



№42/2020

Znanstvena misel journal

The journal is registered and published in Slovenia.

ISSN 3124-1123

VOL.1

The frequency of publication – 12 times per year.

Journal is published in Slovenian, English, Polish, Russian, Ukrainian.

The format of the journal is A4, coated paper, matte laminated cover.

All articles are reviewed

Edition of journal does not carry responsibility for the materials published in a journal.

Sending the article to the editorial the author confirms it's uniqueness and takes full responsibility for possible consequences for breaking copyright laws

Free access to the electronic version of journal

Chief Editor – Christoph Machek

The executive secretary - Damian Gerbec

Dragan Tsallae — PhD, senior researcher, professor

Dorothea Sabash — PhD, senior researcher

Vatsdav Blažek — candidate of philological sciences

Philip Matoušek — doctor of pedagogical sciences, professor

Alicja Antczak — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

Katarzyna Brzozowski — PhD, associate professor

Roman Guryev — MD, Professor

Stepan Filippov — Doctor of Social Sciences, Associate Professor

Dmytro Teliga — Senior Lecturer, Department of Humanitarian and Economic Sciences

Anastasia Plahtiy — Doctor of Economics, professor

Znanstvena misel journal

Slovenska cesta 8, 1000 Ljubljana, Slovenia

Email: info@znanstvena-journal.com

Website: www.znanstvena-journal.com

CONTENT

CHEMISTRY

Shumeiko A., Kapitanov I.

MONOMERIC AND DIMERIC SURFACE-ACTIVE
COMPOUNDS BASED ON HETEROCYCLES AND
ALKYLAMINS FUNCTIONALIZED BY OXYME GROUPS.. 3

PHYSICS AND MATHEMATICS

Sagindykov B.,

Mekebay N., Turusbekova B.

THIRD-ORDER DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH
VARIABLE COEFFICIENTS 7

Yurov V., Makhanov K.

THICKNESS OF THE SURFACE LAYER OF AMORPHIC
MAGNETIC SOFT ALLOYS9

TECHNICAL SCIENCES

Bondar M.

THE USE OF PROBIOTICS AND PREBIOTICS IN DAIRY
DRINKS 14

Gabdrifkov F.

PUMP-SPRAYER WITH RING CONTROL VALVE 24

Zhdanova O., Omelchenko G.

WAYS TO IMPROVE THE PROCESS OF DESIGNING
PROTECTIVE CLOTHING FOR SURGEONS 34

Alefrenko V., Fursevich I.

INFLUENCE OF CHANGES IN AMBIENT TEMPERATURE
ON THE OPERATION OF THE INFRARED DETECTOR IN
SYSTEMS SAFETY 38

Alefrenko V., Chopik K., Sharyi D.

THE SECURITY LEVEL ASSESSMENT OF THE
ENTERPRISE LOCAL NETWORK BASED ON QUALITY
INDICATORS OF SECURITY 43

Shumilina E., Petrosova I.,

Murashova N., Andreeva E.

IDENTIFICATION OF THE CHARACTERISTICS OF LIGHT
ELEMENTS IN CLOTHING 52

TECHNICAL SCIENCES

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОБІОТИКІВ ТА ПРЕБІОТИКІВ У МОЛОЧНИХ НАПОЯХ

Бондар М.М.

*Асистент кафедри харчових технологій та мікробіології
Вінницького національного аграрного університету,*

THE USE OF PROBIOTICS AND PREBIOTICS IN DAIRY DRINKS

Bondar M.

*Assistant department of food technologies and microbiology
Vinnitsa National Agrarian University,*

Анотація

Стаття присвячена вивченню застосування пробіотиків та пребіотиків у молочних напоях. Особлива увага приділяється пробіотикам, які домінують у мікрофлорі кишечника дорослих і дітей. Біфідобактерії регулюють якісний і кількісний склад нормальної мікрофлори кишечника, що є важливим фактором захисту організму від різної кишкової інфекції.

При спільному використанні підібраних консорціумів штамів мікроорганізмів кількість життєздатних клітин біфідобактерій підвищується в 3–4 рази і зростає антагоністична активність. Використання пребіотиків таких як: фруктози, лактулози та інуліну, як біостимулюючої складової молочних напоїв, підвищує активність, ріст і розвиток біфідобактерій. Правильний вибір пробіотиків та пребіотиків для виробництва молочних напоїв дозволяють отримати якість, що відповідає вимогам нормативних документів за органолептичними і фізико-хімічними показниками.

Abstract

The article is devoted to the study of the use of probiotics and prebiotics in dairy drinks. Particular attention is paid to probiotics, which dominate the intestinal microflora of adults and children. Bifidobacteria regulate the qualitative and quantitative composition of the normal intestinal microflora, which is an important factor in protecting the body from various intestinal infections.

When the selected consortia of strains of microorganisms are used together, the number of viable bifidobacterial cells increases 3–4 times and the antagonistic activity increases. The use of prebiotics such as fructose, lactulose and inulin, as a biostimulating component of dairy drinks, increases the activity, growth and development of bifidobacteria. The correct choice of probiotics and prebiotics for the production of dairy drinks allows to obtain a quality that meets the requirements of regulatory documents on organoleptic and physicochemical parameters.

Ключові слова: продукти спеціального призначення, пробіотики, пребіотики, лактобактерії, біфідобактерії, фруктоза, лактулоза, інулін.

Keywords: special purpose products, probiotics, prebiotics, lactobacilli, bifidobacteria, fructose, lactulose, inulin.

Постановка проблеми. Позитивний вплив продуктів із застосуванням пробіотиків та пребіотиків у молочних напоях, фахівці пов'язують із наявністю в них харчових добавок та живих мікроорганізмів, які здатні здійснювати біологічно значимий вплив на організм людини в цілому або на окремі його органи та системи. Основними з них визнано: позитивний вплив на систему шлунково-кишкового тракту; позитивний вплив на безперервний і саморегульований кругообіг речовин, який відбувається у організмі і супроводжується постійним самовідновленням, або інакше кажучи на метаболізм; захист проти сполук, які характеризуються оксидантною активністю; позитивний вплив на серцево-судинну систему; позитивний вплив на стан кишкової мікрофлори; позитивний вплив на стан імунної системи і т.д.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні останніми роками ведуться наукові дослідження і дискусії стосовно застосуванням пробіотиків та пребіотиків у молочних напоях, фахівці пов'язують із наявністю в них харчових добавок та

живих мікроорганізмів, які здатні здійснювати біологічно значимий вплив на організм людини в цілому або на окремі його органи та системи. Визначення проблем та перспектив розвитку такими вченими-дослідниками як Дидух Н.А., Чагаровський О.П., Могилянська Н.А., Скорченко Т.А., Поліщук Г.Є., Грек О.В., Соломон А.М.

