

ЭНДЕМИЗМ ОСТРОВНЫХ СЕМЕЙ *APIS MELLIFERA* — ИСТОЧНИК ХИМИЧЕСКИХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ РАСОВОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ

Л. ПОНЧИНИ
А. ПОНЧИНИ
Б. ПРАШАД
АВСТРАЛИЯ

Введение

Многие авторы (УАЙТ, 1978; РУБИК, 1989; см. лит.) подтвердили, что пролин — это аминокислота, содержащаяся в самом большом количестве в меде. Предполагают, что происхождение пролина из меда терпит влияние трех факторов, а именно: I) типа нектара (БЕКЭР и БЕКЭР, 1982, 1983а, 1983б) или источника жидкого меда (БИИНО, 1971; БЕРГНЕР и ХАН, 1972а; КУЛЛМАН, 1974; БОЗИ и БАТТАЛИНИ, 1978); II) состава богатых в содержании протеинов типов пыльцы (КОМАМИНЕ, 1960; БРИТИКОВ и МУСТАТОВА, 1964; ЛОТТИ и АНЕЛЛИ, 1970); и III) пищеварительных процессов в теле пчел (БАУМГАРТЕН и МОКЕШ, 1956; БЕРГНЕР и ХАН, 1972б).

Обнаружено, что нектар (ХАН, 1970; ХАННИ и ЭЛЬМОР, 1974) содержит мало пролина и таким образом имеет небольшое значение в содержании общего пролина в меде. Ряд авторов (ГРЕЙ, 1952; МИТЛЕР, 1953, 1958; фон ДЕН, 1961; БАСДЕН, 1966) считали, что на содержание аминокислот в нектаре влияют вид растений и окружающая среда.

Однако, ПЕТРОВ (1972) обнаружил, что монофлерный мед с белого клевера содержит много пролина. И падь влияет на содержание пролина в меде (БИИНО, 1971), а роль пыльцы при этом значительна (МАУРИЦИО, 1951).

Эксперименты контролируемого кормления (БАУМГАРТЕН и МОКЕШ, 1956; БЕРГНЕР и КОРОМИ, 1968; БЕРГНЕР и ХАН, 1972а; УАЙТ и РУДИЙ, 1978) при применении сахарных растворов показали, что пчелы вырабатывают богатый в пролине мед и в отсутствии источников пыльцы или нектара, подтверждая этим самым важную роль метаболизма пчелы в уровне содержания аминокислот в меде. Более того БЕРГНЕР и ХАН (1972а) показали, что пчела добавляет пролин к нектару во время сбора, то есть до созревания нектара и превращения его в мед.

Высокое содержание пролина характерно, главным образом, для меда от *Apis mellifera* Linné, самого известного вида медоносной пчелы. В медах от индийской пчелы *Apis cerana indica* (ДЭВИС, 1975) и итальянской *Apis mellifera ligustica* (МИКЕЛОТТИ и МАРГЕРИ, 1969; ЧИРИЛЛИ с сотр., 1973) низкий или необнаруживаемый уровень пролина (рис. 4).

В нашей работе содержание пролина в фиджийском меде от *Apis mellifera* Linné определено и квантифицировано с точки зрения расовой разнообразности в рамках изолированных семей. Метаболические преимущества пролина, стабильности меда и эндемизм пчел, то есть наследников с изменениями, объясняемыми приспособлением к специфичной зоне (ДАРВИН, 1859) обсуждаются с точки зрения состава меда.

Материал и методика

Химический анализ

Образцы меда использованы по указаниям ПОНЧИНИ с сотр. (1984; 1987). Пролин (мг/100 г меда) определен методом Уайта и Рудия (1978) при использовании разбавителей без перекиси водорода (ФОГЕЛЬ, 1967). С помощью водного раствора ($4,34 \times 10^{-3}M$) пролина однородного с хроматографической точки зрения, (№ 32016 из коллекции аминокислот БДХ) получена калиброванная линейная кривая, используя аликоты 2, 4, 6, 8 и 10 мл, каждый из них разбавленный до 100 мл. Абсорбция определена при 520 нм на спектрометре Перкин Эльмер 550 С.

Статистический анализ

Все данные о меде (табл. 1) сокращены на маленькой шкале (ХОЙЗЛЕР и ПОЛЬ, 1973; рис. 2) и представлены линейным графиком (рис. 3) с помощью которого определен фактор стабильности фиджийского меда (Н), применяя следующее отношение: $N = N(x, w, p, g, f)$, где x = пролин (мг/100 г меда); w = вода (%); p = рН, g = фруктоза (%). Упрощение с t и s f = глюкоза (%), (абсцисса и ордината) дало следующие пропорции: $t(f, w) = 0,5x$ и $s(p, g) = 1,8 - t(f, w)$. Графическая проекция на вертикальную ось (3-D) дала формулу $N(x, w, p, g, f) = 52 + [s(p, g) - t(f, w)/22]$ или $N = 52 + 0,9 t/11$ для пролина.

Метаболическое преимущество (М) исчислено как функция $M(x, y)$, где x = пролин (см. выше) и y = трехалоза (эйтрофический сахар меда). Трехалоза содержится в прямо пропорциональных количествах с пролином в меде (СИДДИКИ и ФУРГАЛА, 1967; СИДДИКИ, 1970) и, следовательно $M(x, y)$ эквивалент $x + y$. Но, метаболически говоря, свободная энергия Гиббса трехалозы пропорциональна с \sqrt{x} , то есть, по мере повышения M , $\lim_{y \rightarrow} M(x) = x^2/4 + qx + r$, где r = содержание пролина в меде в зависимости от среды, а q = пропорция энергетических значений.

Фактор географической вариации (GVF_x) пролина определен при применении анализа серийной вариантности (ПОНЧИНИ, 1992). Образцы меда взяты случайно с каждого места так, чтобы вариации по ульям той же местности возможно было считать незначительными.

Внеклиматические условия (источники корма, например) оказались однообразными, лишены какого-либо влияния.

