

Концепция создания Российской национальной системы функциональных продуктов питания

Ю.В. Фотев¹, В.Ф. Пивоваров², А.М. Артемьева³, И.М. Куликов⁴, Ю.К. Гончарова⁵, А.И. Сысо⁶, Н.П. Гончаров^{7, 8} 

¹ Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия

² Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур, Московская область, Россия

³ Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), Санкт-Петербург, Россия

⁴ Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства, Московская область, Россия

⁵ Всероссийский научно-исследовательский институт риса, Краснодар, Россия

⁶ Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия

⁷ Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия

⁸ Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

Статистические данные свидетельствуют о негативных прогнозах демографических показателей населения России, включая численность и состояние здоровья населения. Ухудшающаяся в последние десятилетия среда обитания человека обуславливает кардинальные изменения в ассортименте и разнообразии потребляемых им продуктов питания и в значительной степени способствует снижению их биологической ценности. Обеднение продуктов питания растительного и животного происхождения жизненно важными минеральными элементами, витаминами и физиологически активными компонентами представляет собой серьезную долговременную угрозу для здоровья населения и национальной безопасности страны. Индустриальные способы обогащения ими продуктов питания имеют известные ограничения: узкий набор микронутриентов, их взаимодействие между собой и доступность для отдельных групп населения. Одним из способов решения проблемы является интродукция и селекция новых для России видов и сортов сельскохозяйственных растений, а также организация промышленного производства функциональных продуктов питания (ФПП), способствующих предупреждению и снижению риска развития хронических заболеваний и замедляющих процессы старения. Решение такой многоплановой проблемы лежит в том числе в изменении структуры потребления продуктов питания и их химического состава, обусловленного как сортиментом выращиваемых видов и сортов пищевых растений, так и условиями их возделывания: составом и качеством используемых почв и применяемых минеральных и органических удобрений. С учетом сложившейся демографической ситуации в России необходимо разработать комплексную национальную программу выделения новых растительных генетических источников с повышенным содержанием функциональных пищевых ингредиентов на основе традиционных и малораспространенных видов зерновых, овощных, плодовых и ягодных культур и включения их в сельскохозяйственное использование. Это позволит расширить существующие и создать новые инновационные технологические процессы в пищевой промышленности. Преимуществами создания и развития национальной системы ФПП в России будут улучшение здоровья населения и продолжительности жизни, снижение затрат Фонда обязательного медицинского страхования при успешной реализации программы и развитие бизнес-структур, задействованных в производстве ФПП.

Ключевые слова: демография в России; здоровье населения; продолжительность жизни; функциональные продукты питания; селекция на пищевую ценность; малораспространенные культуры.

Concept of producing of the Russian national system of functional food

Yu.V. Fotev¹, V.F. Pivovarov², A.M. Artemyeva³, I.M. Kulikov⁴, Y.K. Goncharova⁵, A.I. Syso⁶, N.P. Goncharov^{7, 8} 

¹ Central Siberian Botanical Garden, SB RAS, Novosibirsk, Russia

² All-Russian Research Institute of Vegetable Breeding and Seed Production, Moscow region, Russia

³ N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St. Petersburg, Russia

⁴ All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Moscow region, Russia

⁵ All-Russian Rice Research Institute, Krasnodar, Russia

⁶ Institute of Soil Science and Agrochemistry, SB RAS, Novosibirsk, Russia

⁷ Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia

⁸ Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Statistics show negative forecasts of the demographic indicators of the Russian population including their size and health. The human habitat which has been deteriorating in recent decades causes cardinal changes in the assortment and variety of food and significantly contributes to the reduction of their biological value. The depletion of food products (FP) of vegetable and animal origin in vital mineral elements, vitamins and other physiologically active components represents a serious long-term threat to human health and the national security. Industrial methods of enriching FP have certain limitations: a narrow set of micronutrients, their interaction among themselves and accessibility for not all groups of the population. One way to reduce the negative consequences is through the introduction and breeding of new for Russia species and varieties of agricultural plants and organize a mass production of functional foods (FF) that contribute to the prevention and/or suspension of the development of dangerous diseases and slowing down the aging process. The solution of this multifaceted problem lies in changing the consumption structure of foods and their chemical composition conditioned by both the assortment of grown plant species and cultivars of food plants, as well as the composition and quality of soils, fertilizers and the conditions for crop cultivation. Taking into account the prevailing demographic situation in the Russian Federation, it is necessary to create

a comprehensive national program for the allocation of new high-content sources of FF ingredients based on traditional and underutilized crops, cultivars and forms of cereal, vegetable and fruit crops and their inclusion in agricultural production as well as existing and newly created technological processes in food industry. The advantages of creating and developing a national system of the functional food in Russia will be: the improvement of public health and life expectancy, the reduction of the Federal Compulsory Medical Insurance Fund expenditures and the development of business structures involved in the production of the FF.

