффективная вязкость, % к контролю Effective vis- cosity, % of cont.	Адгезия, % к контролю Adhesion, % of control	Предельное напряжение сдвига, % к контролю Critical shear stress, of control
I	2	3	4	5
Модельный мясной фарш Model minced meat	0	100	100	100
Мясной фарш - гидратированный Minced meat,hydrated	2	100,9	99,9	101,1
	5	102,2	99,7	102,4
	10	104,3	99,7	103,9
	20	108,5	99,8	108,3
	30	112,3	99,6	111,9
БПРС	40	116,1	99,5	115,8
РРДВ	50	120,3	99,5	120,6
Мясной фарш - регидратированный Minced meat, rehydrated	2	100	99,6	100,1
	5	101,8	99,2	101,5
	10	103,5	98,0	103,4
	20	107,0	96,1	106,9
	30	110,3	94,3	110,4
БПРС	40	113,9	92,2	114,0
РРДВ	50	117,4	90,5	117,8

/contnd/

Продолжение табл. 2.

1	2	3	4	5
осной фарш - гидратированный meat, hydrated	2	101,1	99,8	100,2
	5	101,2	99,8	101,0
	10	103,5	99,7	102,9
	20	106,0	99,5	105,7
БПРМ	30	108,9	99,6	108,5
РРДМ	40	112,0	99,7	111,6
	50	115,2	99,4	114,8
<hr/>				
осной фарш - регидратированный meat, rehydrated	2	100,0	99,8	100,0
	5	101,3	99,5	101,4
	10	102,5	99,0	102,7
	20	105,1	98,1	105,3
БПРМ	30	107,6	96,9	107,6
РРДМ	40	109,9	96,2	110,0
	50	113,5	95,3	113,8

Для всех систем комбинированного фарша наблюдается незначительное, но закономерное увеличение эффективной вязкости и предельного напряжения сдвига. Эффективная вязкость системы фарш-гидратированный БПРС и фарш - гидратированный БПРМ, приготовленных в соотношении 1:1, изменяется в первом случае на 20%, во втором - на 15%. Характер изменения предельного напряжения сдвига указанных систем соответствует изменениям их эффективной вязкости /табл.2/. Можно предположить, что влагосодержание и величина pH в этих системах являются величинами постоянными, поэтому изменение сдвига связано как с природой белка, на основе которого приготовлен разбавитель, так и с его функциональными свойствами. В частности, приведенные в табл.1 данные о изменении эффективной вязкости и предельного напряжения сдвига колбасного фарша находятся в прямо пропорциональной зависимости от содержания в нем прочносвязанной влаги, т.е. в системах, в которых наблюдается большее увеличение эффективной вязкости и предельного напряжения сдвига, больше доля прочносвязанной влаги.

Изменение эффективной вязкости и предельного напряжения сдвига в системе фарш-регидратированный БПРС и фарш-регидратированный БПРМ от содержания в нем разбавителя также имеет линейный характер, однако, численное выражение ее несколько меньше, чем у соответствующих систем с гидратированными разбавителями - /17% и 13% соответственно/.

Постоянные свойства исследованных систем комбинированного фарша заметных изменений не претерпевают. Однозначного объяснения этого факта найти трудно, т.к. адгезионные свойства таких систем могут зависеть и от содержания растворимых белков, от поверхностных свойств животного белка, и от содержания липидов, а также ряда других факторов.

Следует отметить некоторое снижение величины адгезии для систем фарш-регидратированный разбавитель, связанное, по-видимому, с некоторыми денатурационными явлениями при разбавлении.

Результаты исследований реологических свойств готовых изделий сведены в табл.3.

Характер изменения величин предельного напряжения сдвига и общей деформации при разрушении исследуемых образцов носит линейную зависимость от содержания БПРС и БПРМ.

Увеличение величин предельного напряжения сдвига в большей степени наблюдается для образцов, полученных из системы фарш-50% БПРС гидратированного /15%/, затем для системы фарш - регидратированного БПРС /11%/, и незначительное увеличение для системы фарш-БПРМ гидратированный и регидратированный /8 и 5% соответственно/.