Дослідження проводились як стандартними, так і оригінальними методами дослідження, в тому числі мікробіологічними, біохімічними, фізико-хімічними та технологічними.

Мета статті. Метою даної статті є виробництво натурального молочного напою із застосування пробіотиків та пребіотиків у його складі, для задоволення потреб населення та інших споживачів, для покращення роботи внутрішніх систем та органів.

Результати досліджень.

Продукти спеціального призначення отримують за інноваційними технологіями і розглядають не тільки як джерела пластичних речовин і енергії, але і як складний не медикаментозний комплекс, який відповідає фізіологічним потребам організму

людини і має яскраво виражені лікувальні, профілактичні або оздоровчі властивості. Важливою складовою ринку продуктів спеціального призначення є молочні продукти, які в Україні і країнах Європи становлять близько 65% від його загальної ємності. Більше 80% ринку молочних продуктів – спеціального призначення (МПСП) представлено

Молочні продукти спеціального призначення



Синій колір – продукти з пробіотиками та пребіотиками, 80%.

Голубий колір – продукти з БАД, 8%.

Зелений колір – інші молочні продукти, 12%.

Необхідність розширення асортиментного ряду МПСП диктується сьогодною демографічною ситуацією в Україні (частина людей похилого віку в загальній структурі населення складає 20,5%, за прогнозами Інституту геронтології АМН України до 2050 року вона зросте до 38,1%), збільшиться кількість людей з серцево-судинними захворюваннями та цукровим діабетом (до 24,5 і 3,8%, відповідно).

Факт: кефір і йогурт практично повністю засвоюються організмом, а молоко – тільки на 31%. Після закінчення всього 3-4 тижнів регулярного їх вживання починає відновлюватися кишкова мікрофлора, процеси бродіння і гниття припиняються, поступово відновлюється робота ШКТ.

Йогурт – найпопулярніший кисломолочний продукт у Європі. Ферментовані молочні продукти є основними постачальниками мікроорганізму пробіотиками, які сприяють підтримці і відновленню мікробної екології людини [14].

Пробіотики, еубіотики – живі мікроорганізми, які забезпечують корисну дію на організм споживача, нормалізуючи склад та функції мікрофлори шлунково-кишкового тракту, найчастіше це біфідобактерії і лактобактерії, здатні проявляти антагонізм проти патогенних й умовно-патогенних мікробів.

До культур пробіотиків, які забезпечують корисну дію на організм споживача і нормалізують склад і функції мікрофлори шлунково-кишкового тракту, відносяться такі види лактобактерій та біфідобактерій, як *Lactobacillus acidophilus*,

продуктами з пробіотиками та пребіотиками, 8% – продуктами з БАД, близько 12% становлять інші продукти. Перша група МПСП найбільш динамічно розвивається і постійно поповнюється новими продуктами, оскільки на дисбактеріоз в Україні, за статистичними даними, хворіє 65-75% населення [13].

Lactobacillus casei, *Bifidobacterium* spp. (*B. adolescentis*, *B. animalis*ssp. *Lactis*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*).

Ці мікроорганізми відіграють роль імунної системи в слизовій оболонці кишечника. Вони не дозволяють патогенам чи шкідливим мікроорганізмам рости і розвиватися. Пробіотики допомагають стимулювати шлункові соки і натуральні ферменти, необхідні для правильного травлення, зменшують кількість і виразність побічних ефектів антибіотиків, сприяють розщепленню солей жовчних кислот і нормалізації ліпідного обміну. Споживання кисломолочних продуктів, що містять пробіотики допомагає захистити організм від великої кількості захворювань [15]. Більшість пробіотиків-бактерій відноситься до двох родів: лактобактерії (лат. *Lactobacillus*) і біфідобактерії (лат. *Bifidobacterium*), а також багато інших видів бактерій-пробіотиків (непатогенні різновиди *E. coli*, непатогенні різновиди *Bacillus* (*B. subtilis*), непатогенні різновиди *Enterococcus* (*E. faecium*, *E. salivarius*), молочнокислий стрептокок *Str. thermophilus*, дріжджеві гриби *Saccharomyces boulardii*). Кожен рід бактерій містить значну кількість видів, в кожного виду є різноманітні штами.

Це важливо пам'ятати, тому що різні штами можуть бути по-різному корисними для різних органів нашого тіла. Наприклад, штам *Shirota* виду *Lactobacillus casei* підтримують імунну систему і допомагають просуванню їжі через кишечник, штам *Bulgarius* виду *Lactobacillus delbrueckii* ко-

рисний для людей, не здатних перетравлювати лактозу, що міститься у молоці та молочних продуктах. На сьогоднішній день широкому колу споживачів доступні в достатньому асортименті пробіотичні продукти: кефір, простокваша, ряжанка, сир, йогурт, мацоні, айран, рікотта та інші кисломолочні продукти, а також фармацевтичні препарати і БАД (можуть бути у вигляді батончиків, пластівців, порошків, капсул та ін.).

Вибираючи пробіотики, звертайте увагу на виробника. Чим довше компанія-виробник існує, тим більша вірогідність того, що її продукти проконтрольовані, вивчені, для такої компанії буде мати значення її репутація. Вивчайте етикетку. Чим більше інформації міститься на етикетці, тим краще. Виробник повинен гарантувати певну кількість мікроорганізмів в продукті до кінця терміну його придатності, і про це має бути зазначено на етикетці. Багато виробників на етикетках пробіотиків не вказують інформацію про те, які штами бактерій містить продукт. Якщо ви плануєте приймати пробіотики, зателефонуйте до компанії-виробника і з'ясуйте, які саме штами бактерій містить продукт і які дослідження були проведені, щоб довести їхню користь для здоров'я [16].

Не забувайте про правильне зберігання антибіотиків відповідно до умов, зазначених в інструкції чи на етикетці. Купуючи кисломолочний продукт в торговельній точці, необхідно обов'язково перевіряти його кінцевий термін придатності, а також щоб пакування вибраного вами продукту не було пошкодженим чи відкритим, продукт має бути достатньо охолодженим (температура не вище +6 °C).

Це також речовини мікробного або немікробного походження, які при природному способі введення сприяють гомеостазу за рахунок нормалізації мікрофлори у організмі; засоби підтримки балансу кишкової мікрофлори на оптимальному рівні та її корекції [18].

Пробіотичні бактеріальні культури призначені допомогти організму відновити порушену флору кишечника. Їх рекомендують лікарі і дієтологи після курсу антибіотиків, або як частину лікування таких хвороб як кандидоз. Багато пробіотиків присутні в природних джерелах, наприклад *Lactobacillus* в йогурті чи кефірі та квашеній капусті.

