

ПРИМЕНЕНИЕ БЕТА-КАРОТИНА В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Пасичный В.Н., канд. техн. наук, доцент Национального университета пищевых технологий

Витаминация продуктов питания относится к одному из наиболее перспективных направлений разработки новых целевых продуктов питания, направленных на улучшение рациона различных групп населения.

Раслоение общества по покупательной способности требует более точной и системной регламентации продуктов, обогащаемых различного рода биологически активными пищевыми добавками (БАД), с целью создания достаточного, соразмерного физиологическим потребностям человека, сегментированного рынка обогащенных витаминами и макроэлементами продуктов питания.

Витамины, за А.А. Покровским [1], это необходимые для нормальной жизнедеятельности низкомолекулярные органические соединения с высокой биологической активностью, которые не синтезируются (или синтезируются в недостаточном количестве) в организме и поступают в организм с пищей.

К одним из таких витаминов относятся витамины группы А, которые включают значительное количество соединений, представленных во многих формах (ретинол – А-спирт, ретинолаль – А-альдегид, ретиноевая кислота – А-кислота, эфиры ретинола – ретинил-ацетат, ретинил-пальмитат и т.д.), относящихся к группе жирорастворимых витаминов.

В целом необходимо отметить, что использование в рецептурах пищевых продуктов витаминизированных добавок, витаминов А, С, Е, D выравнивает аминокислотный состав белков пищевой смеси [2] и является катализирующим и транспортирующим фактором, повышающим потенциал белков пищевой смеси, путем регулирования и упорядочивания уровня усвоения составных нутриентов пищи. Это в первую очередь относится к скорости обмена серосодержащих и циклических незаменимых аминокислот, а также липотропному обмену веществ.

Витамин А оказывает многостороннее действие – на зрение, рост, развитие, оказывает регулятивное влияние на функцию клеточных мембран, поддерживает иммунологический статус и репродуктивную функцию организма.

Недостаток витамина А (гиповитаминоз) ведет к нарушению липидного и белкового обмена, резкому снижению устойчивости к инфекциям: поражению кожных покровов (сухость кожи, предрасположенность к фурункулезу и т.д.), нарушению секреторной функции кишечника (склонность к колитам, гастритам и т.д.), мочевыводящих путей (уретриты, циститы и т.д.) ухудшению работы дыхательных путей (развитию бронхита, ларинготрахеита, пневмонии), органов зрения (развитие конъюнктивита, сухости роговицы), ухудшения зрения вплоть до слепоты в запущенных формах.

Однако необходимо отметить, что избыток витаминов группы А (гипервитаминоз) также может вызывать негативные процессы в организме человека, особенно у детей [1, 6], так как в избытке витамин А токсичен.

Острый гипервитаминоз возникает у взрослых в результате единовременного приема 1000000-6000000 МЕ, а у детей 300000-500000 МЕ витамина и вызывает у взрослых поражение нервной системы (головную боль, сонливость), кожи (зуд, шелушение), проявление тошноты, рвоты, а у детей повышения внутричерепного давления, набухание родничка, ринит. Те же симптомы могут проявляться при хроническом гипервитаминозе – ежедневном приеме в течении нескольких месяцев для взрослого - 100000-500000 МЕ, для детей 50000-100000 МЕ.

Потребность взрослого человека в витамине А составляет 1,5 мг/сут. Причем не менее 1/3 потребности должно быть удовлетворено за счет самого витамина А, а 2/3 за счет его провитамина – бета-каротина.

Витамин А присутствует в продуктах в виде эфиров – ретинил-пальмитата и ретинил-ацетата, а также в виде провитаминов, принадлежащих к группе каротиноидов.

Каротиноиды это растительные красно-желтые пигменты, обеспечивающие окраску ряда овощей, фруктов, жиров, яичного желтка и других продуктов. Одним из таких каротиноидов, обладающим наибольшей витаминной активностью является бета-каротин.

Однако для производителя пищевых продуктов применение каротиноидов связано не только с обогащением продуктов витаминами, но и, большей частью, с применением их в качестве желтых красителей.