Изменение величин общей деформации при разрушении находится в обратно пропорциональной зависимости от изменения предельного напряжения сдвига.

Органолептической оценкой консистенции всех исследуемых образцов готовой продукции, представленные в табл.4, подтверждают приведенные выше результаты инструментальных методов оценки их реологических свойств.

Зависимость реологических свойств вареной колбасы от содержания белковых пористых разбавителей  
 The rheological properties of cooked sausages as related to the level of protein porous diluters

Таблица 3  
 Table 3

Наименование образца Sample	Содержание раз- бавителя Diluter level	Напряжение сре- за в % к эталону Shear stress,% the reference	Деформация раз- рушения в % к эталону Destruction de- formation,% of the reference	Условно мгновенный модуль упругости в % к эталону Instantaneous elas- ticity modulus,% of the reference
Эталонный Reference	0	100	100	100
Образец с БПРС гидра- тированным Sample with hydrated PPDB	2 5 10 20 30 40 50	100,2 101,1 102,8 105,7 108,6 111,9 115,1	98,8 93,1 96,5 93,5 90,8 88,2 85,0	101,5 102,0 103,2 104,4 106,5 108,8 111,1
Образец с БПРС регидра- тированным Sample with rehydrated PPDB	2 5 10 20 30 40 50	100,1 101,0 102,0 104,2 106,6 108,5 111,0	99,0 98,4 97,2 94,5 92,3 89,8 87,4	100,4 100,8 101,6 103,4 105,2 107,0 108,6

/contnd/

/contnd/	Продолжение табл.3.			
I	2	3	4	5
Образец с БПРМ гидратиро- ванным Sample with hydrated PPDM	2 5 10 20 30 40 50	100 100,5 101,4 103,0 104,6 106,4 108,2	99,4 99,0 98,1 96,6 95,0 93,4 91,8	100,2 100,5 100,8 101,6 102,4 103,0 103,9
Образец с БПРМ регидрати- рованным Sample with rehydrated PPDM	2 5 10 20 30 40 50	100,0 100,4 100,6 101,8 102,8 103,9 105,0	99,2 99,4 98,6 97,5 96,4 95,2 94,0	100,0 100,2 100,4 100,8 101,4 101,7 102,0

Органолептическая оценка образцов вареной колбасы  
Organoleptical scores of cooked sausage samples

