

УДК 637.345

**АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАКТУЛОЗЫ, ПОЛУЧЕННОЙ СПОСОБОМ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШКИ****Долганюк В.Ф., Асякина Л.К., Линник А.И., Носкова С.Ю.***ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», Кемерово, e-mail: dolganuk\_vf@mail.ru*

Проведены исследования качественных характеристик порошка лактулозы с целью подтверждения целесообразности использования подобранных параметров распылительной сушки. После определения оптимальных параметров, обеспечивающих наибольший выход порошка лактулозы, обладающего требуемыми показателями качества, были проведены исследования физико-химических показателей и количественного состава сухой лактулозы. Для определения количественного состава лактулозы использовался метод газожидкостной масс-спектрометрии. Результаты анализа позволяют сделать вывод о том, что качественный и количественный состав порошка лактулозы отвечает требованиям, предъявляемым нормативными документами. Массовая доля лактулозы в готовом продукте составляет  $75,2 \pm 0,2\%$ . Потери же готового продукта составляют не более  $3,5\%$ , что является допустимым значением при использовании распылительной сушки. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что подобранные параметры сушки обеспечивают не только наибольший выход продукта, но при этом качественные показатели полученной лактулозы удовлетворяют требованиям, предъявляемым нормативной документацией.

**Ключевые слова:** лактулоза, пребиотик, распылительная сушка, хроматография, массовая доля**THE QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF LACTULOSE, OBTAINED BY THE SPRAY DRYING****Dolganjuk V.F., Asyakina L.K., Linnik A.I., Noskova S.Y.***Federal State-owned Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kemerovo Technological Institute of Food Industry (University)», Kemerovo, e-mail: dolganuk\_vf@mail.ru*

Researches of the quality characteristics of lactulose powder to confirm the feasibility of selected options ispolzovaniya spray drying. After determining the optimum parameters providing the highest yield of lactulose powder having the desired levels of quality, studies have been conducted physical and chemical parameters and quantitative composition of a dry lactulose. To determine the number of members of lactulose used the method of gas-liquid mass spectrometry. Results of the analysis lead to the conclusion that the qualitative and quantitative composition of lactulose powder meets the requirements imposed regulations. Mass fraction of lactulose in the final product is  $75,2 \pm 0,2\%$ . The loss is the final product is not more than  $3,5\%$ , which is a valid value when using spray drying. The results lead to the conclusion that the chosen drying parameters not only provide the highest yield, but the quality indicators obtained lactulose satisfy the requirements of regulatory documents.

**Keywords:** lactulose, a prebiotic, spray drying, chromatography, mass fraction

Лактулоза – углевод, относящийся к классу олигосахаридов и подклассу дисахаридов, его молекула состоит из остатков галактозы и фруктозы.

Лактулоза представляет собой белое кристаллическое вещество, не имеющее запаха, хорошо растворимое в воде. Данный пребиотик слаще, чем лактоза, но является менее сладкой по сравнению с сахарозой.

Лактулоза является углеводом, обладающим рядом ценных и уникальных потребительских свойств, в числе которых: значительная физиологическая активность, возможность сохранять полезную микрофлору кишечника, применение при лечении и профилактике ряда заболеваний печени и ЖКТ; высокая растворимость, возможность сравнительно долго сохранять свои полезные свойства как в сухом виде, так и в сиропах; сладость (0,6 баллов); некариогенность; отличное взаимодействие с остальными компонентами пищи [6, 24, 46].

Уже более 20 лет лактулоза является признанным бифидус-фактором и как следствие, – широко применяется во многих странах мира.

Наиболее распространенным способом, применяемым для получения мелкодисперсной пищевой и фармацевтической лактулозы, является распылительная сушка. Она может проводиться в большом диапазоне рабочих температур, процесс характеризуется малым временем контакта материала с горячим теплоносителем и высокой производительностью по испаренной влаге.

