

*О.В. Дымар, С.А. Гордынец, И.В. Калтович
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

**ИССЛЕДОВАНИЕ КСБ-УФ-80
КАК ПЕРСПЕКТИВНОГО КОМПОНЕНТА
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ
МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ
И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ**

(Поступила в редакцию 14.04.2015 г.)

В статье проведен анализ аминокислотного, жирнокислотного и минерального состава концентрата сывороточного белкового, полученного методом ультрафильтрации, с массовой долей белка 80% (КСБ-УФ-80) применительно к технологии производства специализированных мясных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности для питания людей, занимающихся спортом, а также приведены результаты исследований основных функционально-технологических свойств данного молочно-белкового концентрата.

Введение. В настоящее время наилучшим источником высококачественного белка для людей, занимающихся спортом, считаются молочные белки. Белки молока обладают высокой питательной ценностью и почти полностью (на 97–98%) усваиваются организмом, а также повышают усвояемость белков растительного происхождения [1, 3].

Молочный белок состоит из казеина (85%) и сывороточных белков (15%). Он переваривается и усваивается равномерно: сначала – низкомолекулярные белки сыворотки, затем – высокомолекулярный казеин. Такое свойство молочного белка особенно важно при его использовании в диетических целях и для восстановления мышц после физической нагрузки различной интенсивности [2–4].

Цель данной работы – исследование пищевой и биологической ценности, а также основных функционально-технологических свойств КСБ-УФ-80 применительно к технологии производства специализированных мясных продуктов для питания людей, занимающихся спортом.

Основная часть. Поскольку преобладающим веществом в составе КСБ-УФ-80 является белок (80%), а организм не использует белок напрямую, а сначала расщепляет его до аминокислот и аминокислотных

групп (пептидов) и только затем используют их для синтеза мышечных белков, актуальным является детальное исследование биологической ценности белков КСБ-УФ-80 применительно к технологии производства специализированных мясных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности в сравнении с белками мышечной ткани говядины, яичным и соевым белком.

Известно, что в питании людей, занимающихся спортом, рекомендуется следующее соотношение незаменимых и заменимых аминокислот – 0,36:0,64, поэтому научный и практический интерес представляло исследование соотношения данных АК в составе КСБ-УФ-80. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Аминокислотный состав КСБ-УФ-80

Аминокислоты	Содержание, мг/100г
Незаменимые аминокислоты	
Изолейцин	4984,0
Лейцин	5848,0
Лизин	9376,0
Метионин	1958,1
Фенилаланин	4224,0
Треонин	6896,0
Триптофан	1184,0
Валин	4648,0
Сумма незаменимых аминокислот	39118,1
Заменимые аминокислоты	
Аспарагиновая кислота	6242,0
Серин	3358,2
Глутаминовая кислота	13247,7
Пролин	4561,9
Цистеин	929,9
Глицин	4095,9
Аланин	1551,8
Тирозин	1248,0
Гистидин	1769,3
Аргинин	2394,4
Сумма заменимых аминокислот	43495,1

В результате анализа результатов из таблицы 1 установлено, что в КСБ-УФ-80 соотношение незаменимых и заменимых аминокислот составляет 0,47:0,53, что значительно превосходит рекомендуемое соотношение по содержанию ценных для организма людей,

занимающихся спортом, незаменимых аминокислот, необходимых для формирования мышц и регулирующих протекание важнейших процессов жизнедеятельности.

Для того, чтобы в более полной мере судить о биологической ценности белка КСБ-УФ-80, считали целесообразным провести его сравнительный анализ с белками мышечной ткани говядины, а также яичным и соевым белком. Для этого рассчитали аминокислотные скоры по всем незаменимым аминокислотам вышеперечисленных белков на основании справочных данных по содержанию незаменимых аминокислот в данных пищевых ингредиентах (табл. 2).

