

## ИССЛЕДОВАНИЕ БИФИДОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ ТАГАТОЗЫ И ФУКОЗЫ

О. С. Корнеева, Е. И. Мельникова, Т. В. Санина, М. О. Ширунов, О. А. Мурадова

*Воронежский государственный университет инженерных технологий*

Поступила в редакцию 18.05.2011 г.

**Аннотация.** Охарактеризованы свойства лактодериватов как стимуляторов пролиферации нормальной кишечной микрофлоры. Представлены результаты исследований пребиотической активности тагатозы и фукозы. Полученные данные свидетельствуют о возможности включения их в состав функциональных продуктов, предназначенных для коррекции микробиоценоза кишечника.

**Ключевые слова:** бифидогенная активность, лактодериваты, тагатоza, фукоза.

**Abstract.** The properties of lactose derivates as stimulators of proliferation of normal microflora are characterized. The results of tagatose and fucose prebiotic activity are presented. The obtained data indicate that these carbohydrates possible to include into functional products for the correction of gut microbiota.

**Keywords:** bifidogenous activity, lactose derivates, tagatose, fucose.

### ВВЕДЕНИЕ

Получение функциональных продуктов питания, оказывающих регулирующее действие на организм, относится к приоритетным направлениям программы питания, провозглашенной ООН. Важная роль для создания, поддержания и восстановления нормальной кишечной микрофлоры принадлежит пробиотикам (биопрепаратам из нормальной микрофлоры кишечника), пребиотикам (веществам, способствующим пролиферации и адсорбции бифидо- и лактобактерий в кишечнике) или синбиотикам (комплексам про- и пребиотиков) [1].

Пребиотики, стимулирующие развитие бифидофлоры, относятся также к так называемым бифидогенным факторам (бифидус-факторам). Это разнообразные по строению, природе и свойствам вещества: лактулоза, лактосахароза, галакто-, фрукто-, изомальто-, мальто-, ксилоолигосахариды, лизоцим, дрожжевые экстракты, низкоосахаренная кукурузная патока, ячменно-солодовый экстракт, гидролизаты казеина и сывороточных белков, муцин, пантетин, лактоферрин и другие [2].

К одному из перспективных научных направлений относится получение бифидогенных производных лактозы, таких как галактоолигосахариды, фруктоолигосахариды, лактулоза, лактитол, тагатоza, фукоза и др. Эти углеводы характеризуются пребиотическим эффектом, не перевариваются в тонком кишечнике и утилизируются микрофлорой

толстого кишечника, обеспечивая ее рост, стабильность и активность. В толстом кишечнике бифидо- и лактобактерии вырабатывают ферменты класса гидролаз, которые расщепляют лактодериваты, выделяя при этом энергию для их роста и размножения и органические кислоты, препятствующие развитию патогенных микроорганизмов (рис. 1) [1].

К одной из наиболее важных метаболических реакций относится регулирование иммунного статуса, механизм которой представлен на рис. 2.

Из перспективных производных лактозы — пребиотических сахарозаменителей следует отметить D-тагатозу. Это кетогексоза, которая отличается от D-фруктозы только заместителями у C<sub>4</sub>-го атома. Вкусовой профиль тагатозы максимально приближен к сахарозе и фруктозе. Ее сладость составляет около 0,92 ед. SES [3].

Тагатоza частично абсорбируется ворсинками тонкого кишечника, а большая ее часть ферментируется в толстом кишечнике, где она преобразуется в биомассу, короткоцепочечные жирные кислоты, CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>. Кроме того, тагатоza стимулирует *in vitro* образование бутирата и лактата, играющих важную роль в регулировании размножения и дифференциации эпителиальных клеток, замедлении роста опухолевых клеток кишечника. Пребиотический эффект тагатозы заключается в стимулировании роста молочнокислых бактерий и лактобацилл. Потребление D-тагатозы не вызывает увеличение содержания глюкозы крови или уровня инсулина, поэтому ее можно рассматривать как сахарозаменитель для людей, страдающих диабетом I и II типа. D-тагатоza медленно превращается в органические

кислоты в результате деятельности бактерий полости рта, поэтому не вызывает кариеса.

К дериватам лактозы относятся также минорные сахара с широким спектром биологической активности, в частности L-фукоза, являющаяся компонентом гликопротеидов — класса смешанных биополимеров. Они участвуют в формировании структур для осуществления биологических функций, а также индуцируют полезные эффекты не только на уровне желудочно-кишечного тракта, но и на уровне организма в целом [2]. С химической точки зрения L-фукоза (6-дезоксид-D-галактоза) — метилпентоза, моносахарид из группы дезоксигексоз. В природе фукоза встречается как в свободном, так и в связанном состояниях и характеризуется низкой калорийностью — 1,6 ккал/г.

