

УДК 637.1

DOI: 10.31208/2618-7353-2018-4-22-31

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОРЫВ
АГРАРНО-ПИЩЕВЫХ ИННОВАЦИЙ МОЛОЧНОГО ДЕЛА
НА ПРИМЕРЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО СЕЛЬХОЗСЫРЬЯ
ЛАКТУЛОЗА**

**TECHNOLOGICAL BREAKTHROUGH THE
AGRI-FOOD INNOVATION DAIRY CASE FOR EXAMPLE,
A UNIVERSAL AGRICULTURAL RAW MATERIALS
LACTULOSE**

Храмцов А.Г., доктор технических наук, профессор, академик РАН

Khramtsov A.G., doctor of technical sciences, professor, academician of RAS

Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь

North-Caucasus federal university, Stavropol

Продолжение статьи, напечатанной в № 3

Работа выполняется при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, договор МОН 03.G25.31.0241.

В статье изложены концептуальные подходы Технологического Прорыва на примере получения производной лактозы («чуда из молока») – ЛАКТУЛОЗЫ. Известный во всем мире пребиотик №1, промотор бифидобактерий является тривиально сахаром женщины-кормилицы, мудро синтезированный природой для жизнеобеспечения младенца. Считается идеальным бифидус-фактором. Приведён молекулярно-кинетический процесс синтеза лактулозы из аномера лактозы на протонном уровне по механизму изомеризации.

Нейросетевое моделирование в виртуальных опытах дает перспективу Технологического Прорыва, показывая жизнеутверждение «цифровых технологий», на уровне 90% направленной и управляемой трансформации лактозы в лактулозу. Приведены перцептрон множественности нейросетевого моделирования процесса изомеризации лактозы в лактулозу с показом входных и выходного параметров и оригинальная диаграмма COSY-ЯМР спектра таутомерных (пиранозной и фуранозной) форм лактулозы, полученная в результате обработки по специальной программе ИНЭОС РАН.

Широкое применение лактулозы инициировано и осуществлено творческим коллективом академика РАН И.Ф. Горлова (ГНУ НИИММП, г. Волгоград).

The article describes the conceptual approaches of technological Breakthrough on the example of lactose derivative («miracle of milk») – LACTULOSE. Known worldwide as prebiotic No. 1, the promoter of bifidobacteria is a trivially female nurse sugar, wisely synthesized by nature, for the life support of the infant. It is considered an ideal bifidus factor. Given the molecular-kinetic process of the synthesis of lactulose from lactose at the numbers on the proton level on the mechanism of isomerization.

Neural network modeling in virtual experiments gives the prospect of technological Breakthrough, showing the prospects of «digital technologies», at the level of 90% directed and

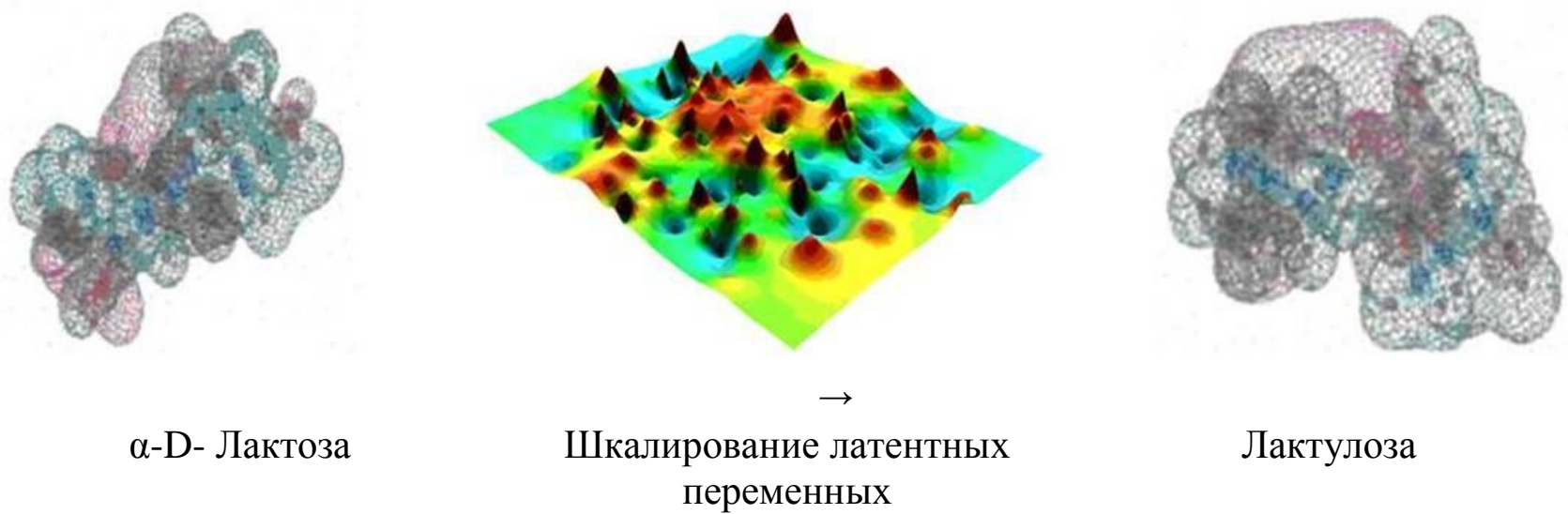


Рисунок 2 – Превращение лактозы в лактулозу со срезом шкалирования по методологии нейронных сетей

Персептрон множественности нейросетевого моделирования процесса изомеризации лактозы в лактулозу с показом входных и выходного параметров приведен на рисунке 3а. Здесь же (рисунок 3б) показана оригинальная диаграмма COSY-ЯМР спектра таутомерных (пиранозной и фуранозной) форм лактулозы, полученная в результате обработки по специальной программе ИНЭОС РАН [10, 14].