Таблица 2 – Аминокислотный состав и сбалансированность КСБ-УФ-80 и некоторых других белков

Аминокислоты	«Идеальный» белок, FAO/ВОЗ (1973)	КСБ-УФ-80*		Говядина (мышечная ткань)		Яичный белок		Соевый белок	
		Содержание, г/100г белка	Аминокислотный скор, %	Содержание, г/100г белка	Аминокислотный скор, %	Содержание, г/100г белка	Аминокислотный скор, %	Содержание, г/100г белка	Аминокислотный скор, %
Изолейцин	4,0	6,2	155,0	4,4	110,0	6,1	152,5	3,1	77,5
Лейцин	7,0	7,3	104,3	7,5	107,1	9,2	131,4	4,7	67,1
Лизин	5,5	11,7	212,7	8,1	147,3	8,2	149,1	2,8	50,9
Метионин+цистеин	3,5	3,6	102,9	4,2	120,0	6,2	177,1	3,1	88,6
Фенилаланин+тирозин	6,0	6,8	113,3	7,9	131,7	9,6	160,0	7,7	128,3
Треонин	4,0	8,6	215,0	4,1	102,5	4,9	122,5	2,4	60,0
Триптофан	1,0	1,5	150,0	1,3	130,0	1,2	120,0	0,8	80,0
Валин	5,0	5,8	116,0	5,3	106,0	7,2	144,0	4,5	90,0
Сумма НАК, в т.ч. АКРЦ	36,0	51,5		42,8		52,6		29,1	
	16,0	19,3		17,2		22,5		12,3	
Лимитирующая АК, скор, %	-	нет		нет		нет		Лизин, 50,9	
ИНАК	1	1,40		1,18		1,43		0,78	
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава	1	0,72		0,86		0,82		0,63	
Показатель сопоставимой избыточности	0	14,1		6,1		7,8		21,2	

Примечание– *Результаты собственных исследований

В результате анализа полученных данных установлено, что КСБ-УФ-80, так же, как и белок куриного яйца и мышечной ткани говядины, обладает высокой биологической ценностью, так как в его составе отсутствуют лимитирующие биологическую ценность незаменимые аминокислоты. Скор незаменимых аминокислот для КСБ-УФ-80 находится в пределах от 102,9% (по метионину + цистеину) до 215,0% (по треонину). Скоры аминокислот с разветвленной цепью (изолейцин, лейцин, валин), которые, как отмечалось в литературном обзоре, крайне важны в спортивном питании, находятся на высоком уровне и составляют 104,3% для лейцина, 116,0% для валина и 155,0% для изолейцина. Аминокислотный скор КСБ-УФ-80 по изолейцину превосходит аналогичный показатель яичного белка на 2,5%, мышечной ткани говядины – на 45,0% и соевого белка – на 77,5% (соевый белок по данной аминокислоте лимитирован). Кроме того, КСБ-УФ-80 превосходит яичный, соевый и белок мышечной ткани говядины и по аминокислотным скорам следующих незаменимых аминокислот: лизину (212,7%), треонину (215,0%) и триптофану (150,0%).

Данные, полученные в результате исследования аминокислотного состава КСБ-УФ-80, согласуются с информацией из литературных источников, в частности, о том, что сывороточные белки характеризуются повышенным по сравнению с эталоном FAO/ВОЗ содержанием лизина и треонина.

По сумме незаменимых аминокислот КСБ-УФ-80 значительно превосходит эталон FAO/ВОЗ (на 43,1%) и незначительно уступает лишь яичному белку (на 2,1%), а также превосходит аналогичный показатель для соевого белка (на 77,0%) и говядины (на 20,3%).

Анализируя данные о суммах незаменимых аминокислот с разветвленной цепью установлена аналогичная зависимость, как и при анализе данных о суммах НАК исследуемых белков – КСБ-УФ-80 по данному показателю превосходит эталон FAO/ВОЗ на 20,6%, белок мышечной ткани говядины – на 12,2%, соевый белок – на 56,9% и уступает лишь яичному белку на 14,2%.