Общая вариантность σ_T^3 (эквивалент 100 единиц вариантности) оказалась линейно зависимой от пролина (σ_T^2) и местности (σ_S^2). Значит, $\sigma_T^2 = 100 = \sigma_x^2 + \sigma_S^2$, то есть $\sigma_S^3 = 100 = \sigma_x^2$. Из этой последней формулы определено количество пролина, на которое среда не влияет, то есть фактор пролина пчелы (V_x) (табл. 1). Определен эндемический фактор (E) с помощью линейной функцией $E = N + M + V_x$.

Результаты и дискуссии

Хорография

В рамках наших исследований по содержанию пролина в фиджийском меде избраны семь областей на главном острове Овалау (табл. 1). Данные области изолированы между собой горами (ДУГЛАС и ДУГЛАС, 1987), а остров Овалау разделен от Вити Леву океаном. Эффективное изолирование островов Фижи и успешное приспособление медоносной пчелы *Apis mellifera* L. к среде (ЛЕЙД-ЛОУ, 1977), способствовали модифицированию популяции пчел острова в эндемическую группу (ДАРВИН, 1859).

В каждой избранной нами местности пасеки статичны, то есть не применяется кочевка, так как полученный мед не предназначен для торговли, а только для местного рынка (Министерство сельского хозяйства Фиджи). Все образующиеся рои мы ловим и возвращаем на место их происхождения. Этим предупреждаем контакт между пчелами различных областей. Нами не отмечены случаи миграции роев в другие зоны (ПОНЧИНИ, 1992).

В указанных выше зонах обильное количество осадков. Во влажной зоне центральных гор Наитасири и вниз по течению реки Ревана-Насину получают сорта меда с высоким содержанием пролина (табл. 1). В зонах с более сухим климатом, недалеко от прибрежной южной зоны к Наусори и Сува, дожди, хотя и проливные, не очень обильны. Испарение влияет на общий уровень влажности, главным образом в сухой сезон к середине года.

Две другие средние зоны характеризуются промежуточными условиями климата и мягкими сухими сезонами. Это остров Овалау, расположенный около плоскогорья и Тайлеву на севере, защищенная от южно-восточных засушливых ветров. Самая засушливая зона — это Лаутока, где засушливый сезон продолжается около семи месяцев (ВАРД, 1965). По мере сокращения количества осадков, сокращается и количество пролина, содержащегося в меде (табл. 1).

Отношение между климатом и пролином поразительно. Средняя содержания пролина отмечена в зоне, расположенной между влажным и средним климатом, на расстоянии 8 миль от Насину. ПОНЧИНИ показал, что данное место является более подходящим для пчелы с точки зрения среды.

Однако, источники корма незначительны. Виды растений однородно распределены на главном острове и отличаются недостоверно от видов растений острова Овалау (ПАРХАМ, 1972). Более того, не отмечено никаких преимуществ от цветочных городских садов Сувы. Уровень пролина в данных медах подобен тому из промежуточных и засушливых зон южно-восточного побережья.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОЛИНА В ФИДЖИЙСКИХ МЕДАХ.
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Таблица 1

Место	Пролин ^a (мг/100 г меда)	Глюкоза ^b	Фруктоза ^b	Вода ^b	pH ^b	σ_s^2 ^e	GVF _x ^f	GVF _s ^g	E _v ^h	B _x ⁱ
Waibau Naitasiri (B)	142	29,7	42,4	17,21	3,65	-42	2,27	-18,50	-20,77	123,50
Waibau Naitasiri (A)	140	29,7	42,4	17,21	3,66	-40	2,24	-17,86	-20,10	122,14
Waibau Naitasiri (C)	128	30,0	42,3	17,17	3,72	-28	2,05	-13,66	-15,71	114,34
Wainibuku Nasinu (B)	128	30,0	42,3	17,17	3,72	-28	2,05	-13,66	-15,71	114,34
Tailevu	114	30,4	42,2	17,13	3,79	-14	1,82	-7,69	-9,51	106,31
Nasinu	112	30,4	42,2	17,12	3,80 ^d	-12	1,78	-6,70	-8,49	105,30
8 Meilen (B) ^c Nasinu	104	30,6	42,1	17,10	3,84	-4	1,66	-2,41	-4,07	101,59
8 Meilen (A) Wainibuku Nasinu (A)	102	30,7	42,1	17,10	3,85	-2	1,63	-1,23	-2,86	100,77
Ovalau	92	30,9	42,0	17,07	3,90	8	1,47	5,44	3,97	88,03
Dilkusha Nausori	74	31,4	41,9	17,01	3,98	26	1,18	22,03	20,85	53,15
Suva	64	31,6	41,8	16,99	4,03	36	1,02	35,29	34,27	29,73
Drasa Lautoka	52	31,9	41,7	16,95	4,09	48	0,83	57,83	57,00	-5,00

- a. Данная работа. Значения пролина (\bar{x}) предполагают равными σ_x^2 по воспроизводимости данных
- b. Значения полученные по формуле регрессии (см. Хойсслер и Пол, 1973), применяя данные Пончини с сотр., 1984, за исключением Пончини с сотр., 1987.
- d. Не имеются первоначальные данные.
- e. Вариация места исчисляется из $\sigma_s^2 = 100 - \sigma_x^2$, где $\sigma_T^2 = 100$ (Пончини, 1992).
- f. Фактор географической вариации для пролина (GVF_x) получается от $\sigma_x^2 \times \frac{1}{63,6} = \sigma_x^2 \times 0,016$, где мировая средняя пролина в медах медоносной пчелы *A. mellifera* Linné составляет около 63,6 мг/100 г меда (рис. 4).
- g. Фактор географической вариации места (GVF_s) получается применяя фракцию $\frac{\sigma_s^2}{GVF_x} = \frac{63,6(100 - \sigma_x^2)}{\sigma_x^2}$.
- h. Вариация среды (E_v) исчисляется как GVF_s - GVF_x.
- i. Фактор пролин из тела пчелы (B_x) получается как $\sigma_x^2 - \frac{\sigma_s^2}{GVF_x}$

Нецветочные источники оказывают влияние в двух случаях. В первых пчелы появились на фабриках по обработке сахарного тростника Наусори и Лаутока где они собирали сладкий сок, истекающий-

ся из трубок (Министерство сельского хозяйства, Фиджи). На Нау-сори умеренный климат, мягкий, сухой и в меде уровень пролина бо-лее низкий среднего. На Лаутоке очень засушливый климат (ВАРД, 1985) и источник сахара (фабрика) не способен компенсировать не-благоприятные условия климата. Молочная фабрика в Насину предо-ставляет источник сладкой жидкости от полоскания цистерн для аро-матизированного молока (ПОНЧИНИ с сотр., 1987). Виды меда из зон, расположенных на расстоянии 8 миль от Насину, где размеще-на молочная фабрика и от Вайнибуку Насину недостоверно отлича-лись по уровню пролина так что речи не может быть об эффекте ис-точника (табл. 1).