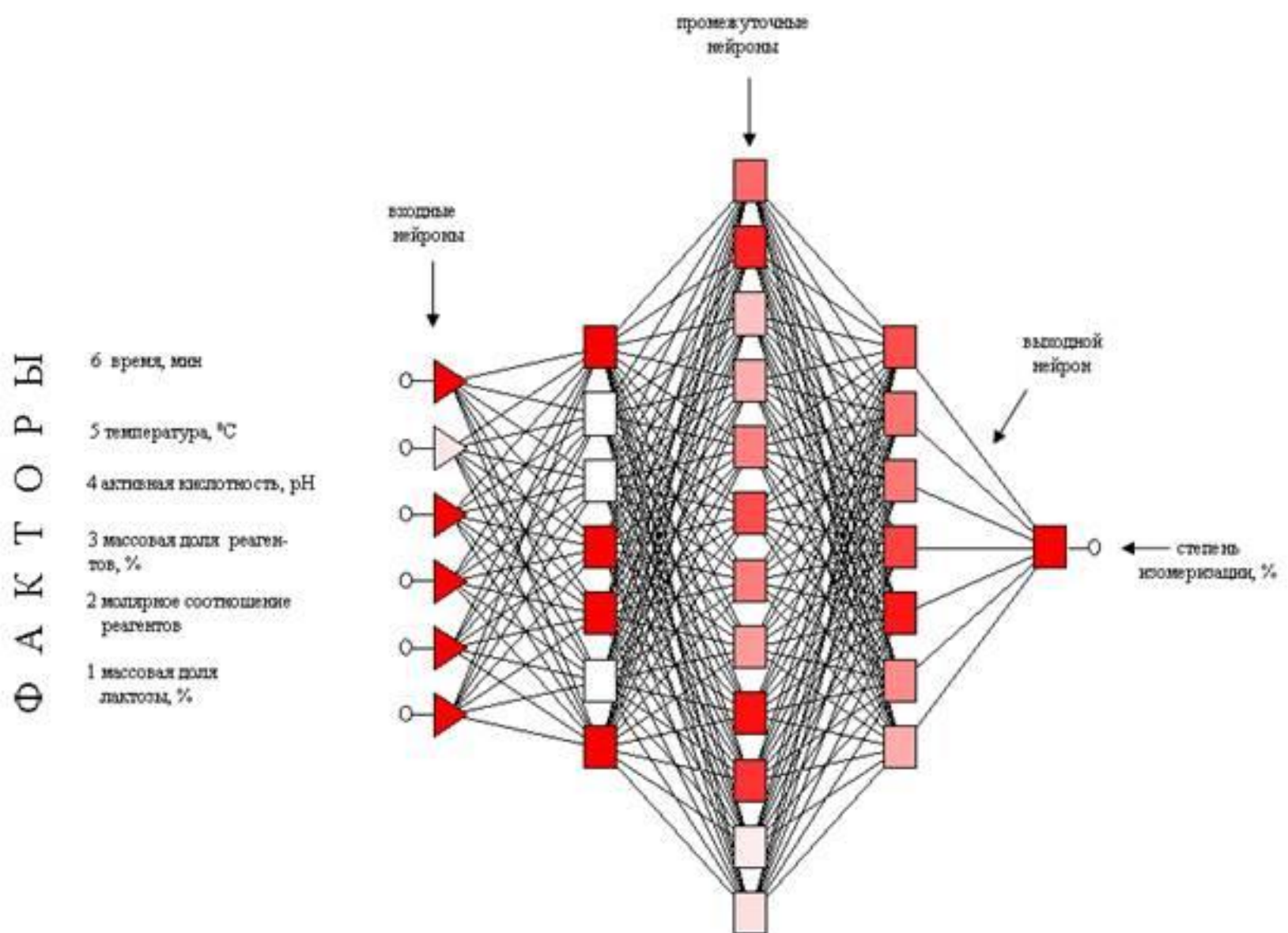
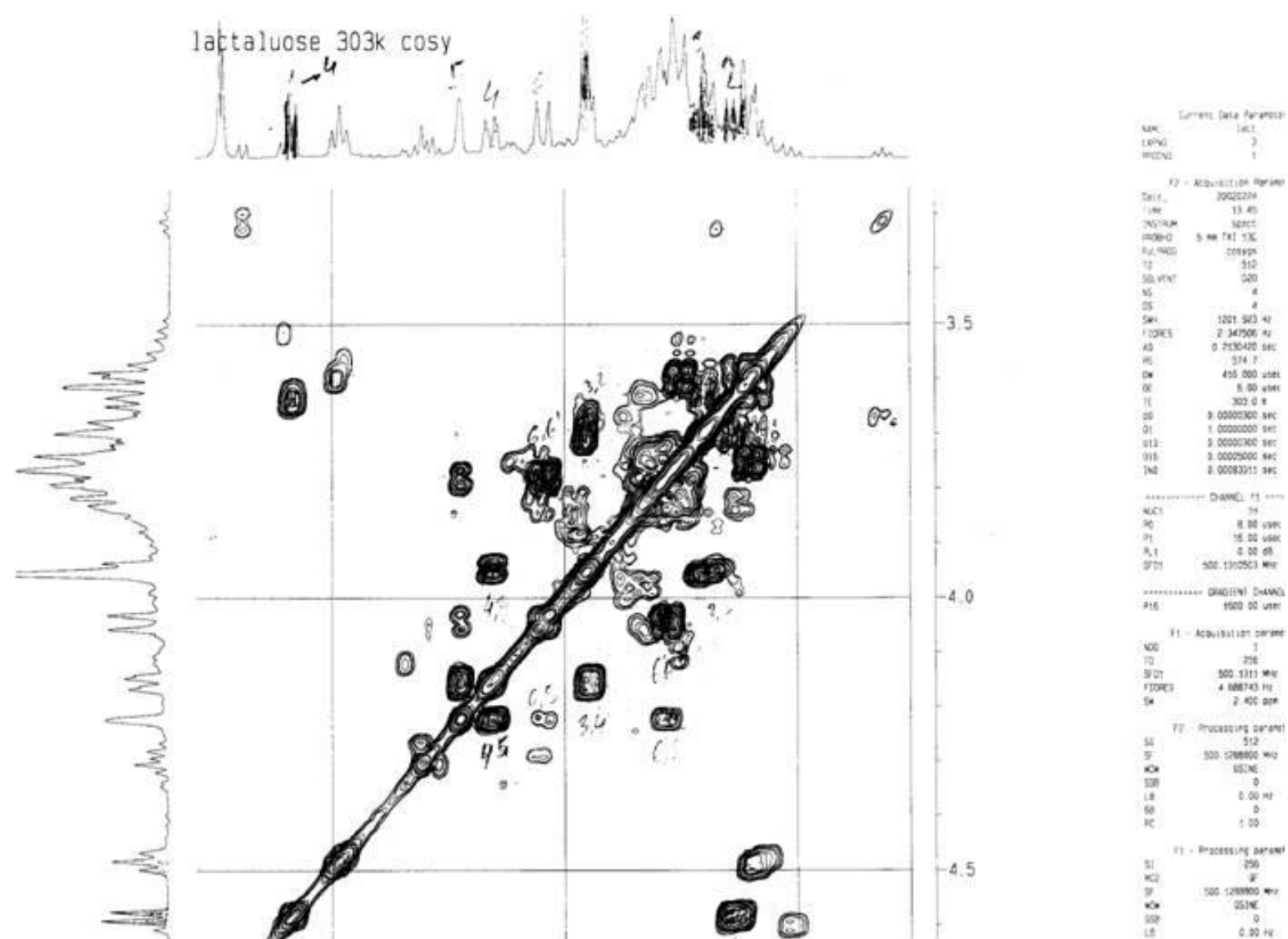


