

УДК 504.06: 575.856(476) (047.31)

Камбурова Венера Сейтумеровна

кандидат биологических наук, заведующая лабораторией

Центр геномики и биоинформатики Академии наук

Республики Узбекистан

venera_k75@mail.ru

Латыпова Эльвира Азатовна

доцент,

кафедра биологии, биологические технологии

и ветеринарно-санитарная экспертиза

elviralat@gmail.com

Venera S. Kamburova

PhD in biology

Head of Laboratory

Center of genomics and bioinformatics of the Academy of Sciences of Uzbekistan

venera_k75@mail.ru

Elvira A. Latypova

Associate professor

Department of Biology, Biological Technology and

Veterinary and sanitary expertise

elviralat@gmail.com

Анализ подходов для оценки воздействия генно-модифицированных организмов на здоровье человека

Analysis of Approaches for Assessing the Impact of Genetically Modified Organisms on Human Health

Аннотация. Обеспечение продовольственной безопасности растущего населения земного шара является одной из основных задач, стоящих перед сельским хозяйством. Для решения этой задачи все шире в сельскохозяйственной практике используют генно-модифицированные сорта растений. При этом, новые генно-модифицированные сорта сельскохозяйственных культур, согласно международным требованиям должны быть подвергнуты оценке их воздействия на здоровье человека. В связи с этим в данной статье обсуждаются подходы, используемые для оценки влияния генно-модифицированных организмов на здоровье человека.

Ключевые слова: генно-модифицированные организмы, биобезопасность, потенциальная токсичность, потенциальная аллергенность.

Annotation. Ensuring the food security of the growing world population is one of the main challenges facing agriculture. To solve this problem, genetically modified plant varieties are increasingly being used in agricultural practice. At the same time, in accordance with international requirements new genetically modified varieties of agricultural crops, must be subjected to an assessment of their impact on human

health. In this regard, this article discusses the approaches used to assess the impact of genetically modified organisms on human health.

Key words: *genetically modified organisms, biosafety, potential toxicity, potential allergenicity.*

Актуальность. Рост населения земли, а также изменение климата создают проблемы для сельского хозяйства и заставляют искать более эффективные подходы для обеспечения продовольственной безопасности [1]. В настоящее время для решения этой проблемы во многих странах применяют подходы генетической инженерии для создания новых более урожайных и устойчивых к стрессам сортов сельскохозяйственных культур [1, 2]. Созданные таким образом новые сорта относят к генно-модифицированным культурам, которые в зависимости от метода модификации делят на 3 основных группы: трансгенные, цисгенные и интрагенные организмы [3].

В настоящее время общая площадь, занятая под посевы ГМ культур, составляет около 190 миллионов га [4]. Применение генно-модифицированных (ГМ) сортов позволяет значительно повысить урожайность, сократить использование гербицидов и инсектицидов, а также уменьшить выбросы углекислого газа в атмосферу [4].

Однако, несмотря на эти преимущества, согласно международным требованиям все ГМ сорта перед высвобождением и применением в сельскохозяйственной практике должны пройти процедуру оценки безопасности, включая их влияние на здоровье человека [5, 6].

Цель исследования. В связи с вышеизложенным, основной целью данной работы являлся анализ методов и подходов, используемых при оценке влияния ГМ организмов (ГМО) на здоровье человека.

Методика исследования. В работе использованы общенаучные и частные методы исследования, такие как системный анализ информации, обобщение полученных результатов, сравнение, систематизация.

Результаты исследования. Оценка влияния ГМО на здоровье человека является одним из основных факторов, определяющих возможность их высвобождения и использования в практике [5, 6]. При этом важнейшими параметрами, определяющими безопасность ГМО для здоровья человека, являются их возможная токсичность и аллергенность [5, 6]. В связи с этим, одним из значимых этапов оценки безопасности ГМО для здоровья человека является оценка их потенциальной токсичности и аллергенности [5-7]. Рассмотрим подходы к оценке потенциальной токсичности и аллергенности ГМО более подробно.

Оценка потенциальной токсичности. Целью токсикологических исследований является характеристика предполагаемых изменений и обнаружение активных веществ или соединений, которые могут оказывать потенциальное токсическое воздействие на живые организмы, включая человека [6, 7]. Любая оценка токсичности ГМ-материала должна проводиться на индивидуальной основе с учетом токсикологического профиля новых интродуцированных веществ [6, 7].

Тестирование на токсичность начинается с биоинформатического сравнения введенного белка с известными белковыми токсинами и антинутриентами [8]. Кроме того, на первом этапе оценки потенциальной токсичности используют *in vitro* стратегии выявления антипитательных или токсических веществ ГМ-кормов включают исследования пути метаболизма в растениях, такие как омикс-методы, которые могут способствовать лучшему пониманию сложных плеiotропных эффектов новых сортов растений [9, 10]. Кроме того, можно проводить анализы *in vitro* с желудочными ферментами, культивируемыми клеточными линиями, рецепторными белками и исследования на животных *in vivo* [7].

На втором этапе проводят исследования *in vivo*, оценивая острую (14 дней исследований), подострую (28 дней исследований), хроническую (90 дней исследований) или специфическую токсичность [9]. В острых токсикологических исследованиях определяются такие показатели, как LD₅₀, ADI и NOAEL [9, 11]. В исследованиях подострой и хронической токсичности оценивают такие показатели, как прибавку в весе, потребление корма, гематологию, анализ ферментов, общую патологию и гистопатологический анализ [12]. В исследованиях специфической токсичности оценивают влияние ГМО на репродуктивный потенциал, генотоксичность, канцерогенность и другие показатели [12].