Метаболическое преимущество

Обнаружено, что аэробный метаболизм эйтрофических веществ из мышц насекомых обуславливают трехалозу (БРИТТОН с сотр., 1970) и пролин (ГИЛМУР, 1965). Рис. 1 показывает отношение меж-ду данными важными источниками энергии и их химическое расще-пление для образования глюкозы. Пролин входит сначала в цепь Кребса с помощью глутаминовой кислоты (ДЭГЛИ и НИКОЛСОН, 1970). Этот процесс менее непосредствен чем превращение трехалозы в глюкозу (рис. 1).

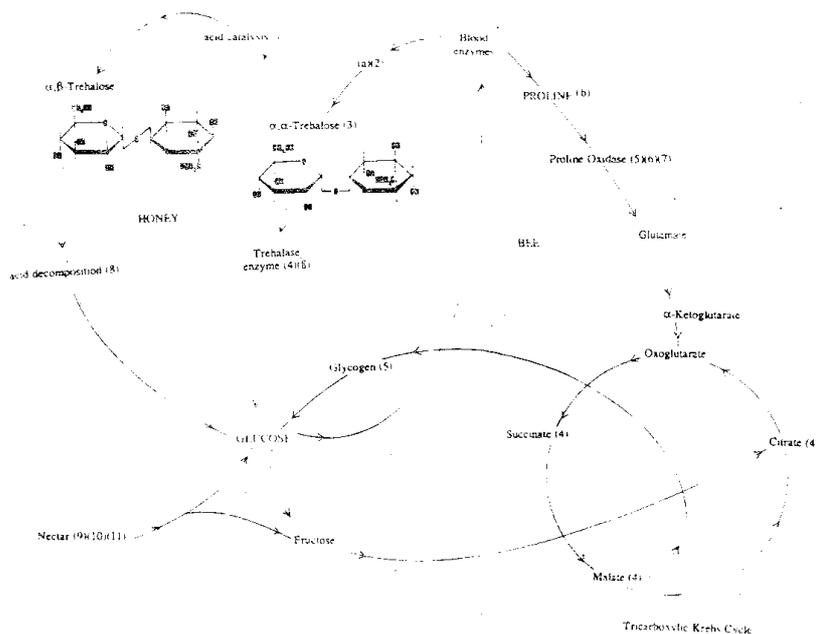
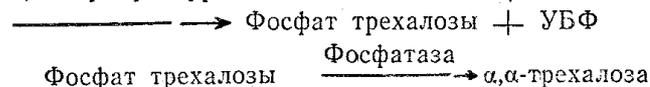


Рис. 1 — *Метаболические пути пролина и трехалозы из гемолимфы*

а) Бифосфат уридина УБФ-д-глюкоза-д-глюкоза-6-фосфат



б) Пролин $\xrightarrow{\text{УБФ}}$ глюкоза
 $\Delta G = -RT \ln K_{eq} = 3,15 \text{ kcal/g}$

в) $\alpha,\alpha\text{-Трехалоза} + 2 \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{УБФ}}$ 2 глюкоза
 $\Delta G = -1,775 \text{ kcal/g (глюкоза)}$

До сих пор преимущества пролина описаны только с качественной точки зрения у пчелы главным образом, сравнительно с другими составными частями гемолимфы. Превращение пролина в глюкозу через цепь Кребса выделяет около 3,15 ккал/г пролина (рис. 1) для каждого г произведенной глюкозы.

Дисахарид трехалоза содержится в натуральном состоянии в виде альфа-бигидрата (ХУДСОН, 1916; КОФФИ, 1967; ФЕРРИЕ и КОЛЛИНС, 1972) в гемолимфе рабочих пчел, трутней и маток (СИДДИКИ, 1970). Ее присутствие в меде обнаружили СИДДИКИ и ФУРГАЛА (1967) в виде альфа и бета изомера. Альфа, альфа-трехалоза в присутствии ферментов и кислот, содержащихся в меде вращается в верхней части гликозидической цепи для образования изомера альфа бета (ПИГМАН, 1957). Несмотря на это, с энзиматической точки зрения лишь форма альфа, альфа-изомерическая расщепляется энзиматическим путем в присутствии трехалозы для образования двух молекул глюкозы (ФОГЕЛ и ГЕОРГ, 1931; БРИТТОН с сотр., 1970). Этот процесс выделяет 3,55 ккал/г трехалозы для каждых двух г глюкозы; сравнительно с пролином она дает лишь 1,775 ккал/г при образовании лишь одной молекулы глюкозы.

Значит пролин в 1,775 раз эффективнее трехалозы. С точки зрения метаболического преимущества (М) энергию от половины молекулы трехалозы надо возвести в квадрат. Затем, по мере того, как пчеле понадобится все больше энергии все эйтрофические источники, то есть трехалозу, следует эквивалировать с пролином для улучшения использования источников гемолимфы. В данных условиях функция М становится функцией лишь пролина (х) и выражается лишь квадратическим уравнением: $M(x) = x^{2/4} + qx + r$. Пропорция значений энергии (q) равна эффективности пролина, то есть 1,775.

