

Использование структурированных белков, полученных методом бесфильтрного прядения в производстве вареных колбас.

В.Б.ТОЛСТОГУЗОВ, В.Т.ДИАНОВА, В.К.ВАХРАМЕЕВ, А.Н.БОГАТЫРЕВ А.Н.

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

Как показали проведенные исследования, функциональные свойства белковых соевых пищевых волокон, полученных методом бесфильтрного прядения, при сдвиге pH от изоэлектрической точки в нейтральную сторону, возрастают. Волокна, полученные при pH 6,5 и при температуре минус 18°C, обладают способностью поглощать и удерживать влагу, нейтральны по вкусу, цвету, не имеют посторонних запахов и по консистенции и внешнему виду приближаются к натуральным мясопродуктам. В связи с этим использование их в качестве белковых волокнистых разбавителей /БВР/ в комбинированных мясопродуктах представляет определенный интерес с практической и теоретической точек зрения.

В качестве объекта сравнения избран фарш колбасы "Столовой". При составлении колбасного фарша, взамен 10-50% мясной части вводили адекватное по весу количество БВР, содержащего 20% белка бобов сои. Влияние на функциональные свойства фарша структурированного белка сопоставляли с влиянием на свойства фарша изолята белка. Для чего, аналогичным образом меняли часть мясного фарша водной дисперсией изолята белка бобов сои /ВДБ/, приготовленной в соотношении 1 часть белка : 4 части воды.

Свойства фарша исследовали по следующим показателям:

- определение величины предельного напряжения сдвига;
 - определение липкости;
 - содержание прочносвязанной влаги по методу Р.Грау и Р.Хамма;
 - величину pH потенциометрически.
- Качество готовых изделий /вареной колбасы/ определяли по:
- содержанию белка методом Кьельдаля;
 - содержанию жира по Сокслету;
 - величине условно мгновенного модуля сдвига;
 - определению аминокислотного состава методом ионнообменной хроматографии;
 - степени атакующести протеолитическими ферментами;
 - определению выхода;
 - органолептической оценке по 5-ти балльной шкале.

Экспериментальные данные по влиянию количества добавляемого БВР и ВДБ на химический состав и реологические свойства комбинированного фарша приведены в таблицах 1 и 2. В обоих случаях с увеличением количества вводимых компонентов наблюдается рост содержания влаги

Влияние количества добавляемого белкового волокнистого разбавителя и водной дисперсии белка на содержание влаги и величины pH фарша

Influence of quantity of added protein fibrous diluent and water dispersion of protein on water content & pH values of comminuted meat

Таблица 1. Table 1.

Образцы колбасного фарша samples of sausage meat	Содержание компонентов, % к массе сырья components content, % to raw mass	Содержание влаги, % water content, %	Содержание прочносвязанной влаги, % к массе продукта content of strong bound water, % to product mass	pH продукта product pH
Эталонный standard	0	64,8±0,27	53,7±0,66	5,81±0,02
	10	65,4±0,19	54,5±0,42	5,83±0,03
	20	66,7±0,35	54,9±0,71	5,85±0,01
С БВР with protein fibrous diluent	30	67,3±0,21	55,7±0,19	5,87±0,02
	40	68,5±0,43	55,4±0,53	5,90±0,04
	50	69,1±0,31	56,3±0,23	5,92±0,02
С ВДБ with water dispersion of protein	10	65,9±0,61	55,9±0,61	5,98±0,06
	20	67,1±0,54	56,9±0,35	6,03±0,04
	30	68,1±0,32	58,8±0,47	6,08±0,03
	40	69,3±0,19	60,7±0,21	6,12±0,05
	50	73,0±0,13	63,1±0,54	6,16±0,01

Изменение количества добавляемого белкового волокнистого разбавителя и водной дисперсии
 влияния на структурно-механические и физико-химические свойства фарша
 influence of quantity of added protein fibrous diluent and water dispersion
 characteristics of comminuted meat