Рисунок 3а – Нейросетевое моделирование и персептрон множественности процесса изомеризации лактозы в лактулозу



В результате целенаправленных системных исследований, проведенных в нашей стране, разработаны технологии получения нанокластера лактулозы в виде жидкого сиропа [2, 12, 13] и сухого продукта [18, 19].

Одна из работ, по результатам завершенного исследования и широкого масштабирования в продуктах функционального питания, напитках безалкогольных и алкогольных, а также кормовых добавках нового поколения, удостоена премии Правительства РФ в области науки и техники [17, 20, 21].

Широкое применение лактулозы, инициированное и осуществленное творческим коллективом академика РАН И.Ф. Горлова (ГНУ НИИММП, г. Волгоград), заслуживает отдельной публикации, как факт Технологического Прорыва на международном уровне [4, 7, 9]. Кстати, работа в комплексе так же удостоена премии Правительства РФ в области науки и техники.

Важнейшей составляющей процесса синтеза лактулозы, наряду с реагентной (щелочные катализаторы) и безреагентной (от ЭХА-воды до лазера) – все отработано и ждет масштабирования в отрасли, является направленный и управляемый процесс очистки полученных после трансформации лактозы растворов от несахаров. На рисунке 4 приведена (по проф. Рябцевой С.А.) [12] гармонизированная схема взаимосвязи выделения лактулозы из реакционной смеси, которая ждет своего логистического развития.

