

Академик АН БССР Н. В. ТУРБИН, Л. Г. ГРУЗДЕВ, Э. А. ЖЕБРАК

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ БЕЛКОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Мировое производство белка, по материалам Продовольственной и сельскохозяйственной организации при ООН (ФАО) при пересчете на душу населения составляет в настоящее время около 60 г в сутки при крайне неравномерном распределении ресурсов в различных странах. Развитые в экономическом отношении страны обеспечивают среднесуточную норму потребления белка 80–90 г на душу населения при значительной доле (0,6–0,7) животного белка, а развивающиеся страны 30–45 г с крайне малой долей (0,1–0,2) животного белка. Норма белкового рациона, принятая ФАО, составляет 70 г, с долей животного белка в ней не менее 0,3 (1). Институт питания Академии медицинских наук СССР рекомендует уровень 90–100 г в сутки с долей белков животного происхождения равной 0,6.

Растительный белок значительно отличается от животного своим аминокислотным составом. Более высокое содержание в нем аспарагиновой и глютаминовой кислот, амидов и пониженное — незаменимых, особенно лизина, делает его менее полноценным в пищевом отношении. Несбалансированная аминокислотная композиция растительного белка вызывает пониженное его усвоение организмом (45–70%) (2). Биологическая ценность белков злаков (как соотношение их незаменимых аминокислот и соответствующих аминокислот животного белка) значительно уступает белкам животного происхождения (3).

Обобщение и обработка статистическими методами громадного фактического материала по белковости и аминокислотному составу зерновых злаков, накопленного отечественными (4–6) и зарубежными исследователями (7–11) позволило вывести ряд корреляционных закономерностей. Установлено, что повышение урожайности связано с некоторым снижением содержания в зерне азота и белка (12). Повышение белковости зерна ячменя коррелирует с общим накоплением основной массы аминокислот (7), но приводит к снижению содержания в белках лизина ($r = -0,80$) и возрастанию глютаминовой кислоты ($r = 0,95$), что связано с изменениями фракционного состава белков (9, 10).

В наших исследованиях проводилось определение степени взаимодействия биологической ценности белков зерна злаков с содержанием в них отдельных аминокислот. Для этого был проанализирован аминокислотный состав суммарных белков и фракций растворимых в воде, растворе соли, спирте и щелочи (13) у 80 образцов пшеницы, ржи, ячменя и тритикале, а также использован имеющийся в литературе материал (4, 6, 12, 14, 16). Для белков и их фракций по аминокислотному составу рассчитывался индекс биологической ценности белков (б.ц.б.) в сравнении с белками куриного яйца (3), б.ц.б. которых равна 100%. Усредненные данные анализов по незаменимым аминокислотам приведены в табл. 1.

Содержание незаменимых аминокислот во фракциях белков зерна различных злаков варьирует в значительной степени. В среднем биологическое качество белков ржи и ячменя несколько превосходит пшеницу. Тритикале (15) занимает промежуточное к пшенице и ржи положение. Б.ц.б. фракций зерна колеблется от 32 у проламинов до 78 для альбуминов и

Таблица 1

Содержание незаменимых аминокислот в белковых фракциях и суммарном белке зерновых культур, г на 100 г белка