Для пояснення причин використання пробіотиків слід уявляти, що здоровий організм має свою мікробну екосистему, відому як флора кишечника. Вона може бути виведена із рівноваги широким рядом обставин, зокрема використанням антибіотиків та інших ліків, надлишком алкоголю, стресом, хворобами, отруйними речовинами та навіть використанням антибактеріального мила. У таких випадках корисні бактерії можуть бути знищені або значно зменшені у числі, що дозволяє шкідливим

бактеріям вільно рости, здійснюючи шкідливий вплив на здоров'я людини [17].

Пробіотики містять потенційно корисні бактерії або дріжджі, частіше за все молочнокислі бактерії.

Молочнокислі бактерії використовуються в харчовій промисловості протягом багатьох років, тому що вони можуть перетворювати цукор (зокрема лактозу) та інші вуглеводи на молочну кислоту. Це не тільки забезпечує характерний кислий смак молочнокислих продуктів, таких як кефір, але і служить консервантом, знижуючи pH і створюючи менше можливостей для росту інших організмів.

Нове покоління пробіотиків має в основі генетично модифіковані (рекомбінантні) штами мікроорганізмів із заданими властивостями.

До основних груп пробіотиків відносять:

- Пробіотики на основі живих мікроорганізмів;
- Пробіотики на основі метаболітів або структурних компонентів представників нормальної мікрофлори;
- Пробіотики на основі сполук мікробного чи іншого походження, які стимулюють ріст і активність біфідобактерій і лактобацил – представників нормальної мікрофлори;
- Пробіотики на основі комплексу живих мікроорганізмів, їх структурних компонентів, метаболітів у різних поєднаннях і сполуках, які стимулюють ріст представників нормальної мікрофлори;
- Пробіотики на основі генно-інженерних штамів мікроорганізмів, їх структурних компонентів і метаболітів із заданими характеристиками;
- Пробіотичні продукти харчування на основі живих мікроорганізмів, їх метаболітів, інших сполук мікробного, рослинного або тваринного походження, здатних підтримувати й відновлювати здоров'я через корекцію мікробної екології організму.

Пробіотики повинні відповідати наступним вимогам:

- позитивно впливати на організм господаря;
- не викликати побічних ефектів при тривалому застосуванні;
- мати колонізаційний потенціал, тобто зберігатися у травному тракті до досягнення максимального позитивного ефекту (бути стійкими до низької pH, жовчних кислот, антимікробних субстанцій, що продукуються патогенною мікрофлорою);
- мати стабільну клінічну ефективність.

Пробіотичними харчовими компонентами гіпотетично можуть вважатися будь-які фізіологічно активні речовини, якщо вони відповідають певним вимогам наведених у таблиці 1.

Пребіотичні харчові компоненти

Обов'язкові вимоги	Рекомендовані вимоги
<ul style="list-style-type: none"> • відсутність гідролізу та адсорбції у верхніх відділах кишково-шлункового тракту • здатність вибірково піддаватися ферментації під впливом одного або обмеженої кількості потенційно корисних бактерій-коменсалів кишечника, у яких спостерігається активізація метаболізму або прискорення росту 	<ul style="list-style-type: none"> • здатність зміщувати баланс кишково-шлункової мікробіоти у бік домінування корисної мікрофлори завдяки стимулюванню сахаролітичної та пригнічення алкалофільної і аерофільної мікрофлори • здатність діставатися периферійних ділянок товстої кишки з огляду на їхню важливість в етіології захворювань кишково-шлункового тракту, а також онкологічних

Біфідобактерії є потужним захисним «щитом», що захищає від інфекційних та бактеріальних захворювань ШКТ. Сприяють нормальному травленню і більш повному всмоктуванню корисних речовин, вітамінів і мінералів. Підсилюють кишкову перистальтику, сприяючи таким чином швидкому просуванню вмісту.

Біфідобактерії – рід облигатно анаеробних грам-позитивних бактерій, які не утворюють спор і відрізняються гіллястою морфологією. Одна з найбільш важливих груп мікроорганізмів кишечника, які домінують в анаеробній флорі товстої кишки. Міжнародна молочна федерація називає біопродуктами такі суміші, в яких міститься не менше $1 \cdot 10^6$ біфідобактерій в 1 см^3 .

Біфідобактерії регулюють якісний і кількісний склад нормальної кишкової мікрофлори, стримують зростання і перешкоджають розмноженню патогенної, гнильної і газотворючої мікрофлори, відновлюють пошкоджену структуру слизової оболонки кишечника. Поряд з іншими представниками нормальної кишкової мікрофлори біфідобактерії беруть участь у травленні і всмоктуванні, синтезі вітамінів групи В, вітаміну К, фолієвої та нікотинової кислот, сприяють синтезу незамінних амінокислот, кращому засвоєнню вітаміну D і солей кальцію, стимулюють активність лізоциму і синтез імуноглобулінів, підвищуючи імунізаційні функції організму.

Це сахаролітичні бактерії товстого кишечника, є представниками нормальної мікрофлори кишечника, кількісно складають більшу частину бактерій товстого кишечника. У дітей в 1 г фекалій міститься 10^{10} - 10^{11} біфідобактерій, у дорослих – 10^9 - 10^{10} . Клітини біфідобактерій являють собою зігнуті палички, поліморфні на кінцях (роздвоєні, потовщені), довжиною 2 – 5 мкм спори не утворюють.

Біфідобактерії мають стійкість до жовчі та кислого середовища, тому потрапляючи до кишечника не гинуть, а починають розмножуватись. Потрапляють в організм людини з перших годин життя та можуть становити до 80 – 90% бактерій кишечника новонародженого. Отримують енергію шляхом збродження олігоцукрів, зокрема тих, що містять у своєму складі фруктозу. Такі сполуки, які називають фруктоолігоцукрами, не засвоюються організмом людини, бо вона не має ферментів для їх розщеплення. Проходячи незмінними через тонкий кишечник, та потрапляючи до товстого ці сполуки є основною харчовою базою біфідобактерій. Для

росту цих бактерій необхідна параамінобензойна та пантотенова кислота.

Під час збродження цукрів біфідобактеріями, утворюється молочна та оцтова кислота, а також невелика кількість мурашиної кислоти. Внаслідок цього знижується рН у кишечнику та пригнічується розвиток патогенних бактерій, що можуть потрапляти сюди (*Clostridium*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* и *Campylobacter JeJuni*). Тому препарати, які містять живих біфідобактерій призначають при дисбактеріозах та лікуванні сильнодіючими антибіотиками, для того щоб відновити нормальну мікрофлору кишечника. Також кислоти, що виробляються біфідобактеріями, зменшують всмоктування аміаку та амінів у кров, які можуть привести до підвищення артеріального тиску, рівня холестеролу та канцерогенних нітрозамінів. Крім того біфідобактерії синтезують вітаміни: тіамін, рибофлавін, В₆ та К, які можуть засвоюватись людиною.