Каротиноиды – углеводороды изопреноидного ряда C₄₀ H₅₆, а также их кислородсодержащие производные, поэтому они хорошо растворимы в органических растворителях - в хлороформе, циклогексане, растительных маслах, частично растворяются в этаноле.

Все каротиноиды по классификации пищевых добавок отнесены к пищевым красителям и имеют по E классификации номера - E 160a, E 160b, E 160c, E160d, E 160e, E 160f, E 160g.

Каротиноиды стойки к изменению pH, температуры и выдерживают нагрев (без потери цветности) до 130...150°C. Они являются восстановителями и при введении в систему антиоксидантов типа аскорбиновой кислоты и токоферола значительно увеличивают свою стабильность. Интенсивная окраска каротиноидов обусловлена наличием в их структуре сопряженных двойных связей, являющимися хромофорами. Каротиноиды нерастворимы в воде и растворимы в жирах и органических растворителях.

Бета-каротин (E 160a) получил наибольшее промышленное значение для пищевой промышленности, вследствие довольно широкого спектра экономически выгодных способов его получения.

Бета-каротин (от лат. *carota* – морковь) содержится в больших количествах в моркови, рябине, красном пальмовом масле, зеленых наземных растениях и водорослях в качестве веществ, сопутствующих хлорофиллу, а также некоторых видах продуктов животного происхождения и морепродуктах (таблица 1).

Таблица 1. Содержание витамина А и бета-каротина в некоторых продуктах [1, 7, 8].

Пищевой продукт, 100 г	Бета-каротин, мг	Витамин А, мг
<i>Продукты животного происхождения</i>		
Молоко коровье пастеризованное	0,01	0,02
Молоко сухое	0,11	0,25
Сметана (сливки) 20%- жирности	0,06	0,15
Сыры твердые	0,10...0,18	0,17...0,29
Творог жирный, сырковые массы	0,06	0,10
Куриное яйцо	0,06	0,35
Желток куриный	0,10	1,26
Яичный порошок	0,15	0,90
Масло (сливочное, любительское, крестьянское)	0,30...0,34	0,40...0,52
Маргарин (сливочный, молочный)	-	0,40
Жиры животные	0,01...0,06	0,0...0,4
Печень убойных животных	1,0	3,4...3,8
<i>Рыбные продукты</i>		
Ставрида, треска, салака	-	0,01
Палтус	-	0,10
Печень трески	-	20,0
Рыбий жир натуральный	-	15,0
Витаминизированный медицинский рыбий жир и жир морских млекопитающих	-	30,0
<i>Зерновые продукты</i>		
Фасоль, бобы соевые, горох	0,07	
Пшено	0,15	-
Кукуруза желтая	0,32	-

<i>Овощи</i>		
Зеленый горошек, фасоль стручковая	0,40	-
Горошек зеленый консервированный	0,30	-
Картофель, баклажаны, редис	0,02	-
Капуста (белокачанная, цветная)	0,02	-
Капуста (краснокочанная, кольраби)	0,10	-
Капуста брюссельская	0,30	-
Сок томатный	0,55	-
Томаты	1,20	-
Лук репчатый	Следы	-
Тыква	1,50	-
Зелень петрушки	1,70	-
Салат	1,75	-
Лук зеленый (перо), перец сладкий красный	2,0	-
Капуста салатная	3,0	-
Шпинат	4,5	-
Морковь красная	9,0	-
<i>Фрукты, ягоды</i>		
Вишня, ежевика, сливы, смородина черная	0,1	-
Бананы	0,12	-
Черешня	0,15	-
Крыжовник, малина, красная смородина	0,2	-
Айва, дыни	0,4	-
Персик	0,5	-
Абрикосы	1,6	-
Шиповник	2,6	-
Рябина красная	9,0	-
Облепиха	10,0	-

Бета-каротин может быть получен экстракцией неполярными растворителями из растительного, животного сырья и морепродуктов; микробиологическим путем из водорослей видов *Dunaliella salina*, *bardawil* и *copa* или культивированием на отходах крохмалопаточного производства (Голландский способ и технология Верхнеднепровского КПК), а также синтетическим путем, причем два последних способа производства позволяют получить не только жирорастворимые, но и водорастворимые формы. Однако необходимо отметить, что бета-каротин, получаемый синтетическим путем и микробиологическим путем (из водорослей) витаминной активностью не обладает.