Предполагается, что минимальный уровень пролина в меде (r) это вклад пчелы и таким образом зависит от окружающей среды. Значит r можно определять только с помощью фактора пролина из пчелы (табл. 1).

Предполагается что пролин из тела пчелы находится в глюкозе, которая превращается на уровне гемолимфы (табл. 1). Глюкоза — продукт, зависящий от источников корма (нектара). Так как на пчелу влияют климатические и географические факторы, количество (r) пролина в теле пчелы пропорционально с пролином, на который влияют факторы среды.

Стабильность меда

Пролин играет мажорную роль в стабильности меда. Из-за зависимости от среды и метаболического преимущества пролина составные части меда — глюкоза, фруктоза, вода и рН — ровным образом претерпевают биохимические эффекты, а также влияние среды.

Из рис. 2 явно видно, что между этими четырьмя составными частями и пролином имеется линейное отношение. Это наглядно доказывает что и на эти составные части влияет географическое расположение (см. хорографию).

Утверждено, что фруктоза из меда наличествует в виде цикла фруктопираноза и не в виде цикла фруктофураноза (ПРИНС с сотр., 1981). Пиранозная структура особо стабильна в кислотных растворах

и устойчива к разрушению через 5-гидроксиметилфурфуральдегида (КОФФИ, 1967). Из рис. 2 видно, что фруктоза пропорционально повышается по мере увеличения содержания пролина, а это указывает на то, что данная аминокислота не конденсирует вместе с фруктопиранозом в реакции Майяра (Браунинг) (ДАНЕИ и ПИГМАН, 1951).

Повышение содержания аминокислоты (пролина) сопровождается сокращением рН, получаясь более кислая среда (рис. 2). Реакции Браунинга между аминокислотами и восстанавливающими сахарами, производящие «меланоидины» (ГАЙДАК, 1955), показывают слабые взаимосвязи катализирующих щелочей или сольвентов для гаммы рН от 3 до 5 (ВОЛЬФРОМ с сотр., 1953). Глюкоза и фруктоза стабильны при рН 3 (МАТЬЮС и ДЖЕКсон, 1933) и несмотря на то, что мед не столь кислый (УАЙТ, 1978) образцы с высоким уровнем пролина (до 142 мг) близки к значению рН 3,5 (рис. 2). Это подтверждается и наблюдением за цветом (меды с богатым содержанием пролина описаны как виды «ясно-желтого цвета», в то время как меды с низким содержанием пролина имеют сильно оранжевый или сильно коричневый цвет) (ПОНЧИНИ с сотр., 1984).

Аминокислота катализирует мутаобразование восстанавливающих сахаров, главным образом, глюкозы, при гамме рН от 4,0 до 6,5 (ВЕСТГЕЙМЕР, 1937). Лишь образцы меда с Сувы и Лаутоки (см. табл. 1) включаются в эту гамму. Однако, по мере повышения содержания пролина сокращается уровень глюкозы (рис. 2). Это включает расход глюкозы иными механизмами, чем зависимыми от рН, например, образованием перекиси под действием глюкозооксидазы, которое защищает мед против брожения (СИДДИКИ, 1970; БУРДЖЕТТ, 1974; ПОНЧИНИ, 1986).

Этот процесс зависит и от воды, а процент влажности достигает до 17% из максимального уровня пролина (Рис. 2). Следовательно, уровень глюкозы выше в медах, предрасположенных к реакции Браунинга и к нападению бактерий.

Из рис. 2 можно видеть, что четыре реляционные фракции пролина, то есть глюкоза, фруктоза, вода и рН можно сравнивать на «плоском графике» (рис. 3). Здесь, линейное отношение можно выражать в виде двух линейных функций глюкозы и рН и фруктозы и воды, которые названы $s(g, p)$ и, соответственно, $t(f, w)$.

При их доведения до простых фракций (см. координаты s и t из рис. 3) данные две функции пролина (x) можно выражать как: $t(f, w) = 0,5x$ и $s(g, p) = 1,8 - 0,5x$. Прямая подстановка $t(f, w)$ дает $s(g, p) = 1,8 - t(f, w)$, то есть глюкоза и рН зависимы от фруктозы и воды, которые, в свою очередь, зависимы от пролина. Это соответствует результатам из рис. 2.

Если функция линейная $s(g, p)$ (рис. 3) проектирована на вертикали в трехмерном пространстве вдоль перпендикулярной оси пролина (x), тогда полученная таким образом проектированная линия является функцией стабильности меда $H(x, s, t)$. Пункт пересечения с планом s, t соответствует уровню 52 мг пролина, самое низкое значение отмеченное для меда с Фиджи, а кривую можно описать как функцию s и t формулой: $s(g, p) - t(f, w)/114 - 92$ (то есть, повышение/сокращение). Данное выражение можно упрощать, получая $H(x, s, t) = 52 + 0,9t/114$.

