

Бесплатно

УДК 001.84
66.51.1
H55



IX

МЕНДЕЛЕЕВСКИЙ СЪЕЗД
ПО ОБЩЕЙ И ПРИКЛАДНОЙ
ХИМИИ

А. Н. НЕСМЕЯНОВ, В. М. БЕЛИКОВ

**ПРОБЛЕМА
СИНТЕЗА ПИЩИ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

*IX Менделеевский съезд
по общей и прикладной химии*

А. Н. НЕСМЕЯНОВ, В. М. БЕЛИКОВ

ПРОБЛЕМА СИНТЕЗА ПИЦЦИ

*Доклад
на пленарном заседании*



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Москва 1965

Хотя в первобытном быте, особенно же в охотническо-пастушеском, многое из необходимого для людей прямо должно было получаться от животных, но уже ныне человечество настолько освободилось от этой печальной необходимости, что мыслима возможность совершенно избавиться в пище, одежде и всем прочем от потребности в каких-либо животных для продолжения всего развития людей.

Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ

Производство сельскохозяйственных продуктов нуждается во всемерной помощи науки, в частности химии, и к этому наша партия неоднократно призывала ученых вплоть до мартовского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС.

Нет никакого сомнения в том, что индустриальное производство пищи сможет помочь партии решить задачу обеспечения населения изобилием полноценных продуктов питания уже в ближайшем будущем. Каковы же перспективы этой проблемы при рассмотрении ее, так сказать, в пределе?

Великие успехи, достигнутые химической наукой и техникой, привели к тому, что в настоящее время не существует принципиальных трудностей для синтеза любых органических веществ, имеющих в природе или заданных разумной структурой молекулы. Человечество производит необходимые ему органические вещества или сельскохозяйственным путем, или индустриально; в этом последнем случае — либо химическим синтезом, либо микробиологическим путем, который по характеру производства, интенсивности и малой трудоемкости близок химическим производствам.

В течение доисторического и исторического периодов существования человека, вплоть до половины прошлого столетия, все необходимое человеку, кроме благородных металлов, кирпича, цемента и стекла, бралось готовым из природных или сельскохозяйственных ресурсов и, путем несложной переработки, принципиально не менявшейся в течение тысячелетий, превращалось в потребительские товары — пищу, одежду, обувь, жилища, топливо, средства транспорта, «культуровары», медикаменты. Вторжение синтетической химии в эту тысячелетнюю область деятельности человека началось с середины XIX в., а именно: с открытия и бурного продвижения в индустрию синтетических «анилиновых» красителей (открытие получения анилина из нитробензола — Зинин, 1842 г.; первый анилиновый краситель — мовеин — Перкин, 1856 г.; первый азокраситель — Грисс, 1858 г.).

Синтетические красители полностью вытеснили естественные, и культуры вайды, дававшей индиго, и марены, из которой добывался ализарин, постепенно исчезли с лица земли.

За красителями последовали синтетические медикаменты, производство которых было основано на том же ароматическом сырье, что и производство красителей. Успехи синтетической химии лекарственных веществ дали колоссальный толчок дальнейшему развитию фармакологии и физиологии.

Следующей «жертвой» синтеза стал естественный каучук, начавший свою «карьеру» в Европе тоже во второй половине прошлого века с изготовления макинтошей и затем упрочивший свое положение пинами и сотнями разнообразных изделий, и теперь шаг за шагом вытесняемый синтетическими каучуками. Синтетические каучуки, растущее производство которых впервые началось в СССР в 1934 г., вслед за бакелитами и вместе с ними явились первыми чисто синтетическими высокомолекулярными материалами. Их современник — полусинтетическая вискоза, производимая химической переработкой древесины. Сороковые годы нашего века принесли, начиная с нейлона, ряд великолепных синтетических волокон, пригодных для производства тканей и мехов, более дешевых и прочных, чем любые естественные, и несравнимых с ними по цене. Синтетическая кожа или, точнее, заменители кожи все больше вытесняют кожаные подошвы и верха обуви, а также кожу в технических изделиях. Особенно перспективен далеко превосходящий кожу новый материал «корфам» (США). Мы не знаем, долго ли продлится в нашей одежде и обуви «мирное сосуществование» естественного и искусственного волокна и кожи, но ясно одно, что совершенствование и удешевление этих заменителей идет такими темпами, что сельскохозяйственные продукты обречены.

В настоящее время мировое производство синтетических смол, пластмасс и волокна в сумме достигло 15 млн. т, а с синтетическим каучуком — значительно больше (данные 1963 г.). По сравнению с производством красителей и фармпрепаратов это величина иного порядка. Таким образом, современная химическая промышленность органических веществ сделала громадный количественный скачок, перейдя от изготовления сотен тысяч тонн потребительской продукции к десяткам миллионов тонн.

Встает вопрос синтеза в производстве пищи, области, в которой химия играет пока лишь вспомогательную роль и никак не претендует на соперничество с сельским хозяйством, ограничиваясь лишь помощью ему удобрениями, инсектицидами, ростовыми веществами и т. п. По существу производство пищи сейчас ничем не отличается от производства ее в первобытном скотоводско-земледельческом обществе, а между тем мысли о большой роли, принадлежащей синтетической органической химии в обеспечении человечества изобилием продуктов питания, уже давно занимали выдающихся химиков.

Интересно высказывание Д. И. Менделеева по этому поводу¹: «Как химик, я убежден в возможности получения питательных веществ из сочетания элементов воздуха, воды и земли помимо обычной культуры, т. е. на особых фабриках и заводах, но надобность в этом еще очень далека от современности, потому что пустой земли еще везде много... и я полагаю, что при крайней тесноте народонаселения раньше, чем прибегать к искусственному получению питательных веществ на фабриках и заводах, люди сумеют воспользоваться громадной массой морской воды для получения массы питательных веществ, и первые заводы устроят для этой цели в виде культуры низших организмов, подобных дрожжевым, пользуясь водою, воздухом, ископаемыми и солнечной теплотой». Другое его высказывание приведено в эпитафее к настоящему докладу.

Аналогичные мысли высказал один из крупнейших основателей синтетической химии прошлого века М. Бертелло². «Есть ли необходимость напоминать об успехах химии XIX в.? Производство серной кислоты и искусственной соды, отбеливание и крашение тканей, получение сахара из свеклы, терапевтических алкалоидов, газа для освещения, золочение и серебрение и многие другие изобретения — таков итог наших предшественников. Изобретения нашего поколения не менее важны. В настоящее время благодаря успехам электрохимии начался коренной переворот в металлургии. Благодаря прогрессу термохимии созданы более мощные взрывчатые вещества, они нашли широкое применение в шахтостроении и военном деле. Органический синтез, плод мыслей нашего поколения, демонстрирует настоящие чудеса в получении новых красителей, ароматических, терапевтических и антисептических препаратов.

Но как ни замечательны достигнутые успехи, каждый из нас ясно представляет, что будущее химии более величественно, чем ее прошлое. Часто говорят о будущем человеческого общества, и я хочу представить его таким, каким оно будет в 2000 г., разумеется, с точки зрения химика.

Тогда уже не будет ни пастухов, ни хлебопашцев: продукты питания будут создаваться химией. Не будет ни шахт, в которых добывают каменный уголь, ни горной промышленности. Благодаря успехам химии и физики будет решена проблема топлива. Все это мечты, и как их реализовать?