Таблица 2 Table 2

Образцы колбасного фарша samples of sausage meat	Содержание компонентов % к массе components content, % to mass	Предельное напряжение сдвига, Па limiting tension of shift, Pa	Липкость Пах10 adhesiveness, Pa x 10	Площадь пятна, занимаемого мясом M ² x 10 ⁻⁴ square of spot occupied by meat, M ² x 10 ⁻⁴
Контрольные control	0	562±1,45	4,07±0,06	6,43±0,04
С БВР with PFD	10	545±2,1	3,97±0,04	6,35±0,09
	20	531±1,90	3,92±0,07	6,14±0,07
	30	524±2,20	3,89±0,05	6,07±0,06
	40	520±1,57	3,87±0,04	5,93±0,08
	50	512±1,19	5,85±0,08	5,80±0,05
С ВДБ with WDP	10	485±1,95	4,12±0,07	6,54±0,06
	20	425±1,75	4,25±0,07	6,59±0,06
	30	362±1,24	4,33±0,07	6,65±0,04
	40	323±2,05	4,45±0,05	6,77±0,08
	50	298±1,41	4,52±0,06	6,83±0,05

и сопоставимых величинах. Однако, характер изменения предельного напряжения сдвига и пластичности фарша различны. При этом увеличение содержания в составе фарша ВДБ приводит к снижению его прочностных характеристик и сопровождается увеличением пластичности. Повышение содержания БВР в образцах оказывает менее заметное влияние на предельное напряжение сдвига фарша. Эти результаты, по-видимому, обусловлены различным характером воздействия белковой системы на свойства фарша.

Введение БВР в состав фарша вызывает увеличение объемной доли дисперсной фазы фарша, что приводит к сохранению прочностных свойств фарша и уменьшению его пластичности. Увеличение содержания БВР и ВДБ доля прочносвязанной влаги возрастает /табл.2/. Увеличение содержания прочносвязанной влаги в большей степени, при добавлении ВДБ очевидно связано не только с его функциональными свойствами, но и с более высокой величиной рН.

Важно отметить, что состояние влаги в фарше и разбавителе существенно влияет на органолептические показатели вареных колбас (сочность, консистенция, монолитность структуры) и выход, представлялось важным изучить зависимость водоудерживающей способности и липкости комбинированного фарша при введении БВР и ВДБ. Липкость системы фарш-БВР незначительно снижается по мере увеличения содержания БВР в составе. Это, очевидно, обусловлено снижением концентрации растворимого белка в дисперсионной среде комбинированного фарша при увеличении концентрации в нем БВР, в то время, как в системе фарш-ВДБ концентрация растворимого белка монотонно возрастает.

Изменение БВР на процесс структурообразования фарша изучали по изменению предельного напряжения сдвига в зависимости от времени куттерования /рис.1/. Полученные результаты свидетельствуют о том, что характер происходящих изменений является общим для эталонного и образцов.

Период понижения величины ПНС характеризует разрушение клеточной структуры мясной части сырья, а также измельчение белковых волокон /БВР/. На втором основном этапе происходит процесс интенсивного разрезания частиц, сопровождаемый ростом доли мелких частиц, увеличением общей поверхности дисперсной фазы, что способствует переходу влаги из поверхностно связанную, а это благоприятствует протеканию процесса структурообразования фарша и характеризуется ростом ПНС, достигающего максимального значения к концу этого периода.

Процесс куттерования приводит к разрушению вновь образовавшейся структуры фарша и сопровождается снижением ПНС. Однако, введение БВР в состав фарша отражается на характере структурообразования. Для комбинированного фарша характерен более высокий темп снижения ПНС в начальном периоде, а также незначительное увеличение времени образования прочностной структуры фарша. На втором этапе этот факт является следствием того, что БВР обладает более прочным пространственным каркасом.

