Лекция № 11 - Основы современной биотехнологии пищевых продуктов специального назначения

Основные вопросы:

1) Роль пробиотиков в производстве пищевых продуктов специализированного назначения

2) Современная биотехнология пищевых продуктов специализированного назначения

3) Пищевая, биологическая, энергетическая ценность функциональных продуктов питания

1) Роль пробиотиков в производстве пищевых продуктов специализированного назначения

По международной классификации, в зависимости от способа восстановления микрофлоры хозяина, принято различать функциональные продукты пробиотической, пребиотической, синбиотической направленности.

Пробиотические продукты занимают особое место в разработке продуктов специализированного назначения, так как содержат в своем составе живые микроорганизмы, пищевые добавки микробного происхождения, проявляющие свои позитивные эффекты на организм через регуляцию кишечной микрофлоры (путем проявления антагонистической активности по отношению к патогенной и нежелательной микрофлоре кишечника человека).

В целом, к микроорганизмам, используемым для приготовления пробиотиков, относят: *Bacillus subtilis; Bifidobacterium adolescentis, Bifidobacterium bifidum, Bifidobacterium breve, Bifidobacterium infantis, Bifidobacterium longum; Lactobacillus acidophilus, L.casei, Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgariсus, L.helveticus, L.fermentum, L.lactis, L.rhamnosus, L.plantarum; Propionibacterium; Saccharomyces boulardii: S.cremoris, S.lactis, Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* и др.

Пробиотики, приготовленные на основе вышеуказанных микроорганизмов, могут содержать как представителей только одного вида бактерий - ***монопробиотики***, так и ассоциацию штаммов нескольких видов микроорганизмов (от 2 до 30) – ***ассоциированные пробиотики***.

Пробиотики могут назначаться широкому кругу живых организмов, вне зависимости от видовой принадлежности хозяина, от которого первоначально были выделены штаммы пробиотических бактерий (***гетеропробиотики***). Более часто пробиотики используются с вышеуказанной целью представителями того вида животных или человека, из биоматериала которых были выделены соответствующие штаммы (***гомопробиотики***). В последние годы в практику начинают внедряться ***аутопробиотики***, действующим началом которых являются штаммы нормальной микрофлоры, изолированные от конкретного индивидуума и предназначенные для коррекции его микроэкологии.

Микроорганизмы - пробионты осуществляют синтез аминокислот, ферментов, участвуют в общем метаболизме, восполняют дефицит белков животного происхождения, ускоряют процессы переваривания и усвоения пищи.

В настоящее время, микроорганизмы, используемые как пробиотики, классифицируют на 4 основные группы:

1. Бактерии, продуцирующие молочную и пропионовую кислоты (роды *Lactobacterium, Bifidobacterium, Propionibacterium, Enterococcus*);
2. Спорообразующие аэробы рода *Bacillus*;
3. Дрожжи, которые чаще используют в качестве сырья при изготовлении пробиотиков (роды *Saccharomyces, Candida*);
4. Комбинации перечисленных организмов .

На схеме 1 представлены основные требования, предъявляемые к микроорганизмам пробиотикам.

Должны быть изолированы из организмов тех видов животных и человека, для которых они будут предназначены

Должны обладать высокой скоростью роста и размножаться в условиях, близких таковым в кишечном тракте

При введении в больших количествах должны обладать минимальной способностью к транслокации из просвета пищеварительного тракта во внутреннюю среду микроорганизма; при длительном использовании не должны вызывать побочных эффектов

Должны обладать стабильными характеристиками как в клиническом, так и в технологическом плане

Должны обладать полезным воздействием на организм хозяина, подтвержденным лабораторными исследованиями и клиническими наблюдениями

Должны обладать колонизационным потенциалом (быть устойчивыми к низким значениям рН, желчным кислотам, антимикробным субстанциям; хорошо адгезироваться к эпителию соответствующих слизистых оболочек)

Должны иметь четкую физиолого-биохимическую и генетическую маркировку, как для исключения фальсификации, так и для периодического контроля идентичности исходных штаммов и производственных культур в процессе их эксплуатации

МИКРООРГАНИЗМЫ

Схема 1 – Основные требования, предъявляемые к микроорганизмам

Пробиотики на основе компонентов микробных клеток реализуют свое положительное влияние на физиологические функции и биохимические реакции организма либо непосредственно, вмешиваясь в метаболическую активность клеток соответствующих органов и тканей, либо опосредованно, через регуляцию функционирования биопленок на слизистых микроорганизма.