Сприятливий вплив цих мікроорганізмів на здоров'я людини обумовлюють наступні властивості біфідобактерій:

- підтримують нормальний баланс кишкової мікрофлори;
- продукують коротколанцюгові жирні кислоти (оцтову, молочну та мурашину), які знижують рН середовища і роблять його несприятливим для розвитку патогенних мікроорганізмів;
- здатні виділяти продукти метаболізму, які безпосередньо інгібують життєдіяльність патогенних бактерій;
- знижують концентрацію потенційно небезпечного аміаку й амінів у крові;
- синтезують вітаміни групи К, В, амінокислоти та ферменти, які всмоктуються в товстому кишечнику;
- стимулюють імунну атаку проти патогенних мікроорганізмів, у тому числі й проти шкідливої кишкової мікрофлори;
- проявляють протипухлинну активність;
- підсилюють захисну здатність організму (завдяки стимулюванню біфідобактеріями Ig A-антитіл);
- сприяють зниженню рівня холестерину в крові (за участю ферменту редуктази);
- беруть активну участь у відновленні нормальної мікрофлори кишечника після терапії антибіотиками;

• застосування біфідобактерій разом з молочними продуктами поліпшує їх засвоюваність особами, що не переносять лактозу (завдяки виділення біфідобактеріями Р-галактозидази, яка компенсує дефіцит цього ферменту в організмі людини).

Біфідобактерії синтезують вітаміни групи В (В₁, В₂, В₁₂, фолієву кислоту), вітамін К, незамінні амінокислоти.

Лактобактерії (*Lactobacillus*) – рід грам-позитивних факультативно анаеробних бактерій. Вони – велика частина молочно-кислих бактерій, групи, названої так за те, що більшість її членів перетворюють лактозу і інші цукри на молочну кислоту. Вони звичайні і звичайно непатогенні. У людини вони постійно присутні в піхві і травному тракті, де вони є симбіонтами і складають значну частину флори кишечника. Багато видів беруть участь в розкладанні залишків рослин. Виробництво молочної кислоти робить їх оточення кислим, що перешкоджає росту деяких шкідливих бактерій.

Деякі різновиди *Lactobacillus* використовуються в промисловості для виробництва кефіру, йогурту, сиру, солених овочів, маринадів та інших продуктів бродіння, наприклад силосу. Кислий хліб робиться використовуючи «стартову культуру», яка є симбіотичною культурою дріжджів і молочно-кислих бактерій, що росте на суміші води і борошна. Корейська страва кімчі також робиться використовуючи методи молочно-кислого бродіння. Багато *Lactobacillus* унікальні серед живих організмів, оскільки вони не вимагають заліза для росту і мають надзвичайно високу толерантність до перекису водню. *Lactobacillus*, особливо *L. Casei* і *L. brevis*, деякі з найзагальніших факторів псування пива.

Геноми кількох видів роду секвеновані, що показує великий інтерес до цих бактерій. Багато *Lactobacillus* незвичайні ще в тому, що вони використовують гомоферментативний метаболізм (тобто, вони виробляють тільки молочну кислоту з цукру) і аеротолерантні, не зважаючи на повну відсутність дихального ланцюга. Ця аеротолерантність залежить від марганця і була досліджена (і пояснена) для *Lactobacillus plantarum*.

Інкони пробіотики плутають з пребіотиками. Це не одне й те ж, хоча і ті і інші мають життєво важливе значення для здоров'я. Вони допомагають нашому організму покращити функції перетравлення їжі і зміцнюють імунну систему.

Пребіотики – харчові добавки, які не перетравлюються і є компонентами їжі, які вибірково стимулюють ріст і розвиток, а також активність захисної мікрофлори кишечника людини і поліпшують тим самим здоров'я споживача.

До пребіотиків в основному відносять різновид харчових волокон, які не розщеплюються у верхніх відділах шлунково-кишкового тракту через відсутність в ньому специфічних ензимів [1].

Пребіотики є типовим вуглеводом, який є основою для пробіотиків. Корисна дія пребіотиків починається безпосередньо в товстому кишечнику, де

стимулюється ріст і активність корисних живих мікроорганізмів (пробіотиків), забезпечуючи їх стійкість і тим самим захищаючи організм від шкідливих речовин. Пробіотики і пребіотики можуть споживатись окремо, але разом вони дають більш швидкий позитивний ефект.

Термін «пребіотики» вперше ввів R.Gibson та використовується для визначення речовин або дієтичних додатків, які не гідролізуються та не абсорбуються у тонкому кишечнику людини [2]. Вони є селективним субстратом одного або декількох видів біфідобактерій та лактобацил (БЛ-флори) для стимуляції їхнього зростання і/або метаболічної активності, внаслідок чого поліпшується склад мікрофлори товстого відділу кишечника.

Вони призначені для того, щоб стимулювати імунну систему, сприяючи розвитку корисних бактерій в кишечнику, а також перешкоджаючи росту патогенних мікроорганізмів. Пребіотики перешкоджають утворенню закрепи і запальних захворювань кишечника, вони допомагають зменшити газоутворення і сприяють кишечному потоку, відновлюють нормальну мікрофлору кишечника, стимулюють синтез вітамінів групи В і К, а також допомагають поглинати деякі мінерали, наприклад, кальцій і магній.

До пребіотиків відносяться моносахариди, олігосахариди і полісахариди (олігофруктоза, інулін, галакто-олігосахариди, лактулоза, лактітол, пантотенат кальцію, параамінобензойна кислота, харчові волокна (клітковина), целюлоза, екстракти водоростей, дріжджів, моркви, картоплі, кукурудзи, рису, кабака, часнику, сорбіт, ксиліт, ксилобіоза, рафіноза, пектини, хітозан, декстрин, глутамінова кислота, аргінін, валін, вітаміни А, Е, С, глутатіон, каротиноїди, селен, ейкозапентаїнова кислота та ін.).

Пребіотики містяться:

— в продуктах харчування (максимальний вміст у свіжих молочних продуктах, кукурудзі, крупах, хлібі, цибулі, часнику, горосі, квасолі, неочищених злаках, аспарагусі, бананах, артишоці, в інших фруктах і овочах);

— в численних варіантах клітковини і висівок;

— інулін (в топінамбурі, кульбабі, артишоку, корінні цикорію та ін.);

— в фармацевтичних препаратах і БАДах.

Лактулоза і лактоза позитивно впливають на формування здорової мікрофлори кишечника; інулін виводить з організму шлаки, зміцнює імунітет; целюлоза також виводить з організму шкідливі речовини і сприяє розмноженню корисних бактерій.

