

**ПЕРЕХОД НА АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ БЕЛОК: ПРЕДПОСЫЛКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ**  
**SWITCHING TO AN ALTERNATIVE PROTEIN: BACKGROUND AND PROSPECTS**

**В. Д. Гостюхин**, студент

**Н. Л. Лопаева**, кандидат биологических наук, доцент

Уральский государственный аграрный университет

(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

*Рецензент:* О. В. Горелик, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Аннотация**

За последние годы тема альтернативных источников белка превращается из локальной, обсуждаемой лишь среди ученых-нутрициологов в мировой тренд пищевой индустрии. Главная причина заключается в ускоренном росте населения вследствие высокой рождаемости и снижению смертности. Во многом нынешнее положение основано на достижениях современной науки и медицины, при этом значимую роль играет также отсутствие просвещения во многих странах, местные религиозные и социально-культурные особенности. Для роста и развития любому организму требуется белок именно животного происхождения из-за содержания в нём полезных аминокислот. Однако, не все страны имеют потенциал с точки зрения ресурсов, территорий и климатических условий для обеспечения себя продовольствием в должной мере. В данной статье описаны современные исследования нутрициологии на тему альтернативного источника протеина.

**Ключевые слова:** нутрициология, альтернативный белок, альтернативный протеин, перенаселение, пищевая промышленность, биотехнологии, насекомые

**Summary**

The main two reasons for the increase in the number of people are an increase in the birth rate and a decrease in mortality. They are largely based on the achievements of modern science and medicine, but an important role is also played by the lack of education in many countries, the religious and socio-cultural characteristics of the population. For growth and development, any organism requires protein of animal origin due to the content of useful amino acids in it. However, not all countries have the potential in terms of resources, territories and climatic conditions to provide themselves with food adequately. This article describes modern nutritional research on the topic of an alternative source of protein.

**Keywords:** nutritionology, alternative protein, overpopulation, food industry, biotechnology, insects.

К 2050 году население земли достигнет 9,7 миллиарда человек, причем значительная часть прироста придется на страны с низким и средним уровнем дохода [1]. Прогнозируется, что экономическое развитие и усиление урбанизации приведут к быстрому росту потребления белка, особенно белков животного происхождения. Удовлетворение спроса на белки при соблюдении экологических ограничений является огромной проблемой. Диверсификация источников белка является обязательной, с частичной заменой животных белков альтернативными устойчивыми источниками белка. Тем не менее, животные белки считаются эталонными с точки зрения качества питания, и при рассмотрении новых источников белка следует уделять внимание качеству, особенно с целью снижения потребления белка во всем мире. Качество

питания можно оценить по способности пищевого белка покрывать потребности в незаменимых аминокислотах, чтобы адекватно поддерживать синтез белка в организме для поддержания и роста, и обычно оно основано на аминокислотном составе белка и усвояемости [2].

В последние годы появились новые источники белка для поддержки перехода к более устойчивому производству продуктов питания. Растительные белки из бобовых, орехов или семян масличных культур представляют собой основные возможности для удовлетворения растущей потребности в белке, но изучаются и менее традиционные источники, такие как микроорганизмы (водоросли, бактерии или дрожжи) или насекомые. Съедобные насекомые являются интересным устойчивым источником белка из-за низких выбросов парниковых газов, потребления воды и сельскохозяйственного использования земель, связанных с их производством, а также высокой эффективности переработки корма [3]. Энтомофагия существует уже много тысяч лет. Сегодня 2 миллиарда человек во всем мире традиционно едят насекомых, в основном в Азии, Африке и Южной Америке. Около 2000 видов насекомых считаются съедобными, и большинство из них собраны в дикой природе. Гусеницы, жуки, сверчки, пчелы и тараканы являются одними из наиболее распространенных съедобных насекомых. По большей части насекомые богаты белками и жиром, а также могут быть важным источником микроэлементов [4]. Однако существуют большие различия в питательном составе насекомых, которые обусловлены различиями между видами, стадиями развития и кормом. Содержание белка варьируется в среднем от 35% (в пересчете на сухое вещество) для видов отряда Isoptera (термиты) до 61% для видов отряда Orthoptera (кузнечики, саранча, сверчки). Для сравнения, мясо содержит около 60% белка (в пересчете на сухое вещество), бобовые около 20% и орехи около 15% -20%. За редким исключением, насекомые представляют собой хорошо сбалансированный аминокислотный состав, который отвечает потребностям взрослых в незаменимых аминокислотах. Они особенно богаты фенилаланином и тирозином, а у некоторых насекомых высокое содержание триптофана, лизина или треонина.