Натуральный бета-каротин, полученный методом экстракции или культивирования микроорганизмами, обладает не только провитаминной активностью и красящей способностью, но и антиоксидантными свойствами и является эффективным профилактическим средством против онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний [1, 5, 6, 9], а также проявляет радиопротекторные свойства [1, 9-11].

Кроме того, в силу специфики происхождения, бета-каротин обладает высокой стойкостью к действию органических кислот (в присутствии аскорбиновой кислоты даже повышает свою красящую способность) и обладает довольно высокой термостойкостью красящих веществ (до 150°C), что ставит его по этим показателям в один ряд с потенциально более стойкими, однако запрещенными к применению в Украине и странах СНГ желтыми синтетическими красителями по ряду отраслей пищевой промышленности.

В присутствии аскорбиновой кислоты каротиноиды проявляют большую стойкость цвета, что позволяет с успехом использовать их в производстве кондитерских, плодовоовощных консервов, сиропов и безалкогольных напитков.

Говоря о термостойкости бета-каротина прежде всего подразумевается его стойкость к окрашиванию продуктов, что нельзя сказать о сохранении его витаминной активности.

Варка молока ведет к потере до 20% витаминной активности, овощей - 40...50%, мяса и яйцепродуктов до 30%, печени, субпродуктов до 40%.

Тепловая обработка гомогенизированных мясopодуKтов в интервале температур 75...120°C, вследствие довольно длительного времени технологического воздействия, применяемого в производстве мясopодуKтов, а также наличие большого количества пищевых добавок, обладающих способностью влиять на окислительные процессы приводят к потере от 17% до 54% витаминной активности бета-каротина, что необходимо учитывать при разработке витаминизированных продуктоB.

Экстракты натуральных каротиноидов чаще всего содержат около 85% бета-каротина, до 15% альфа-каротина, около 0,1% водорастворимой формы, а так же незначительную часть восков, жиров и имеют цвет от желтого до оранжево-красного. В качестве экстрагентов чаще всего применяют: ацетон, метилэтилкетон, дихлорметан, диоксид углерода, метанол, этанол, пропанол, гексан.

Бета-каротин, получаемый синтетическим путем или путем микробиологического культивирования, представляет собой кристаллы или кристаллический порошок от красного до коричнево-красного цвета. Бета-каротин нестойк к окислению и обладает очень небольшой светостойкостью, поэтому его хранят в темноте, в атмосфере с инертным газом, запаивают в стеклянные сосуды или упаковывают в защитные полимерные материалы.

Отличительной особенностью бета-каротина является отсутствие у него гипervитаминозной активности, свойственной витамину А. Бета-каротин в процессе физиологического обмена веществ частично накапливается в печени, частично превращается в витамин А и, в основном, выводится с калом.

В большинстве стран, в которых разрешен бета-каротин допустимая норма введения его в продукты составляет 25...600 мг/кг продукта, что обеспечивает с учетом технологических потерь уровень суточного потребления витамина А.

Для бета-каротина, полученного методом экстракции, допустимая суточная норма потребления (ДСП) на массу тела не регламентирована, а для бета-каротина микробиологического или синтетического происхождения она составляет 5 мг/кг веса тела в день как сумма каротиноидов, β-каротина, β-апо-8'-каротинола, этилового эфира β-апо-8'-каротиновой кислоты.

Натуральные каротины, в том числе и бета-каротин, для окрашивания пищевых продуктов используются, в основном, в молочной, масложировой, кондитерской, хлебобулочной и мясopерерабатывающей промышленности, производстве безалкогольных напитков, а также в качестве БАД и для витаминизации, в производстве целевых продуктов питания и для окрашивания фармацевтических препаратов и косметических средств.