Считается, что сухие порошки лактулозы являются более технологичными в использовании. На данный момент запатентован ряд технологий получения лактулозы разнообразными способами сушки. Основной проблемой существующих технологий распылительной сушки растворов лактулозы является наличие дорогостоящих связующих компонентов – катализаторов и стабилизаторов.

В связи с этим разработка технологии получения сухой лактулозы способом распылительной сушки является актуальным и перспективным направлением.

### Материалы и методы исследования

Экспериментальные исследования выполнены в лаборатории научно-исследовательского института биотехнологии ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)».

Объектом исследования явился раствор с массовой долей лактулозы 50%, предоставленный фирмой ООО «Шехонь-Л» (г. Ярославль, Россия).

Образцы сушили на распылительной сушке Mini Spray Dryer (Buchi, Sweden), позволяющей получать готовый продукт с размером частиц 1–25 мкм. Массовую долю сухих веществ в растворах лактулозы определяли рефрактометрически по ГОСТ 24908-84.

Массовую долю лактулозы и других углеводов в растворах и сухой лактулозе определяли методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ) с помощью хроматографа GCMS-QP2010 Ultra (Shimadzu, Japan).

### Результаты исследования и их обсуждение

В процессе разработки технологии получения сухой лактулозы методом распылительной сушки были подобраны параметры, обеспечивающие максимальный выход продукта, качественные показатели которого отвечают требованиям нормативных документов.

С целью подтверждения результатов исследования качественных показателей сухой лактулозы проведен хроматографический анализ полученного образца и исходного раствора лактулозы (рис. 1 и 2).

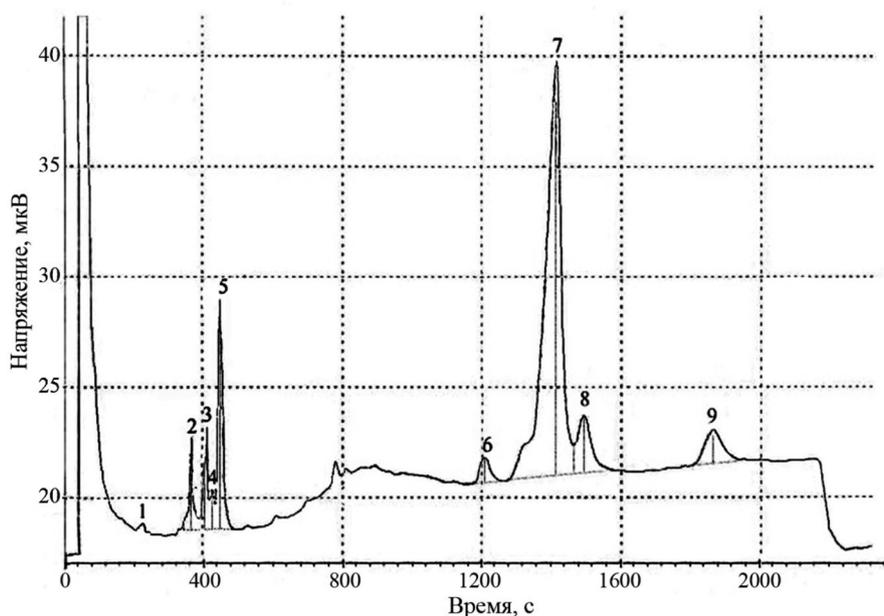


Рис. 1. Газожидкостная хроматограмма раствора с массовой долей лактулозы 50%

Таблица пиков газожидкостной хроматограммы раствора с массовой долей лактулозы 50%

Таблица 1

№ п/п	Название	Время	Высота	Площадь	Концентрация
1		360	3,5	56,3	2,9
2		375	2,8	46,6	2,4
3		415	7,7	117,6	6,0
4		435	4,2	58,8	3,0
5		457	13,4	214,6	10,9
6	ε-лактоза	1221	1,4	52,2	2,6
7	лактuloза	1430	16,6	1126,7	57,2
8	α-лактоза	1514	3,3	164,8	8,4
9	β-лактоза	1899	2,0	6,8	6,8
Сум.			54,7	1971,3	100,0