Образцы вареной колбасы представляют собой термотропный студень, полученный в результате тепловой обработки вязкопластичной структуры фарша. В таких студнях БВР мо-

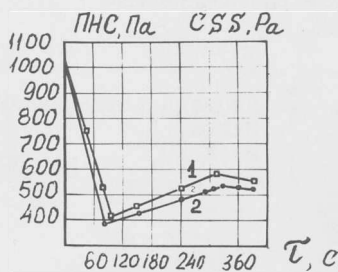


Рис. 1. Изменение ЛНС при дроблении колбасного фарша, содержащего ВБР.

1 - контрольный образец
2 - опытный образец, содержащий 30% ВБР

Fig. 1 Change of limiting tension of shift under comminution of sausage meat containing PFD.

1 - control sample
2 - test sample containing 30% of PFD

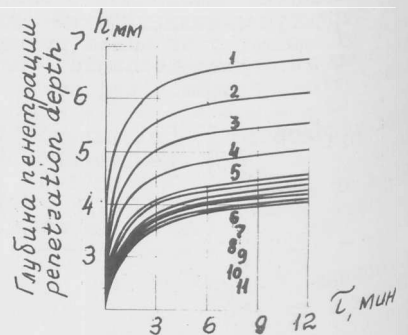


Рис. 2. Кривые ползучести при $P = \text{const.}$

I-5-образцы, содержащие водную дисперсию белка I-50%; 2-40%; 4-20%; 5-10%.

6-10-образцы, содержащие белковый волоконный разбавитель 6-50%; 7-40%; 8-30%; 9-20%; 10-10%.

II - контрольный образец

Fig. 2 Curves of creeping at $P = \text{const.}$

I-5 - samples containing WDP I-50%; 2-40%; 4-20%; 5-10%.

6-7 - samples containing PFD 6-50%; 7-40%; 8-30%; 9-20%; 10-10%.

II - control sample

жет играть роль активного или инертного наполнителя. Включение в структуру такого студня ВБР может существенным образом влиять на его свойства, и, прежде всего, на реологические. Данные, приведенные в таблице 3, характеризуют влияние ВБР и ВДБ на сдвиговые свойства и напряжение среза образцов, а на рис. 2 представлены кривые их ползучести. Прочностные свойства готовых изделий, содержащих ВБР, не претерпевают заметных изменений. Так включение в состав продукта максимального количества разбавителя снизило величину напряжения среза на 3,3%; отклонение условно-мгновенного модуля сдвига составило 73%. Введение в состав колбасного фарша ВДБ приводит к снижению прочностных свойств готовых изделий. При этом в продукте, содержащем максимальное количество ВДБ, напряжение среза вареных колбас снижается по сравнению с контролем в 1,9 раза, а глубина проникновения индентора при продолжительном действии нагрузки $12 \cdot 10^2 \text{ c}$, увеличивается на 110%. Изменяются также упругие свойства конечного продукта. При этом, увеличение содержания изолята белка в составе готовых изделий приводит к уменьшению условно-мгновенного модуля сдвига до $0,62 \cdot 10^4 \text{ Па}$.

Так как ВБР и ВДБ содержат 20% белка, то их введение в состав колбасного фарша приводит к возрастанию доли белка и одновременному снижению содержания жира в готовых изделиях /табл.3/.

Наблюдаемое изменение выхода колбасных изделий согласуется с полученными данными, характеризующими влагосодержание и водосвязывающую способность фарша эталонного и опытных образцов комбинированного фарша.