Кожен, хто стикається з порушенням роботи кишечника, повинен розуміти різницю в пробіотиках і пребіотиках. З профілактичною метою краще приймати пребіотики і пробіотики природного походження, з лікувальною метою (за наявності захворювань) – пробіотики і пребіотики у вигляді фармацевтичних препаратів і БАДів за рекомендацією лікаря.

Фруктоза (плодовий цукор), C₆H₁₂O₆ – органічна речовина – вуглевод із групи моносахаридів, що міститься в солодких пло-

дах, мед; безбарвні кристали солодкого смаку (солідше сахарози в 1,5 разу і глюкози в 3 рази), т пл 102–104 °С; розчинна у воді.

Шестиатомний кетоспирт.

У формулах фруктози і глюкози показано характерне для цих моносахаридів відносно просторове положення атомів Н і групи ОН, які входять у вуглеводний ланцюжок.

На відміну від глюкози, що служить універсальним джерелом енергії, фруктоза не поглинається інсуліно-залежними тканинами. Вона майже повністю поглинається і метаболізується клітинами печінки. Практично ніякі інші клітини людського організму (крім сперматозоїдів і клітин печінки) не можуть використати фруктозу.

У клітинах печінки фруктоза фосфорилує, а потім розщеплюється на тріози, які або використовуються для синтезу жирних кислот, що може призводити до ожиріння, а також до підвищення рівня тригліцеридів (що, у свою чергу, підвищує ризик атеросклерозу), або використовується для синтезу глікогену (частково також перетворюється на глюкозу в ході глюконеогенезу).

Проте перетворення фруктози на глюкозу – складний багатоступінчастий процес, і здатність печінки переробляти фруктозу обмежена.

Питання, чи варто включати фруктозу в раціон діабетиків, оскільки для її засвоєння не потрібно інсуліну, інтенсивно досліджується останніми роками.

Хоча у здорової людини фруктоза майже не підвищує рівень глюкози в крові, у хворих діабетом фруктоза часто призводить до росту рівня глюкози. З іншого боку, за нестачі глюкози, в клітинах організму діабетиків може спалюватися жир, призводячи до виснаження жирових запасів. В цьому випадку фруктоза, яка легко перетворюється на жир і не вимагає інсуліну, може використовуватися для їх відновлення.

Перевага фруктози полягає в тому, що солодкого смаку можна надати страві відносно невеликими кількостями фруктози, оскільки при близькій до цукру калорійності (380 ккал/100 г) вона в 1,2-1,8 рази солодша.

Проте, як показують дослідження, споживачі фруктози не зменшують калорійності їжі, замість цього вони їдять солодші страви. Відтак частина фруктози перетворюється безпосередньо на жир; жирові запаси спалити набагато важче, ніж глюкозу. Нарешті, ситість визначається рівнем глюкози в клітинах. Та частина фруктози, яка перетворюється на жир, не впливає на відчуття ситості. Тому збільшення споживання фруктози зв'язують із епідемією ожиріння.

Крім того, американські гастроентерологи вважають фруктозу винуватцем більш ніж третини випадків синдрому подразненого кишечника.

З іншого боку, фруктоза на 20-30 % знижує ризик розвитку карієсу і запальних процесів в порожнині рота.

Фруктоза прискорює переробку алкоголю. Прискорює також переробку продуктів неповного розпаду алкоголю в нешкідливі речовини.

Для виявлення фруктози застосовують якісну пробу Селіванова.

Молекула сахарози (харчового цукру) складається з двох простих сахаридів: глюкози і фруктози. У організмі сахароза розщеплюється на глюкозу і фруктозу. Тому за своєю дією сахароза еквівалентна суміші 50 % глюкози і 50 % фруктози.

Фруктоза – натуральний замітник цукру, має досить високу солодкість – 1,5-1,7 до солодкості цукрози. Температура плавлення кристалічної фруктози – 104 °С. Фруктоза добре розчиняється у воді, її розчинність перевищує розчинність цукру. Фруктоза має доволі високу гігроскопічність: вже при відносній вологості повітря 45-50 % вона починає сорбувати вологу. Калорійність фруктози аналогічна до цукрози і становить близько 4 ккал/г. Фруктозу можна рекомендувати для харчування хворим на цукровий діабет, оскільки її засвоєння не супроводжується значним підвищенням цукру у крові [12].

Надмірне споживання фруктози небезпечніше для організму, ніж тієї ж кількості глюкози. Зокрема, зловживання фруктозою більшою мірою сприяє розвитку серцевих захворювань і діабету.

Лактулоза (4-О-β-галактопіранозил-D-фруктоза) – синтетичний дисахарид, що складається з молекули галактози і фруктози, зв'язаних за допомогою β-1,4-зв'язку. Являє собою білий або майже білий кристалічний порошок солодкого смаку, без запаху. Окрім кристалічної форми випускають у вигляді сиропу, який використовується як замітник цукру.

Оскільки лактулоза не зустрічається в природі, то в організмі людини відсутні ферменти, які здатні гідролізувати її до галактози і фруктози. Внаслідок цього лактулоза проходить через шлунково-кишковий тракт в незмінному вигляді і доходить до товстої кишки де сприяє розмноженню мікроорганізмів (кишкової флори), які корисні для здоров'я людини особливо при запорах, дисбактеріозі та інших захворюваннях кишечника. За рахунок бактеріального розщеплення лактулози на коротколанцюгові жирні кислоти (молочна, оцтова, пропіонова, масляна) знижується рН середовища товстого кишечника, яке призводить до підвищення осмотичного тиску, затримання рідини в порожнині кишки та посилення її перистальтики [11].

Світовим лідером у виробництві лактулози і функціональних продуктів харчування, збагачених лактулозою, є японська корпорація Morinaga Milk Industry Co, яка ще в 60-х роках минулого століття проводила дослідження щодо дії лактулози на організм людини, що відкрило дорогу функціональному харчуванню й розвитку індустрії пребіотиків у всьому світі.

Інулін (від лат. Inula – оман), (C₆H₁₀O₅)_n – поширений в природі резервний полісахарид, поліцукридний ланцюжок якого складається переважно з залишків D-фруктози, з'єднаних між собою 1,2-глюкозидними зв'язками. Молекула інуліну містить і невелику кількість залишків глюкози. Тобто, ланцюжок складається із фруктозних ланок з кінцевою

глюкозою. Він не [1] засвоюється організмом людини, але є необхідною для функціонування органів травлення баластною речовиною. З точки зору харчування, інулін належить до класу харчових волокон, відомих як фруктани / фруктозани.

Молекулярна маса – 5 000-6 000. Білий кристалічний порошок, солодкий на смак, добре розчиняється в гарячій воді.

Ступінь полімеризації його становить зазвичай до 100 одиниць, здебільшого не вище 60.