Помимо восстановления микроэкологического статуса, связанного с ним повышения колонизационной резистентности и предотвращения транслокации потенциально патогенных микроорганизмов через слизистые, многие пробиотики могут оказывать положительный эффект на организм хозяина в результате модуляции аутоиммунных реакций, изменения функций макрофагов, активации иммунной системы.

Таким образом, позитивный эффект пробиотиков и продуктов функционального питания на основе живых микроорганизмов на человека реализуется через нормализацию его кишечной микрофлоры, модуляцию биохимических реакций и физиологических функций клеток, а также опосредованного воздействия на иммунно–эндокринно–нервную системы регуляции механизмов поддержания гомеостаза.

2) Современная биотехнология пищевых продуктов специализированного назначения

Рассмотрим современную биотехнологию пищевых продуктов специализированного назначения на примере двух групп продуктов: для беременных и кормящих женщин, геродиетические продукты.

Для опосредованного питания плода и нормального его внутри утробного развития выпускаются специальные продукты для беременных женщин отечественного и зарубежного производства.

Для улучшения соматического статуса кормящих женщин, достаточной продукции грудного молока и корректировки его состава, разработаны и выпускаются отечественными и зарубежными производителями специальные продукты для кормящих женщин. К ним относятся специальные продукты нутритивного действия, а также продукты, в состав которых введены травы, обладающие лактогонным действием.

Технологический процесс производства «Фитомилк» осуществляют в следующей последовательности: приемка и хранение компонентов, расчет сырья и компонентов, приготовление водных растворов витаминов и компонентов, приготовление масляно-витаминной смеси, приготовление белково-жировой смеси, ее гомогенизация, приготовление многокомпонентной смеси, ее пастеризация и охлаждение, розлив готового продукта.

Изолят соевого белка, кукурузную патоку, пищевые волокна принимают в мешках, просеивают, пропускают через магнитный металлоуловитель и измельчитель комков и направляют на хранение. Жировые ингредиенты (кукурузное и соевое масло, топленое масло) принимают в соответствии с порядком, описанным выше.

Для приготовления белковой смеси расчетную массу изолята соевого белка растворяют в питьевой воде с температурой (25 ± 5)°С до получения раствора с массовой концентрацией сухих веществ 10–12%.

Для приготовления углеводной смеси расчетную массу кукурузной патоки и пищевых волокон растворяют в воде с температурой не более 40°С для получения раствора с массовой долей (40 ± 2)%, потом ее перемешивают не менее 10 мин., после чего охлаждают до температуры 4 ± 2°С.

Витамин С растворяют в питьевой воде с температурой 15 ± 5°С до получения водного раствора с массовой долей витамина 2–3%, после чего вносят витамины В1, В2, В3 (пантотеновую кислоту), В6, РР, таурин перемешивают не менее 10 мин.

Фолиевую кислоту (Вс) растворяют в питьевой воде 15 ± 5°С до лучения водного раствора с концентрацией витамина 0,05% перемешивают не менее 10 мин. Расчетную массу сернокислого железа растворяют в питьевой воде с температурой 15 ± 5°С до получения раствора с массовой долей 2–3%.

Необходимую массу лекарственной травы заливают водой в соотношении 1 : 25, смесь доводят до температуры 90°С, настаивают в течение 1 часа, после чего фильтруют и охлаждают до температуры 4 ± 2°С.

Подготовленные растворы компонентов направляют в резервуар для приготовления многокомпонентной смеси. Для приготовления масляно-витаминной смеси в резервуар для смешивания топленого, кукурузного и соевого масел вносят расчетное количество жирорастворимого витамина Е. Полученную масляно-витаминную смесь перемешивают в течение 10 мин.