Гистологические исследования образцов вареной колбасы, в состав которой было включено 30% ВБР показали, что частицы измельченных белковых волокон хорошо идентифицируют с общей белковой мелкозернистой массой комбинированных готовых изделий в виде небольших включений и по размерам адекватны частицам измельченных мышечных волокон. Данные сенсорной оценки /табл.4/ свидетельствуют о том, что с увеличением количества вводимых разбавителей ВБР и ВДБ, снижается общая оценка их качества. В то же время образцы колбас с ВБР по сравнению с аналогичными образцами, содержащими изолят белка сои, имели лучший товарный вид и получили более высокую оценку дегустаторов, хотя незначительно уступали в сочности. Это, по всей вероятности, связано с более высокой способностью фарша и готовых изделий, включающих изолят белка - протеинат, связывать влагу. Консистенция продуктов с разбавителем достаточно прочная, упругая, но не грубая. Замена свыше 20% мясного фарша ВДБ повлияла на консистенцию продукта. Она стала более мягкой, заметно отличающейся от эталонного образца.

Сопоставляя результаты исследований структурно-механических свойств вареных колбас, а также данные органолептической оценки консистенции, необходимо отметить их тесную корреляцию. Коэффициент корреляции между полученными значениями условно-мгновенного модуля сдвига /табл.3/, и баллами величин органолептической оценки консистенции для продуктов /табл.4/, содержащих белковый разбавитель и соответственно изолят белка, достигает 0,92 и

Влияние количества добавляемого белкового волокнистого разбавителя и водной дисперсии белка на состав, прочностные свойства и выход вареных колбас
 Influence of quantity of added protein fibrous diluent & water dispersion of protein on sausage composition, stable characteristics and yield of cooked sausages

Таблица 3 Table 3

Наименование образцов Samples	Содержание, % content, %			Условно мгновенный модуль сдвига Пах10 ⁻⁴ conditional instantaneous shear modulus, Пах10 ⁻⁴	Напряжение среза, Пах10 ⁻⁴ cut-off tension, Па x 10 ⁻⁴	Выход продукта yield of product	
	компонентов, % к массе сырья, % to raw material mass	белка protein	жира fat				влаги water
Контрольные образцы control	12,2±0,23	23,2±0,47	61,1±0,31	1,65±0,04	4,03±0,03	119,1±0,31	
БВР with PFD	10	13,0±0,15	21,9±0,51	61,9±0,38	1,63±0,02	119,2±0,21	
	20	14,2±0,27	20,9±0,34	63,2±0,22	1,59±0,04	119,4±0,33	
	30	15,4±0,25	19,2±0,27	64,1±0,27	1,56±0,03	119,5±0,17	
	40	16,4±0,18	18,3±0,43	65,2±0,55	1,55±0,02	119,6±0,24	
	50	17,3±0,16	17,2±0,25	66,3±0,44	1,53±0,05	3,89±0,03	119,7±0,34
ВДВ with WDP	10	13,3±0,22	22,1±0,37	62,3±0,71	1,47±0,01	3,25±0,02	119,4±0,17
	20	14,2±0,17	20,5±0,31	63,6±0,28	1,13±0,03	2,71±0,05	119,7±0,11
	30	15,2±0,24	19,0±0,27	64,7±0,31	0,92±0,04	2,60±0,04	119,9±0,29
	40	16,1±0,14	17,9±0,45	66,0±0,64	0,78±0,07	2,32±0,01	120,2±0,29
	50	17,5±0,23	16,7±0,38	67,1±0,35	0,62±0,04	2,15±0,07	120,4±0,09

Органолептическая оценка контрольной и опытных партий колбасных изделий (с добавлением ВДР и ВДВ) Organoleptical evaluation of control and test batches of sausage product (with addition of PFD and WDP) Таблица 4. Table 4