Энтомофагия — это обычай предков, распространенный в Юго-Восточной Азии, на Африканском континенте и в Южной Америке. В западных странах потребление ниже из-за существующего культурного предубеждения в отношении насекомых как пищи. Использование насекомых в качестве пищи потенциально может решить проблемы, связанные с неэффективным использованием водных ресурсов и верхнего слоя почвы. В этом смысле академические институты, промышленные предприятия и правительственные учреждения прилагают усилия в попытке уменьшить негативное восприятие насекомых создания методов обработки, улучшающих вкус, а также для распространения информации о пользе потребления насекомых. Основными преимуществами насекомых в качестве пищевого варианта являются содержание белка, способного удовлетворить потребности человека, и высокая эффективность производства по сравнению с другими традиционными группами продуктов питания, такими как мясо. Однако белки насекомых обладают низкой усвояемостью из-за присутствия хитина, который придает им жесткость и делает их устойчивыми к гидролизу пищеварительными ферментами. Следовательно, могут образовываться нерастворимые осадки, которые снижают биодоступность минералов и снижают усвояемость белков в тонком кишечнике. Кроме того, наличие высоких уровней гидрофобных аминокислот обеспечивает низкую растворимость и ограничивает использование белков насекомых в пищевых продуктах.

Хотя 25% населения мира регулярно едят насекомых, в Европе это составляет всего около 0,1% (9 миллионов) (Международная платформа насекомых для продуктов питания и кормов 2020). Несмотря на психологические, социальные и этические колебания европейцев в отношении потребления насекомых, положительный экологический эффект, высокая питательная

ценность и необходимость использования альтернативных источников белка, по-видимому, способствуют прогнозируемому росту европейского сектора насекомых. Международная платформа насекомых для продуктов питания и кормов (2020, к 2030 году производство увеличится до 260 000 тонн, а 50% европейцев будут потреблять насекомых. Быстрое разрешение на продажу насекомых в качестве пищи в соответствии с Новым регламентом по пищевым продуктам представляется необходимым условием для этого роста. В настоящее время потребляются цельные насекомые, но в ближайшие пять лет тенденции будут в сторону специализированных / функциональных продуктов, хлебобулочных изделий и мясных аналогов. С 2020 года желтый мучной червь (Личинка *Tenebrio molitor*) была первым видом, который был признан безопасным для употребления в качестве нового продукта питания в ЕС.

С 1970-х годов исследования были направлены на оценку питательных качеств белков насекомых путем измерения показателей качества, таких как коэффициент полезного действия белка, чистое использование белка или усвояемость белка. Из-за разнообразия видов данные на моделях *in vitro* показали, что усвояемость белка насекомыми колеблется от 60% до 95% [5]. Имеются ограниченные данные о качестве белка насекомых *in vivo*, но в последние годы мы наблюдаем повышенный интерес, все больше и больше исследований на животных моделях, таких как крысы или свиньи, и некоторые совсем недавние исследования на людях. У крыс сообщалось о переменных значениях истинной усвояемости фекального белка [6], с относительно низкой усвояемостью (80-85%) для сверчков или кузнечиков, но высокой усвояемостью (90-95%) для термитов или мучных червей [7]. Наличие хитина, нерастворимого волокна, содержащегося в экзоскелете насекомых, может объяснить низкие показатели усвояемости. Поскольку усвояемость отдельных аминокислот может отличаться от усвояемости белка, истинная усвояемость аминокислот в подвздошной кишке теперь предпочтительнее, чем усвояемость фекального белка для оценки качества белка [8]. Однако измерение перевариваемости в подвздошной кишке является сложной задачей, поскольку для сбора дигесты из терминальной части подвздошной кишки необходимы инвазивные процедуры. Следовательно, исследования перевариваемости аминокислот в подвздошной кишке из новых источников белка все еще относительно скудны, особенно у людей. Что касается перевариваемости насекомых, 2 недавних исследования на растущих свиньях, оснащенных подвздошной T-образной канюлей, показали, что средняя усвояемость аминокислот домашней мухой, черной солдатской мухой и личинками черной солдатской мухи составила 96%, 84% и 88% соответственно. Эти результаты показывают, что усвояемость аминокислот насекомыми в значительной степени варьируется от одного вида к другому, даже в пределах порядка.