При приготовлении белково-жировой смеси половину общего объема подготовленного раствора изолята соевого белка подогревают до температуры 60 ± 5°С и смешивают с подогретой масляно-витаминной смесью с температурой 60 ± 5°С, после чего полученную смесь эмульгируют и гомогенизируют при давлении на первой ступени 15 ± 2 МПа и на второй ступени 5 ± 2 МПа. Гомогенизированную белково-жировую эмульсию охлаждают до температуры 4 ± 2°С и направляют ее для приготовления многокомпонентной смеси.

Многокомпонентные смеси готовят путем смешивания белково-жировой эмульсии, оставшегося раствора изолята соевого белка, углеводной смеси, растворов водорастворимых витаминов, сернокислого железа. Смесь перемешивают в течение 1 ч.

Полученную нормализованную многокомпонентную смесь направляют на пастеризацию при одном из следующих режимов: 76 ± 2°С с выдержкой 25 ± 5 с; 80 ± 2°С с выдержкой 20 ± 2 с; 87 ± 2°С с выдержкой 17 ± 2 с.

После пастеризации полученный готовый продукт охлаждают до температуры 4 ± 2°С и направляют на розлив в потребительскую тару или в резервуар промежуточного хранения. Перед розливом охлажденный продукт перемешивают не менее 15 мин. Продукты фасуют в пакеты из комбинированных материалов массой нетто 200, 250, 500 или 1000 г.

Расфасованный продукт направляют в холодильную камеру с температурой 2–6°С.

Кисломолочные продукты «Фитомилк-КМ» являются кисломолочными версиями пастеризованных продуктов «Фитомилк». Продукты предназначены для питания беременных и лактирующих женщин, с целью профилактики пищевой аллергии у грудных детей.

Во ВНИМИ, под руководством проф. И. А. Радаевой, в отделе спец- продуктов и геродиетического питания, возлавляемого к. т. н. А. Н. Петровым, проводятся исследования и разрабатываются технологии геродиетических продуктов на молочной основе. Работы ведутся в нескольких направлениях. Осуществляется разработка сухих, сгущенных молочных продуктов, жидких кисломолочных продуктов, а также пищевых и биологически активных добавок.

*«Лактогеровит»* **—** безалкогольный кисломолочный напиток типа йогурта с заданным химическим составом, заквашенный специальными штаммами бактерий «Геросан», которые выделены из национальных молочных продуктов Абхазии. Штаммы используемых бактерий продуцируют витамины группы В, аминокислоты, антиоксиданты. Закваска «Геросан» нормализует состав полезной микрофлоры кишечника, поэтому продукт может использоваться при дисбактериозах.

Продукт вырабатывают по традиционной технологии из молочного сырья с добавлением солодового экстракта, витаминных препаратов, солей щелочных металлов, а также цинка и магния.

*«Геролакт»* **—** кисломолочный напиток типа йогурта, полученный сквашиванием нормализованной молочно-растительной смеси с помощью специальной закваски «Стрептосан». Закваска специально выделяется из национальных кисломолочных продуктов Абхазии. Продукт обогащен ПНЖК, витаминами и минеральными веществами. Ежедневный прием «Геролакта» по 200 мл благотворно влияет на видовой состав микрофлоры кишечника, способствует нормализации деятельности пищеварительной системы, снижает на 10–12% холестерин в крови.

3) Пищевая, биологическая, энергетическая ценность функциональных продуктов питания

Биологическая ценность белков пищевых продуктов зависит от количества и соотношения в них незаменимых аминокислот.

Однако, заменимые аминокислоты также выполняют в организме разнообразные функции и играют не меньшую роль, чем незаменимые аминокислоты.

Для оценки пищевой ценности белка его аминокислотный состав сравнивают со стандартом - оптимальным составом гипотетического "идеального" белка, полученным расчетным методом. Этот гипотетический белок содержит аминокислоты в количестве и соотношении, оптимальном для удовлетворения потребностей организма человека.