Нами разработаны и запатентованы способы получения тагатозосодержащего и фукозосодержащего концентратов из подсырной сыворотки путем направленной нано-, биотрансформации лактозы [4, 5].

Целью работы является исследование *in vitro* пребиотической активности тагатозы и фукозы в сравнении с известным пребиотиком — инулином.

### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Для установления пребиотических свойств исследуемых углеводов осуществляли культивирование бактерий *Bifidobacterium bifidum in vitro* на средах с различными источниками углерода. Препарат «Бифидобактерин сухой» предварительно растворяли в питательной среде Блаурокка и активи-

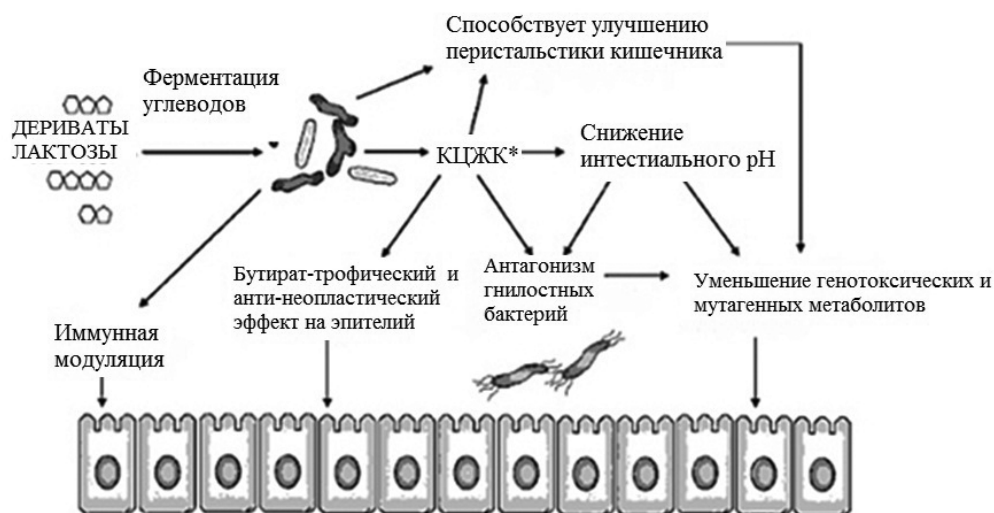


Рис. 1. Механизм позитивного действия дериватов лактозы на гомеостаз кишечника. КЦЖК\* — короткоцепочные жирные кислоты

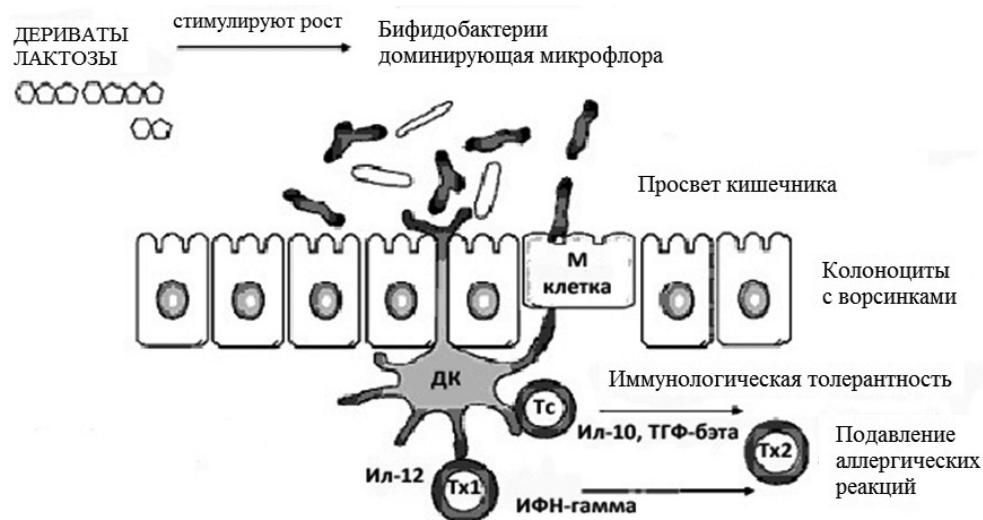


Рис. 2. Влияние дериватов лактозы на иммунный статус. ДК — дендритная клетка; М-клетка — микроскладчатая клетка; Тс-Т-супрессор; Тх1 и Тх2- Т-хелперы 1,2; Ил-10 и Ил-12 — интерлейкины; ТГФ-бета — трансформирующий фактор роста Т-лимфоцитов; ИФН-гамма — интерферон