Органолептическая оценка колбасных изделий Organoleptical evaluation of sausage product	Контрольные колбасные изделия Control	Колбасные изделия с БВР, % with PFD, %					Колбасные изделия с ВДВ, % with WDP, %				
		10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
Внешний вид Appearance	4,5	4,5	4,5	4,5	4,4	4,3	4,5	4,5	4,4	4,3	4,2
Цвет Color	4,5	4,5	4,5	4,4	4,3	3,8	4,5	4,4	4,2	4,2	3,8
Вкус Taste	4,5	4,4	4,3	4,2	4,1	4,0	4,4	4,2	4,0	3,8	3,7
Твердость Firmness	4,5	4,5	4,3	4,2	4,0	3,9	4,3	4,2	4,0	3,8	3,6
Эластичность Elasticity	4,5	4,4	4,3	4,3	4,2	4,1	4,5	4,4	4,4	4,3	4,3
Вязкость Consistency	4,5	4,5	4,3	4,4	4,3	4,2	4,4	4,2	3,9	3,8	3,6
Общая оценка Total evaluation	4,5	4,5	4,5	4,3	4,2	4,1	4,4	4,3	4,1	4,0	3,8

0,93.

Для исследования биологической ценности образцов вареной колбасы были приготовлены БВР на основе белков различного происхождения с целью получения продукта, сбалансированного по аминокислотному составу. Результаты исследования содержания белкового азота важнейших аминокислот, значение их аминокислотного сора, вычисленные по отношению к содержанию аналогичных аминокислот в "идеальном" белке по формуле, предложенной ФАО/ВОЗ, приведены в табл.5. Полученные данные свидетельствуют о том, что введение БВР в колбасный фарш влияет на количество и качество белка в продукте. Возрастает содержание аминокислот, в т.ч. изолейцина до 53%, лейцина до 36%, лизина до 18%, серусодержащих до 27,4%, триптофана до 29% и т.д. Анализ показал, что с точки зрения сбалансированности по аминокислотному составу образец, содержащий белковые волокна, полученные на основе изолята сои и казеината натрия, уступает эталонному образцу. В данном случае лимитирующими аминокислотами являются серусодержащие.

Данные относительной биологической ценности образцов, полученных на тест-объекте *Tetra-humena puriformis* и степени протеолиза приведены в табл. 6. Таким образом, проведенные исследования показали, что включение в состав фарша БВР не приводит к изменениям структурно-механических свойств готового изделия в отличие от введения в состав последнего ВДБ, а также возможность увеличения уровня замены мясного сырья до 30% в рецептуре комбинированных мясopодуKтов белковыми волокнистыми разбавителями.

Аминокислотный состав контрольных и опытных (содержащих БВР) образцов колбас
Aminoacid content of control and test (with PFD) samples of sausage

Таблица 5. Table 5

Показатели characteristics	Образцы колбас sausage samples									
	Контрольные control			Опытные, содержащие БВР полученный на основе изолята сои и казеината натрия test with PFD obtained on the basis of soy isolate and sodium caseinate				Опытные, содержащие БВР, полученный на основе изолята подсолнечника и казеината натрия test with PFD obtained on the basis of sunflower isolate and sodium caseinate		
	X	± S	хим. скор сорт score	X	± S	хим. скор chemical score	X	± S	хим. скор chemi- score	
2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Содержание аминокислот, мг/100 г: aminoacid content mg/100g										
Изолейцина Isoleucine	4,47	0,12	117,4	6,85	0,22	142	6,09	0,19	126	
Лейцина Leucine	7,15	0,16	106,5	9,69	0,35	114	9,77	0,23	115	
Лизина Lysine	6,72	0,18	144,4	7,95	0,12	134	7,37	0,29	125	
Метионина Methionine	1,89	0,03	97,4	2,37	0,09	88,2	2,47	0,08	96,0	
Цистина Cystine	0,59	0,01		0,57	0,01		0,69	0,03	110	
Треонина Treonine	4,82	0,37	114	5,93	0,21	112	5,85	0,17	118	
Триптофана Tryptophan	0,67	0,03	114	0,85	0,02	115	0,87	0,01	105	
Валина Valin	3,79	0,27	104,7	4,88	0,18	106	4,83	0,18		