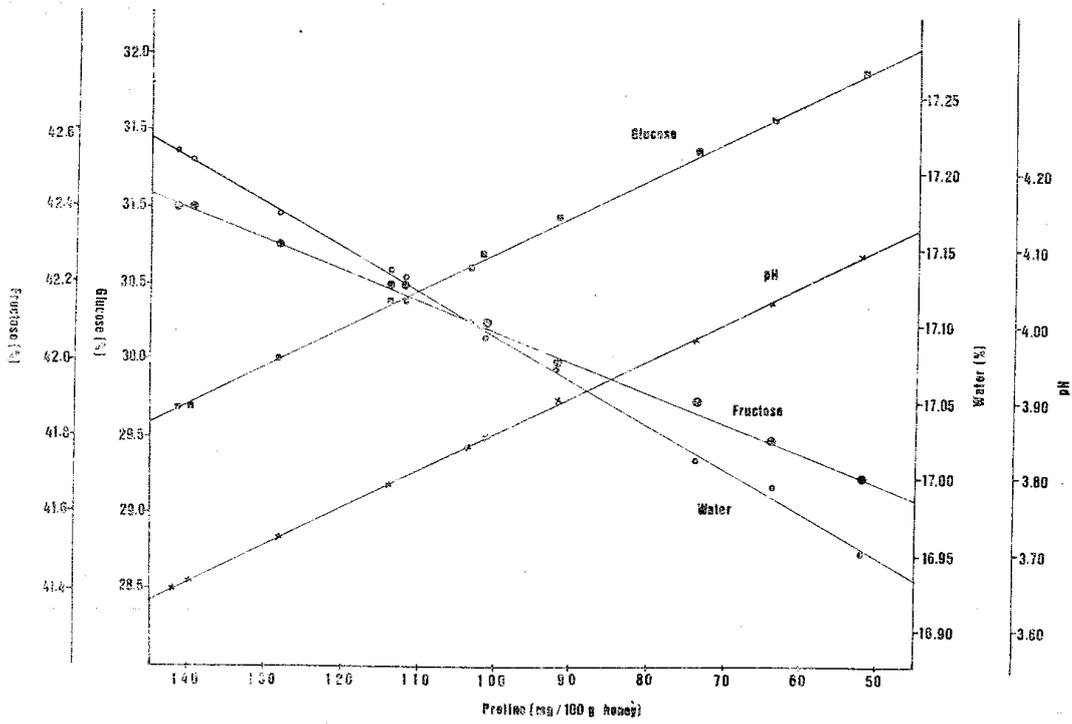


Рис. 2 — Химические отношения медов с о. Фиджи

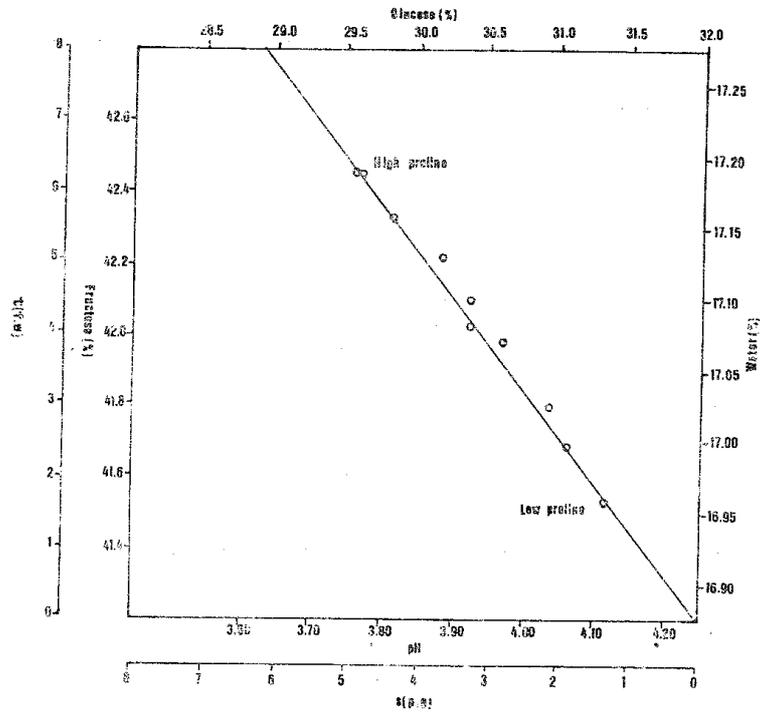


Рис. 3 — Биометрическое представление функции «стабильность меда (H)»
 High proline = высокий уровень пролина, low proline = низкий уровень пролина

Стабильность меда повышается по мере повышения уровня воды и фруктозы. Таким образом на пролин влияет главным образом содержание фруктозы и воды в меде. Данные два параметра растут по мере повышения содержания пролина (рис. 2).

Эндемизм

Содержащийся в меде пролин играет важную роль для химической и питательной его ценности (см. выше) и полезно как химический показатель в установлении степени диверсифицирования рас *Apis mellifera*.

Морфологические изменения, ведущие к дифференцированию рас и даже видов требует не только много времени, но и изолирования ряда селективных группировок ген, которые становятся характерными для определенной зоны (БИЛЛИНГС, 1977). Однако, химические изменения проходят быстрее в рамках одной популяции и они могут способствовать агрегации ряда особей, способных образовать расу (ДАРВИН, 1859).

Так как климат на о. Фиджи варьирует от влажного до мягкого и засушливого содержание пролина сокращается от высоких значений к средним в зонах с мягким климатом и к низким в засушливых зонах (табл. 1). Данная кривая пролина показывает, что пчелы, обитающие во влажных зонах с точки зрения химической отличаются от пчел из более сухих зон и что образована «экологическая цепь» (БИЛЛИНГС, 1977) между этими двумя экологическими крайностями через пчел, содержащих среднее количество пролина.

Принята теория о том, что генетические предшественники *Apis mellifera* происходят из Азии (Фон ФРИШ, 1962) и что черная пчела мигрировала в Европу и Африку (ЛЭЙДЛОУ, 1977).

Среди пород медоносных пчел, развитых из индийской пчелы (*Apis cerana indica*) имеются разновидности черных, желтых и серых европейских пчел (Webster's New International Dictionary of the English Language, 1918). Химический филогенез медоносной пчелы явно отличается по содержанию пролина в меде.

Рис. 4 представляет гистограмму качественной плотности относительно содержания пролина в меде, полученном от трех видов медоносной пчелы: итальянской (*Apis mellifera ligustica*), черной (*Apis mellifera*) и медоносной индийской (*Apis cerana indica*). Интересно отметить, что лишь желтая итальянская пчела радикально отличается от большинства группы мелифера будучи отчетливой не только по цвету и темпераменту, но и по развитию собственной сигнализации (фон ФРИШ, 1962). С химической точки зрения итальянская пчела отличается тем, что в ее меде самый низкий уровень содержания пролина — около 17 мг/100 г меда (рис. 4).

Европейская черная пчела дает мед преобладающе богатым в пролине (мировая средняя: 63,6 мг/100 г меда), с широкой гаммой, достигая высоких значений — до 143 мг/100 г меда.

Данная широкая гамма объясняется вероятно гибридизацией *Apis mellifera* в экономических целях (ТОМСОН, 1924), главным образом пчеловодами-любителями, которые применяют скрещивания, например, линия американско-итальянская (ЛАУСОН, 1945).