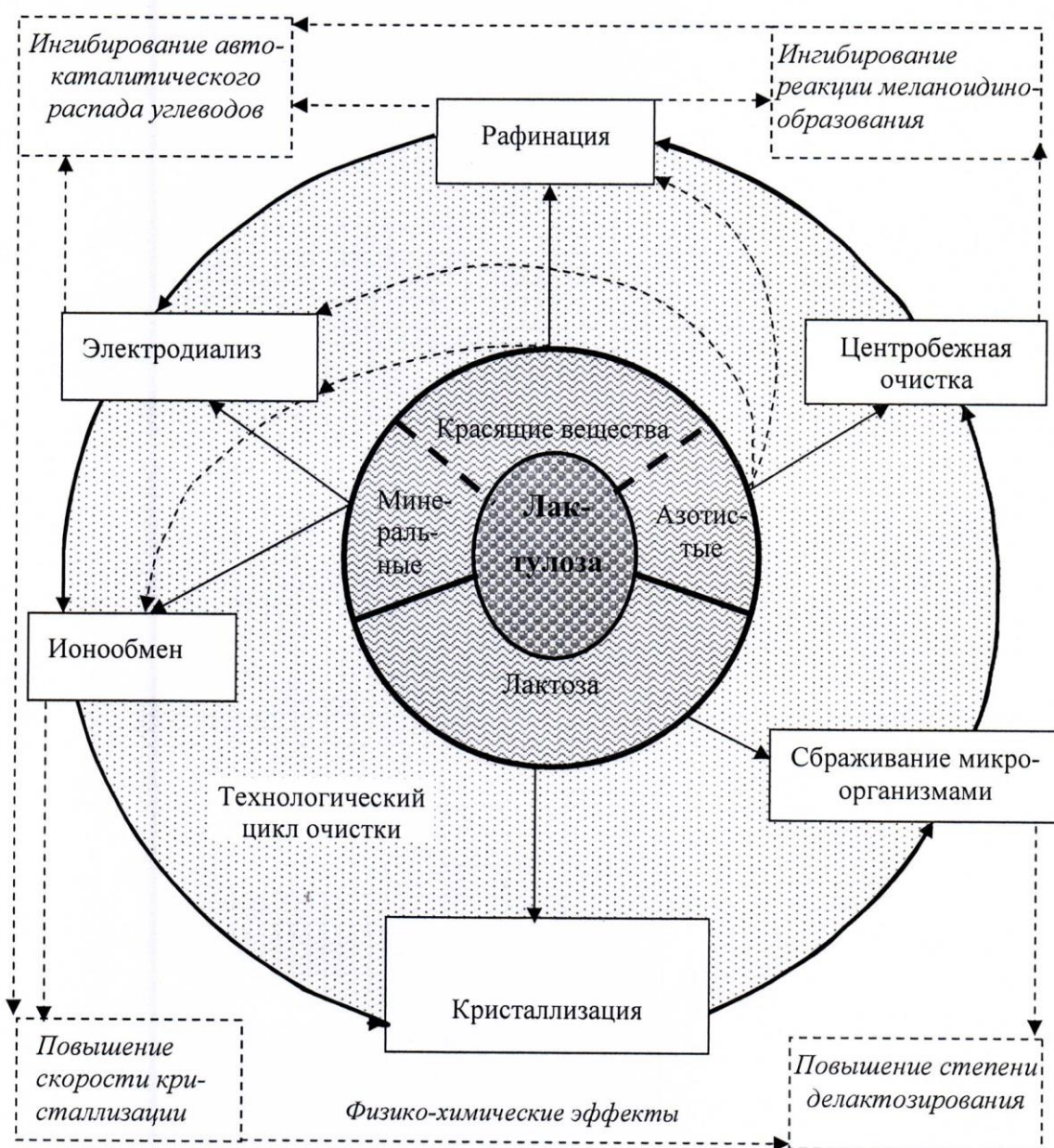


Рисунок 4 – Схема взаимосвязи процессов выделения лактулозы из реакционной смеси

А на рисунке 5 показана современная операторная модель технологического процесса синтеза пребиотика № 1 – ЛАКТУЛОЗЫ. Ждет масштабирования в России.