Key words: demography in Russia; life expectancy; public health; functional food; breeding for nutritional quality; underutilized crops.

КАК ЦИТИРОВАТЬ ЭТУ СТАТЬЮ:

Фотев Ю.В., Пивоваров В.Ф., Артемьева А.М., Куликов И.М., Гончарова Ю.К., Сысо А.И., Гончаров Н.П. Концепция создания Российской национальной системы функциональных продуктов питания. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018;22(7):776-783. DOI 10.18699/VJ18.421

HOW TO CITE THIS ARTICLE:

Fotev Yu.V., Pivovarov V.F., Artemyeva A.M., Kulikov I.M., Goncharova Y.K., Syso A.I., Goncharov N.P. Concept of producing of the Russian national system of functional food. Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018;22(7):776-783. DOI 10.18699/VJ18.421 (in Russian)

За последние десятилетия в нашей стране произошли значительные изменения в демографической ситуации, существенно отличающиеся от тренда, сложившегося в европейских странах. По результатам работы Межгосударственного статистического комитета стран СНГ, в 2014 г. среди стран бывшего СССР, вошедших в СНГ, самые низкие показатели продолжительности жизни были в России (70.9 года) и Кыргызстане (70.4 года) (Ожидаемая продолжительность жизни, 2000–2014. URL: http://www.cisstat.com/rus/macro/prodol_zizni.pdf). «Такой уровень ожидаемой продолжительности жизни, как в России в 2014 г., в развитых странах был в 1970–1975 гг., т. е. 40–45 лет назад» (Аганбегян, 2015, с. 66). Несколько ранее, в 1963 г. этот показатель в США составлял 66.6 года для мужчин и 73.4 – для женщин, во Франции – 67.2 и 74.1 года, в Швеции – 71.6 и 75.7 года (Народонаселение стран мира, 1978). По данным на 2014 г. показатель продолжительности жизни среди 28 стран-членов ЕС составил 80.9 года (83.6 года для женщин и 78.1 – для мужчин) (Mortality and life expectancy statistics/Eurostat. URL: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Mortality_and_life_expectancy_statistics). В четырнадцатом ежегодном демографическом докладе «Население России» (2008) отмечалось, что за последние 50 лет «кривая дожития населения Россия не сдвинулась ни на йоту в сторону ректангуляции, напротив, она стала более пологой. При этом дожитие женщин до возраста 60 лет осталось на уровне середины 1950-х, а у мужчин даже заметно снизилось» (с. 57). В настоящее время в России самая низкая продолжительность жизни в Европе и самая большая в мире разность между продолжительностью жизни у мужчин и женщин – 12 лет (Тарко, 2013).

Затянувшаяся стагнация в деле охраны здоровья и жизни россиян и связанное с этим нарастающее отставание от мировых достижений оборачиваются огромными демографическими потерями (Вишневский, 2009). По одному из прогнозных сценариев численность населения РФ к 2030 г. сократится до 128 млн человек (Население...

2010). Таким образом, статистические данные свидетельствуют о долговременном резко негативном тренде демографических показателей населения России, включающих численность и состояние здоровья ее населения.

Развитие национальных систем функциональных продуктов питания

В отличие от России, в странах Европы, в США и Японии начиная с 1970–1980-х гг. выработывались новая стратегия действий, мероприятия и новый тип профилактики, направленные на уменьшение риска смертности от инфекционных болезней. Если сравнивать страны со схожими исходными демографическими показателями, то, например, с 1901 по 1950 г. продолжительность жизни в России (32–58 лет) и Японии (37–61 год) отличалась незначительно. Однако уже с 1947 по 1965 г. ожидаемая при рождении средняя продолжительность жизни выросла в Японии с 50.1 до 67.7 года у мужчин и с 54.0 до 72.9 года у женщин (Ogawa, Matsukura, 2007). В 1990-х гг. японцы по продолжительности жизни вырвались вперед, и в 2004 г. продолжительность жизни японских мужчин достигла 78.6 года (второй в мире показатель следом за Исландией), а женщин – 85.6 года (наивысший в мире показатель). Такого результата удалось добиться в значительной мере за счет принятия в стране в 1991 г. законодательных актов о функциональных продуктах питания (ФПП – FOSHU, Food for Specific Health Use), и сейчас Япония занимает одно из первых мест в мире по продолжительности жизни, несмотря на перенаселение островов и обусловленный этим постоянный стресс.