Таблица - Содержание незаменимых аминокислот (в мг) в 1 г "идеального" белка следующее

|  |  |
| --- | --- |
| **Незаменимые аминокислоты** | **Количество аминокислот в 1г** |
| Изолейцин | 40 |
| Лейцин | 70 |
| Лизин | 55 |
| Метионин + цистеин  | 35 |
| Фенилаланин + тирозин  | 60 |
| Треонин  | 40 |
| Триптофан | 10 |
| Валин 50  | 50 |
| Всего | 360 |

Сравнивая содержание незаменимых аминокислот в исследуемом белке с соответствующими показателями "идеального" белка, для каждой аминокислоты получают процентное соотношение ("аминокислотный скор").

Методика расчета биологической ценности

Для определения биологической ценности белков (БЦ) разработано большое число биологических и химических методов. Наиболее широко используется метод, основанный на расчете аминокислотного скора, который позволяет выявить лимитирующие незаменимые аминокислоты.

Он сводится к вычислению процентного содержания каждой из незаменимых аминокислот в исследуемом белке по отношению к ее содержанию в «идеальном» белке.

Скор аминокислоты (АКГ) вычисляют по формуле

$$Скор АК\_{х }= \frac{Масса АК\_{х } в 1 г исследуемого белка, г ×100}{Масса АК\_{х } в 1 г идеальногобелка, г}$$

Лимитирующей (дефицитной) считают аминокислоту, скор которой меньше 100.

На рисунке представлен результат расчета биологический ценности нового вида продукта.

Рисунок - Сравнительный анализ аминокислотного скора белка опытного и контрольного образцов

Пищевая ценность продукта тем выше, чем в большей степени он удовлетворяет потребностям организма в пищевых веществах, или чем в большей степени его химический состав соответствует формуле сбалансированного питания.

В таблице приведены средние данные о потребности взрослого человека в пищевых веществах. Эти данные соответствуют формуле сбалансированного питания.

Пищевая ценность продукта может быть выражена методом интегрального скора продуктов питания. В основу расчета этого показателя положено определение процента соответствия каждого из наиболее важных компонентов пищевых продуктов (белков, жиров, углеводов, минеральных веществ и витаминов) формуле сбалансированного питания.

Расчет пищевой ценности проводится не только по массе продукта, но и с учетом его энергетической ценности. При выражении интегрального скора в энергетических единицах расчет содержания основных компонентов пищи ведут на определенную величину энергетической ценности продукта, например, на 300 ккал (1255 кДж) или 1000 ккал (4184 кДж).

Наиболее удобной величиной энергетической ценности является 300 ккал, так как это составляет около 10% суточных энергетических затрат.

Чтобы рассчитать интегральный скор, необходимо знать химический состав и энергетическую ценность 100 г продукта.

В таблице приведены сведения о содержании основных пищевых веществ в молочном продукте и об энергетической ценности некоторых пищевых продуктов (в пересчете на 100 г съедобной части продукта).

Таблица - Состав пищевых продуктов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Продукт** | **Вода, г** | **Белки, г** | **Жиры, г** | **Углеводы, г** | **Клетчатка, г** | **Органичес-кие кислоты, г** | **ЗЗола, г** |
| Моно- и дисахариды | Крахмал |   |
| **Молочные продукты** |
| **Простокваша** | 88,5 | 2,8 | 3,2 | 4,7 | −  | − | 0,14 | 0,7 |
| **Творог жирный** | 63,2 | 14,0 | 18,0 | 2,85 | − | − | 1,0 | 1,0 |
| **Творог полужирный** | 71,0 | 16,7 | 9,0 | 1,3 | − | − | 1,0 | 1,0 |
| **Сметана  20%-я** | 72,7 | 2,8 | 20,0 | 3,2 | − | − | 0,8 | 0,5 |
| **Масло кислосливочное** | 20,0 | 1,0 | 78,0 | 0,7 | − | − | 0,03 | 0,2 |
| **Сыр голландский брусковый** | 39,5 | 20,8 | 27,3 | − | 0 | 0 | 2,2 | 0,3 |