Інулін легко гідролізується при нагріванні з водою або в присутності органічних (оцтової, винної) і неорганічних кислот. При неповному гідролізі утворюється дисахарид інулібіоза (1- β -D-фруктофуранозил-D-фруктоза), при повному – фруктоза. Гідроліз інуліну відбувається також під дією відповідних ензимів – інулаза, або β -фруктофуранозидаз.

Якщо до водного розчину інуліну додати спирт, відбувається осадження полісахариду. Цю властивість використовують для отримання інуліну з рослинного матеріалу – спочатку його вилучають водою, а потім осаджують [3].

У природних умовах інулін накопичується як резервна речовина у кореневому цикорії, бульбах топінамбуру, жоржин, кок-сагізу, в коренях і стеблах гваюли, у ріпчастій цибулі, лопуху, бататі, артишоку тощо, є в багатьох рослинах

Вміст інуліну у рослинах

Назва рослини	Частина рослини	Вміст інуліну (до)	Примітки
Лопух великий (<i>Arctium lappa</i> L.)	сухі корені	37—45%	
Топінамбур (<i>Helianthus tuberosus</i>)	бульби	16—18% і більше	
Кульбаба лікарська (<i>Taraxacum officinale</i>)	корінь	40%	
Оман високий (<i>Inula helenium</i> L.)	корінь	44%	

Застосовують як замітник крохмалю і цукру при цукровому діабеті, в промисловості – для одержання фруктози. Похідні інуліну (естери, сульфати, продукти окиснення) застосовуються для лікування туберкульозу, гіпертонії, ліпемії.

Багато публікацій, які підтверджують пробіотичну активність інуліну та олігофруктоз стосовно майже всіх видів пробіотичної мікрофлори за винятком *Eubacteria* [5]. Внаслідок його гідролізу утворюється фруктоза, яка, крім стимулювання росту та активності біфідо-лактофлори, підвищує всмоктування кальцію в товстому кишечнику, впливає на метаболізм ліпідів, зменшує ризик атеросклеротичних змін у серцево-судинній системі та запобігає розвитку цукрового діабету [1]. В рослинних тканинах інулін гідролізується під впливом інулази (инулінази), яку знайдено в рослинах, що містять інулін, пліснявих грибах, дріжджах [3]. Інулаза зазвичай активується при проростанні бульб і кореневищ.

Через β (2,1) зв'язки, інулін не перетравлюється ферментами травної системи людини, що визначає його функціональні властивості у харчуванні: зниження калорійності, харчові волокна і пребіотичні ефекти. Інулін має незначний вплив на сенсорні характеристики харчових продуктів. Олігофруктоза має 35% солодкості сахарози, і її

(складноцвітих, дзвоникових, лілійних, лобелієвих, фіалкових, деяких водоростей тощо), бактеріях *Streptococcus mutans* та інших.

Добувають із цикорію і топінамбура (з мляної груші). Екстрагування теплою водою дає змогу вилучити практично всі розчинні та умовно розчинні вуглеводи з цикорію. Після очищення і висушування його випускають у формі тонкодисперсного порошку.

Розрізняють дві групи інуліну:

- природний інулін із цикорію має в середньому довжину ланцюжка близько 12 (ступінь полімеризації);

- інулін високого очищення, отриманий із природного шляхом видалення коротколанцюгових молекул, внаслідок чого має ступінь полімеризації 25.

Вони можуть бути у порошкоподібному, розчинному й гранульованому стані.

Вміст інуліну у нових вітчизняних сортах кореневого цикорію Уманський 90, Уманський 95, Уманський 96, Уманський 97, Уманський 99 сягає 13 – 16% [4]. Коріння лопуха містять 45, а бульби топінамбуру і жоржин – 50 % інуліну [7]. Вміст інуліну у рослинах у таблиці 2.

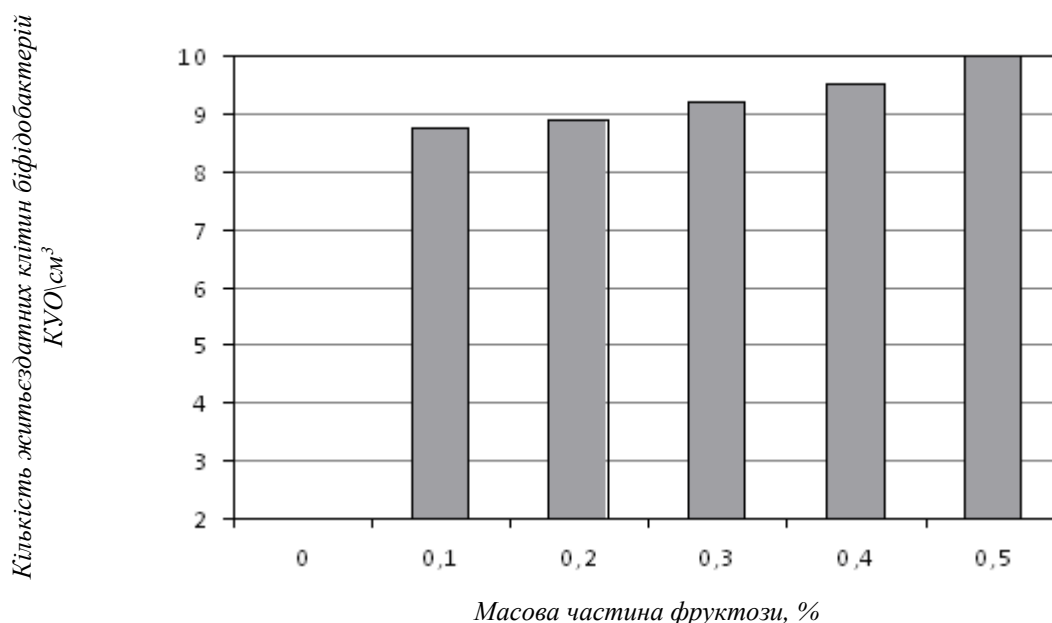
підсолоджувальний профіль схожий на цукор. Стандартний інулін злегка солодкуватий. Розчинність інуліну вище, ніж в класичних харчових волокон. При ретельному змішуванні з рідиною, інулін утворює гель і білу кремову структуру, яка схожа на жир. Його тривимірна мережа гелю, що складається з нерозчинних частинок субмікронного кристалічного інуліну, утримує велику кількість води, забезпечуючи його фізичну стабільність. Це може мати значення при поліпшенні стабільності пін і емульсій.

Очищений інулін в країнах СНД практично не виробляється, що пов'язано з його нестабільністю при виробництві та великими витратами при очищенні та хімічному виробництві

Ефективним шляхом нормалізації дисбалансу кишкової мікрофлори є створення синбіотиків (комплексу пробіотиків та пребіотиків) і виготовлення продуктів на їх основі, що дасть можливість стимулювати розвиток власної мікрофлори кишечника і підвищити захисні функції організму.