/Contnd/

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Алианина Alanine		3,10	0,18		4,30	0,21		4,80	0,05	146
Тирозина Tyrosine		2,05	0,21	116,3	3,37	0,10	137	3,40	0,14	
Сумма незаменимых аминокислот mg/100 г. Total essential aminoacids mg/100 g			5178			6863			6802	
Содержание белкового азота Content of protein nitrogen		2,00		0,05	2,53		0,04	2,53		0,06

Влияние БВР на изменение ОБЦ и ферментативной атакуемости опытных образцов
Influence of PFD on RBV and enzymatic digestion of test samples change

Таблица 6

Образцы фарша Communitated meat	Относительная биологическая ценность (ОБЦ) по казеину, % relative biological value by casein, %		Степень протеолиза (в течение 90 мин.), % proteolysis degree (during 90 min.), %			
	X	± m	пепсином pepsin		панкреатином pancreatin	
	X	± m	X	± m	X	± m
Контрольный control	93,8	3,31	18,5	0,15	21,5	0,16
Опытные, содержащие БВР, полученные на основе: test samples with PFD obtained on the basis:						
Изолятов семян сои и казеината натрия isolates of soy seeds & sodium caseinate	105,4	3,1	19,3	0,18	22,3	0,23
Семян подсолнечника и казеината натрия flower seeds & sodium caseinate	112,8	2,51	20,1	0,21	23,4	0,30

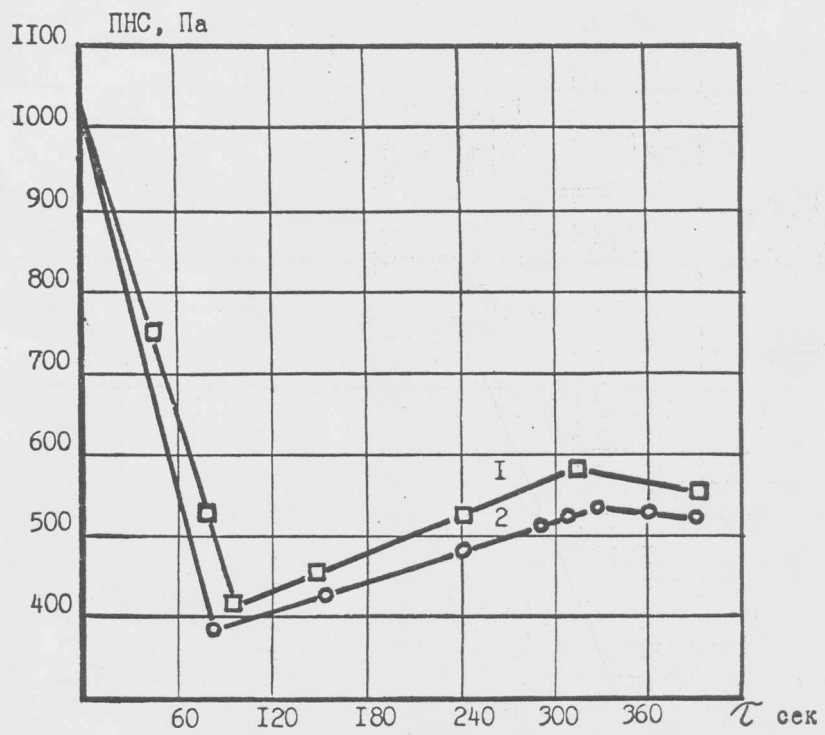


Рис. 1. Изменение ПНС при куттеровании колбасного фарша, содержащего БВП.

1- контрольный образец.