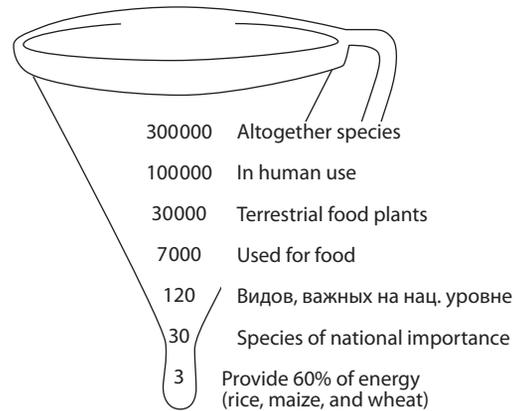
Основанием для принятия столь важных законов послужила серия исследовательских проектов. Еще в 1984 г. Министерство образования, науки и культуры Японии (в настоящее время Министерство образования, культуры, спорта, науки и технологий) спонсировало крупномасштабный национальный проект для исследования связи между наукой о продуктах питания (нутрициологией) и медициной (Arai, 2002). За основу был взят постулат:

«Продукт питания должен быть лекарством». В 1988–1991 гг. был реализован второй проект под названием «Анализ продуктов питания, модулирующих функции тела», а в 1992 г. – третий проект «Анализ и молекулярный дизайн функциональных продуктов питания». В результате были исследованы новые фитохимические соединения (фукостеролы), обладающие антираковыми свойствами, а также антиоксиданты разного химического строения (куркуминоиды). Система FOSHU направлена на то, чтобы помочь выявлять, изучать и продвигать производство продуктов питания, нацеленных на решение серьезных проблем со здоровьем населения. В Японии объем рынка FOSHU оценивался в 5 млрд долларов США в 2003 г. и 5.73 млрд долларов США в 2006 г.; в 2005 г. более 500 продуктов питания имели маркировку FOSHU (Side, 2006).

Аналогичные по функциям системы ФПП созданы в Европейском союзе, Великобритании, США, Республике Корея, КНР и Австралии. В г. Даллас (штат Техас, США) организован и проводит активную научную и учебную деятельность, конференции, выпускает научно-образовательную литературу Центр функциональных продуктов питания (FFC) (<http://www.functionalfoodscenter.net/>). В настоящее время функциональное питание в большинстве развитых стран мира стало действенной альтернативой медикаментозной терапии.

Функциональное питание – альтернатива медикаментозной терапии

Известно, что рацион питания современного человека характеризуется значительным однообразием используемых для приготовления пищи видов растений по сравнению с более ранними периодами человеческой истории. Так, недавними раскопками в Израиле, относящимися ко времени Ашельской культуры (около 780 тыс. лет назад), установлено присутствие в рационе питания древних людей 55 таксонов растений, включая орехи, плоды, семена, овощи и подземные запасающие органы (Melamed et al., 2016). Из примерно 30 000 видов высших цветковых растений, которые можно использовать в пищу, люди в разное время собирали или выращивали только около 7 000 видов (Wilson, 1992), а в настоящее время из них сельскохозяйственно значимы не более 200 видов (см. рисунок). При этом около 75 % пищевых ресурсов в мире люди получают, используя лишь 12 видов растений и 5 видов животных (What is agrobiodiversity? Food and Agriculture Organization of the United Nations. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5609e/y5609e00.pdf>). В семействе Злаковых (Gramineae Juss.) насчитывается свыше 10 000 видов, но широко возделываются только несколько культур. По данным ФАО, до 60 % потребляемой человеком энергии обеспечивается за счет углеводов всего трех видов растений – риса, кукурузы и пшеницы (Staple foods: What do people eat? URL: <http://www.fao.org/docrep/u8480e/u8480e07.htm>). Следует отметить, что в этих данных не учтен довольно большой объем сахара, производимого из еще одного злака – сахарного тростника (*Saccharum officinarum* L.). Рисом питается почти половина человечества. В России всего лишь шесть видов овощных культур (капуста, томаты, огурцы, морковь, свекла столовая и лук репчатый) обеспечивают свыше 90 % продукции товарного овощеводства.



Relative species diversities in the wild and cultivated vegetation according to (Wilson, 1992).