На першому етапі роботи проведено дослідження впливу фруктози, лактулози і інуліну як біфідогенних факторів на розвиток біфідобактерій. Роботу з визначення стимулюючої дії біфідобактерій на процес зброджування молока проводили, використовуючи стерилізоване знежирене молоко, в

яке вносили закваску в кількості 5,0% у вигляді консорціуму біфідобактерій з концентрацією $1 \cdot 10^5$ КУО/см³. В якості контролю використовували стерилізоване знежирене молоко без біфідостимуляторів, заквашений консорціумом біфідобактерій в тій же кількості. У стерилізоване знежирене молоко додавали від 0,1 до 0,5% фруктози. Отриману суміш нагрівали до температури 40 °С, очищали, нагрівали до температури 65 °С, гомогенізували при тиску $P = (15 \pm 2)$ Мпа і для виключення впливу сторонньої мікрофлори стерилізували при температурі (121 ± 2) °С з витримкою (15 ± 5) хв., охолоджували до температури заквашування (37 ± 1) °С. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій в отриманих згустках від масової частки фруктози як Біфідостимулюючий фактор наведений на малюнку 1.



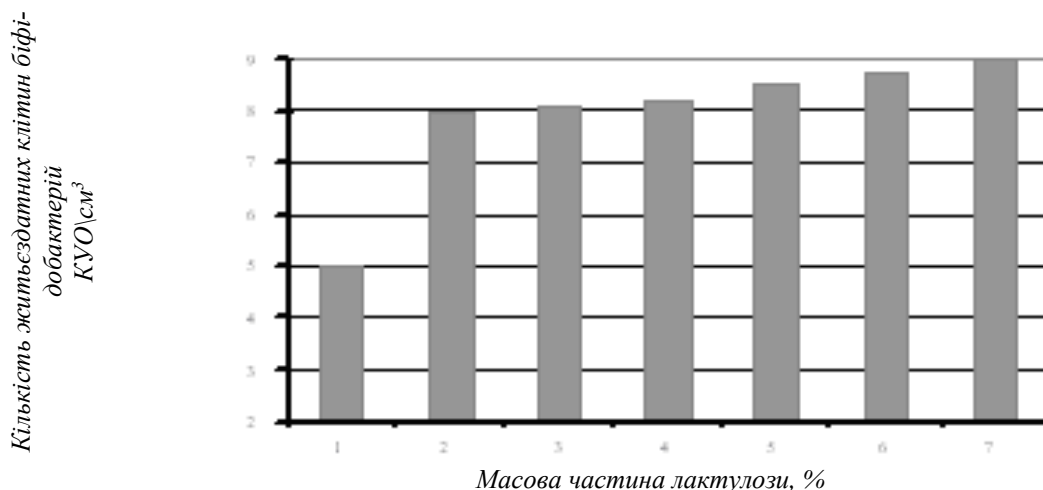
Малюнок 1. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій в кисломолочних згустках в залежності від масової частки фруктози:
1 – 0,1%; 2 – 0,2%; 3 – 0,3%; 4 – 0,4%; 5 – 0,5%.

Для визначення оптимальної кількості лактулози у ферментованих кисломолочних продуктах, нами *in vitro* проведені дослідження, які пов'язані з визначенням пребіотичних властивостей лактулози при використанні консорціуму біфідобактерій (*B. bifidum* + *B. longum* + *B. adolescentis*).

Спираючись на відомості з використання лактулози при виробництві молочних продуктів, лактулозу вносили в стерилізоване знежирене молоко в кількості, яка відповідала збільшенню концентрації лактулози в молоці від 0,1 до 0,6%. У підготов-

лену суміш вносили 5,0% закваски у вигляді консорціуму біфідобактерій з концентрацією $1 \cdot 10^5$ КУО/см³. Контролем служило стерилізоване знежирене молоко заквашене консорціумом біфідобактерій без додавання лактулози. Технологічну підготовку отриманої суміші до закваски і процес заквашування проводили так само, як і з використанням біфідостимулятора фруктози. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій від масової частки лактулози в знежиреному молоці приведена на малюнку 2.

Значне зростання кількості життєздатних клітин біфідобактерій, за думкою фахівців, можна пояснити тим, що в процесі молочнокислого бродіння фруктоза є первинною ланкою в метаболізмі біфідофлори. Лактулоза є найбільш дослідженим пребіотиків в світі. Відмінність лактулози від інших цукрів полягає в тому, що вона не перетравлюється в верхній ділянці шлунково-кишкового тракту, а приходить в товсту кишку в незмінному вигляді, де служить стимулятором росту і розвитку власної біфідофлори «господаря». У той же час лактулоза не може виступати в субстратом для патогенної мікрофлори, в тому числі кишкової палички і сальмонели.



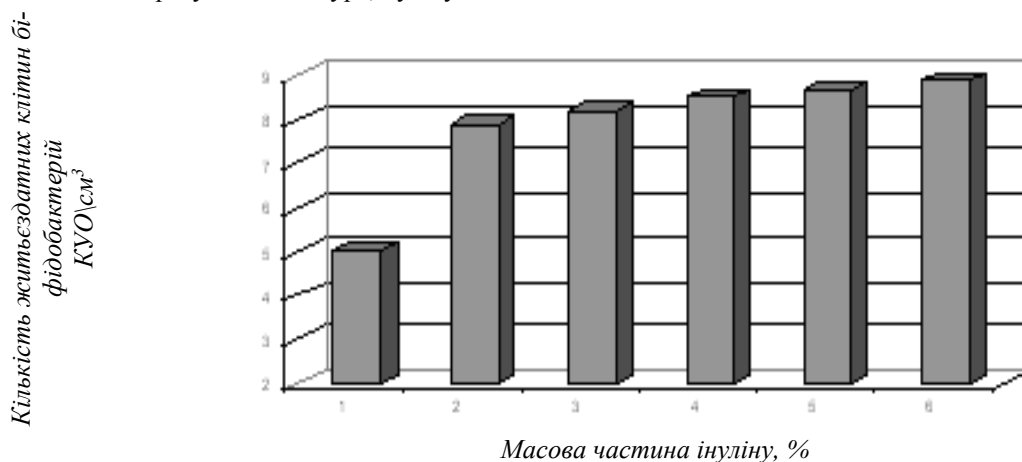
Малюнок 2. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій в згустках від масової частки лактулози:

1 – контроль; 2 – 0,1%; 3 – 0,2%; 4 – 0,3%; 5 – 0,4%; 6 – 0,5%; 7 – 0,6%.