Основная задача науки в том, чтобы открыть неисчерпаемые источники энергии. Непрерывные успехи науки рождают в нас надежду подчинить себе эти источники неисчерпаемой энергии. На-

¹ Д. И. Менделеев. Работы по сельскому хозяйству и лесоводству. М., Изд-во АН СССР, 1954 г., стр. 607.

² M. Berthelof. Science et Morale. Paris, 1897, p. 513.

пример, чтобы использовать внутриземное тепло, достаточно вырыть скважину в 4—5 тыс. м глубиной, и эта задача нам посильна даже при современном состоянии техники, не говоря уже о технике будущего. В этих скважинах вода будет нагреваться и достигать давлений, способных приводить в действие машины. Земное тепло будет использоваться как неисчерпаемый источник термоэлектрической энергии.

Но вернемся к предмету нашего разговора — к химии. При наличии такого источника энергии легко и экономично можно производить химические продукты в любое время, в любом пункте земного шара.

В этом и заключается экономическое решение самой важной задачи, а именно: производства продуктов питания. В основном, эта проблема уже решена: синтез жиров и масел осуществлен за последние сорок лет, над синтезом сахара и углеводов сейчас усиленно работают, а синтез азотсодержащих продуктов тоже недалек. Повторяю: проблема продуктов питания — проблема химии. Когда будет получена дешевая энергия, станет возможным осуществить синтез продуктов питания из углерода (полученного из углекислого газа), из водорода (добытого из воды), из азота и кислорода (извлеченных из атмосферы).

Ту работу, которую до сих пор выполняли растения при помощи энергии солнца, мы уже осуществляем и в недалеком будущем осуществим в более широких масштабах, ибо власть химии безгранична...

Азотистые вещества, синтетические жиры, крахмал или сахар — все это будут изготовлять наши заводы в огромном количестве; производство искусственных продуктов питания не будет зависеть ни от времени года, ни от дождей, ни от засухи, ни от мороза, наконец, все это не будет содержать болезнетворных микробов — первопричины эпидемий и врага человеческой жизни. Химия осуществит коренной переворот, важность которого никто не может представить. Исчезнет разница между урожайными и неурожайными районами.

Но не думайте, что в этой всемирной державе могущества химии исчезнут искусство, красота, очарование человеческой жизни. Если землю перестанут использовать для выращивания продуктов сельского хозяйства, она вновь покроется травами, лесами, цветами, превратится в обширный сад, орошаемый подземными водами, в котором люди будут жить в изобилии и испытывать все радости легендарного „золотого века“.

Актуален ли вопрос о синтетической пище в настоящее время или в перспективе? Реальна ли его постановка? Ответ на эти вопросы и есть задача данного доклада.

Известно, что человек нуждается, не считая воды, в пяти группах составных частей пищевого рациона: белках, углеводах, жирах, витаминах и минеральных солях. Что касается энергосодер-

жания, то с пищей взрослый человек должен получить в сутки от 2500 до 4000 ккал в зависимости от интенсивности его физической работы. В век механизации можно считать в среднем 3000 ккал. Взрослый человек в день должен потреблять в среднем: воды 2 л, белков 80—100 г, углеводов 400—500 г, жиров 80—100 г. Что же касается потребности в витаминах (в сумме 0,1 г в сутки на человека, если не считать очень дешевого холина, которого необходимо еще 0,1 г) и в солях (в сумме 20 г, из которых 10 г поваренной соли), то она так мала и так легко может быть удовлетворена, что лишь исторически сложившимися условиями можно объяснить существующие и в настоящее время авитаминозы и витаминную недостаточность разных степеней, а также эндемию, зависящую от недостатка в местности того или иного элемента (например, зоб при недостатке йода).

Синтетическая пища, несомненно, должна быть снабжена всеми необходимыми солями и витаминами, суточная потребность в которых по сравнению, например, с белками незначительна. Поскольку такое количество солей имеет ничтожную стоимость, а все витамины производятся или химическим, или микробиологическим путем и нет никаких принципиальных трудностей в повышении их производства до любых необходимых размеров, то в дальнейшем не будем касаться этих двух групп ингредиентов пищи. Можно лишь констатировать, что с промышленным производством витаминов мы уже вступили в век индустриального несельскохозяйственного производства пищевых веществ, которые частично расходуются и как кормовые.

Остановимся на трех остальных, главных по весу группах пищевых веществ. В то время, как роль витаминов и части солей состоит в том, чтобы ввести в организм минимальное количество некоторых молекул, необходимых для построения ферментов и атомов, обеспечивающих те или иные функции — ионный метаболизм, построение гормонов, ферментов, плазменных составных частей, нуклеопротеидов (фосфор), роль остальных трех групп — в обеспечении организма энергией и строительным материалом. Большую часть первой функции несут углеводы и жиры, большую часть последней — белки, это важное различие групп питательных веществ. Углеводы и жиры, как поставщики энергии, в ходе потребления «сгорают» и тем самым теряют свою химическую индивидуальность. Не только отдельные компоненты этих двух групп могут заменять друг друга, но и сами группы в широких пределах взаимозаменяемы и взаимопревратимы (в организме). Жиры организма несут помимо энергетической также некоторую структурную и физико-химическую нагрузку, строя липоидные системы, являясь растворителями для некоторых витаминов и т. д. Кроме того, небольшое количество полиненасыщенных жирных кислот (3—6 г) необходимо организму в виде индивидуальных и незаменимых молекул.

Другое дело — белки. Они являются единственными поставщиками азота для организма. Строясь из аминокислотных остатков и распадаясь в пищевом тракте на аминокислоты, они поставляют эти структурные кирпичики для создания собственных белков организма, причем из 20 необходимых организму разнообразных аминокислот 8, так называемых незаменимых, непременно должны содержаться в пище. В табл. 1 они приведены в начале перечня аминокислот. Для детей к ним добавляется девятая — аргинин. Пища должна содержать эти аминокислоты в строго определенном оптимальном соотношении. Остальные — заменимые — аминокислоты могут быть построены самим организмом, если есть источник азота в виде хотя бы одной из аминокислот или даже соли аммония. Избыток аминокислот сжигается организмом, избыток азота выводится в виде мочевины. Однако белки, в отличие от жиров и углеводов, — неквалифицированное и, обычно, слишком дорогое «топливо». Белки для человека — самая дефицитная и дорогая часть пищевого рациона, и самая ценная и дефицитная составная их часть — группа незаменимых аминокислот.

При резкой белковой недостаточности развиваются специфические болезни, известные жителям Южной Америки, Индонезии, Южной Азии и Африки. Авторитеты считают, что более половины населения земного шара систематически голодает (получают в сутки менее 2200 ккал), особенно выражен в пище дефицит белка. Бразилец Ж. Кастро написал серию книг «География голода», где можно найти описание различных аспектов и подробностей проблемы голода и недоедания. Считают, что мировой дефицит пищевого белка в год равен 15 млн. т. Менее освещена статистика нескомпенсированного питания, приводящего к другому кругу болезней, основная из которых ожирение. В том и другом случае белковая недостаточность сводится к дефициту некоторых незаменимых аминокислот. Дело в том, что содержание белка еще не определяет полноценности данного пищевого продукта в отношении аминокислот. В табл. 2 приведено содержание белка в различных пищевых продуктах. Из нее видно, что наибольшее содержание белка приходится на долю некоторых растительных продуктов (горох, соя, дрожжи). Однако дело не только в суммарном содержании белка, но и в его аминокислотном составе. Идеальным в этом отношении является женское молоко.