В самом низком пункте шкалы (рис. 4) между желтой и черной породами *Apis mellifera* находится индийская пчела (*Apis cerana indica*), дающая мед с низким содержанием пролина (в среднем 35 мг/100 г меда). Из рис. 4 можно видеть, что химическая дивергентность, проявляемая европейскими пчелами ведет к тому, что черная пчела более близка к индийской пчеле чем итальянские подвиды.

Заштрихованная зона рис. 4 показывает наложение уровней пролина медов от индийских и черных европейских пчел. Данное наложение важно по двум причинам. Во-первых из-за того, что оно может доказывать химическую связь между черной и индийской пчелами, проявляющуюся морфологически (фон ФРИШ, 1962) или может быть прямым результатом исчезновения чистой породы. Черные пчелы, обитающие на Фиджи — это *Apis mellifera* L. Они дают очень богатый в пролине мед (в среднем 104 мг/100 г меда), что размещает Фиджи в правой крайности гистограммы черной пчелы (рис. 4).

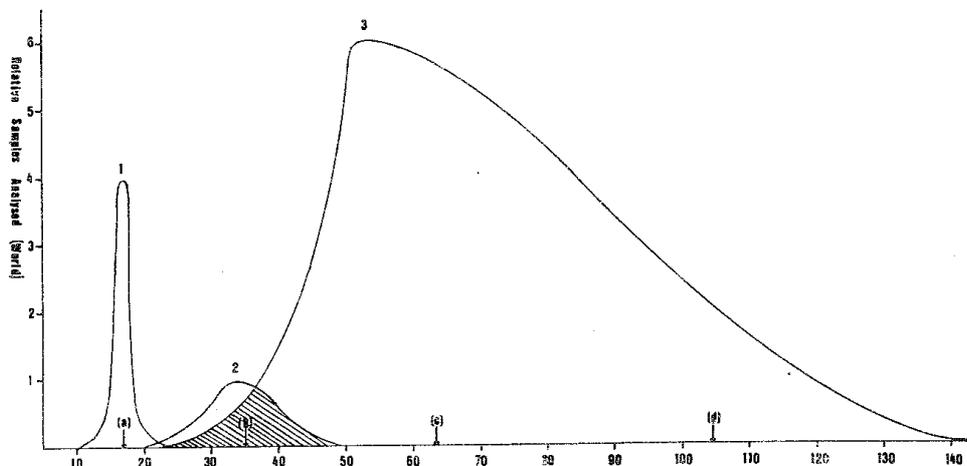


Рис. 4 — Гистограмма качественной плотности (подобны кривым Гаусса) производства пролина тремя видами медоносной пчелы:

1. *Apis mellifera ligustica*. 2. *Apis cerana indica*. 3. *Apis mellifera*.

По вертикали — опытные образцы, по горизонтали — пролин

- a) среднее значение пролина у *Apis mellifera ligustica*
- b) среднее значение пролина у *Apis cerana indica*
- c) среднее значение пролина у *Apis mellifera*
- d) среднее значение пролина у *Apis mellifera* настоящей работы

Применение эндемизма

Влияние среды на пчел, которое, в последнем итоге ведет к эндемической натурализации и даже к дифференцированию по расам всегда было трудно измеряемым элементом. Следующие формулы универсально применяются для любых данных о пролине у *Apis mellifera* и их можно приспособливать для исчисления эндемического фактора популяций пчел.

Фактор географической вариации для пролина (GVI_x) исчисляется из вариантности для пролина σ_x^2 . Он фактически является нормализующим элементом данных. При нормализации сухие зоны приближаются к единице (например, к мировой средней пролина для *Apis mellifera*) а более влажные зоны показывают повышение (даже в три раза) с отклонением от нормы (табл. 1). Частное вариантности места σ_s^2 и GVI_x дает фактор географической вариантности места (GVF_s). У данного количества значение превышает GVI_x , представляющей исходящую к влажным зонам и высокое наклонение к позитивному в сухих зонах. Вариация места достоверна в определении вариации среды E_r (ПОНЧИНИ, 1992) (табл. 1). У E_r высокие отрицательные значения для более влажных зон, где климат благоприятен для производства пролина, а также высокие положительные эффекты в зонах с более суровым климатом.

Значение отрицательных значений E_r отражается фактором пролина пчелы V_x (табл. 1). Это способствует оценке пролина, эффективно произведенного метаболизмом пчелы, а не внешними факторами (среды). Пчела модифицирует качество нектара в процессе производства меда; значит, настоящее качество источника корма не дано внешним фактором, а внутренней реакцией к окружающей среде (БРИТТОН с сотр., 1970) (рис. 1).

Одна из мер данного внутреннего влияния, зависящего от источника корма дана V_x . Чем выше V_x , тем эффективнее производство пролина пчелой. Влажные зоны в самой низкой степени требовательны для пчел, которые производят самые высокие количества пролина, независимого от среды (табл. 1).

Разница между общими значениями пролина σ_x^2 и V_x дает количество пролина в зависимости от среды, которая является постоянной величиной (r) функции метаболического преимущества $M(x)$. Для влажных зон $M(x) = 5311,5$, для более сухих $M(x) = 825,3$. Пропорция влажный/сухой достоверна при 1 : 6,4. Иными словами эффект среды на метаболическое преимущество является в случае производства богатого в пролине меда в 6,4 раз больше в влажных зонах.

Стабильность меда N (как уже доказано), при сравнении мало варьирует в влажных зонах, от 54,1 до 57,8. Пропорция влажный/сухой составляет 1 : 0,94 или эффективно, 1 : 1, что доказывает независимость от среды произведенного пчелой меда.

Эндемический фактор $E = M + N + V_x$ характеризуется гаммой от 874,4 до 549,8 во влажных зонах. Пропорция влажный/сухой составляет 1 : 6,3 и подобна пропорции метаболического преимущества (см. выше).

Из показанных нами данных можно заключить, что эндемизм определенной популяции пчел зависит от факторов среды, влияющих на количество пролина, содержащегося в меде.