Соответствие пищевой ценности опытного и контрольного образцов формуле сбалансированного питания

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Пищевые****вещества** | **Дневная потребность** | **Опытный образец** | **Контрольный образец** |
| содержаниевеществ | степеньудовлетворения, % | содержаниевеществ | степеньудовлетворе-ния, % |
| в 100 г | в 534,7 г. |
| в 100 г | в 534,7 г. |
| Белки, г | 80-100 | 2,8 | 14,97 | 16,6 | 2,7 | 14,4 | 16,0 |
| в т.ч. животные, | 50 | 2,69 | 14,38 | 28,8 | 2,7 | 14,4 | 28,8 |
| растительные | 30 | 0,11 | 0,59 | 1,9 | 0 | 0 | 0 |
| Незаменимые аминокислоты, г |
| триптофан | 1 | 0,034 | 0,18 | 18 | 0,032 | 0,17 | 17 |
| лейцин | 4-6 | 0,24 | 1,28 | 25,6 | 0,237 | 1,26 | 25,2 |
| изолейцин | 3-4 | 0,163 | 0,87 | 24,8 | 0,158 | 0,85 | 24,3 |
| валин | 3-4 | 0,172 | 0,92 | 26,3 | 0,160 | 0,85 | 24,3 |
| треонин | 2-3 | 0,130 | 0,69 | 27,6 | 0,128 | 0,68 | 27,2 |
| лизин | 3-5 | 0,203 | 1,08 | 27,0 | 0,201 | 1,07 | 26,7 |
| метионин +цистин | 4-7 | 0,118 | 0,63 | 11,5 | 0,09 | 0,48 | 8,72 |
| фенилаланин + тирозин | 5-8 | 0,272 | 1,45 | 22,3 | 0,269 | 1,43 | 22,0 |
| Витамины, мг |
| С (аскорбиновая кислота) | 70-80 | 1,459 | 7,8 | 10,4 | 1,326 | 7,1 | 9,5 |
| Е (токоферол) | 8-10 | 0,02 | 0,11 | 1,3 | 0,018 | 0,09 | 1,0 |
| Энергетическая ценность, ккал  | 2850 | 53,3 | 285 | 10 | 52,1 | 278 | 9,8 |

Энергетическая ценность - это количество энергии, высвобождаемой в организме при окислении белков, жиров и углеводов, содержащихся в продукте. Для определения теоретической калорийности, например 100 г пищевого продукта, необходимо калорийность питательных веществ (1 г жира выделяет 9 ккал, 1 г белка - 4 ккал и 1 г углеводов - 3,75 ккал) умножить на процентное содержание соответствующих питательных веществ.

Сумма полученных произведений представляет собой теоретическую калорийность 100 г пищевого продукта.

Теоретическая энергетическая ценность 100 г пшеничной обойной муки составит, при содержании белка 10 г, жира 2 г, углеводов 60 г:

Э.ц.100 г = 10 × 4 + 2 × 9 + 60 × 3,75 = 283 ккал

Зная калорийность 100 г продукта, можно определить калорийность любого его количества (300 г, 1 кг и т. д.).

Зная теоретическую энергетическую ценность (калорийность), например углеводов, можно найти их практическую (фактическую) энергетическую ценность путем умножения результата теоретической калорийности углеводов на усвояемость в процентах (для белков - 84,5 %, жиров - 94, углеводов - 95,6 %) и деления полученного произведения на 100.

$$Э.ц. 100 г= \frac{10 × 4 × 84,5 + 2 × 9 × 94,0 + 60 × 3,75 × 95,6}{100}$$

Основные вопросы для самоконтроля:

1) Роль пробиотиков в производстве пищевых продуктов специализированного назначения

2) Основные требования, предъявляемые к микроорганизмам пробиотикам

3) Современная биотехнология пищевых продуктов специализированного назначения

4) Биологическая ценность белков пищевых продуктов

5) Пищевая ценность белков пищевых продуктов

6) Энергетическая ценность белков пищевых продуктов