Как видно из таблицы 2, КСБ-УФ-80 имеет высокое значение индекса незаменимых аминокислот – 1,40, что на 0,4 превышает значение данного показателя для эталона, на 0,22 – для говядины и на 0,62 для соевого белка и находится практически на одном уровне со значением данного показателя для яичного белка (уступает лишь на 0,03).

Установлено, что значение коэффициента утилитарности аминокислотного состава КСБ-УФ-80 находится на достаточно высоком уровне (0,72) и превышает значение данного показателя для соевого белка на 0,09, однако уступает яичному белку на 0,1 и говядине на 0,14.

Определение показателя избыточности содержания незаменимых аминокислот показало, что минимальную избыточность содержания незаменимых аминокислот из исследуемых белков имеют белок мышечной ткани говядины (6,1) и яичный белок (7,8). Высокое значение показателя сопоставимой избыточности КСБ-УФ-80 (14,1) свидетельствует о том, что использование его в сочетании с мясным сырьем, имеющим лимитирующие биологическую ценность незаменимые аминокислоты, позволит скорректировать аминокислотный состав готовых мясных продуктов, обеспечивая тем самым высокую сбалансированность готового продукта.

Данное направление широко используется в пищевой промышленности, поскольку биологическую ценность белка, в котором наблюдается дефицит незаменимых аминокислот, можно исправить путем его сочетания с другими белками, в которых их больше.

Результаты расчетов показателя утилитарности незаменимых аминокислот исследуемых белков представлены на рисунке 1.

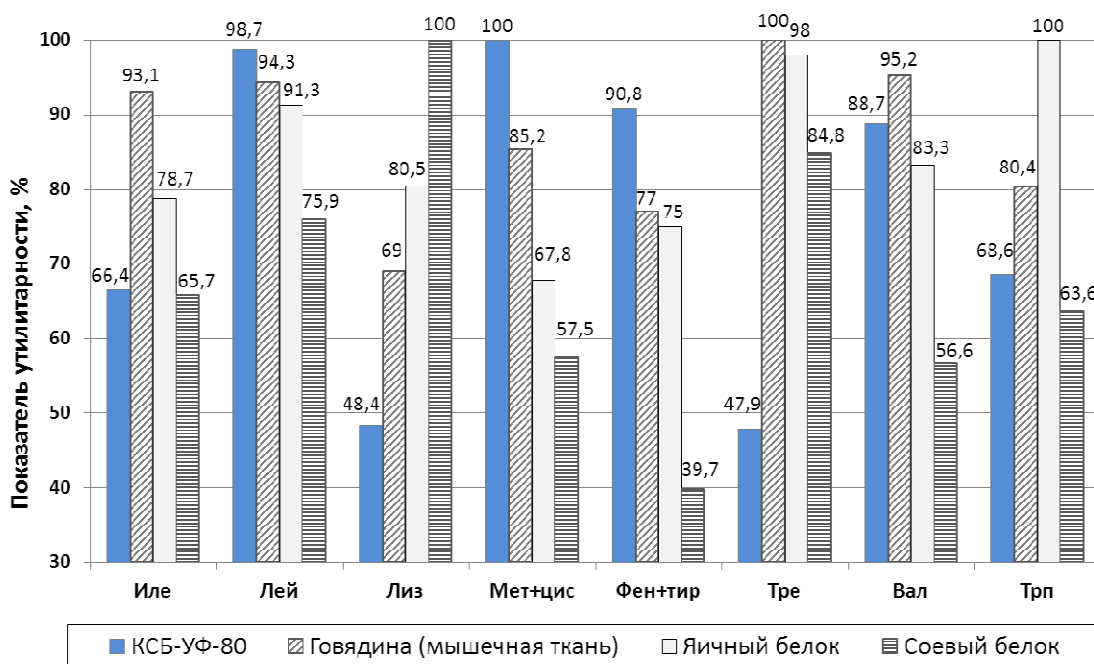


Рисунок 1 – Показатель утилитарности незаменимых аминокислот исследуемых белков

В результате анализа представленных данных установлено, что по показателю утилитарности незаменимые аминокислоты исследуемых белков можно расположить в следующей убывающей последовательности:

– КСБ-УФ-80: метионин+цистеин (100%) → лейцин (98,7%) → фенилаланин+тирозин (90,8%) → валин (88,7%) → триптофан (68,6%) → изолейцин (66,4%) → лизин (48,4%) → треонин (47,9%);

– белки говядины (мышечная ткань): треонин (100%) → валин (95,2%) → лейцин (94,3%) → изолейцин (93,1%) → метионин+цистеин (85,2%) → триптофан (80,4%) → фенилаланин+тирозин (77,0%) → лизин (69,0%);

– яичный белок: триптофан (100%) → треонин (98,0%) → лейцин (91,3%) → валин (83,3%) → лизин (80,5%) → изолейцин (78,7%) → фенилаланин+тирозин (75,0%) → метионин+цистеин (67,8%);

– соевый белок: лизин (100%) → треонин (84,8%) → лейцин (75,9%) → изолейцин (65,7%) → триптофан (63,6%) → метионин+цистеин (57,5%) → валин (56,6%) → фенилаланин+тирозин (39,7%).

Установлено, что КСБ-УФ-80 превосходит все исследуемые белки по показателю утилитарности следующих незаменимых аминокислот:

– лейцина (соевый белок – на 22,8%, яичный белок – на 7,3%, белки говядины – на 4,4%);

– метионина+цистеина (соевый белок – на 42,6%, яичный белок – на 32,2%, белки говядины – на 14,8%);

– фенилаланина+тирозина (соевый белок – на 51,2%, яичный белок – на 19,8%, белки говядины – на 13,8%).

Кроме того, КСБ-УФ-80 превосходит по показателю утилитарности валина яичный белок на 5,4% и соевый белок на 32,2%. По показателям утилитарности изолейцина и триптофана КСБ-УФ-80 превосходит соевый белок на 0,7% и 5,0% соответственно.

Таким образом, установлено, что показатели утилитарности КСБ-УФ-80 для лейцина и метионина+цистеина, являющихся важными АК в питании людей, занимающихся спортом, превосходят аналогичные показатели для говядины, яичного и соевого белков, что позволяет сделать вывод о том, что данные аминокислоты будут наиболее рационально использоваться организмом при употреблении КСБ-УФ-80. Кроме того, при употреблении КСБ-УФ-80 будет наиболее рационально, чем при употреблении других исследуемых белков, использоваться и фенилаланин+тирозин.

Таким образом, анализируя полученные данные, установлено, что белок КСБ-УФ-80 обладает высокой биологической ценностью, так как в его составе отсутствуют лимитирующие биологическую ценность незаменимые аминокислоты, а по содержанию некоторых аминокислот (изолейцину, лизину, треонину, триптофану) КСБ-УФ-80 превосходит другие исследуемые белки. КСБ-УФ-80 отличается высоким суммарным количеством незаменимых аминокислот, превосходящим эталон на 43,1%, в том числе аминокислот с разветвленной цепью – на 20,6%. Высокое содержание аминокислот с разветвленной цепью (изолейцина, лейцина и валина) в КСБ-УФ-80 делает его особенно ценным в питании людей, занимающихся спортом.

В связи с тем, что в составе КСБ-УФ-80 содержится 6% жиров, для более полной оценки данного сухого молочного продукта применительно к технологии производства специализированных мясных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности была охарактеризована биологическая ценность жиров, поскольку, как было указано в обзоре литературы, в питании людей, занимающихся спортом, важную роль играют $\omega 6$ и $\omega 3$ полиненасыщенные жирные кислоты, которые должны поступать в организм в определенных соотношениях. Кроме того, соотношение ПНЖК:МНЖК:НЖК также должно быть приближено к оптимальному: 10% – ПНЖК, 30% – НЖК, 60% – МНЖК [3, 4]. Результаты исследований жирнокислотного состава жиров КСБ-УФ-80 представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Жирнокислотный состав и сбалансированность КСБ-УФ-80