В табл. 3 приведен аминокислотный состав белка женского молока и других белков. Коровье молоко по составу хотя и близко к этому эталону, но все же отличается от него. Животные белки (яйца, мясо) довольно удовлетворительны, растительные же белки содержат меньше незаменимых аминокислот, а в некоторых случаях наблюдается острый дефицит одной или нескольких из них. Например, пшеничная мука содержит всего треть оптимального количества лизина, в дрожжах мало метионина и лейцина, в горохе мало триптофана и метионина, а в сое — лейцина.

Средняя суточная потребность взрослого человека в пищевых веществах (формула сбалансированного питания взрослых), по данным А. А. Покровского

Пищевое вещество	Дневная потребность	Пищевое вещество	Дневная потребность	Пищевое вещество	Дневная потребность
Вода, г	1750—2200	Углеводы, г	400—500	кобальт	0,1—0,2
Белки, г	80—100	в том числе:	400—450	молибден	0,5
Незаменимые аминокислоты, г:	1	крахмал	50—100	селен	0,5
триптофан	4—6	сахар	25	фториды	0,5—1,0
лейцин	3—4	балластные вещества (клетчатка и пектин)	80—100	йодиды	0,1—0,2
изолейцин	4	Жиры, г	3—6	Витамины, мг	
валин	2—3	Полиненасыщенные жирные кислоты	0,3—0,6	С (аскорбиновая кислота)	70—100
треонин	3—5	холестерин	5	В ₁ (тиамин)	1,5—2,0
лизин	2—4	фосфолипиды	3000	В ₂ (рибофлавин)	2,0—2,5
метионин	2—4	Общая калорийность, ккал		РР (никотиновая кислота)	15—25
фенилаланин	2—4	Минеральные вещества, мг		В ₃ (пантотенат)	5—10
Итого	24—31	кальций	800—1000	А (различные формы)	1,5—2,5
Заменимые аминокислоты, г:	2	фосфор	1000—1500	В ₆ (пиридоксин)	2—3
гистидин	6	натрий	4000—6000	В ₁₂ (кобаламин)	0,005—0,080
аргинин	2—3	калий	2500—5000	Биотин	0,15—0,3
цистин	3	магний	5000—7000	Холин	500—1000
тирозин	3	железо	300—500	D (различные формы)	0,04
аланин	16	цинк	10—15	P (рутин)	25
серин	6	марганец	5—10	В ₉ (фолиевая кислота)	0,1—0,5
глутаминовая кислота	5	хром	2—2,5	E (различные формы)	2—6
аспарагиновая кислота	3	медь	2	K (различные формы)	2
пролин	49—51			Липовая кислота	0,5
гликокол	70—82			Инозит	0,5—1,0
Итого					
Всего аминокислот					

Содержание белка в различных пищевых продуктах

Продукт	Белок, %	Продукт	Белок, %
Молоко		Пшеничная мука	10,5
коровье	3,5	Рис	7,6
женское	1,4	Горох сухой	23,8
Сыр		Соя	34,9
chedder	23	Кукуруза	10,0
плавленый	9,0	Картофель	2,0
Говядина	17	Капуста	1,4
Свинина	15,2	Морковь	1,2
Баранина	15,7	Дрожжи (БВК) *	45
Куры вареные	20,6	Икра зернистая	23
Треска	16,5		
Яйца	12,8		

* БВК — белково-витаминный концентрат.

Табл. 1 содержит суточную норму «незаменимых» аминокислот. Всего человеку необходимо около 80—100 г аминокислот в день, в виде белка. Из той же таблицы видно, что до 30 г из этого количества незаменимых, а остальные 50—70 г могут быть любые из натуральных составных аминокислот белка.

Заменимые аминокислоты могут быть замещены в диете любой из них и даже солями аммония, например цитратом аммония. Возвращаясь к вопросу об относительной питательности белков, можно сделать и такой расчет: сколько нужно съесть того или иного продукта, чтобы удовлетворить потребность человека в определенной незаменимой аминокислоте. Для иллюстрации можно привести такой пример.

Максимальная суточная потребность человека в незаменимой аминокислоте — лизине — 5 г. Это количество находится в 200 г белка белого хлеба, и необходимо съесть ~2500 г хлеба, чтобы покрыть потребность организма в лизине и в качестве принудительного ассортимента получить в виде крахмала и избытка других аминокислот 8600 кал вместо требуемых 3000.

Ясно, что при такой «монокроматической» диете организм не только получает и вынужден зря сжигать избыток всех прочих аминокислот, но и одновременно при употреблении растительной пищи вынужден перегружать себя углеводами, что ведет к отложению жира. Поэтому рационально подобранная по аминокислотному составу пища гораздо более целесообразна, не говоря уже о меньшей ее затрате.

Таблица 3

Сравнительное содержание незаменимых аминокислот, аргинина и гистидина в некоторых пищевых белках

Продукт	Белок, %	Триптофан	Лизин	Метионин	Треонин	Изолейцин	Лейцин	Фенилаланин 5	Аргинин 4	Гистидин	Валин	Сумма недостающих аминокислот, %
Молоко женское (эталон)	1,4	1,9	7,2	2,1	4,6	5,2	12,1	5,9	5,0	2,7	5,5	—
Молоко коровье	3,5	1,4 0,5 0,74	7,8	2,5	4,6	6,4	9,8 2,3 0,81	4,9 1,0 0,83	3,7 1,3 0,74	2,6 0,1 0,96	6,9	5,2
Яйца	12,8	1,7 0,2 0,89	6,4 0,89	3,1	5,0	6,6	9,2 2,9 0,76	5,8	6,6	2,4 0,3 0,89	7,4	4,2
Мясо	17,5	1,2 0,7 0,63	8,8	2,5	4,4	5,2	8,2 3,9 0,67	4,1 1,8 0,69	6,4	3,5	5,6	6,4
Икра	23	1,13 0,77 0,59	7,5	2,8	6,1	5,3	8,3 3,8 0,69	4,0 1,9 0,68	6,3	2,0	5,3	6,7
Мука пшеничная	13,3	1,2 0,7 0,63	2,7 4,5 0,38	1,5 0,6 0,71	2,9 1,7 0,63	4,3 0,9 0,83	6,7 5,4 0,55	4,9 1,0 0,83	4,8 0,2 0,96	2,0 0,7 0,74	4,6 0,9 0,84	16,6
Мука гороховая	24,5	1,1 0,8 0,58	7,3	1,2 0,9 0,57	3,9 0,7 0,85	5,6	8,3 3,8 0,68	5,0 0,9 0,85	8,8	2,7	5,6	7,1
Соя	35	1,2 0,7 0,63	5,8 1,4 0,81	2,0 0,1 0,95	4,0 0,6 0,87	4,7 0,5 0,9	6,6 5,5 0,54	5,8 0,1 0,98	7,1	2,3 0,4 0,86	4,2 1,3 0,76	10,6
Дрожжи	45	1,5 0,4 0,79	5,9 1,3 0,82	0,75 1,35 0,36	5,5	4,0 1,2 0,77	5,5 6,6 0,45	4,0 1,9 0,68	3,8 1,2 0,76	1,7 1,0 0,62	3,8 1,7 0,69	16,7

Примечание. Для каждой аминокислоты сверху приведено содержание ее (в %) в 100 г белка, в середине — количество этой же аминокислоты (в %), необходимое для доведения ее до уровня в эталоне, и внизу — отношение содержания этой аминокислоты к содержанию ее в эталоне.