Выводы

Пчелиные семьи, обитающие на о. Фиджи, Архипелаг Вити, представляют собой фонд статистических генов на настоящих океанских островах (ДАРВИН, 1859). Физическое изолирование отражается в первой стадии эндемизма, то есть в химическом дифференцировании семей из-за влияний среды. Отмечено, что пчелы, обитающие в благоприятных зонах полностью отличаются от пчел из более сухих и неблагоприятных зон Фиджи, представляя и химические различия по сравнению с популяциями пчел, обитающих в остальных зонах земного шара.

Выражение благодарности

Авторы благодарят господина Д. К. АУТАРА от Министерства сельского хозяйства Фиджи и господина Фр. К. МэкГИР, колледж Сэн Джон, Овалау за образцы меда, предоставленные ими для проведения работы; доктора Ф. Л. ВИММЕРА от Департамента химии, Университет Южного Тихого Океана, за техническую помощь и госпожу В. ЛИВЕРМОР за помощь, оказанную при анализе данных компьютерной системой.

ЛИТЕРАТУРА

- BAKER, H. G., I. BAKER (1982) — Chemical constituents of nectar in relation to pollination mechanisms of phylogeny. In *Biochemical aspects of evolutionary biology*. Ed. M. H. Nitecki. Chicago: University Chicago Press, pp. 131—172.
- BAKER, H. G., I. BAKER (1983a) — A brief historical review of the chemistry of floral nectar. In *The biology of nectaries*. eds. B. Bentley and T. Elias. New York: Columbia University Press, pp. 126—152.
- BAKER, H. G., I. BAKER (1983b) — Floral nectar sugar constituents in relation to pollinator type. In *Handbook of experimental pollination ecology*. eds. C. E. Jones and R. J. Little. New York: Van Nostrand Reinhold, pp. 117—141.
- BALDWIN, E. (1965) — *Dynamic Aspects of Biochemistry*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 298.
- BASDEN, R. (1966) — The composition, occurrence and origin of lerp, the sugary secretion of *Eurymela distincta*, *Proc. Linn. Soc. N.S.W.* 91: 44—46.
- BAUMGARTEN, F., I. MOCKESCH (1956) — Über die papierchromatographische Auffindung freier Aminosäuren im Bienenhonig, *Z. Bienenforsch.* 3(7): 181—184.
- BERGNER, K. G., J. KOROMI (1968) — Zum Aminosäuregehalt von Honigen, *Z. Bienenforsch.* 9(5): 182—184.
- BERGNER, K. G., H. HANN (1972a) — Occurrence and source of free amino acids in honey, *Apidologie* 3(1): 5—34.
- BERGNER, K. G., H. HANN (1972b) — Phenylalanine content of honey, *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft* 11(1): 47—54.
- BIINO, L. (1971) — Analysis of aminoacids in two types of honey, *Riv. ital. Essenze* 53(2): 80—84.
- BILLINGS, W. D. (1977) — Ecology, physiological (plant). In *McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology*. Vol. 4. New York: McGraw-Hill Book Co., p. 447.

- BOSI, G., M. BATTAGLINI (1978) — Gas chromatographic analysis of free and protein amino acids in some unifloral honeys, *J. Apic. Res.* 17(3) : 152—166.
- BRITIKOV, E. A., N. A. MUSATOVA (1964) — Accumulation of free proline in pollen, *Fiziologiya Rast.* 11(3) : 464—472.
- BRITTON, E. B. et al. (1970) — *The Insects of Australia — A Textbook for Students and Research Workers.* Victoria, Australia : Melbourne University Press, p. 144.
- BURGETT, D. M. (1974) — Glucose oxidase : a food protective mechanism in social Hymenoptera, *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 67 : 545—546.
- CIRILLI, G., A. PAPAGHEORGHEU, G. SAVIGNI (1973) — Chemical and nutritional characteristics of honey, *Industria Alimentari* 12(4) : 74—76.
- COFFEY, S. (Ed.) (1967) — *Rodd's Chemistry of Carbon Compounds.* 2nd. Ed. Vol. 1, Part F, Amsterdam : Elsevier Publishing Co., pp. 241, 627.
- CURTI, R., V. RIGANTI (1966) — Ricerche sugli aminoacidi del miele, *Rass. Chim.* 18(6) : 278—282.
- DAGLEY, S., D. E. NICHOLSON (1970) — *Ann Introduction to Metabolic Pathways.* Oxford : Blackwell Scientific Publications, p. 193.
- DANEHY, J. P., W. W. PIGMAN (1951) — Reactions between sugars and nitrogenous compounds and their relationship to certain food problems. In *Advances in Food Research.* Vol. III, New York : Academic Press, pp. 246—248.
- DARWIN, C. (1859) — *The Origin of Species.* Reprinted in *Great Books of the Western World.* Ed. R. M. Hutchins, Vol. 49, Chicago : W. Benton, 1989, pp. 57, 79—80, 198—200.
- DAVIES, A. M. C. (1975) — Amino acid analysis of honeys from eleven countries, *J. Apic. Res.* 14(1) : 29—39.
- Department of Agriculture (Fiji) — Personal communication.
- DOUGLAS, N., N. DOUGLAS (1987) — *Fiji Handbook Business and Travel Guide.* Sydney, Australia : Pacific Publications, pp. 11, 16, 17.
- FERRIER, R. P., P. M. COLLINS (1972) — *Monosaccharide Chemistry.* England : Penguin Books Ltd., p. 236.
- GILMOUR, D. (1965) — *The Metabolism of Insects.* Edinburgh : Oliver and Boyd, pp. 1—195.
- GRAY, R. A. (1952) — Composition of honeydew excreted by pineapple mealybugs, *Science, N.Y.* 115 (2980) : 129—133s.
- HÄUSSLER, E. F., R. S. PAUL (1973) — *Introductory Mathematical Analysis for Students of Business and Economics.* Reston Virginia : Reston Publishing Co. Inc., p. 398.
- HANN, H. (1970) — Zum Gehalt und zur Herkunft der freien Aminosäuren im Honig, *Universität Stuttgart : Dissertation.*
- HANNY, B. W., C. D. ELMORE (1974) — Amino acid composition of cotton nectar, *J. Agric. Food. Chem.* 22(3) : 476—478.
- HASSID, W. Z. (1964) — Carbohydrates. In *McGraw-Hill Yearbook of Science and Technology.* New York : McGraw-Hill Book Co., p. 170.
- HAYDAK, M. H. (1955) — The nutritional value of honey, *Am. Bee J.* 95(5) : 185—191.
- HUDSON, C. S. (1916) — Some numerical relations among the rotary powers of the compound sugars, *J. Am. Chem. Soc.* 38 : 1556—1575.
- KOMAMINE, A. (1960) — Amino acids in honey, *Acta chem. fenn.* B33 : 185—187.
- KULLMAN, E. (1974) — Qualitative determination of free amino acids in some flower honeys, honeydew honeys and mixed honeys, *Apidologie* 5(1) : 21—38.
- LAIDLAW, H. H. (1977) — Beekeeping. In *McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology.* Vol. 2. New York : McGraw-Hill Book Co., p. 135.
- LAWSON, J. A. (1945) — *Honeycraft in Theory and Practice.* 3rd. ed. London : Chapman and Hall, pp. 56—58.
- LOTTI, G., G. ANELLI (1970) — Gli amminoacidi liberi de pollini, *Ind. agrari* 8 : 239—245.
- MATHEWS, J., R. F. JACKSON (1933) — The stability of levulose in aqueous solutions of varying pH values, *Bur. Stand. J. Res.*, 11 : 619.
- MAURIZIO, A. (1951) — Pollen analysis of honey, *Bee Wld.* 32(1) : 1—5.
- MICHELOTTI, P., G. MARGHERI (1969) — Studies on the amino acid content of honey, *Sci. Aliment.* 15(7) : 179—180.
- MITTLER, T. E. (1953) — Amino acids in phloem sap and their excretion by aphids, *Nature, Lond.* 172 : 207.