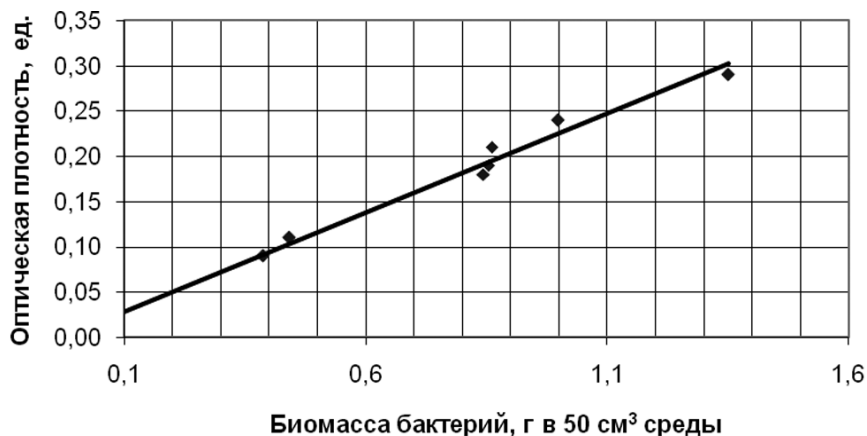


Рис. 3. Зависимость оптической плотности среды от сырой биомассы бифидобактерий

визировали при температуре 37—38 °С в течение 24 ч. Затем его вносили в подготовленные для культивирования питательные среды из расчета 5 доз на 1 дм<sup>3</sup> среды. Культивирование микроорганизмов проводили в анаэробных условиях на среде Блаурокка в модификации Г. И. Гончаровой следующего состава (г/л): пептон — 10; NaCl — 5; агар-агар — 0,75; лактоза — 10; цистеин солянокислый — 0,1; печеночный отвар. В ряде опытов в качестве источника углерода вместо 30 % лактозы добавляли исследуемые углеводы (уравновесив по массе углерода).

Накопление биомассы *B. bifidum* определяли нефелометрически, путем измерения оптической плотности клеточной суспензии бактерий при длине волны 560 нм. По результатам исследований построен калибровочный график зависимости

оптической плотности от массы бифидобактерий (рис. 3).

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В работе были исследованы *in vitro* пребиотическая активность тагатозы и фукозы. Биохимическую активность бифидобактерий, которые культивировали в течение 42 часов, определяли по нарастанию активной кислотности (рН) и накоплению биомассы. Полученные данные представлены на рис. 4 и 5.

По результатам исследования биохимической активности и накоплению биомассы бифидобактерий при культивировании на средах с исследуемыми углеводами можно констатировать, что тагатоза и фукоза характеризуются выраженной пребиотической активностью, сопоставимой с активностью

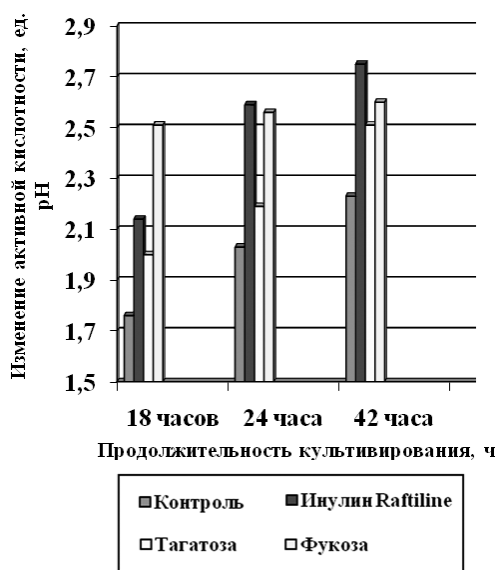


Рис. 4. Биохимическая активность бифидобактерий при культивировании на средах с различными углеводами