Действительно, если в хлеб добавить лизин в пропорции, соответствующей требованиям организма, то уже 70 г белка хлеба (~1000 г хлеба) будет достаточно и тогда количество полученных калорий составит всего 3500. Именно на основании этого за рубежом практикуется добавка лизина к хлебу, часто в виде примеси сухого молока, белки которого относительно богаты лизином. Еще лучше — добавка синтетического или микробиосинтетического лизина. Особенно много лизина добавляют в продукты питания детей.

Большая часть растительных белков содержит недостаточно метионина. Правда, теперь, когда существует промышленное производство его, стало возможным, используя соответствующие добавки, увеличивать питательную ценность сои, бобов, гороха, пшеницы и других растительных белков. Таким образом, рациональная комбинация белков и добавка синтетических аминокислот для балансирования аминокислотного состава пищи — первые научно обоснованные мероприятия, которые следует делать, которые уже делаются, но которые еще вряд ли можно назвать проблемами или успехами производства синтетической пищи.

Переходя непосредственно к проблеме индустриального синтетического получения пищи, необходимо сразу же отметить, что синтез белковой части пищи не связан, как это могло бы казаться, со сложной проблемой синтеза белка, потому что в пищеварительном тракте белки пищи полностью гидролизуются до аминокислот и лишь в таком виде поступают в кровь. Таким образом, проблема синтетической белковой части пищи сводится к микробиологическому или химическому синтезу аминокислот: в последнем случае с разделением на стереоизомеры, рацемизацией ненужного *D*-антипода и новым разделением рацемата. Смесь аминокислот, по всей вероятности, лучше подавать в таком виде, чтобы в пищеварительном тракте каждая аминокислота усваивалась в темпе, соответствующем медленному темпу пищеварения. Следует сказать, что в медицине используются диеты, представляющие собой водный раствор аминокислот, глюкозы, этилового эфира линолевой кислоты, необходимых витаминов и солей. Животные на такой пище живут неограниченно долго. Эта диетическая пища может быть простерилизована, и в таком виде она вводится внутривенно для больных, нормальное питание которых по тем или иным причинам неосуществимо. Примером может служить диета Виница¹. Ниже приведена ее однодневная порция. Эта диета была в течение многих недель проверена на питании исключительно ею большой группы людей под строгим медицинским контролем без каких-либо нарушений здоровья. Это как бы макет синтетической пищи, и кроме чисто медицинского смысла применения этих

¹ M. Winitz, J. Graff, N. Gallagher, O. Narkin, D. A. Seedman. Nature, Vol. 205, N 4973, 20 Feb. 1965, p. 741.

Аминокислоты, г

L-Аланин	4,8	L-Лизин·HCl	8,2
L-Аргинин·HCl	5,8	L-Метионин	3,9
L-Аспарагин	2,4	L-Фенилаланин	3,9
L-Аспарагиновая кислота	6,8	L-Пролин	18,8
L-Цистеинэтиловый эфир·HCl	1,3	L-Серин	9,8
Глицин	4,5	L-Глутамат Na	25,2
L-Глутамин	10,0	L-Треонин	5,4
L-Гистидин·HCl·H ₂ O	3,5	L-Триптофан	1,7
L-Изолейцин	5,4	L-Тирозинэтиловый эфир·HCl	12,4
L-Лейцин	8,6	L-Валин	5,9

Витамины, мг

α-Токоферол ацетат (E)	680	2-Метилнафтохинон-1,4 (K)	14,3
Аскорбиновая кислота (C)	340	Никотиновая кислота	25,5
Биотин (H)	0,2	<i>n</i> -Аминобензойная кислота	20
Кальциферол (D)	0,024	Пиридоксин·HCl (B ₆)	4,3
Пантотенат Ca (PP)	34	Рибофлавин (B ₂)	5,1
Холинхлорид	1700	Тиамин·HCl (B ₁)	6,8
Фолиевая кислота	0,34	Витамин A, ацетат (A)	34
Инозит	170	Цианокобаламин (B ₁₂)	0,07

Минеральные вещества, мг

Молибдат аммония·4H ₂ O	4	Моно-Ca-соль дифосфата фруктозы	3440
Co(CH ₃ COO) ₂ ·4H ₂ O	6	KOH	4200
Cu(CH ₃ COO) ₂ ·4H ₂ O	10	KJ	20
Глюконат Fe ⁺⁺	1170	NaHCO ₃	7400
Глюкуронолактон	17800	NaCl	2700
MnO	4200	Zn(C ₆ H ₅ COO) ₂	13,6
Mg(CH ₃ COO) ₂ ·4H ₂ O	177		

Углеводы, г

Глюкоза	460	Жирные кислоты, мл	
		Этиловый эфир линолевой кислоты	68

диет состоит в том, что они доказывают возможность питания смесью синтетических веществ, так как каждый из ингредиентов этой диеты может быть получен синтезом. Многие из них можно получить индустриально химическим или биологическим синтезом, но ряд интересующих нас аминокислот готовится и продается только в качестве дорогостоящих реактивов. Расширение масштаба и изыскание рациональных методов производства синтетических веществ резко снижают цены, что можно видеть на примере метионина, широко применяющегося сейчас в животноводстве. Метионин стал производиться чисто синтетически из пропилена через акролеин, цены на него в США упали до 3,2 долларов за 1 кг.

В настоящее время синтетический DL-метионин благодаря своей низкой стоимости доступен даже для кормления кур; его начинающееся мировое производство превзошло 70 тыс. т. Подобным образом дело обстоит и с лизином, находящим применение в животноводстве и человеческой пище для выравнивания аминокислотного состава зерновых продуктов.

Производство лизина (в основном микробиологическое) началось в США и Японии и в 1964 г. превысило 10 тыс. т. У нас тоже разработан и ставится подобный процесс. Третья, уже заменимая, но все-таки важная аминокислота — глутаминовая, она производится в больших количествах. Суммарное производство в США и Японии — главных производителей аминокислот — достигло в 1964 г. более 60 тыс. т. Глутаминовая кислота в виде моносодиевой соли — не только питательное, но важное вкусовое вещество; она широко употребляется как приправа к пище.

Цены на эти три важнейшие аминокислоты, достигнутые при относительно крупномасштабном производстве, более или менее отражают их стоимость. Так, например, в Японии 1 кг глутаминовой кислоты стоит 3 руб. 40 коп., метионина — 3 руб. 20 коп., кормового 98,5%-ного солянокислого лизина — 7 руб. Таким образом, с известной осторожностью среднюю стоимость аминокислот при крупномасштабном производстве можно принять 5 руб. за 1 кг.