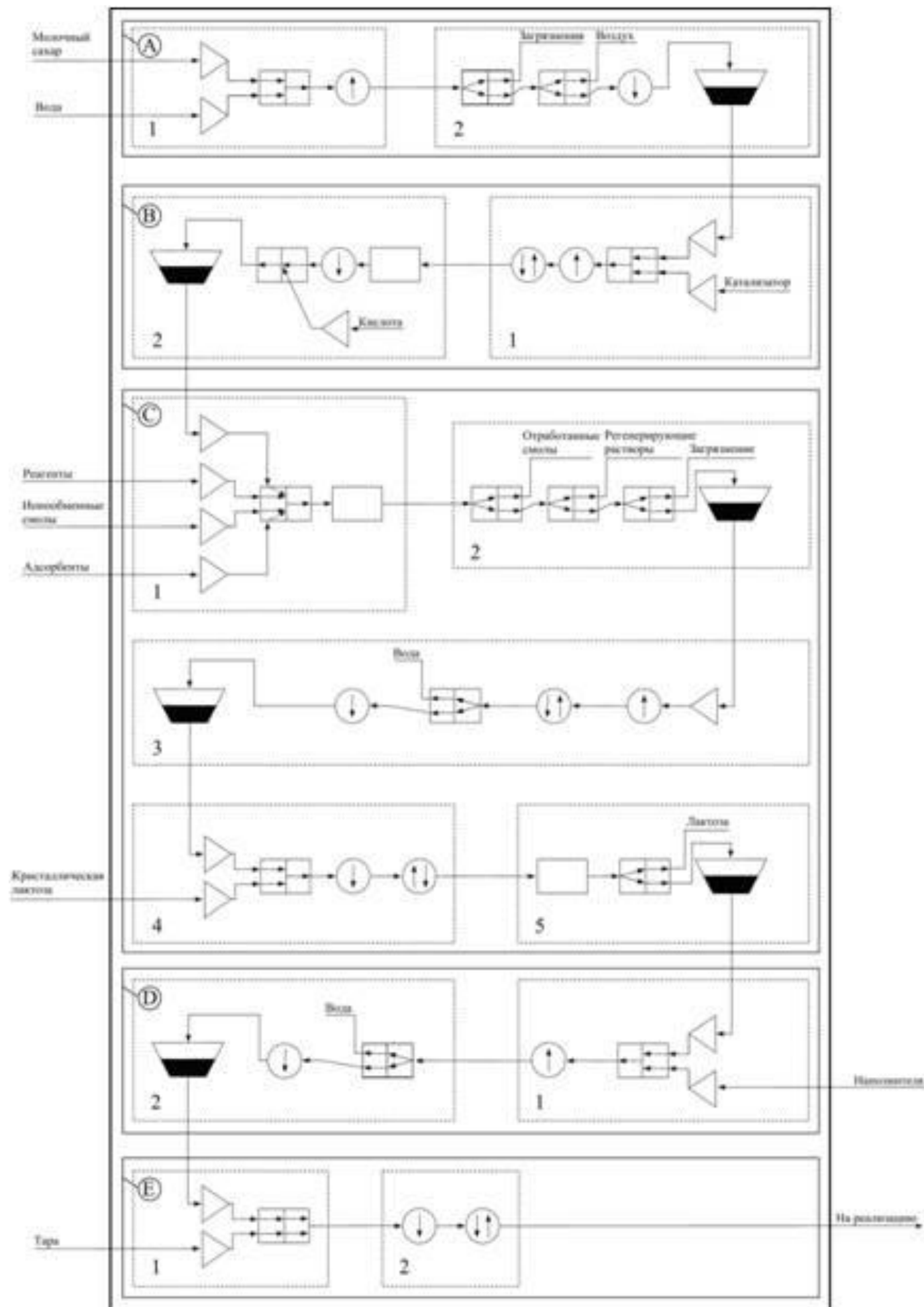


Рисунок 5 – Операторная модель производства лактулозы:

А – подсистема подготовки сырья, имеющая операторы: 1 – растворение; 2 – очистка;

В – подсистема изомеризации лактозы в лактулозу, имеющая операторы:

1 – внесение катализаторов; 2 – термостатирование и нейтрализация;

С – подсистема выделения лактулозы из реакционной смеси, имеющая операторы:

1 – внесение реагентов и выдержка; 2 – отделение реагентов и очистка (выделение отработанных реагентов); 3 – сгущение; 4 – кристаллизация лактозы;

5 – выделение кристаллической лактозы;

Д – подсистема сушки раствора лактулозы, имеющая операторы: 1 – внесение наполнителей;

2 – сушка и охлаждение; Е – подсистема фасовки и охлаждения готового продукта,

имеющая операторы: 1 – фасовка; 2 – охлаждение и промежуточное хранение

Состав и физико-химические свойства оригинальных концентратов лактулозы бренда «Лазет» и синтезированных на его основе биологически активных добавок (БАД) пищевых и кормовых (по проф. Гаврилову Г.Б.) [1] приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели концентрата лактулозы и биологически активной добавки на его основе

Наименование показателя	Значение показателя						
	Для концентрата					для БАД	
	Лазет-ПС	Лазет-П	Лазет-Д	Лазет-Л	Лазет-Сх	Лазет-Вита-Д	Лазет-Вита-Л
Массовая доля влаги, %, не более	50	50	45	35	6	45,0	35,0
Массовая доля лактулозы в сухом веществе, %, не менее	65	65	65	73	65	65,0	73,0
Витамины: С, г/кг	12						
В ₁ , мг/100 мл						6,0	6,0
В ₂ , мг/100 мл						6,0	6,0
В ₆ , мг/100 мл						7,0	7,0
В ₉ , мг/100 мл						0,7	0,7
РР, мг/100 мл						6,3	6,3
Плотность, кг/м ³	1250	1250	1270	1350			
Насыпной вес, кг/м ³					750+30	1270+10	1350+10

Оригинальность «Лазет» запатентована, технология масштабирована в отрасли.

Сухие концентраты лактулозы, полученные в исследованиях доктором техн. наук Харитоновым Д.В. [19], в чистом виде и в рецимической смеси с соевым и молочным белком имеют специфический состав и широчайшие направления использования. Их характеристика приведена в таблице 3 и не требует пояснения. Это инновации будущего (Технологический прорыв нового поколения производных молочного дела) [22].

Таблица 3 – Показатели качества сухих концентратов лактулозы

Показатели	Сухая лактулоза	Сухая лактулоза с соевым белком	Сухая лактулоза с молочным белком
Массовая доля, %:			
- влаги	4,5-5,0	3,5-4,5	3,5-4,5
- лактулозы	61-70	26-28	12,0
- белка	-	30-32	24,0
Средний размер частиц, мкм	30	45	47,0
Индекс растворимости, см ³ сырого осадка	0,15	0,2	0,15
КМАиФАМ, КОЕ/г	5000	8400	7100
БГКП, в 0,1 г продукта	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют
Патогенные микроорганизмы, в 25 г продукта	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют
Дрожжи/плесени, КОЕ/г	25/40	35/50	48/85

Резюмируя изложенное по известному, масштабированному и отмеченному на государственном уровне пребиотику ЛАКТУЛОЗЕ, следует подчеркнуть:

- значимость инновации в рамках НАУКИ-4 и ИНДУСТРИИ-4 [23];
- перспективность масштабирования в отрасли с полным импортозамещением и экспортоориентированием в рамках реальной Продовольственной независимости России [3], в т.ч. по медпрепаратам из ЛАКТУЛОЗЫ и на её основе [6].