Жирные кислоты, г/100г липидов	КСБ-УФ-80	Эталон
1	2	3
Σ НЖК, в т.ч.	75,8 $\pm$ 0,6	$\Sigma=30,0$
каприновая	4,5 $\pm$ 0,1	
лауриновая	6,1 $\pm$ 0,1	
тридекановая	0,2 $\pm$ 0,1	
миристиновая	17,9 $\pm$ 0,1	
пентадекановая	1,8 $\pm$ 0,1	
пальмитиновая	36,2 $\pm$ 0,1	
стеариновая	8,4 $\pm$ 0,1	
гептадекановая	0,6 $\pm$ 0,1	$\Sigma=60,0$
Σ МНЖК, в т.ч.	20,5 $\pm$ 0,4	
миристоолеиновая	1,5 $\pm$ 0,1	
пальмитолеиновая	2,0 $\pm$ 0,1	
цис-10-гептадекановая	0,4 $\pm$ 0,1	
олеиновая	16,6 $\pm$ 0,2	

Продолжение таблицы 3

1	2	3
Σ ПНЖК, в т.ч.	3,8±0,2	Σ=10,0
линолевая	3,0±0,1	
линоленовая	0,4±0,1	
арахидоновая	0,11±0,04	
эйкозотриеновая	0,23±0,03	
Соотношение ω6/ ω3	7,5:1	(7-13):1
ПНЖК:МНЖК:НЖК	1:5,4:20,0	1:6:3
(ПНЖК+МНЖК):НЖК	0,3	2,3

В результате анализа полученных данных установлено, что в составе КСБ-УФ-80 преобладают насыщенные жирные кислоты (75,8%), в то время как на долю ненасыщенных жирных кислот приходится только 24,2%, о чем свидетельствует низкое значение коэффициента отношения ненасыщенных жирных кислот к насыщенным – 0,3 (при эталоне 2,3), а также высокий показатель содержания НЖК в соотношении ПНЖК:МНЖК:НЖК – 1:5,5:20,2 при эталоне 1:6:3 для людей, занимающихся спортом.

При анализе содержания полиненасыщенных жирных кислот в составе КСБ-УФ-80 установлено, что основная их часть представлена линолевой кислотой (79,0%), а также линоленовой (10,5%), эйкозатриеновой (5,3%) и арахидоновой (2,6%). Соотношение ω6/ω3 в КСБ-УФ-80 является оптимальным и составляет 7,5:1.

Следует отметить, что недостаточная сбалансированность КСБ-УФ-80 по соотношению ПНЖК:МНЖК:НЖК не окажет отрицательного воздействия на жирнокислотную сбалансированность готового продукта в связи с незначительностью доли жировой фазы КСБ-УФ-80 в составе готовых мясных продуктов по сравнению с долей жировой фазы мясного сырья, которое, как показал анализ, приведенный в литературном обзоре, характеризуется приближенными к оптимальному соотношениями ПНЖК:МНЖК:НЖК.

Поскольку в составе КСБ-УФ-80 содержится 2% золы, считали необходимым исследовать его минеральный состав в связи с важной ролью минеральных элементов в питании людей, занимающихся спортом.

Установлено, что содержание микроэлементов в КСБ-УФ-80 можно расположить в следующей убывающей последовательности: фосфор ($205 \pm 1,9$ мг/100г) → кальций ($191,8 \pm 1,2$ мг/100г) → калий ($94,1 \pm 0,9$ мг/100г) → магний ($47,6 \pm 1,0$ мг/100г) → натрий ($34,4 \pm 0,7$ мг/100г) (рис. 2).