В то же время известны страны со значительным разнообразием потребляемых в пищу овощных растений. По оценке М.И. Мамедова (2015), в Японии используют в пищу 180–200 видов овощных культур. За последнее время в мире резко возрос интерес к новым продовольственным культурам, ранее известным лишь в отдельных странах: амаранту (разные виды, входящие в род *Amaranthus* L.) (Saubhik, 2016) и киноа (*Chenopodium quinoa* Willd.) (<http://www.fao.org/quinoa-2013/en/>), обладающим значительной пищевой ценностью за счет повышенного содержания белка, обогащенного лизинном. В случае предрасположенности организма к тому или иному заболеванию, например диабету, потребление определенных продуктов (в частности, момордики *Momordica charantia* L.) способно затормозить развитие болезни.

Сужение ассортимента выращиваемых видов растений сопровождается также обеднением их химического состава. За 50 лет (1950–1999) в США содержание Са в группе из 16 овощных культур снизилось на 23 %, Fe – на 27 % (Davis et al., 2004). В моркови и томатах с 1963 по 1992 г. установлено снижение содержания кальция и магния на 27–35 %. В Великобритании за период с 1930-х до 1980-х гг. содержание Са в плодах томата уменьшилось на 47 %, Mg – на 36 %, Cu – на 90 % (Mayer, 1997). Схожая ситуация наблюдается и с содержанием элементов по другим культурам. По группе микроэлементов скорость снижения их содержания достигает 0.2–0.3 % в год. Кроме того, исследователи отмечают значительную внутривидовую изменчивость по содержанию витаминов и минеральных элементов. Так, по аскорбиновой кислоте у томатов различия между сортообразцами достигают трехкратного уровня, а по накоплению Mg у сортообразцов капусты брокколи – двукратного. Снижение потребления эссенциальных макро- и микроэлементов увеличивает риск возникновения опасных заболеваний. Наблюдения показывают, что уменьшение потребления, например, Mg на 100 мг в день дает природ заболеваемости раком поджелудочной железы на 24 % (Dibaba et al., 2015).

Много работ посвящено происходящим в настоящее время климатическим изменениям и их влиянию на жизнедеятельность растений. Получены данные, что ан-

тропогенное возрастание концентрации CO₂ в атмосфере понижает содержание нутриентов в злаковых культурах (Myers et al., 2014).

В РФ разработаны государственные стандарты – ГОСТ Р 52349-2005, ГОСТ Р 54059-2010, ГОСТ Р 55577-2013, устанавливающие термины и определения, классификацию и общие требования к ФПП и функциональным пищевым ингредиентам (ФПИ). Стандартами регламентируется использование в пищевой промышленности биодобавок, включающих витамины, макро- и микроэлементы. Тем не менее, несмотря на технологические преимущества и пользу от их применения, имеются очевидные пределы промышленных методов повышения пищевой ценности продуктов питания, связанные с ограниченным набором микронутриентов, их взаимодействием между собой и доступностью для отдельных групп населения.

Вышеизложенное обуславливает необходимость поиска видов и форм растений, отличающихся высоким содержанием ФПИ (в соответствии с ГОСТ Р 52349-2005) для последующего использования в селекционных программах при формировании национальной системы ФПП. При создании сортов с высокой пищевой ценностью целесообразно применять как методы традиционной селекции, так и новые технологии, основанные на редактировании геномов (TALEN и CRISPR/Cas) и метаболической инженерии (Blancquaert et al., 2017).

В XXI в. необходимы фундаментальные знания в тех областях пищевой биотехнологии и профилактической медицины, которые позволят увеличить среднюю продолжительность жизни, обеспечить длительное сохранение физического и духовного здоровья, социальную и нравственную удовлетворенность и активную жизнь пожилых и рождение здорового поколения (Доронин, Шендеров, 2002). Главными критериями, позволяющими относить существующие или вновь создаваемые продукты питания к ФПП, являются улучшение физического и психического здоровья и предотвращение или уменьшение частоты возникновения заболеваний у их потребителей.

Можно выделить следующие преимущества создания и развития национальной системы ФПП в России:

- улучшение здоровья населения и увеличение продолжительности жизни;
- снижение затрат Фонда обязательного медицинского страхования (ФОМС) при успешной реализации программы;
- развитие бизнес-структур, задействованных в производстве ФПП;
- дополнительные поступления в госбюджет налоговых платежей и платежей от лицензирования и сертификации качества и производства ФПП.

Эффективная селекция растений на повышение питательной ценности создаваемых сортов и гибридов с повышенным содержанием минеральных веществ, витаминов и других полезных ингредиентов должна занять в реализации подобной программы в России одно из ведущих мест. Для этого целесообразно использовать сочетание методов классической селекции, включающей поиск и отбор по биохимическим признакам, и молекулярно-генетических методов картирования и анализа генетического разнообразия растений-доноров.