Представим себе, что все аминокислоты производятся индустриальным путем и их цена доведена до этой средней. Тогда 80 г аминокислот, исчерпывающих потребность организма в белке, будет стоить 40 коп.; есть возможность еще больше удешевить аминокислоты рационализацией путей синтеза и расширением масштаба производства. Такие идеи в настоящее время имеются и разрабатываются. Исходным сырьем может, например, служить метан, превращенный в нитрометан и нитроуксусную кислоту и далее в ряд аминокислот; могут быть использованы обычные олефины, в ряде случаев старый метод Штреккера — Зелинского на основе альдегидов может быть достаточно дешев. Особенно привлекателен синтез восстановительным аминированием α-кетоникислот — путь, которым аминокислоты образуются в организме. В этом случае последняя фаза синтеза — восстановительное аминирование — могла бы проводиться микроорганизмами. При этом же сразу получился бы нужный стереоизомер аминокислоты, а пищевыми являются только L-изомеры, и отпала бы трудоемкая стадия разделения синтетической рацемической аминокислоты на антиподы. Поскольку организм животных и человека также все время аминирует кетоникислоты и переаминирует аминокислоты, доказано, что часть аминокислот могла бы быть заменена в диете кетоникислотами, а азот для их аминирования мог бы быть дан в виде цитрата аммония или глутамата натрия. Это крайне упростило бы задачу.

Индустриальный синтез аминокислот и кетонокислот ставит еще много задач перед химиками-синтетиками и технологами. Но еще больше проблем, связанных с физиологией пищеварения, возникает перед биологами и врачами. Известно лишь главное, но множество деталей, от которых будет зависеть форма и темп подачи новых питательных смесей, предстоит еще вырабатывать¹.

Второй, микробиологический путь синтеза аминокислот, более прост, так как он дает сразу нужный стереоизомер. Его, как известно, используют для индустриального получения лизина и глутамата натрия. Для ряда других аминокислот также известны виды микроорганизмов — продуцентов, для прочих их предстоит найти. Во всех случаях должна быть проведена селекция мутантов, как это сделано для микроорганизмов — продуцентов антибиотиков и витаминов. Во многих случаях это путь ближайшего будущего. Соблазнительна единая или близкая технология для всех аминокислот и получение сразу необходимого стереоизомера. Однако продуценты аминокислот выращиваются обычно на сахаристом, хотя бы и отходном, сельскохозяйственном сырье или гидролизатах древесины (с добавкой солей аммония, фосфорной кислоты и микроэлементов), следовательно, здесь еще нет чистого синтеза.

Таким образом, мы имеем или после некоторой научной и технологической проработки будем иметь способы получения всех необходимых для составления пищевых рационов аминокислот по цене более дешевой, чем естественные белки. Потребуется очень тщательная, но во всех отношениях интересная биолого-медицинская отработка таких рационов, не говоря уже о чисто «кулинарной».

Прежде чем идти далее, следует вкратце остановиться на двух других «веских» группах пищевых веществ. Это жиры и углеводы. Наиболее легкой задачей представляется синтез предельных жиров. В Германии во время второй мировой войны был разработан синтез смеси четных и нечетных жирных кислот окислением фракций нормальных углеводородов, полученных из окиси углерода по Фишеру — Троппу и было изготовлено и потреблено несколько сотен тонн синтетического сливочного масла. Глицерин получался из пропилена и этерифицировался смесью этих кислот. Это масло содержало малую примесь разветвленных структур, за безвредность которой нельзя ручаться. Во всяком случае, с концом войны производство его прекратилось. Вероятно, синтез четных спиртов альдегидов или галлоидопроизводных можно разрабаты-

¹ Некоторые ученые подвергают сомнению возможность полноценного питания только «мономерами» — аминокислотами и моносахаридами. Последние публикации доктора Виница об опытах на людях с медицинским контролем как будто убедительно опровергают эти сомнения. Впрочем проблема индустриального получения пищи, как ясно из дальнейшего, не обязательно должна базироваться на мономерах, и пока это не самый экономичный путь решения этого вопроса.

вать на основе теломеризации этилена с водой, хлороводородом или ацетальдегидом или другими подобными молекулами и окислять их в смесь четных нормальных кислот. Остальное не представляет затруднений. Однако вопрос синтеза пищевых жиров не столь актуален, пока многие сотни тысяч тонн (в масштабе СССР) сельскохозяйственных жиров идут на технические нужды — олифу, мыла и т. д. Замена пищевых жиров в техническом применении позволит высвободить это количество для питания. Пути для этого уже разработаны.

Кроме технического синтеза возможен микробиологический синтез жиров, вероятно, не только технического, но и пищевого значения.

В случае синтетического варианта, т. е. осуществления производства предельного пищевого жира, в диету пришлось бы добавлять небольшое количество смеси линолевой, линоленовой или (меньше) арахидоновой кислоты. Суточная потребность в них 3—6 г. Вряд ли для этого стоило бы в будущем осуществлять синтез Л. Д. Бергельсона или Н. А. Преображенского, проще взять природное растительное масло.

Наиболее сложным является синтез углеводов. Главная трудность его не в том, что в съедобных моносахаридах присутствует пять асимметрических углеродных атомов, что на первый взгляд создает непреодолимые трудности синтеза, так как проблема направленного асимметрического синтеза не решена, а в крайней дешевизне пищевых углеводов — сахара, крахмала. В отличие от белков, проблема дефицитности которых остро стоит во всем мире, углеводов достаточно. Поэтому, если сегодня и интересно разобрать этот вопрос, то только академически. Это не значит, что с совершенствованием методов химической промышленности и возрастающей компактностью и малой трудоемкостью химических производств в неизвестное нам сейчас время выгодность синтеза углеводов не превзойдет выгодность земледельческого пути их производства. Это может быть Бутлеровская конденсация формалина, стереонаправленная, но вероятнее — альдольная конденсация глицеринового альдегида с диоксиацетоном, которая, по данным Х. О. Л. Фишера, дает 35%-ный выход фруктозы. В этом случае пришлось бы разработать стереонаправленную асимметрическую конденсацию асимметрическим альдолизующим агентом, например одним из антиподов алкоголятов оптически активного спирта, которая прямо давала бы наиболее сладкий сахар — фруктозу. Превращение фруктозы в глюкозу и наоборот, как известно, осуществляется каталитически. Однако вряд ли можно питаться только моносахаридами в качестве углеводов. Еще нерешенная, но, очевидно, разрешимая и подлежащая разрешению задача — полимеризация глюкозы в крахмал и фруктозы в инулин.

Главное сейчас — все-таки получение белкового ингредиента пищи. Есть еще одна возможность индустриального получения бел-

ка — микробиологический путь, независимый от сельского хозяйства. Все микроорганизмы, естественно, имеют белковую плазму, и многие из них можно употреблять в пищу. Кормовые дрожжи, выращиваемые на сахаристых отходах сельского хозяйства или гидролизных моносахаридах, — вещь общеизвестная. Однако имеются многие виды микроорганизмов, развивающихся на углеводородах и берущих углерод из последних, конечно, если им доставлять остальные необходимые соли, в первую очередь, аммонийные и фосфорные. Существуют микробы — пожиратели метана, парафинов и т. д. Французский ученый А. Шампанья предложил выращивать кормовые дрожжи на фракциях нефти и применять полученные таким образом белковые концентраты для человеческой пищи¹.

В настоящее время в Лавера, под Марселем, получают ежедневно около 1 т белкового концентрата дрожжей. Весь мировой дефицит белка, измеряемый 15 млн. т, по расчету французов, был бы покрыт при использовании этим путем всего 1% мировой добычи парафинистой нефти. Из 1 т парафиновых углеводородов при этом получается от 800 кг и до 1 т дрожжей с 40—50%-ным содержанием белка. Единственным недостатком такого белка является малое содержание в нем метионина.