Библиографический список

1. Гаврилов, Г.Б. Современные аспекты переработки молочной сыворотки мембранными методами / Г.Б. Гаврилов. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2004. – 160 с.
2. Гаврилов, Г.Б. Справочник по переработке молочной сыворотки / Г.Б. Гаврилов, А.Ю. Просеков, Э.Ф. Кравченко, Б.Г. Гаврилов. – СПб.: ИД Профессия, 2015. – 176 с.
3. Гордеев, А.В. Продовольственная независимость России / под ред. академика РАН Гордеева А.В. – М.: Технология ЦД, 2016. – 1164 с.
4. Горлов, И.Ф. 100 инновационных технологий производства продуктов животноводства: монография / И.Ф. Горлов. – М.: Вестник РАСХН, 2013. – 399 с.
5. Горлов, И.Ф. Инновационные аграрно-пищевые технологии, как основа развития АПК России / И.Ф. Горлов // Аграрно-пищевые инновации. – 2018. – № 1 (1). – С. 7-12.
6. Горлов, И.Ф. Когнитивный подход к исследованию проблем Продовольственной Безопасности: монография / И.Ф. Горлов, Г.В. Федотова, С.П. Сазонов, В.Н. Сергеев, Ю.А. Юлдашбаев. – Волгоград: Изд-во Волгоградского института управления-филиала РАНХ и ГС, 2018. – 168 с.
7. Жаринов, А.И. Пищевая биотехнология: научно-практические решения в АПК: монография / А.И. Жаринов, И.Ф. Горлов, А.Ю. Нелепов, Н.А. Соколова. – 4-е изд., доп. и перераб. – Волгоград: Волгоградское научное изд-во, 2009. – 543 с.
8. Кисломолочные продукты – технологии и питание: тезисы докладов регион. конф. / под. ред. И.А. Евдокимова. – Москва: НОУ «Образовательный научно-технический центр молочной промышленности», 2007. – 402 с.
9. Крючкова, В.В. Функциональные кисломолочные напитки: технологии и здоровье / В.В. Крючкова, И.А. Евдокимов. – Ставрополь: ГОУ ВПО «СевКавГТУ», 2007. – 91 с.
10. Лактулоза: ценность, использование, маркетинг и эффективность производства / А.Г. Храмцов, Б.А. Брыкалов, С.А. Рябцева, А.В. Серов [и др.]. – Ставрополь: Агрус, 2004. – 140 с.
11. Левитская, А.А. Организационные и научно-технические предпосылки комплексного федерального проекта по получению и применению высококачественной лактозы – природного пребиотика животного происхождения: доклад / А.А. Левитская, А.Г. Храмцов, С.В. Анисимов, И.А. Евдокимов, Г.С. Анисимов // Молекулярно-генетические и биотехнологические основы получения и применения синтетических и природных биологически активных веществ (Нарочанские чтения-11): материалы МНПК. – Минск-Ставрополь: БелГУ, СКФУ, 2017. – С. 238-243.
12. Рябцева, С.А. Технология лактулозы / С.А. Рябцева. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 232 с.
13. Рябцева, С.А. Получение и применение лактулозы: 10 лет спустя / С.А. Рябцева, М.А. Шпак, В.Р. Ахмедова, А.О. Долгова // Переработка молока. – 2017. – № 10. – С. 64-67.
14. Серов, А.В. Химия и физика лактозы и ее производных: монография / А.В. Серов. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2003. – 116 с.
15. Серов, А.В. Теоретическое обоснование и экспериментальные исследования химико-технологических проблем получения, определения и использования лактозы и ее производной лактулозы: дис. ... доктора техн. наук: 05.18.04 / Серов Александр Владимирович. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2004. – 307 с.
16. Синельников, Б.М. Лактоза и её производные / Б.М. Синельников, А.Г. Храмцов, И.А. Евдокимов, С.А. Рябцева, А.В. Серов. – СПб.: Профессия, 2011. – 768 с.
17. Филатов, Ю.И. Особенности процесса получения сухой лактулозы / Ю.И. Филатов, Т.М. Гунст, Д.В. Харитонов // Развитие идей академика Липатова Н.Н. на рубеже столетий: сб. науч. тр. – Москва, 2003. – С. 241-243.
18. Харитонов, В.Д. Способы получения сухой лактулозы / В.Д. Харитонов, Ю.И. Филатов, Д.В. Харитонов [и др.] // Молочная промышленность. – 2000. – № 4. – С. 17-18.
19. Харитонов, Д.В. Научно-практические аспекты совершенствования технологий пробиотических бактериальных концентратов и пребиотика лактулозы для создания