Помимо усвояемости аминокислот, метаболические реакции тканей-мишеней на прием белка могут иметь особое значение для определения функциональных характеристик пищевых белков. Действительно, кинетика поглощения аминокислот во время переваривания сильно влияет на анаболизм белка во всем организме [9]. В этом выпуске *Американского журнала клинического питания* Херманс и др. впервые сообщают данные о постпрандиальной пищевой аминокислотной кинетике и анаболических свойствах белка насекомых у людей с использованием изотопных подходов [10]. В двойном слепом рандомизированном исследовании они оценили влияние меньшего потребления белка личинками мучного червя (разновидности жука) по сравнению с молоком, высококачественным источником белка, на аминокислотную кинетику плазмы и синтез мышечного белка у здоровых молодых мужчин в состоянии покоя и во время восстановления после физических нагрузок. Прием мучного червя и молочного белка (30 г) привел к быстрому повышению концентрации аминокислот в плазме и высвобождению

дению пищевого фенилаланина в плазме, что указывает на быстрое усвоение обоих белков. Хотя белок насекомых вызывал более низкий пик незаменимых аминокислот, особенно лейцина, постпрандиальное увеличение скорости синтеза мышечного белка в состоянии покоя или после тренировки не отличалось между белками мучных червей и молочных белков. Включение диетического фенилаланина в мышечный белок *de novo* также было сопоставимым между 2 источниками белка. Эти данные наглядно демонстрируют, что обработка белка мучных червей после приема пищи существенно не отличается от высококачественного белка, такого как молоко. Хорошо сбалансированный состав незаменимых аминокислот вместе с быстрой и, вероятно, высокой усвояемостью аминокислот мучных червей может объяснить хорошие анаболические свойства этого источника белка.

Белковые изоляты из растений обычно обладают сниженным анаболическим эффектом по сравнению с животными белками из-за более низкого содержания незаменимых аминокислот (особенно лейцина) и более низкой усвояемости [11]. Следовательно, данные Hermans и др. [12], способствуют продвижению съедобных насекомых в качестве высококачественного источника белка для потребления человеком. Для дальнейшей оценки потенциала различных насекомых в удовлетворении глобального спроса на белок требуется больше данных о качестве белков насекомых по сравнению с

### Библиографический список

1. Организация Объединенных Наций, Департамент по экономическим и социальным вопросам, Отдел народонаселения. Перспективы народонаселения мира в 2019 году: основные моменты. Нью-Йорк:
2. Организация Объединенных Наций; 2019.
3. FAO. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation [Food and Nutrition Paper no. 92]. Rome (Italy): FAO; 2013.
4. *van Huis A., Oonincx D.* The environmental sustainability of insects as food and feed // A review. *Agron Sustain Dev.* 2017;37(5):43.
5. *Rumpold B. A., Schluter O. K.* Nutritional composition and safety aspects of edible insects // *Mol Nutr Food Res.* 2013. № 57 (5). P. 802-23.
6. *Churchward-Venne T. A., Pinckaers P. J. M, van Loon J. J. A., van Loon L. J. C.* Consideration of insects as a source of dietary protein for human consumption // *Nutr Rev.* 2017. № 75 (12). P. 1035-45.
7. *Jensen L. D., Miklos R., Dalsgaard T., Heckmann L-H., Nørgaard J.* Nutritional evaluation of common (*Tenebrio molitor*) and lesser (*Alphitobius diaperinus*) mealworms in rats and processing effect on the lesser mealworm // *J Insects Food Feed.* 2019;5(4):257–66.
8. *Oibiokpa F. I., Akanya H. O., Jigam A. A., Saidu A. N., Egwim E. C.* Protein quality of four indigenous edible insect species in Nigeria // *Food Sci Hum Well.* 2018. № 7 (2). P. 175-83.
9. *Tan X., Yang H. S., Wang M., Yi Z. F., Ji F. J., Li J. Z., Yin Y. L.* Amino acid digestibility in housefly and black soldier fly prepupae by growing pigs // *Anim Feed Sci Technol.* 2020. № 263. P. 114446.
10. *Crosbie M., Zhu C., Shoveller A. K., Huber L. A.* Standardized ileal digestible amino acids and net energy contents in full fat and defatted black soldier fly larvae meals (*Hermetia illucens*) fed to growing pigs // *Transl Anim Sci.* 2020. № 4(3). P. txaa104.
11. *Hermans W.J. H., Senden J. M., Churchward-Venne T. A., Paulussen K. J. M, Fuchs C. J., Smeets J. S. J, van Loon J. J. A, Verdijk L. B., van Loon L. J. C.* Insects are a viable protein source for human consumption: from insect protein digestion to postprandial muscle protein synthesis in

vivo in humans: a double-blind randomized trial // Am J Clin Nutr. 2021. DOI: 10.1093/ajcn/nqab115.

12. *van Vliet S., Burd N. A., van Loon L. J.* The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption // J Nutr. 2015. № 145 (9). P. 1981-91.