По данным Шампанья, при достаточном развитии производства, стоимость этих дрожжей будет в пересчете на наш курс 100—150 руб. за 1 т. Нормальное применение белково-витаминного концентрата (БВК) в виде корма или пищи требует или обогащения его метионином, или применения одновременно с богатым этой аминокислотой материалом. Наши микробиологи уже нашли развивающиеся на углеводородах нефти и более богатые метионином микробактерии. Наиболее перспективной формой применения белков БВК для человеческого питания в настоящее время можно считать продукты их автолиза или ферментолиза. Они обладают приятным вкусом и представляют собой смесь пептидов различной длины и свободных аминокислот.

Естественно возникает вопрос, почему речь идет в большей степени о пище, чем о корме. Ведь целый ряд вопросов, например о вкусе и консистенции пищи, отпадет, если синтетические или микробные аминокислоты и белки давать как корм или добавку к нему и затем использовать продукты животноводства. Ответ простой: коэффициент полезного действия кормов составляет от $\frac{1}{5}$ до $\frac{1}{10}$ и даже $\frac{1}{15}$, так что от 80 до 90% и более корма идет на физиологические нужды животного и лишь малая часть возвращается в виде продуктов животноводства.

Очень наглядны следующие цифры: если для полного удовлетворения 250 млн. человек требуется 6 млн. т белка ежегодно, то

¹ A. Champagnat, Ch. Vernet, B. Lainé, J. Filosa. VI Мировой нефтяной конгресс. Франкфурт-на-Майне, 19—26 июня 1963 г. Секция 4. Сообщение 4. 10 Симпозиум (на франц. яз.).

для удовлетворения этой же потребности через продукты животноводства необходимо уже 50—100 млн. т безводного белка в год.

На второй возможный вопрос — «не предлагают ли химики кормить нас пилюлями?» — следует успокоительный ответ: ежедневную порцию безводных 100 г белка, 450 г углеводов, 100 г жира не упакуешь в пилюли. Вопрос заключается в том, можно ли все это превратить в пищу не менее, а более вкусную и разнообразную, чем обычная, которую можно было бы с аппетитом пожевать и съесть и которая не была бы грустной диетой Винаца. Возникают очередные вопросы о вкусе, запахе и консистенции пищи. Почти все естественные сырые белки пищи безвкусны и не имеют запаха. Например, отмытое до бесцветности сырое мясо, казеин — отмытый творог — безвкусны и не пахнут. Иначе и быть не может — это высокомолекулярные, следовательно, нелетучие и непахучие вещества. То же можно сказать и о высокомолекулярных углеводах, подобных крахмалу, и о жирах. Запах и вкус сообщают всем пищевым веществам естественные примеси и добавки и особенно вещества, возникающие при варке, жарении, печении пищевого сырья в результате взаимодействия белковых аминокислот с сахарами и жирами.

Известно, что любой вкус составляется из четырех ингредиентов — сладкого, соленого, кислого и горького, только для них имеются в языке человека рецепторы. Таким образом, если говорить о восприятии вкуса без обоняния, то любой вкус можно точно воспроизвести, смешивая, например, растворы сахара, соли, кислоты, и, скажем, горького кофеина. Гораздо сложнее дело обстоит с запахом, который, ассоциируясь со вкусом, в сумме составляет то, что по-английски называется flavour и что обуславливает всю привлекательность пищи. Этот flavour в обычной пище достигается как процессами нагревания, так и добавками специй местных (лук, чеснок, паприка, петрушка, сельдерей) и тропических (перец, имбирь, корица, гвоздика и т. п.).

Гастрономия во времена средневековья была на довольно низком уровне, и кроме золота побудительной причиной заморских путешествий, приведших к открытию Америки и Океании и новых морских путей, была именно погоня за колониальными товарами — специями и сахаром. Действующие начала этих специй известны и очень просты. Нагревание же пищи — варка, жарение, печение — приводит к образованию аппетитно пахнущей сложной смеси веществ, и этот процесс легко воспроизвести, нагревая каждый раз разные аминокислоты или их смеси с разными сахарами. Результаты этой реакции приведены в табл. 4, из которой видно, что мясные запахи обуславливаются участием в их образовании серусодержащих аминокислот. В Институте элементоорганических соединений АН СССР было найдено, что если в нагреваемую смесь аминокислот и соответствующего сахара добавить одну из жирных кислот, запах продуктов такой реакции меняется — ста-

Исходные смеси для имитации различных запахов
(приведены исходные компоненты) по реакции Майора

Хлеб	Сдоба	Куриный бульон	Жареная рыба	Какао
Аргинин	Лейцин	Цистеин	Цистеин	Аргинин
Ксилроза	Глюкоза	α -Аланин	α -Аланин	Рамноза
Дрожжи или их автолизат	Сахароза + 2% ванилина	Глутаминовая кислота	Глутаминовая кислота	Сахароза + 2,5% ванилина
Вода	Олеиновая кислота	Глицин	Глицин	Метиламилкетон
	Метиламилкетон	Арабиноза	Арабиноза	Дрожжи или их автолизат
	Диацетил	Метиловый эфир арахидоновой кислоты	Этиловый эфир линоленовой кислоты	Вода
	Дрожжи или их автолизат	Вода	N-Окись триметиламина	
	Вода		Вода	

новится более специфичным, и, следовательно, можно получить запахи, очень близкие к запаху, например, вареной курицы или тушеной говядины. Вещества эти исследуются и сейчас. Добавка следов окиси триметиламина придает запахам оттенок морской рыбы; добавка аминвалерианового альдегида имитирует запах пресноводной вареной рыбы. Создание запахов синтетических пищевых продуктов — дело всего лишь второстепенной трудности.

Наконец, еще одна проблема — консистенция пищи. Смесь нерастворимых в воде чисто синтетических или дрожжевых порошков, содержащих вкусовые, а в последнем случае «выравнивающие» добавки, можно перерабатывать, как муку, во все соответствующие изделия, при этом она может иметь полноценный белковый состав. Шампанья готовится из (дрожжевых) нефтяных дрожжей прекрасное белковое печенье. Любое вещество, образующее студни и приемлемое для пищевого тракта — водорослевый агар-агар, крахмал, чисто синтетический поливиниловый спирт и многое другое, позволяет превращать отдушенные пищевые порошки в изделия типа паштетов, пудингов, студней, желе, киселей и т. п. Кроме того, в настоящее время стало возможным формировать икринки, волоконца мяса и т. д. Все это осуществляется довольно просто. В ИНЭОС научились готовить черную икру, вряд ли отличимую по вкусовым ощущениям от настоящей. Остальные формы, кроме разве волоконцев мяса, гораздо проще для разработки. Кстати, при том же белковом составе, что мясо, синтетические паштеты, желе, пудинги, икры могут иметь любой желаемый вкус — жареного мяса или птицы, рыбы, фруктов.

Дрожжевому белку тоже можно придать консистенцию, вкус и запах пищи животного происхождения. Это же можно сделать и с растительными белками, например, бобовых растений. Такое полусинтетическое мясо в индустриальном масштабе производится в США.

Вот выдержка из американской газеты «Де мойн реджистер» от 13 декабря 1964 года: «Производство синтетических мясных продуктов может создать угрозу для мясной промышленности США, д-р Э. Клайн (Университет штата Айова) считает, что появление синтетических мясных продуктов побуждает мясную промышленность принять конкретные меры для улучшения качества продукции, повышения однородности и уменьшения жирности мясных продуктов. Д-р Клайн указал, что большим преимуществом синтетического мяса является его однородность и точная дозировка в нем волокон, жира и белка. Сейчас синтетическое мясо наводняет рынок. Самым известным поставщиком похожих на мясо, но не содержащих мяса продуктов является компания «Уортингтон фудс» в Уортингтоне (штат Огайо).