Наведені дані свідчать, що для досягнення ефекту пробіотика досить внести 0,1% лактулози, і кількість життєздатних клітин біфідобактерій в процесі ферментації протягом 6 годин, порівняно з вихідною кількістю $1 \cdot 10^5$ КУО/см³ збільшується до $6 \cdot 10^9$ КУО/см³. Це свідчить, що кількість біфідобактерій, яка утворюється в присутності 0,1% лактулози, здатна забезпечити ефект пробіотичного впливу на організм людини. Відомо, що поруч з пребіотичним ефектом, який забезпечує лікувально-профілактичний вплив на стан мікрофлори кишечника, лактулоза впливає також на функціонування печінки і нервової системи, тому вміст її в кисломолочних продуктах повинен складати не менше 0,6%.

У роботі в якості біфідостимулятора використаний також інулін у вигляді сухого водорозчинного концентрату топінамбура, у вуглеводний

склад якого входить не менше 70% інуліну. Наважки концентрату топінамбура від 0,1 до 0,5% розчиняли в невеликій кількості стерилізованого знежиреного молока, нагрівали при постійному перемішуванні до температури (90 ± 2) °С, витримували протягом 5 хв., охолоджували до температури (55 ± 2) °С і додавали до стерилізованої молочній основі. Технологічну підготовку отриманої суміші до закваски і процес заквашування проводили так само і в тій же кількості, як і з використанням біфідостимуляторів фруктози і лактулози. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій в отриманих згустках від масової частки інуліну, як Біфідостимулюючого фактора, наведені на малюнку 3.



Малюнок 3. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій в кисломолочних згустках в залежності від масової частки інуліну:

1 – контроль; 2 – 0,1%; 3 – 0,2%; 4 – 0,3%; 5 – 0,4%; 6 – 0,5%.

При використанні в якості біфідостимулятора інуліну відбувається значне зростання кількості життєздатних клітин біфідобактерій, що можна пояснити хімічним складом концентрату топінамбура, вуглеводи якого представлені інулін, фруктозою і її похідними.

В'язкість зразків, отриманих з використанням біфідостимуляторів, залишається майже незмінною протягом перших двох годин процесу заквашування і кислотність зразків майже не змінюється. Особливо швидко відбувається наростання в'язкості в кінці процесу заквашування. Протягом шести годин процесу ферментації адаптованими культурами середнє значення в'язкості зразків з використанням фруктози досягло 48 с, лактулози – 46 с, інуліну – 52 с, в той час як в'язкість контрольного зразка представляла тільки 41с. Визначення кількості життєздатних клітин біфідобактерій після шести годин зброджування в присутності біфідостимуляторів показало, що всі отримані згустки мають високі властивості пробіотиків.

Висновки. Таким чином можна зазначити, що для зростання і розвитку біфідобактерій найбільш сприятливим середовищем є активна кислотність в інтервалі рН 6,6...5,5. Процес ферментації знежиреного молока супроводжується поступовим збільшенням титрованої кислотності і зниженням активної кислотності за рахунок накопичення молочної та оцтової кислот, яке призводить до уповільнення наростання кількості життєздатних клітин біфідобактерій, які при досягненні стану гелеутворення (рН 4,6 ... 4,7), погано розвиваються.

При використанні біфідостимуляторів – фруктози, лактулози і інуліну не тільки збільшується кількість життєздатних клітин біфідобактерій, але і значно впливають на в'язкість отриманих згустків, що сприятливо впливає на органолептичні властивості готового продукту. Таким чином, отриману композицію біфідобактерій зі стимуляторами активності їх зростання і розвитку можна використовувати для створення синбіотиків – комбінації пробіотиків і пребіотиків, призначених для виготовлення продуктів функціональної спрямованості.

Список літератури

1. Сирохман І.В. Завгородня В.М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення – Київ, 2009. – 544 с.
2. Біфідогенні властивості цикорію // Міжнародний науково-практичний журнал «Товари і ринки», 2008.
3. Артамонов В.И. Зеленая лаборатория планеты. – Агропромиздат, 1987. – 143 с.
4. Гументик Н.Я. Підвищення продуктивності цикорію та зменшення втрат коренеплодів при збиранні: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво» – Київ, 2004. – 20 с.

5. Hartemink R., Nout M.J.R., Rombouts F.M. Effects of fructooligosaccharides on the human intestinal flora // Wageningen, The Netherlands, 1994.

6. Hartemink R., Laere K.M.J. van, Rombouts F.M. Growth of enterobacteria on fructooligosaccharides // Journal of Applied Microbiology, №83, 1997.

7. Безусов А.Т., Пилипенко І.В., Средницька З.Ю. Вивчення ферментативних систем топінамбуру для отримання інуліноподібних речовин In Vitro // Наукові праці. Науковий журнал, № 36, 2009.

8. Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб: ДСТУ ISO 707:2002, ДСТУ ISO1211:2002, ДСТУ ISO1737:2002, ДСТУ ISO 7207:2002. [Чинний від 18 вересня 2002]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 92 с. (Національні стандарти України).

9. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови: ДСТУ 3662:2018. Київ: Держспоживстандарт України, 2018.12 с. (Національні стандарти України).

10. Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови: ДСТУ 4273:2015. Київ: Держспоживстандарт України, 2003.15 с. (Національні стандарти України).

11. Молоко термічно оброблене. Визначення вмісту лактулози методом високоефективної рідинної хроматографії: ДСТУ ISO11868:2004. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 14 с. (Національні стандарти України).

12. Продукти кисломолочні низькофруктозні. Визначення вмісту фруктози: ТУ 10.5-00419880-128:2015 Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 12 с. (Національні стандарти України).

13. Капрельянц Л.В., Іоргачова К.Г. Функціональні продукти: монографія. Одеса, 2003. 312 с.

14. Капрельянц Л.В., Петросьянц А.П. Лікувально-профілактичні властивості харчових продуктів та основи дієтології: підручник. Одеса, 2011. 269 с.

15. Рыженко С.А. К 100-летию начала исследований пробиотиков И.И. Мечниковым [Электронный ресурс]. [http://www.sesobl.dp.ua/clients/sesdp.nsf/\(NewsW\)/46F655BCD787FBF7C22573C0002B4EF1](http://www.sesobl.dp.ua/clients/sesdp.nsf/(NewsW)/46F655BCD787FBF7C22573C0002B4EF1)

16. Белоусова Е.А. Всемирный конгресс по гастроэнтерологии // Фарматека, №1, 2006.

17. Феклисова Л.В., Шебекова В.М. Эффективность «Пробифора» в комплексном лечении ОРВИ у детей // Новые лекарственные препараты, № 1, 2004.

18. Шендеров Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. Т. 3: Пробиотики и функциональное питание. – Грантъ, 2001. – 286 с.