Таблица 4  
Table 4

Образец Sample	Содержание разбавителя Diluter level, %	Товарный вид Appearance	Цвет Colour	Запах Flavour	Вкус Taste	Сочность Juiciness	Консистенция Consistency	Общая оценка Overall score
Средний reference	0	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,1
Средний образец Sample with hydrated PPDB	2	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,13
	5	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,2
	10	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,1	4,4 $\pm$ 0,1	4,3 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,2	4,4 $\pm$ 0,15
	20	4,5 $\pm$ 0,2	4,4 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,3	4,4 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,2	4,4 $\pm$ 0,3
	30	4,5 $\pm$ 0,3	4,3 $\pm$ 0,3	4,4 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,2	4,1 $\pm$ 0,1	4,4 $\pm$ 0,3	4,3 $\pm$ 0,2
	40	4,4 $\pm$ 0,1	4,2 $\pm$ 0,3	4,3 $\pm$ 0,2	4,0 $\pm$ 0,3	3,8 $\pm$ 0,1	4,4 $\pm$ 0,1	4,1 $\pm$ 0,2
50	4,3 $\pm$ 0,1	4,1 $\pm$ 0,2	4,2 $\pm$ 0,1	3,9 $\pm$ 0,1	3,7 $\pm$ 0,3	4,3 $\pm$ 0,1	4,0 $\pm$ 0,1	
Средний образец Sample with hydrated PPDB	2	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,3
	5	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,2
	10	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,1
	20	4,5 $\pm$ 0,2	4,4 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,2	4,4 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,1	4,3 $\pm$ 0,3	4,4 $\pm$ 0,2
	30	4,5 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,1	4,4 $\pm$ 0,3	4,3 $\pm$ 0,1	4,2 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,3
	40	4,4 $\pm$ 0,1	4,2 $\pm$ 0,3	4,3 $\pm$ 0,1	4,1 $\pm$ 0,2	4,0 $\pm$ 0,2	4,1 $\pm$ 0,1	4,1 $\pm$ 0,2
50	4,3 $\pm$ 0,3	4,1 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,3	3,9 $\pm$ 0,2	3,9 $\pm$ 0,1	4,0 $\pm$ 0,3	4,0 $\pm$ 0,1	
/contnd/								
Продолжение табл. 4								
Средний образец Sample with hydrated PPDB	2	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,1
	5	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,1
	10	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,1	4,4 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,3
	20	4,5 $\pm$ 0,3	4,4 $\pm$ 0,1	4,4 $\pm$ 0,3	4,3 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,2	4,4 $\pm$ 0,2	4,4 $\pm$ 0,3
	30	4,4 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,3	4,3 $\pm$ 0,2	4,1 $\pm$ 0,1	4,4 $\pm$ 0,3	4,3 $\pm$ 0,3	4,3 $\pm$ 0,2
	40	4,3 $\pm$ 0,1	4,1 $\pm$ 0,2	4,1 $\pm$ 0,1	4,0 $\pm$ 0,3	4,3 $\pm$ 0,1	4,3 $\pm$ 0,1	4,2 $\pm$ 0,1
50	4,2 $\pm$ 0,3	3,7 $\pm$ 0,3	4,0 $\pm$ 0,2	4,0 $\pm$ 0,1	4,2 $\pm$ 0,2	4,0 $\pm$ 0,1	4,0 $\pm$ 0,3	
Средний образец Sample with hydrated PPDB	2	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,1
	5	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,3
	10	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,2
	20	4,4 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,2	4,4 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,3	4,4 $\pm$ 0,1	4,4 $\pm$ 0,1
	30	4,3 $\pm$ 0,3	4,4 $\pm$ 0,1	4,3 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 0,3	4,4 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,1	4,3 $\pm$ 0,3
	40	4,2 $\pm$ 0,1	4,2 $\pm$ 0,3	4,1 $\pm$ 0,1	4,1 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,1	4,2 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 0,2
50	4,1 $\pm$ 0,2	4,0 $\pm$ 0,2	3,9 $\pm$ 0,2	4,0 $\pm$ 0,1	4,2 $\pm$ 0,3	4,1 $\pm$ 0,1	4,1 $\pm$ 0,1	

В образцах с ВПРС отмечалось наличие более твердой консистенции при раскусывании и пережевывании, существенно заметное после 30% содержания их в системе. Образцы с ВПРМ обладали более нежной и сочной консистенцией. Область расположения кривых ползучести /рис.2/, представленных для образцов с содержанием разбавителя 50%, свидетельствует о том, что наибольшие деформационные изменения претерпевают образцы с ВПРМ, как гидратированным, так и регидратированным и наименьшие - образцы с ВПРС. Таким образом, анализ полученных данных указывает на возможность введения пористых разбавителей до 30% в вареные колбасы, а также на возможность переработки комбинированного фарша на существующем технологическом оборудовании. Введение 50% разбавителей ограничено только органолептическими показателями цвета, вкуса и запаха, в то время, как с точки зрения регулирования их реологических свойств принципиальных трудностей нет.

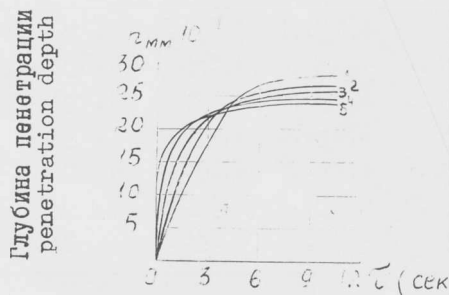


Рис. 1. Кривые ползучести  $\dot{\epsilon} = P = \text{const.}$

- 1 - контрольный образец;
- 2 - образец, содержащий пористый продукт на основе 1-го класса молока (ВПРМ) 50% разбавителя;
- 3 - образец, содержащий ВПРМ регидратированный;
- 4 - образец, содержащий пористый продукт на основе 2-го класса побочной категории (ВПРС) гидратированный;
- 5 - образец, содержащий ВПРС регидратированный.