- синбиотических молочных продуктов: дис. ... доктора техн. наук: 05.18.04 / Харитонов Дмитрий Владимирович. – Москва: ВНИИ МП, 2012. – 255 с.
20. Храмов, А.Г. Феномен лактозы и её производных / А.Г. Храмов // Молочная промышленность. – 2005. – № 4. – С. 48-50.
 21. Храмов, А.Г. Разработка научных основ технологии производства и использования отечественного пребиотика лактулозы для продуктов функционального питания / А.Г. Храмов, И.А. Евдокимов, С.А. Рябцева // Научное обеспечение молочной промышленности (ВНИМИ – 80 лет): сб. науч. тр. – М.: ГНУ ВНИМИ, 2009. – С. 398-406.
 22. Храмов, А.Г. Новации молочной сыворотки / А.Г. Храмов. – СПб.: Профессия, 2016. – 490 с.
 23. Храмов, А.Г. Научные основы нового технологического уклада молочной промышленности / А.Г. Храмов. – LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2017. – 118 с.
 24. Храмов, А.Г. Технологический прорыв аграрно-пищевых инноваций молочного дела на примере универсального сельхоз сырья (Общие положения) / А.Г. Храмов, В.Н. Сергеев // Аграрно-пищевые инновации. – 2018. – № 2 (2). – С. 15-20.
 25. Храмов, А.Г. Технологический прорыв аграрно-пищевых инноваций молочного дела на примере универсального сельхоз сырья (Гидролизаты лактозы) / А.Г. Храмов // Аграрно-пищевые инновации. – 2018. – № 3 (3). – С. 14-19.
 26. Khramtsov, A.G. Glycoomics clusters of lactose and its derivatives in nanotechnology of living cultures / A.G. Khramtsov // Food and Raw Materials. – 2015. – Vol. № 1. – P. 3-12.
 27. Khramtsov, A.G. Traditions and innovations of dairy industry / A.G. Khramtsov // Food and Raw Materials. – 2015. – Vol. № 1. – P. 140-141.
 28. Petuely, F. Bifidusflora bei Flaschenkindern durch bifidogene Substanzen (Bifidusfactor) / F. Petuely // Z. Kinderheimkd. – 1957. – № 79. – S.174-179.
 29. Petuely, F. Der Bifidusfactor / F. Petuely // Dtsch.Med.Wochenschr. – 1957. – V. 82. – S.1957-1960.

Reference

1. Gavrilov, G.B. Sovremennye aspekty pererabotki molochnoj syvorotki membrannymi metodami / G.B. Gavrilov. – Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 2004. – 160 s.
2. Gavrilov, G.B. Spravochnik po pererabotke molochnoj syvorotki / G.B. Gavrilov, A.Yu. Prosekov, Eh.F. Kravchenko, B.G. Gavrilov. – SPb.: ID Professiya, 2015. – 176 s.
3. Gordeev, A.V. Prodovol'stvennaya nezavisimost' Rossii / pod red. akademika RAN Gordeeva A.V. – M.: Tekhnologiya CD, 2016. – 1164 s.
4. Gorlov, I.F. 100 innovacionnyh tekhnologij proizvodstva produktov zhivotnovodstva: monografiya / I.F. Gorlov. – M.: Vestnik RASKHN, 2013. – 399 s.
5. Gorlov, I.F. Innovacionnye agrarno-pishchevye tekhnologii, kak osnova razvitiya APK Rossii / I.F. Gorlov // Agrarno-pishchevye innovacii. – 2018. – № 1 (1). – S. 7-12.
6. Gorlov, I.F. Kognitivnyj podhod k issledovaniyu problem Prodovol'stvennoj Bezopasnosti: monografiya / I.F. Gorlov, G.V. Fedotova, S.P. Sazonov, V.N. Sergeev, Yu.A. Yuldashbaev. – Volgograd: Izd-vo Volgogradskogo instituta upravleniya-filiala RANH i GS, 2018. – 168 s.
7. Zharinov, A.I. Pishhevaya biotekhnologiya: nauchno-prakticheskie resheniya v APK: monografiya / A.I. Zharinov, I.F. Gorlov, A.Yu. Nelepov, N.A. Sokolova. – 4-e izd., dop. i pererab. – Volgograd: Volgogradskoe nauchnoe izd-vo, 2009. – 543 s.
8. Kislomolochnye produkty – tekhnologii i pitanie: tezisy dokladov region. konf. / pod. red. I.A. Evdokimova. – Moskva: NOU «Obrazovatel'nyj nauchno-tekhnicheskij centr molochnoj promyshlennosti», 2007. – 402 s.
9. Kryuchkova, V.V. Funkcional'nye kislomolochnye napitki: tekhnologii i zdorov'e / V.V. Kryuchkova, I.A. Evdokimov. – Stavropol': GOU VPO «SevKavGTU», 2007. – 91 s.