Аминокислоты	Пшеница		Рожь		Тригикале		Ячмень	
	фракции белка	суммарный белок	фракции белка	суммарный белок	фракции белка	суммарный белок	фракции белка	суммарный белок
Лизин	0,6--4,7	3,2	0,9--4,8	3,8	1,1--6,3	3,6	0,9--6,9	3,3
Гистидин	1,2--2,5	2,3	1,4--3,0	2,5	2,1--3,4	2,5	0,5--2,9	2,1
Треонин	1,6--3,7	2,7	1,7--4,1	3,0	1,9--4,2	2,9	2,2--6,0	3,4
Валин	3,8--7,5	5,7	4,2--5,9	5,6	3,6--6,1	5,6	2,6--8,4	5,7
Метионин	0,1--2,3	1,3	0,5--2,1	1,4	0,2--2,0	1,3	1,0--1,7	1,2
Изолейцин	2,5--4,7	3,4	2,7--4,2	3,3	2,9--4,3	3,4	3,0--4,6	3,6
Лейцин	5,5--9,5	6,0	5,0--7,8	5,4	5,9--7,0	5,5	6,2--8,5	8,1
Фенилаланин	4,0--7,3	5,1	3,9--4,7	4,4	3,7--4,7	4,5	4,3--7,6	5,6
Триптофан	0,1--1,6	1,2	0,3--1,4	1,2	0,3--1,4	1,3	0,1--1,7	1,4
Белок, %	9--16		7--14		12--15		9--12	
Б.д.б., %	32--74 58		36--75 60		43--74 59		41--78 62	

глобулинов. Высокой сбалансированностью характеризуется состав неэкстрактивного белка. На биологическую ценность белков, согласно результатам регрессионного анализа, наиболее сильно влияет содержание в них триптофана, лизина, треонина и метионина (рис. 1). При этом возрастание индекса б.д.б. связано со статистически достоверным увеличением в белке этих аминокислот. Коэффициенты парной корреляции лежат в пределах 0,70--0,90, являясь достоверными при уровне значимости 0,01. Регрессионный анализ взаимодействия показывает, что наибольшее влияние на индекс б.д.б. оказывает триптофан (с изменением его содержания на 1 г на 100 г белка б.д.б. меняется на 24%), метионин (на 14%), треонин (на 13%) и лизин (на 7%).

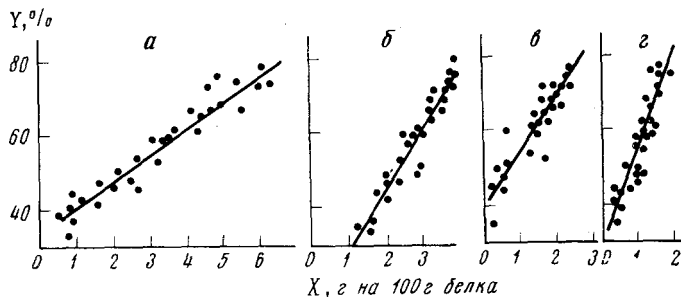


Рис. 1. Биологическая ценность фракций белков пшеницы и ржи как функция (Y) содержания критических незаменимых аминокислот (X). а - лизин, $r=0,89\pm 0,11$, $y=32,63+7,17x$; б - треонин, $r=0,83\pm 0,13$, $y=19,03+13,0x$; в - метионин, $r=0,71\pm 0,17$, $y=40,84+14,2x$; г - триптофан, $r=0,79\pm 0,14$, $y=31,51+24,2x$

Биологическая ценность белков ячменя определяется в основном содержанием в них триптофана и лизина (рис. 2). Коэффициенты парной корреляции для них составляют 0,60 и 0,81. Для треонина и метионина полученные коэффициенты равны соответственно $0,49\pm 0,17$ и $0,35\pm 0,19$, т. е. на ценность белков ячменя эти аминокислоты оказывают значительно меньшее влияние, чем в белках пшеницы и ржи. Для остальных аминокислот получены несущественные значения коэффициента парной корреляции.

Содержание глутаминовой кислоты во фракциях и суммарном белке зерновых злаков колеблется от 12 до 40 г на 100 г белка, как правило, обратно пропорционально к большинству незаменимых аминокислот. Фрак-

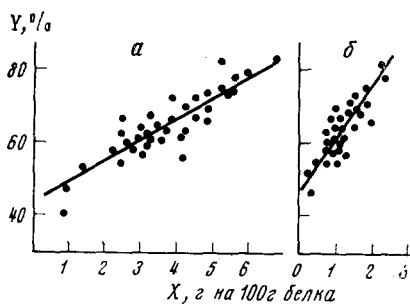


Рис. 2

Рис. 2. Зависимость биологической ценности фракций белков ячменя (Y) от содержания в них лизина и триптофана (X). a — лизин, $r=0,81\pm 0,12$, $y=43,34+5,48x$; b — триптофан, $r=0,60\pm 0,16$, $y=47,39+13,4x$