2- опытный образец, содержащий 30% БВП

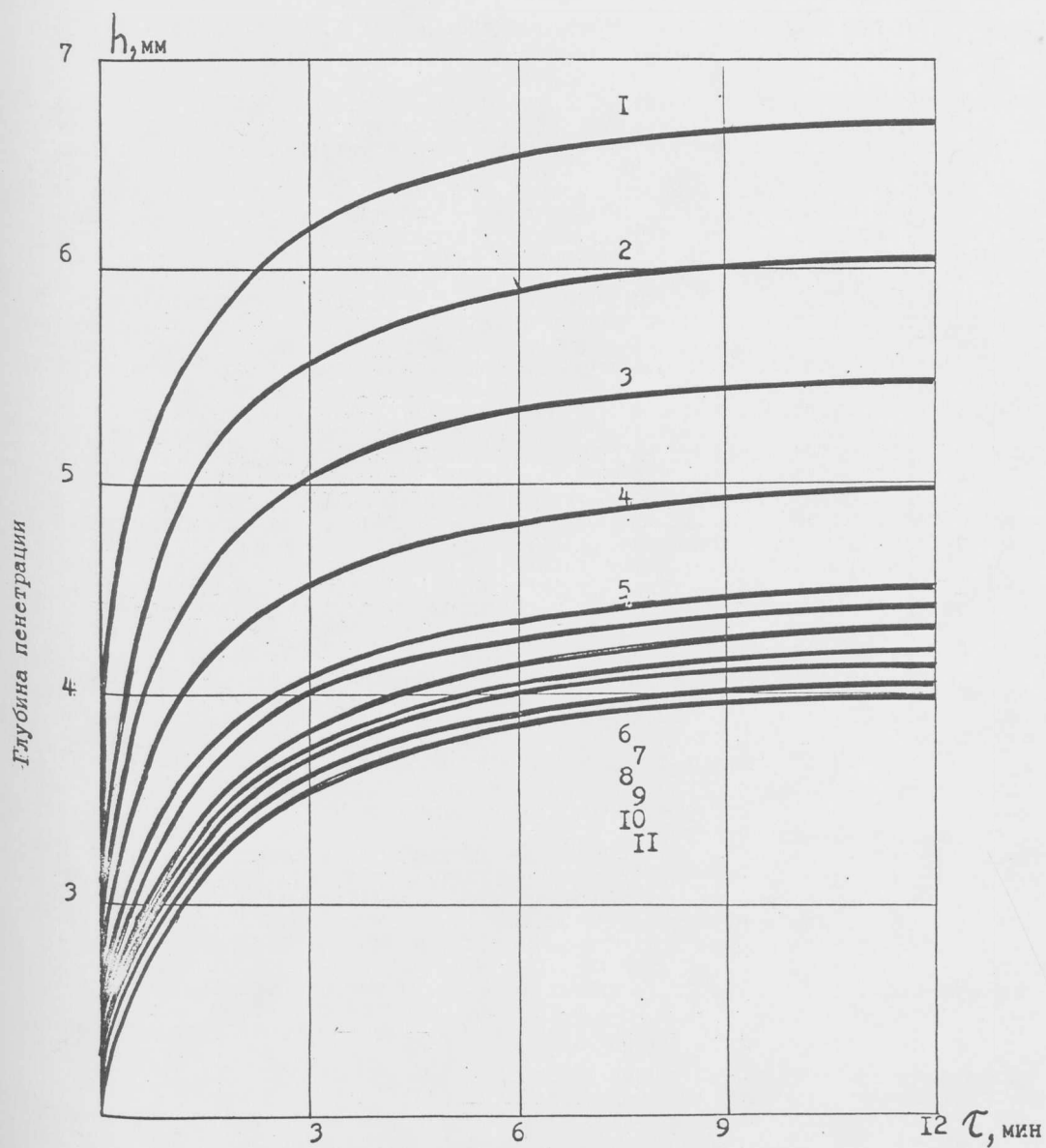


Рис. 2. Кривые ползучести при $P = \text{const}$.

I-5 - образцы, содержащие водную дисперсию белка
I-50%; 2-40%; 3-30%; 4-20%; 5-10%.

6-10 - образцы, содержащие белковый волокнистый
разбавитель 6-50%; 7-40%; 8-30%; 9-20%;
10-10%.

II - контрольный образец