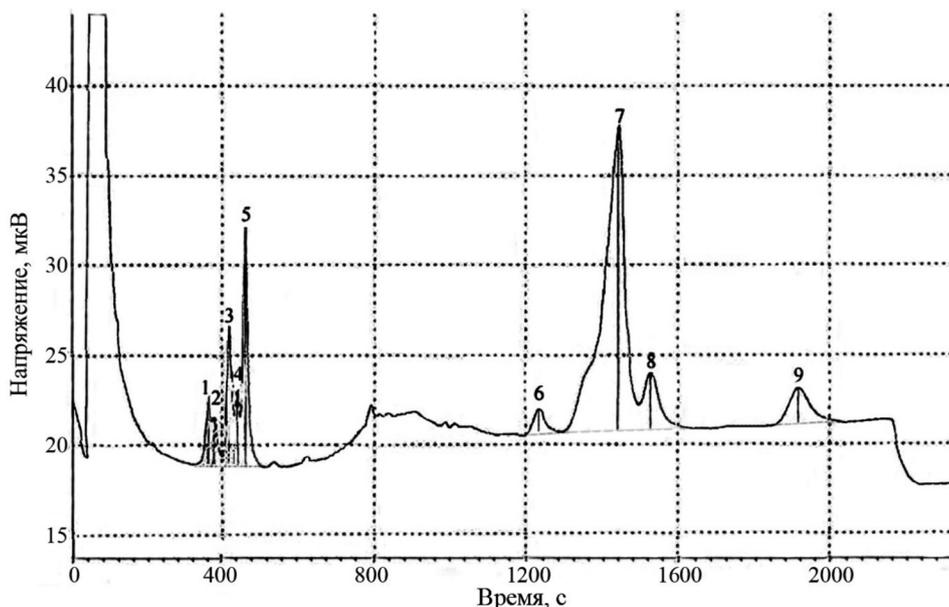


Рис. 2. Газожидкостная хроматограмма сухой лактулозы.

Таблица 2

Таблица пиков газожидкостной хроматограммы сухой лактулозы

№ п/п	Название	Время	Высота	Площадь	Концентрация
1		226	0,4	4,0	0,3
2		368	4,3	70,8	4,5
3		405	4,6	66,0	4,2
4		425	1,8	23,0	1,5
5		448	10,4	159,1	10,1
6	ε-лактоза	1198	1,1	36,8	2,3
7	лактозула	1401	18,6	1015,1	64,2
8	α-лактоза	1479	2,6	122,1	7,7
9	β-лактоза	1844	1,5	85,4	5,4
Сум.			45,2	1582,3	100,0

Углеводы определяли методом газожидкостной хроматографии, как наиболее доступным и изученным. Метод основывается на переводе сахаридов в летучие триметилсилильные производные, которые впоследствии разделяются на ГЖХ-колонке и определяют пламенно-ионизационным детектором.

Как показали результаты исследований, метод ГЖХ имеет высокую точность и разрешающую способность, позволяет качественно и количественно определять лактулозу в присутствии альфа- и бета-форм лактозы, галактозы, глюкозы, тагатозы, фруктозы и других углеводов.

Из анализа хроматограмм, приведенных на рис. 1 и 2, установлено, что концентрация лактулозы в исходном сиропе составляет 50%, а в высушенном продукте 48,2%. Таким образом, в результате химических

превращений потери лактулозы после высушивания составляют 3,5%, что не превышает допустимого значения при использовании распылительной сушки.

Результаты исследования физико-химических показателей сухой лактулозы представлены в табл. 3.

По результатам исследований массовая доля лактулозы в готовом продукте составила 75,2%, что удовлетворяет норме, равной 75%. Массовая доля остальных углеводов составляет 24,8%, что ниже нормируемого значения, равного 25%. В число сопутствующих углеводов входит лактоза, массовая доля которой составляет 13,1%. Лактоза в сиропе представлена α- и β-изомерами. Также в растворе присутствует галактоза, массовая доля которой составляет 11,7% от общей массы углеводов в образце.