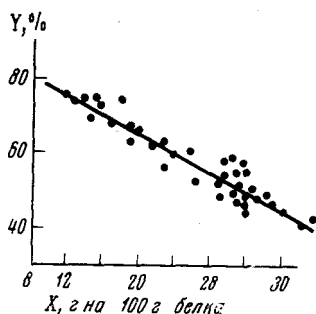


Рис. 3

Рис. 3. Зависимость биологической ценности фракций белков (Y) пшеницы и ржи от содержания в них глютаминовой кислоты (X). Глютаминовая кислота, $r=-0,77\pm 0,15$, $y=90,09-1,30x$

ции белков с наименьшим содержанием глютаминовой кислоты наиболее близки к животным белкам по полноценности. Уменьшение глютаминовой кислоты в белке на 1 г повышает его ценность на 1,2—1,5% (рис. 3).

Величина индекса б.ц.б. связана с накоплением азота зерновкой линейной зависимостью. Для 50 образцов пшеницы и ржи с колебанием содержания азота 1,2—2,9% регрессионный анализ дал следующее уравнение: б.ц.б. = $80,3 - 6,54 \cdot \% N$ при $r = -0,60 \pm 0,18$.

Полученные статистические закономерности позволяют при проведении отдельных анализов (азот, лизин и др.) с достаточной степенью точности находить более сложные характеристики качества зерна. Регрессионный анализ подтвердил, что для зерновых злаков лимитирующими качеством аминокислотами являются лизин, треонин, триптофан и метионин.

Отделение растениеводства и селекции
ВАСХНИЛ

Поступило
20 VI 1974

Центральный институт агрохимического
обслуживания сельского хозяйства
Москва

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ FAO. Nutrition Meetings Report, Ser. № 37, 1965; Production Yearbook, FAO, № 25, Rome, 1971. ² K. J. Carpenter, Proc. Nutr. Soc., v. 29, № 1, 3 (1970). ³ Л. Г. Груздев, Е. В. Седова, В. В. Лазаренко, Изв. ТСХА, в. 2, 86 (1974). ⁴ Д. Д. Брежнев, Вестн. с.-х. науки, № 3, 18 (1974). ⁵ А. Я. Трофимовская, Тр. по прикл. бот., генет. и селекции, т. 49, в. 3, 109 (1973). ⁶ П. Ф. Гаркавый, А. Ф. Сысоев, Е. И. Имшенецкий, Научно-технич. бюлл. Всесоюз. селекционно-генетич. инст., в. 11, 34 (1969). ⁷ J. G. Dingle, J. M. McEwan, N. Z. J. Agric. Res., v. 15, 516 (1972). ⁸ L. Munck, Seed Proteins Am. Chem. Soc. Symp., Los Angeles, 1971, 1972, p. 144. ⁹ O. E. Eggum, Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelk., B. 26, 2, 65 (1970). ¹⁰ S. Thomke, *ibid.*, v. 27, 1, 23 (1970). ¹¹ H. W. Ohm, F. L. Patterson, Crop. Sci., v. 3, 1, 27 (1973). ¹² В. Д. Наволоцкий, Научн. тр. по с.-х. биол., Всесоюз. селекционно-генетич. инст., 1972, стр. 128. ¹³ В. П. Пleshков, Практикум по биохимии растений, М., 1968. ¹⁴ А. А. Созинов, Ф. А. Попереля, Научно-технич. бюлл. Всесоюз. селекционно-генетич. инст., в. 11, 36 (1969). ¹⁵ А. Ф. Шульдин, Н. Г. Максимов, Вестн. с.-х. науки, № 3, 29 (1974). ¹⁶ А. Н. Павлов, Сб.: Физиология растений в помощь селекции, «Наука», 1974, стр. 178.