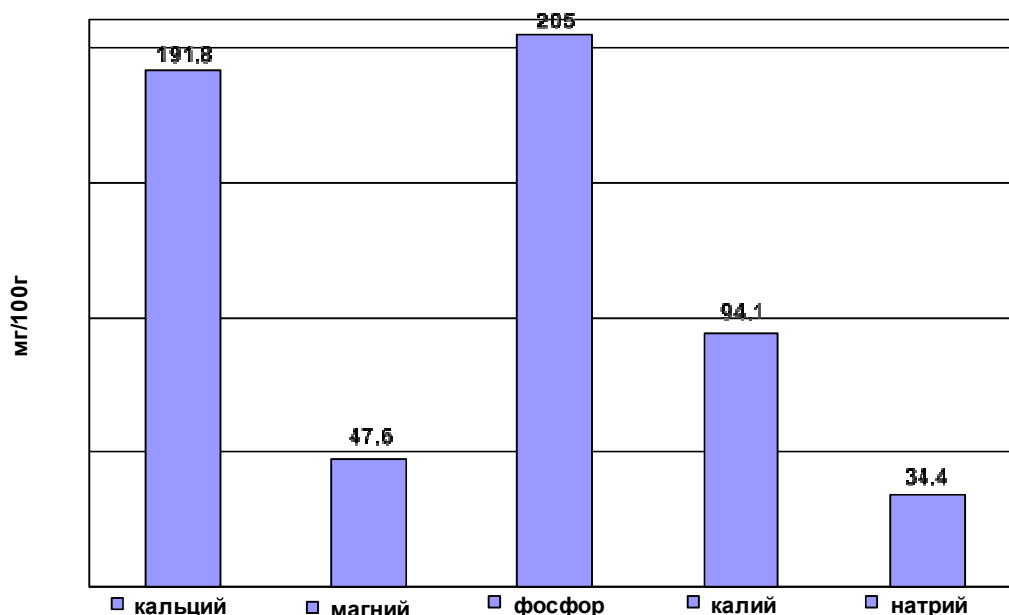


Рисунок 2 – Содержание микроэлементов, играющих важную роль в питании людей, занимающихся спортом, в КСБ-УФ-80

В результате расчетов установлено, что КСБ-УФ-80 характеризуется оптимальным соотношением кальций:фосфор – 1:1,1, а также приближенным к оптимальному соотношением кальций:магний – 1:0,3, что подтверждает перспективность использования данного ингредиента в составе специализированных мясных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности. Соотношение натрий:калий в составе КСБ-УФ-80 составляет 1:2,7, однако включение поваренной соли в состав рецептур мясных продуктов позволит увеличить содержание натрия в готовых продуктах, тем самым приблизив соотношение натрий:калий к оптимальному показателю.

Поскольку изучение функционально-технологических свойств белковых препаратов позволяет прогнозировать их поведение в различных мясных системах, на дальнейшем этапе исследований были изучены основные функционально-технологические свойства КСБ-УФ-80 применительно к технологии производства специализированных консервов мясных и полуфабрикатов мясных рубленых повышенной

пищевой и биологической ценности, такие как рН, индекс растворимости, влагопоглощающая и жиропоглощающая способность.

Основные функционально-технологические свойства КСБ-УФ-80 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные функционально-технологические свойства КСБ-УФ-80

Наименование показателя	Значение
рН, ед	6,8±0,03
Индекс растворимости, см ³ сырого осадка	0,05±0,01
Влагопоглощающая способность, %	образует коллоидный раствор
Жиропоглощающая способность, %	112,4±0,7

Установлено, что КСБ-УФ-80 является перспективным ингредиентом для использования в составе специализированных мясных продуктов, поскольку имеет высокое значение рН (6,8), что позволит повысить значение рН мясных модельных фаршевых систем и готовых продуктов и окажет положительное влияние на их функциональные характеристики (влагосвязывающую и влагоудерживающую способность, потери массы при термообработке).

Показатель растворимости (величина, обратная показателю индекса растворимости) используется как первичный показатель качества белковых препаратов, обуславливающий реологические свойства белоксодержащих пищевых систем. На основании исследования индекса растворимости КСБ-УФ-80 установлено, что данный сухой молочный продукт обладает высокой растворимостью (99,5%), что подтверждает перспективность его использования в составе специализированных мясных продуктов. Индекс растворимости КСБ-УФ-80 составил 0,05 см³, что соответствует 0,5% нерастворимого сухого остатка.