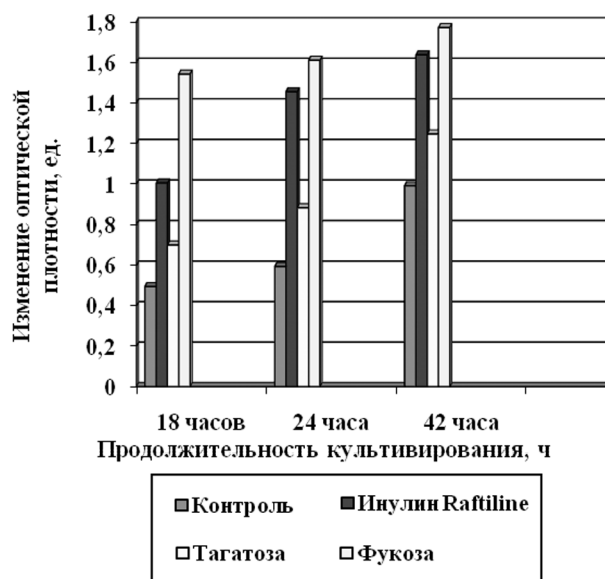


Рис. 5. Накопление биомассы бифидобактерий при культивировании на средах с различными углеводами

стью признанного стимулятора роста бифидобактерий инулина.

Пребиотики тагатозу и фукозу целесообразно включать в состав функциональных продуктов, предназначенных для коррекции микробиоценоза кишечника, а также обладающих иммунокорректирующим действием.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Marteau P.* Nutritional advantages of probiotics and prebiotics / P. Marteau, M.C. Boutron-Ruault // *British Journal of Nutrition*. — 2001. — V. 87. — №2. — P.153—157.

2. Лактоза и ее производные / Б. М. Синельников [и др.]. — СПб. : Профессия, 2007. — 768 с.

3. *Dekker M.* Alternative Sweeteners Third Edition / M. Dekker. — USA: Lyn O'Brien Nabors, 2001. — 710 p.

4. Патент № 2409965 РФ. Способ получения тагатозосодержащего подсластителя из молочной сыворотки / Е. И. Мельникова, С. И. Нифталиев, М. О. Ширунов, Е. М. Лобанова, Ю.С. Грибанова // опубл. 27.01.2011, Бюл. № 3 (ч.III) // *Изобретения*. — 2011. — С. 525.

5. Новый природный подсластитель — биокорректор пищевых рационов / Е.И. Мельникова [и др.] // *Известия вузов. Пищевая технология*. — 2010. — № 1. — С. 52—54.

---

*Корнеева Ольга Сергеевна* — д.б.н., зав. каф. микробиологии и биохимии Воронежского государственного университета инженерных технологий; тел.: (473) 255-55-57, e-mail: korneeva-olga@vmail.ru

*Мельникова Елена Ивановна* — д.т.н., профессор кафедры технологии молока и молочных продуктов Воронежского государственного университета инженерных технологий; тел.: (473) 255-27-65, e-mail: ekaterina199468@gmail.com

*Ширунов Максим Олегович* — аспирант кафедры технологии молока и молочных продуктов Воронежского государственного университета инженерных технологий; тел.: (920) 2142158, e-mail: shirunovmo@gmail.com

*Санина Татьяна Викторовна* — аспирант кафедры микробиологии и биохимии Воронежского государственного университета инженерных технологий; тел.: (473) 255-55-57, e-mail: saninatv@rambler.ru

*Мурадова Ольга Афанасьевна* — аспирант кафедры технологии молока и молочных продуктов Воронежского государственного университета инженерных технологий; тел.: (904) 2945761, e-mail: olgamuradowa@mail.ru

*Korneeva Olga S.* — Doctor of Biological Sciences, Head of Microbiology and Biochemistry Department, Voronezh State University of Engineering Technologies; tel.: (473) 255-55-57, e-mail: e-mail: korneeva-olga@vmail.ru

*Melnikova Elena I.* — Doctor of Technical Sciences, Professor of Milk and Dairy products Technology Department, Voronezh State University of Engineering Technologies; tel.: (473) 255-27-65, e-mail: ekaterina199468@gmail.com

*Shirunov Maxim O.* — Post-graduate Student, Milk and Dairy products Technology Department, Voronezh State University of Engineering Technologies; tel.: (920) 2142158, e-mail: shirunovmo@gmail.com

*Sanina Tatyana V.* — Post-graduate student, Department of Microbiology and Biochemistry, Voronezh State University of Engineering Technologies; tel.: (473) 255-55-57, e-mail: saninatv@rambler.ru

*Muradova Olga A.* — Post-graduate Student, Milk and Dairy products Technology Department, Voronezh State University of Engineering Technologies; tel.: (904) 2945761, e-mail: olgamuradowa@mail.ru