Fig.2. Yield curves at  $P = \text{const.}$

- 1 - control;
- 2 - sample with a hydrated porous product based on milk proteins (PPDM);
- 3 - sample with a rehydrated PPDM;
- 4 - sample with a hydrated porous product based on 2nd grade by-product proteins (PPDB);
- 5 - sample with a rehydrated PPDB.

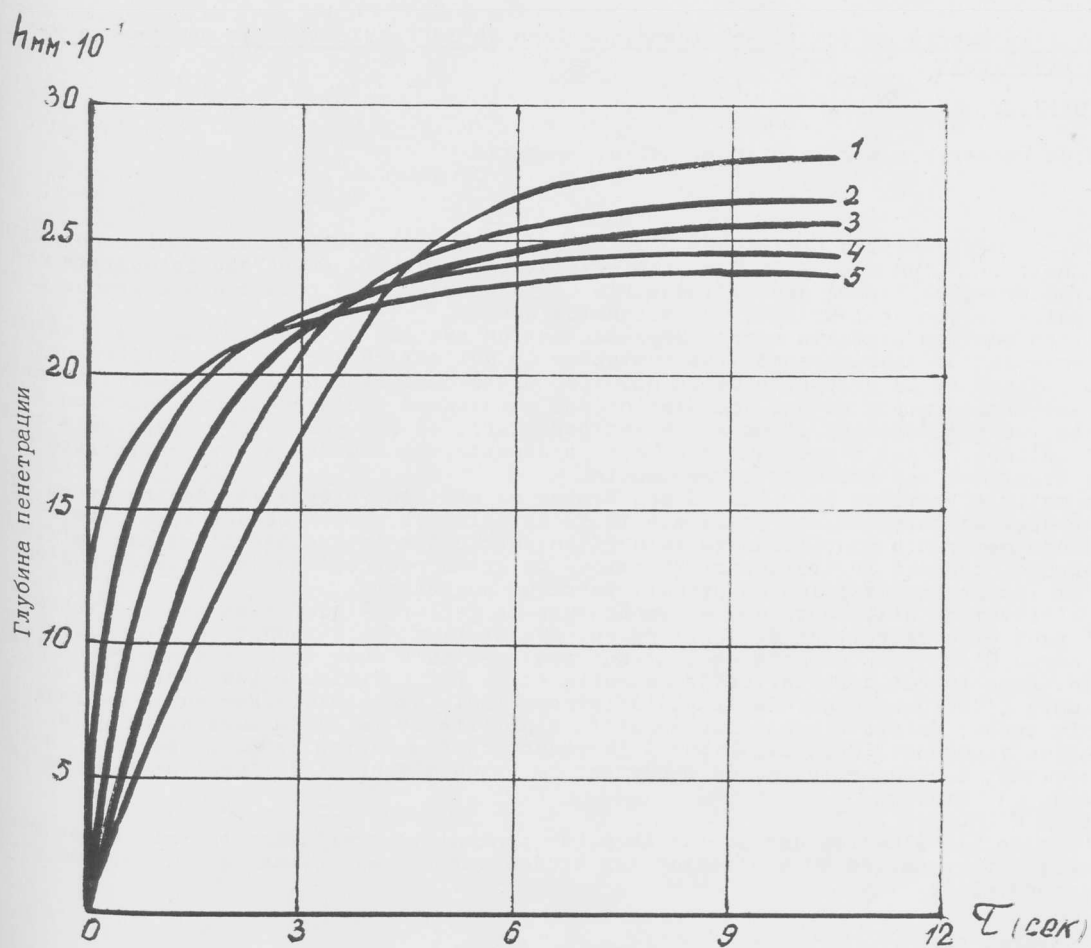


Рис.2 Кривые ползучести при  $P = \text{const}$

- 1 - контрольный образец;
- 2 - образец, содержащий пористый продукт на основе белков молока /БПРМ/ гидратированный;
- образец, содержащий БПРМ регидратированный;
- образец, содержащий пористый продукт на основе субпродуктов второй категории /БПРС/ гидратированный;
- образец, содержащий БПРС регидратированный.