- MITTLER, T. E. (1958) — Studies on the feeding and nutrition of *Tuberolachnus salignus* (Gemelin) (Homoptera, Aphididae) II, *J. exp. Biol.* 35(1) : 74—84.
- PHAM, J. W. (1972) — *Plants of the Fiji Islands*. Revised Edition. Suva : The Government Printer, pp. 1—462.
- PETROV, V. (1972) — Quantitative determination of amino acids in some Australian honeys by means of an amino acid analyser, *Am. Bee J.* 112(5) : 171—173, 175.
- PIGMAN, W. (1957) — *The Carbohydrates. Chemistry, Biochemistry, Physiology*. New York : Academic Press, p. 488.
- PONCINI, L., B. PRASAD, S. K. SINGH, F. L. WIMMER (1984) — A survey of some Fijian honeys, *N.Z.J. Sci.* 27(2) : 141—144.
- PONCINI, L. (1986) — Recommendations for the prevention of fermentation in Fiji honeys, *Fiji Agric. J.* 48 : 1—3.
- PONCINI, L., F. L. WIMMER, G. F. SHERIDAN PONCINI (1987) — An unusual honey colour resulting from bees feeding on factory wastes, *J. Apic. Res.* 26(4) : 255—260.
- PONCINI, L. (1992) — Bestimmungsmethode der Holozönosewirkungen auf die geographische Verteilung der von *Apis mellifera*-L.-Bienenstöckern erzeugten Wachses, *Apiacta XXVII* (3) : 72—85.
- PRINCE, R. C., D. E. GUNSON, J. S. LEIGH, G. G. McDONALD (1982) — The predominant form of fructose is a pyranose not a furanose ring, *Trends Biochem. Sci. (Pers. Ed.)* 7(7) : 239—240.
- ROUBIK, D. W. (1989) — *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 36.
- SIDDIQUI, I. R., B. FURGALA (1967) — Isolation and characterization of oligosaccharides from honey. Part I. Disaccharides, *J. Apic. Res.* 6(3) : 139—145.
- SIDDIQUI, I. R. (1970) — The sugars of honey, *Adv. Carbohydr. Chem. Biochem.* 25 : 285—309.
- THOMSON, J. A. (1924) — Bee. In *The Illustrated Chamber's Encyclopaedia*. Vol. II. London : W. and R. Chambers, Ltd., p. 28.
- VOGEL, A. I. (1967) — *A Text-Book of Practical Organic Chemistry including Qualitative Organic Analysis*. 3rd. ed. London : Longmans. p. 886.
- VOGEL, H., A. GEORG (1931) — *Tabellen der Zucker und ihrer Derivate*. Berlin : Verlag von Julius Springer, p. 41.
- VON DEHN, M. (1961) — Untersuchungen zur Ernährungsphysiologie der Aphiden, *Z. vergl. Physiol.* 45 : 88—108.
- VON FRISCH, K. (1962) — Dialects in the language of the bees, *Sci. Am.* 207(2) : 78—87.
- WARD, R. G. (1965) — *Land use and population in Fiji. A geographical study*. London : Her Majesty's Stationary Office, p. 51.
- Webster's New International Dictionary of the English Language (1918) — Honeybee. Ed. W. T. Harris. Springfield, Massachusetts, U.S.A. : G. and C. Merriam Co., p. 1031.
- WESTHEIMER, F. H. (1937) — Amino acid catalysis of the mutarotation of glucose, *J. Org. Chem.*, 2 : 431—441.
- WHITE, J. W. (1978) — Honey. In *Advances in Food Research*. Vol. XXIV, N.Y. : Academic Press. pp. 287—374.
- WHITE, J. W., O. N. RUDYJ (1978) — Proline content of United States honeys, *J. Apic. Res.* 17(2) : 89—93.
- WOLFROM, M. L., D. K. KOLB, A. W. LANGER (1953) — Chemical interactions of amino compounds and sugars. VII. pH dependency, *J. Amer. Chem. Soc.*, 75 : 3471—3473.