Съедобные соевые волокна, используемые для изготовления любых продуктов — от «курицы» до «ростбифа», — поставляет компания «Ралстон пьюрина» в Сент-Луисе (штат Миссури). Тонны этого материала поступают еженедельно на предприятия компании «Уортингтон фудс». Этот соевый белковый материал выпускается в виде волокон или порошка.

Съедобные белковые волокна можно превратить в продукты, похожие на мясо, а также «сухофрукты», в «жареный картофель», в «ореховые ядра» и во многие «овощи».

Составы в виде порошка можно использовать для обогащения белком таких продуктов, как хлебо-булочные и кондитерские изделия, супы, соусы, продукты, идущие на приготовление сухих и горячих завтраков, а также продуктов детского лечебного питания.

Компания «Ралстон пьюрина» выпускает порошкообразные соевые концентраты, содержащие 70—95% белка.

Эти сведения подтверждают наш, пока небольшой, опыт по приданию любому съедобному белковому продукту вида, консистенции и вкуса любого животного белка.

Но вернемся к вопросу об индустриальной несельскохозяйственной белковой пище.

Следующий вопрос — это возможная стоимость синтетической пищи. В работе директора Института питания АН СССР проф. А. А. Покровского¹ приводятся цены 1 кг белка в составе различных продуктов. Они составляют в мясе — 14 руб. 90 коп., в свинине — 13 руб. 80 коп., в курах — 30 руб., в треске — 4 руб. 50 коп., в сельди соленой — 12 руб. 30 коп., в молоке — 8 руб. 70 коп., в твороге жирном — 7 руб. 50 коп. Дело ведь состоит в том,

¹ А. А. Покровский. Вопросы питания. Медицина, № 1, 4 (1964).

что мясо содержит примерно 80% воды, а белка лишь 17%. При массовом индустриальном производстве и рационализации методов цена аминокислот, которая может составить сейчас 5 руб. за 1 кг, несомненно, понизится и, кроме того, $\frac{2}{3}$ общего количества их могут быть заменены более дешевыми — кетонокислотами или оксикислотами и солями аммония.

Таким образом, приведенная выше цена (40 коп.) дневного белкового рациона из синтетических, индустриально производимых аминокислот может быть значительно снижена. Еще дешевле белковый рацион из микроорганизмов, выращенных на парафинах нефти, вероятная цена такого белка 200—300 руб. за 1 т, т. е. в пересчете на дневной рацион человека 2—3 коп., что дешевле не только любого животного белка, но и любого растительного сельскохозяйственного. Конечно, сюда следует добавить стоимость переработки, отдушки и т. п., которую сейчас определить невозможно. Впрочем эти затраты входят и в стоимость пищи сельскохозяйственного происхождения. Пищевой жир также можно производить, выращивая дрожжи на нефтяном сырье. Стоимость его должна быть лишь немного выше, так как содержание жира в дрожжах несколько меньше, чем белка.

Что касается углеводов, то ориентировочная стоимость их при несельскохозяйственном производстве может быть получена на основании стоимости глюкозы, получаемой гидролизом древесины. По подсчетам, произведенным Д. М. Басиным и А. И. Козловым¹, себестоимость 1 т глюкозы 200—225 руб. В этом процессе из 1 т абсолютно сухой древесины получают (по уточненным данным) 260 кг пищевой глюкозы, а на остальных монозах выращивают дрожжи, выход которых составляет 175 кг, что соответствует 70 кг белка.

Каковы же различные предельные варианты внедрения синтетической пищи или ее частей в питание человека в стране с населением 250 млн. человек (учитывая возрастную статистику). Годовая потребность такой страны составит 8 млн. т аминокислот (или 6 млн. т белка), 10 млн. т жиров или жирных кислот и 30 млн. т углеводов, что в сумме составляет 48 млн. т. Начнем с наиболее трудного предельного варианта, чисто синтетического. Подсчет по укрупненным показателям для органических производств такого профиля², принимая удельные капиталовложения, равными 1500 руб./т, а расход условного топлива, включая сырье, равным 5 т/т, дает в этом случае суммарные капиталовложения 72 млрд. руб. и ежегодный расход условного топлива 240 млн. т. Как ни велики эти числа, но, принимая во внимание постепенность

ввода мощностей, при программе, рассчитанной на 30 лет, ежегодные капиталовложения составили бы всего 2—3 млрд. руб. Требуемое количество топлива составляет лишь 28% от 847 млн. т условного топлива, добытого в 1963 г. Государственный бюджет СССР в 1963 г. составил 89,5 млрд. руб. Конечно, эти расчеты дают лишь приближенное представление о порядке затрат.

Второй вариант индустриального производства пищи может быть основан на гидролизе древесины. По данным Д. М. Басина и А. И. Козлова, тонна абсолютно сухой древесины дает 0,26 т глюкозы. Это значит, что 1 т глюкозы можно получить из 10 плотных кубометров свежесрубленной древесины. При этом для получения 30 млн. т глюкозы в год необходимо 300 млн. м³ древесины. На отходах глюкозного производства одновременно может быть получено в виде дрожжей до 8 млн. т белка или около 5 млн. т жира. Недостающее количество белка или жира могло бы быть получено в результате микробиологической переработки парафинов нефти.

В настоящее время вывоз древесины в СССР составляет около 350 млн. плотных кубометров. Из них 97 млн. м³ дров и 256 млн. м³ деловой древесины. Из последней около 30% идет в мало используемые отходы. И эти отходы и дрова могут идти на гидролиз, что в сумме даст 174 млн. м³. До 300 млн. м³ не хватает 126 млн. м³, что пришлось бы восполнить за счет ежегодного прироста лесов, лишь около $\frac{1}{3}$ которого используется в настоящее время, путем освоения новых массивов. Или же придется засадить лесами новые площади в освоенных районах. При среднем годовом приросте 2 м³ на 1 га потребуется 63 млн. га, а для быстрорастущих пород дерева — вдвое меньше. На топливо мог бы идти отходный лигнин. Капиталовложения, энергетические затраты и стоимость продукта могут быть в этом гидролизном варианте подсчитаны точнее на основании данных НИИГО¹. Стоимость 1 т глюкозы 200—250 руб., а дрожжевого белка (считая стоимость дрожжей с 10%-ной влажностью и 40%-ным содержанием белка 170 руб.) — 425 руб. за 1 т. Капиталовложения на 30 млн. т гидролизной глюкозы составляют 7,5 млрд. руб. (не считая расширения производства кислот) и на одновременное получение примерно 8 млн. т дрожжевого белка — еще (по 400 руб. на 1 т) 3,2 млрд. руб., а в сумме — 10,7 млрд. руб.

Таким образом, этот вариант значительно выгоднее первого варианта полного синтеза.

¹ А. И. Козлов. Сборник трудов. Государственный научно-исследовательский институт гидролизной и сульфитно-спиртовой промышленности при Госплане РСФСР. М., Гослесбумиздат, 1962, т. 10, стр. 91; Н. В. Лебедев. Производство пищевой кристаллической глюкозы. Государственный научно-технический комитет Советов Министров СССР. М., Центральное бюро технической информации бумажной и деревообрабатывающей промышленности, 1960.