Важными функционально-технологическими свойствами белковых препаратов, используемых при производстве мясных продуктов, является влагопоглощающая и жиропоглощающая способность. При исследовании влагопоглощающей способности КСБ-УФ-80 установлено, что при растворении в воде данный сухой молочный продукт образует коллоидный раствор, что согласуется с литературными данными о гидрофильности белков молока.

В результате исследования жиропоглощающей способности КСБ-УФ-80 установлено, что исследуемый сухой молочный продукт имеет высокий уровень жиропоглощающей способности (112,4%), что будет способствовать улучшению стабилизации фаршевых систем, препятствуя появлению жировых отеков и снижая потери массы при термообработке.

Таким образом, в результате исследований основных функционально-технологических свойств КСБ-УФ-80 установлено, что данный сухой молочный продукт является перспективным ингредиентом для использования в составе специализированных мясных продуктов, поскольку обладает технологически обусловленным значением pH, растворимостью, влагопоглощающей и жиропоглощающей способностью, что позволит улучшить функционально-технологические и структурно-механические показатели мясных модельных фаршевых систем и готовых продуктов при использовании в их составе КСБ-УФ-80.

Определены оптимальные условия (способы и этапы) введения КСБ-УФ-80 в состав мясных консервов и рубленых полуфабрикатов – в сухом виде непосредственно на нежирное мясное сырье, обеспечивающие увеличение влагосвязывающей способности мясных консервов на 4,1% и 5,3%, а рубленых полуфабрикатов – на 4,6% и 5,8% по сравнению с образцами, изготовленными при внесении КСБ-УФ-80 в сухом виде на нежирное мясное сырье после добавления соли и воды и в гидратированном виде; влагоудерживающей способности – на 4,7% и 6,5% (для мясных консервов) и на 4,2% и 6,3% (для рубленых полуфабрикатов) соответственно, а также способствующие снижению потерь массы при термообработке на 3,5% и 5,5% для рубленых полуфабрикатов.

Заключение. Установлено, что КСБ-УФ-80 является перспективным ингредиентом для использования в составеспециализированных мясных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности, поскольку характеризуется высоким содержанием белка (80%), соотношением незаменимых и заменимых аминокислот 0,47:0,53, отсутствием лимитирующих биологическую ценность незаменимых аминокислот, значением индекса незаменимых аминокислот 1,4, низким содержанием жира (6%) и лактозы (2%), оптимальным соотношением Са:Р (1:1,1), приближенными к оптимальному соотношениями ω_6/ω_3 (4,8:1) и Са:Mg (1:0,3), высоким

значением pH (6,8), высокой растворимостью (99,5%), влагопоглощающей и жиропоглощающей способностью (112,4%).

Литература

1. Карелин, А.О. Правильное питание при занятиях спортом и физкультурой / А.О. Карелин. – СПб.: Диля, 2003. – 248 с.
2. Токаев, Э.С. Медико-биологические аспекты создания и применения специализированных белковых продуктов для питания спортсменов / Э.С. Токаев, Р.Ю. Мироедов // Вопросы питания. – 2007. – № 6. – С. 69–73.
3. Горбатова, К.К. Химия и физика белков молока / К.К. Горбатова. – М.: Колос, 1993. – 192 с.
4. Концентраты белков молока: выделение и применение: монография / В.И. Трухачев [и др.]. – Ставрополь: АГРУС, 2009. – 152 с.

O. Dymar, S. Gordynets, I. Kaltovich

THE MEASUREMENT OF WPC-UF-80 ASA PERSPECTIVE COMPONENT FOR PRODUCTION OF THE SPECIALIZED MEAT PRODUCTS OF RAISED NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE

Summary

The article contains the analysis of amino-acid, fatty-acid and mineral composition of whey protein concentrate, received with the use of ultrafiltration method, with the weight content of protein 80 % (WPC-UF-80) in relation to the production technology of specialized meat products of raised nutritional and biological value for consumption by people involved in sports. As well as the results of research on the main functional and technological properties of this whey protein concentrate are provided.