10. Laktuloza: cennost', ispol'zovanie, marketing i ehffektivnost' proizvodstva / A.G. Hramcov, B.A. Brykalov, S.A. Ryabceva, A.V. Serov [i dr.]. – Stavropol': Agrus, 2004. – 140 s.
11. Levitskaya, A.A. Organizacionnye i nauchno-tekhnicheskie predposylki kompleksnogo federal'nogo proekta po polucheniyu i primeneniyu vysokokachestvennoj laktozy – prirodno prebiotika zhivotnogo proiskhozhdeniya: doklad / A.A. Levitskaya, A.G. Hramcov, S.V. Anisimov, I.A. Evdokimov, G.S. Anisimov // Molekulyarno-geneticheskie i biotekhnologicheskie osnovy polucheniya i primeniya sinteticheskikh i prirodnykh biologicheskikh aktivnykh veshchestv (Narochanskies chteniya-11): materialy MNPK. – Minsk-Stavropol': BelGU, SKFU, 2017. – S. 238-243.
12. Ryabceva, S.A. Tekhnologiya laktulozy / S.A. Ryabceva. – M.: DeLi print, 2003. – 232 s.
13. Ryabceva, S.A. Poluchenie i primenenie laktulozy: 10 let spustya / S.A. Ryabceva, M.A. Shpak, V.R. Ahmedova, A.O. Dolgova // Pererabotka moloka. – 2017. – № 10. – S. 64-67.
14. Serov, A.V. Himiya i fizika laktozy i ee proizvodnyh: monografiya / A.V. Serov. – Stavropol': SevKavGTU, 2003. – 116 s.
15. Serov, A.V. Teoreticheskoe obosnovanie i ehksperimental'nye issledovaniya himiko-tekhnologicheskikh problem polucheniya, opredeleniya i ispol'zovaniya laktozy i ee proizvodnoj laktulozy: dis. ... doktora tekhn. nauk: 05.18.04 / Serov Aleksandr Vladimirovich. – Stavropol': SevKavGTU, 2004. – 307 s.
16. Sinel'nikov, B.M. Laktoza i eyo proizvodnye / B.M. Sinel'nikov, A.G. Hramcov, I.A. Evdokimov, S.A. Ryabceva, A.V. Serov. – SPb.: Professiya, 2011. – 768 s.
17. Filatov, Yu.I. Osobennosti processa polucheniya suhoj laktulozy / Yu.I. Filatov, T.M. Gunst, D.V. Haritonov // Razvitie idej akademika Lipatova N.N. na rubezhe stoletij: sb. nauch. tr. – Moskva, 2003. – S. 241-243.
18. Haritonov, V.D. Sposoby polucheniya suhoj laktulozy / V.D. Haritonov, Yu.I. Filatov, D.V. Haritonov [i dr.] // Molochnaya promyshlennost'. – 2000. – № 4. – S. 17-18.
19. Haritonov, D.V. Nauchno-prakticheskie aspekty sovershenstvovaniya tekhnologij probioticheskikh bakterial'nykh koncentratov i prebiotika laktulozy dlya sozdaniya sinbioticheskikh molochnykh produktov: dis. ... doktora tekhn. nauk: 05.18.04 / Haritonov Dmitriy Vladimirovich. – Moskva: VNII MP, 2012. – 255 s.
20. Hramcov, A.G. Fenomen laktozy i eyo proizvodnyh / A.G. Hramcov // Molochnaya promyshlennost'. – 2005. – № 4. – S. 48-50.
21. Hramcov, A.G. Razrabotka nauchnykh osnov tekhnologii proizvodstva i ispol'zovaniya otechestvennogo prebiotika laktulozy dlya produktov funkcional'nogo pitaniya / A.G. Hramcov, I.A. Evdokimov, S.A. Ryabceva // Nauchnoe obespechenie molochnoj promyshlennosti (VNIMI – 80 let): sb. nauch. tr. – M.: GNU VNIMI, 2009. – S. 398-406.
22. Hramcov, A.G. Novacii molochnoj syvorotki / A.G. Hramcov. – SPb.: Professiya, 2016. – 490 s.
23. Hramcov, A.G. Nauchnye osnovy novogo tekhnologicheskogo uklada molochnoj promyshlennosti / A.G. Hramcov. – LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2017. – 118 s.
24. Hramcov, A.G. Tekhnologicheskij proryv agrarno-pishchevyh innovacij molochnogo dela na primere universal'nogo sel'hozsyr'ya (Obshchie polozheniya) / A.G. Hramcov, V.N. Sergeev // Agrarno-pishchevye innovacii. – 2018. – № 2 (2). – S. 15-20.
25. Hramcov, A.G. Tekhnologicheskij proryv agrarno-pishchevyh innovacij molochnogo dela na primere universal'nogo sel'hozsyr'ya (Gidrolizaty laktozy) / A.G. Hramcov // Agrarno-pishchevye innovacii. – 2018. – № 3 (3). – S. 14-19.
26. Khramtsov, A.G. Glycoomics clusters of lactose and its derivatives in nanotechnology of living cultures / A.G. Khramtsov // Food and Raw Materials. – 2015. – Vol. № 1. – P. 3-12.
27. Khramtsov, A.G. Traditions and innovations of dairy industry / A.G. Khramtsov // Food and Raw Materials. – 2015. – Vol. № 1. – P. 140-141.
28. Petuely, F. Bifidusflora bei Flaschenkindern durch bifidogene Substanzen (Bifidusfactor) / F. Petuely // Z. Kinderheimkd. – 1957. – № 79. – S.174-179.
29. Petuely, F. Der Bifidusfactor / F. Petuely // Dtsch.Med.Wochenschr. – 1957. – V. 82. – S.1957-1960.