¹ Д. М. Басин, А. И. Козлов. Вопросы экономической эффективности гидролизной промышленности. М.—Л., Гослесбумиздат, 1960, стр. 95.

² Н. П. Федоренко, Э. С. Савицкий. Очерки по экономике химической промышленности СССР. М. «Высшая школа», 1960, стр. 80.

Таблица 5

Возможные масштабы производства пищевых веществ, необходимых для 250 млн. человек

Вариант производства	Общее количество, млн. т в год	Энергоемкость, млн. т условного топлива в год (5 т/т)	Капиталовложения в млрд. руб. (1500 руб./т)
Только незаменимые аминокислоты	2,4	12	3,6
Незаменимые аминокислоты для добавления к растительному белку*	1—1,2	5,6	1,5—1,8
Все аминокислоты	8	40	12
Вся пища, включая: 8 млн. т аминокислот 10 млн. т жирных кислот 30 млн. т углеводов .	48	240	72
Белково-витаминный концентрат	13(6 млн. т белка)	26**	2,2**
Из древесины: 8 млн. т белка 30 млн. т углеводов	38	12***	10—12****

* Без животноводства.

** Данные Шампанья: капиталовложения 170 руб. на 1 т.

*** 300 кг/т (Басин, Козлов).

**** 300 руб./т (Басин, Козлов).

Наконец, третий вариант индустриального производства пищи учитывает, что сельскохозяйственные углеводы недефицитны, а индустриальным методом должны получаться только белки. При этом подразумевается, что избыток пищевых жиров будет достигнуто вытеснением их из области технического применения. В этом варианте может рассматриваться или получение 6 млн. т белка микробиологическим синтезом, или получение 8 млн. т всех аминокислот, или получение 1—1,2 млн. т незаменимых аминокислот для покрытия их недостатка в растительных белках. Все это в экономическом смысле лишь часть первого чисто синтетического варианта (табл. 5). Получение 6 млн. т микробиологического белка покрывает всю белковую потребность населения страны.

Для доведения в этом белке содержания незаменимых аминокислот до оптимального необходимо произвести еще около

1 млн. т аминокислот. Если использовать только растительные белки, то для повышения их питательности до уровня питательности животных белков или мясоподобных продуктов потребуется такое же количество незаменимых аминокислот.

В этих расчетах, дающих представление лишь о масштабах величин, отражены только расходы. Доходы же от интенсификации способов получения пищи должны превосходить их во много раз.

Разумеется, запасы углеродистых горючих ископаемых в земле не безграничны, хотя новые открытия их все увеличивают. По М. Борну¹, горючих ископаемых на земном шаре может хватить еще на 400 лет. Это такой срок, который позволит ввести в жизнь неограниченные ресурсы энергии ядерного синтеза и использовать безграничные запасы углерода известняковых горных массивов.

Ясно, что индустриально (химически или биохимически) изготовленные продукты питания будут лишь постепенно входить в жизнь, начиная с аминокислотно-белкового комплекса, сначала облагораживая естественную пищу и восполняя недостаток незаменимых аминокислот, затем приобретая самостоятельное значение как дополнительный ресурс белков. Вполне очевидно, что недалеко то время, когда сельскохозяйственные жиры будут вытеснены синтетическими из сферы технического применения, а далее начнется и их вытеснение из пищи.

Представим себе, вслед за Берто, то время, когда экономика синтеза пищи одержала верх над старинными традиционными способами ее получения. Несколько огромных заводов, расположенных в разных местностях страны, богатых углем или нефтью, вырабатывают потребную населению пищу. Занимают они в сумме площадь в несколько сотен квадратных километров. Столь трудоемкое и малоспособное к прогрессу сельское хозяйство отошло в прошлое, за исключением, разве, плодоводства и цветоводства и то главным образом индивидуального и коллективного, но не государственного. Отошла в прошлое и индустрия, снабжающая сельское хозяйство машинами, горючим, удобрениями, средствами борьбы с полевыми вредителями. Освободилось для более производительной работы 34% населения, занятого в народном хозяйстве и ныне работающего в сельском хозяйстве. К этому следует прибавить число работников, занятых в производстве сельскохозяйственных машин, тракторов, сельскохозяйственного грузового транспорта, горючего и всего металла и материалов для них, ядохимикатов и удобрений, так как синтез пищи требует лишь части продукции последних, и т. д. Старая пищевая промышленность уступила место новой, несравненно более компактной. Нет больше неурожайных лет и неурожайных местностей. Нет больше огром-

¹ М. Борн. Физика в жизни моего поколения. Сборник статей. М., ИЛ, 1963.

ных потерь пищи из-за капризов погоды, стихийных бедствий, вредителей, порчи, гнили, мороза и т. д., сегодня потребляющих большую долю урожая, созданы условия превращения деревни в город и городов — в города-сады. Отмерли профессии, связанные с кустарным приготовлением пищи, — повара и кухарки, значительная часть официантов, раскрепощение домашних хозяек стало реальным, так как пища готовая, упакованная, подобно консервам, но, в отличие от них, сполна витаминизированная и полноценная, требует самое большее подогревания. Идеальным становится аспект питания. Стандартная по составу (белки, углеводы, жиры, витамины), приспособленная к возрасту пища лучше обеспечивает нормальные функции организма, чем любая естественная. Нет больше толстяков, ожирения сердца и печени и других подобных болезненных явлений. В случае же тех или иных отклонений от нормы можно подобрать специально выпускаемые для больных диетические рационы с повышенным содержанием или, наоборот, отсутствием тех или иных ингредиентов.

Так, известно, что примерно один ребенок из 25 000 рождается с неработающей ферментной системой фенилаланингидроксилазы. Это ведет к тому, что у него развивается слабоумие, как следствие отравления получаемой из фенилаланина пищи фенилпировиноградной кислотой, тогда как нормально фенилаланин должен был бы превратиться в тирозин. Устранение из диеты такого ребенка фенилаланина и замена его тирозином ведет к нормальному развитию организма ребенка.

Постепенно уменьшается площадь пахотной земли, возрастает лесная и парковая площадь. Прекращается высыхание и обмеление рек, и, наряду с избытком пищи, решается все острее встающий вопрос о недостатке пресной воды на Земле.

Коммунистическое общество выигрывает не только экономически и социально, но и морально. Самое гуманное, оно постепенно ликвидирует жестокий пережиток истории — убой животных.

Все это только постановка проблемы огромного значения, развивающая мысли Берглю и Менделеева. Нужны большие и дружные усилия химиков, биологов-врачей, экономистов для того, чтобы наилучшим образом разработать и поэтапно разрешить эту проблему.

Любой, даже частичный, успех, достигнутый в этом направлении, окупится сторицей. Постепенная рационализация, приводящая к экономии каждого процента пищи, — это колоссальная экономия средств и выигрыш в здоровье населения.

Все это только постановка проблемы — посадка дерева, крона которого уходит высоко в будущее, но корни заложены в почве настоящего и зовут к глубокой разработке.

Мемориальный кабинет
академика А. И. Меньшкова
инвент. № 257

Сдано в набор 17/IX 1965 г. Подписано в печать 13/X 1965 г. Формат 60×90^{1/16}
Печ. л. 1,5. Т-13365. Тираж 4150 экз. Изд. № 556/65. Тип. зак. 2996

Бесплатно

Издательство «Наука». Москва, К-62, Подсосенский пер., 21
2-я тип. издательства «Наука». Москва, Г-99, Шубинский пер., 10