Таблица 3

## Физико-химические показатели сухой лактулозы

Наименование показателя	Норма	Фактическое значение
Массовая доля лактулозы, %, не менее	75,2 ± 0,2	75,2 ± 0,2
Массовая доля остальных углеводов, %, не более:	25,0 ± 0,2	24,8 ± 0,1
– лактоза:		13,1 ± 0,1
– α-лактоза;		7,8 ± 0,1
– β-лактоза;		5,3 ± 0,1
– галактоза		11,7 ± 0,1

Исходя из физико-химических показателей сухой лактулозы, можно сказать, что готовый продукт отвечает требованиям качества, предъявляемым к сухим порошкам лактулозы.

### Заключение

Проведены исследования качественных характеристик порошка лактулозы с целью подтверждения целесообразности использования подобранных параметров распылительной сушки. Для определения количественного состава лактулозы использовался метод газожидкостной масс-спектрометрии. Результаты анализа позволяют сделать вывод о том, что качественный и количественный состав порошка лактулозы отвечает требованиям, предъявляемым нормативными документами. Массовая доля лактулозы в готовом продукте составляет 75,2 ± 0,2%. Потери же готового продукта составляют не более 3,5%, что является допустимым значением при использовании распылительной сушки. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что подобранные параметры сушки обеспечивают не только наибольший выход продукта, но при этом качественные показатели полученной лактулозы удовлетворяют требованиям, предъявляемым нормативной документацией.

### Список литературы

1. Гаврилов Б.Г. Исследование параметров изомеризации лактозы / Б.Г. Гаврилов, Г.Б. Гаврилов // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – № 2. – С. 87–90.

2. Гаврилов Г.Б. Развитие пробиотической микрофлоры в продукте с лактулозой / Г.Б. Гаврилов // Молочная промышленность. – 2006. – № 6. – С. 61–62.

3. Остроумов Л.А. Способы получения и использования лактулозы / Л.А. Остроумов // Молочная промышленность. – 2006. – № 3. – С. 52.

4. Рябцева С.А. Получение и применение лактулозы / С.А. Рябцева // Переработка молока. – 2007. – № 8. – С. 32–35.

5. Рябцева С.А. Технология лактулозы / С.А. Рябцева. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 229 с.

6. Храмов А.Г. Инновационные технологии получения лактулозы / А.Г. Храмов // Переработка молока. – 2011. – № 7. – С. 38–40.

7. Храмов А.Г. Новые направления в разработке продуктов функционального питания / А.Г. Храмов, И.А. Евдокимов, С.А. Рябцева // Сборник научных трудов. Серия «Продовольствие». – Ставрополь: СевКавГТУ, 2005. – Выпуск 8. – С. 14–20.

8. Храмов А.Г. Современные представления о значимости лактозы и её производных / А.Г. Храмов // Молочная промышленность. – 2007. – № 2. – С. 52.

9. Харитонов В.Д. Способы получения сухой лактулозы / В.Д. Харитонов, Ю.И. Филатов, Д.В. Харитонов // Молочная промышленность. – 2000. – № 4. – С. 17–18.

10. Lactulose mediates suppression of dextran sodium sulfate-induced colon inflammation by increasing hydrogen production / X. Chen, X. Zhai, J. Shi et al. // Digestive Diseases and Sciences. – 2013. – Vol. 58. – P. 1560–1568.

11. Olano A. Changes in the carbohydrate fraction of milk during heating processes / A. Olano, M. Calvo, V. Corzo. // Food Chem. – 1989. – Vol. 31. – P. 259–265.

12. Jeffrey G.A. Crystal structure and n.m.r. analysis of lactulose trihydrate / G.A. Jeffrey, D. Huang, P.E. Pfeffer // Carbohydr. Res. – 1992. – Vol. 226. – P. 29–42.

13. Using a simplex centroid to study the effects of pH, temperature and lactulose on the viability of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* in a model system / C. Altieri, A. Bevilacqua, M. Perricone et al. // Anaerobe. – 2013. – Vol. 23. – P. 23–26.