Оценка аллергенного потенциала. Пищевая аллергия — это неблагоприятная иммунологическая реакция на безвредную в остальном пищу или пищевой компонент [8]. В то время как наиболее распространенные пищевые аллергены были идентифицированы и охарактеризованы, другие до сих пор остаются неизвестными. Известно 1313 или предполагаемых аллергенов, что составляет очень небольшой процент всех пищевых белков [8]. Большинство белков, способных вызывать аллергию у людей, присутствуют в концентрациях 1% и более [8].

В 2001 году ФАО разработала руководство для оценки аллергенности ГМ пищевых продуктов [13, 14]. На основании этих документов часто проводятся непрямые тесты на аллергенность, включающие в себя биоинформатическое сравнение последовательностей длиной 80 аминокислот с последовательностями известных аллергенов и проверка устойчивости исследуемого аллергена к перевариванию пепсином [13-15]. После предварительной характеристики структурных и физико-химических особенностей исследуемых белков проводятся специфические иммунологические исследования, позволяющие окончательно установить, являются ли тестируемые белки аллергенами [13-15]. На первом этапе проведения этих исследований проводят специфический сывороточный скрининг, определяя реактивность трансгенного белка со специфическими IgE из сыворотки крови людей, чувствительных к белкам организма-донора [14, 15]. Помимо этого, для иммунологических исследований *in vitro* используют тесты твердофазной иммунологической диагностики — радио-аллергосорбентный анализ и ферментный иммуносорбентный анализ [16]. При исследованиях *in vivo* используют кожный тест [15, 16] и наиболее

чувствительный иммунологический тест – двойная слепая плацебо-контролируемая пищевая провокация [16]. При этом для оценки изменения аллергенного потенциала организма-реципиента иммунологическая аллергическая реакция измеряется в ответ на смесь (экстракт) белков ГМО (а не на выделенный отдельный продукт трансгена) [16]. Проведение полной оценки потенциальной аллергенности ГМО позволяет с большой долей вероятности предсказать появление аллергических реакций у человека при употреблении в пищу продуктов, содержащих ГМО.

Заключение. В заключение следует отметить, что ни один поступивший до настоящего времени на товарный рынок продукт питания, изготовленный из ГМО, не обладает потенциальной токсичностью и аллергенностью для человека, чем его традиционные аналоги. При этом постоянно продолжается работа по оптимизации предложенной процедуры оценки потенциальной токсичности и аллергенности и выработки единых международных стандартов оценки.

Литература.

1. *van Meijl H. Modelling alternative futures of global food security: Insights from FOODSECURE. / H. van Meijl, L. Shutes, H. Valin, E. Stehfest, M. van Dijk, et al.// Global Food Security. – 2020. – v. 25. – Article 100358.*
2. *Saina Ch.K. Climate Change and Food Security. // In: Silvern S., Young S., editors. Environmental Change and Sustainability. / Ch.K. Saina, D.K. Murgor, F.A.C. Murgor // InTechOpen. – 2013. – p. 235-257*
3. *Li R. Molecular characterization of genetically-modified crops: Challenges and strategies. / R. Li, Sh. Quan, X. Yan, S. Biswas, et al.// Biotechnol Adv. – 2017. – v. 35(2). – p. 302-309*
4. *ISAAA. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2019: Biotech Crops Drive SocioEconomic Development and Sustainable Environment in the New Frontier. – 2019. – ISAAA Brief No. 55. – ISAAA: Ithaca, NY. – 20 p.*
5. *OECD. Safety Evaluation of Foods Produced by Modern Biotechnology – Concepts and Principles. – 1993. – OECD: Paris. – 77 p.*
6. *SCBD. Cartagena protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity: Text and Annexes. – 2000. – Montreal: Secretariat on Biological Diversity. – 29 p.*
7. *Giraldo P.A. Safety Assessment of Genetically Modified Feed: Is There Any Difference From Food? / P.A. Giraldo, H. Shinozuka, G.C. Spangenberg, N.O.I. Cogan, K.F. Smith// Front. Plant Sci. – 2019. – v. 10. – Article 1592*
8. *van Rijssen W.J. Safety and Risk Assessment of Food From Genetically Engineered Crops and Animals: The Challenges. // In: Holban A.M., Grumezescu A.M., editors. In Handbook of Food Bioengineering. Genetically Engineered Foods. / W.J. van Rijssen, E.J. Morris. // Academic Press. – 2018. – p. 335-368*
9. *Levitsky E.L. Problem of genetically modified foods safety: a toxicologists view. / E.L. Levitsky // Biotechnol. Acta. – 2016. – v. 9(1). – p. 7–25*
10. *Fernandez A. Unintended effects in genetically modified food/feed safety: a way forward. / A. Fernandez, C. Paoletti. // Trends In Biotechnol. – 2018. – v. 36(9). – p. 872–875*

11. *OECD. Consensus documents for the work on the safety of novel food and feeds. – 2016. – 63 p.*
12. *OECD. OECD Guidelines for the testing of chemicals. Repeated Dose 28-Day Oral Toxicity Study in Rodents. – 2016. – 21 p.*
13. *FAO. Evaluation of allergenicity of genetically modified foods. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Allergenicity of Foods Derived from Biotechnology. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization. – 2001. – FAO, Rome, Italy. – 27 p.*
14. *CAC/GL 44-2003. Principles for the risk analysis of foods derived from modern biotechnology. – 2003. – 3 p.*
15. *CAC/GL 45-2003. Guideline for the conduct of food safety assessment of foods derived from recombinant-DNA plants. – 2003. – 18 p.*
16. *ESFA. EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (GMO). Guidance on allergenicity assessment of genetically modified plants. – 2017. – 49 p.*