В производстве пищевых продуктов бета-каротин чаще применяется не в чистом виде, а в виде товарных форм: маслорастворимых препаратов - масляных растворов (концентрацией 0,1 и 0,2, 1,0, 2%), жировой суспензии (концентрацией 10...30%), диспергированные в воде препараты с той же концентрацией, что и маслорастворимые препараты и жировые суспензии, а также в виде кристаллического порошка (микробиологический и синтетический) и водорастворимого порошка (синтетический), содержащем не менее 96% бета-каротина.

Маслорастворимые препараты, которые наряду с бета-каротином содержат комплекс антиоксидантов, присутствующих в самом масле, используются для окрашивания растительных масел, жиров, сливочного масла, маргарина, сыров, паштетных колбас, вареных колбас, мясных и плодоовощных консервов, майонезов, пищевых концентратов, экструдированных продуктов, сухих супов, мучных изделий, а также в витаминизированных продуктах целевого питания (продукты с радиопротекторными свойствами, продукты детского питания).

Диспергируемые в воде препараты используются для окрашивания фруктовых напитков, десертов, кондитерских изделий, мороженого, йогуртов.

Количество вносимого препарата бета-каротина зависит от состава рецептурной композиции выпускаемого продукта, технологии его производства и этапа внесения препарата.

Как правило, пересчитанное на чистый бета-каротин количество его введения для диспергированных в воде препаратов составляет 0,5...10 г на тонну конечного продукта, а для маслорастворимых форм, применяемых в производстве консервов, паштетных колбас, плавленых сыров, сахарных сиропов, сливочного масла и маргарина 10...30 г на тонну конечного продукта.

Для проявления оптимальных эффектов от введения бета-каротина его вводят на стадиях, минимизирующих влияние окислительных процессов и тепловой обработки с пищевыми добавками-восстановителями [3, 9, 10].

Литература.

1. Справочник по диетологии. / Под ред. А.А. Покровского. – М.: Медицина, 1981, 704 с.
2. Комарова Т.А. Азбука питания. – Алма-Ата: Кайнар, - 1990, - 687 с.
3. Сарафанова Л.А., Кострова И.Е. Применение пищевых добавок. Технические рекомендации. 2-е издание. СПб.: ГИОРД, 1997. – с. 48.
4. В.Н. Голубев, Л.В. Чичеве-Филатова, Т.В. Шленская Пищевые и биологически активные добавки. М.: Академия, 2003. – 208 с.
5. Л.А. Сарафанова Пищевые добавки: энциклопедия. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 688 с.
6. Смоляр В.І. Фізіологія та гігієна харчування. – К.: Здоров'я, 2000. – 336 с.
7. *Химический* состав пищевых продуктов: В 3 томах / Под ред. И.М. Скурихина. – М.: Агропромиздат. – 1984 (т.1), 1987 (т.2), 1991 (т.3).
8. Культура питания. Энциклопедический справочник. / Под ред. И.А. Чаховского. – Минск: Беларуская Энцыклапедыя. – 1992. – 541 с.
9. Клименко М.М., Пасічний В.М., Пузирьов С.С. Варена ковбаса з бета-каротином // Тез. доп. МНТК “Розроблення та впровадження прогресивних ресурсощадних технологій та обладнання в галузях харчової та переробної промисловості, - К: УДУХТ, 1997, С. 86.
10. Клименко М.М., Буша О.О., Пасічний В.М., Речовини з радіопротекторними властивостями у виробництві м'ясних продуктів // Труды 6-ої МНТК “Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості”. Частина II. - К : УДУХТ, 2000, С. 88.
11. Пасічний В.М., Сосіна О.В., Мащенко Т.В., Кремешна І.В., Жук І.З. Напрямки підвищення екології їжі за рахунок раціоналізації сировинних ресурсів. / Вісті академії інженерних наук України №2 (19), 2003 р. С. 40-43.