Исследовательский задел и существующая инфраструктура научно-исследовательских учреждений России для обеспечения населения страны ФПП

Исходя из данных, что качество овощной продукции во многом определяет здоровье и продолжительность жизни, во Всероссийском научно-исследовательском институте селекции и семеноводства овощных культур (ВНИИССОК) с 1990-х гг. разрабатывается новое направление – создание ФПП на основе сырья интродуцированных нетрадиционных овощных растений: амаранта, якона, стахиса, овощной хризантемы, водяного кресса (Кононков и др., 2008). Воспроизводимое сырье вводимых в культуру растений отличается широким набором биологически активных веществ (БАВ) с антиоксидантной активностью, витаминов, химических элементов: кальция, органогенного кремния, йода, селена, железа и др.

В результате селекционной работы было создано девять отечественных сортов амаранта. Впервые сделан детальный анализ пищевых и лекарственных низкомолекулярных метаболитов листовой биомассы амаранта, на основе которой получена полифункциональная биологически активная добавка к пище «Фиточай Амарантил», источник бетацианинов, оксикоричных кислот и флавоноидов.

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (ЦСБС СО РАН, Новосибирск) имеет давние традиции исследования биохимического состава интродуцируемых видов растений, берущие свое начало еще в 1950-х гг. С 2003 г. в ЦСБС СО РАН проводятся исследования биохимической ценности новых для России овощных интродуцентов – кивано (*Cucumis metuliferus* E. Meyer ex Naudin), момордики (*Momordica charantia* L.), вигны (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), бенинказы (*Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn.), хауттуйнии (*Houttuynia cordata* Thunb.), китайской брокколи, или кай-лан (*Brassica alboglabra* L.H. Bailey), и других видов. Все эти растения могут успешно выращиваться в Сибири. Впервые в России созданы пять сортов этих культур, включенных в «Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию» (2018). Это сорта вигны Сибирский размер и Юньнаньская, момордики – Гоша, кивано – Зеленый дракон, бенинказы – Акулина, плоды которых богаты витаминами, каротиноидами, полифенольными соединениями, макро- и микроэлементами (Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Co, Mo), пектинами, антиоксидантами (Интродукция..., 2013; Фотев и др., 2018; и др.). В ЦСБС СО РАН созданы и поддерживаются живые коллекции овощных интродуцентов, насчитывающие свыше 133 видов, относящихся к 44 родам и 13 семействам, число сортообразцов в Генбанке семян – 10754, среди них 267 межвидовых гибридов. Особо следует отметить, что на основе изучения видовой коллекции разработаны критерии эффективности отбора видов и форм для интродукции в Сибирском регионе (Фотев и др., 2009). Высокой биохимической ценностью обладают созданные в ЦСБС СО РАН 19 сортов томата, в том числе первый в РФ сорт для защищенного грунта, полученный гибридизацией с дикорастущим видом томата *Lycopersicon peruvianum* (L.) Mill., – Дельта 264, а также 7 сортов перца сладкого и первый созданный

в азиатской части России гибрид F_1 баклажана Сибирский аргумент, которые были включены с 1999 по 2013 г. в Госреестр РФ.

Во Всероссийском селекционно-технологическом институте садоводства и питомниководства (ВСТИСП, Москва) реализуется комплекс мер по сортоизучению, селекции, размножению плодовых и ягодных культур и эффективному внедрению новых сортов в производство. В настоящее время в Госреестре РФ новые сорта этого учреждения занимают одно из ведущих мест, а особенно для Центрального и примыкающих к нему регионов: сорта малины – 56 %, смородины черной – 20 %, вишни – 20 %, сливы – 21 %, земляники – 24 %, смородины красной – 23 %, крыжовника – 15 % с высоким содержанием БАВ и антиоксидантов, которые широко внедряются в пищевую промышленность в качестве источника лечебно-профилактического действия. Разработана система производства и ускоренного размножения посадочного материала перспективных, с высоким содержанием эссенциальных нутриентов плодовых и ягодных культур как источников сырья для создания продуктов функционального назначения.

Давние традиции всестороннего исследования биохимических признаков пищевых растений (Конарев, Хорева, 2000) и их селекции, в том числе при помощи специально созданных двуродительских расщепляющихся популяций с последующим картированием QTL и ассоциативным картированием (Артемяева и др., 2014), имеются во Всероссийском институте генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР, Санкт-Петербург). Установлены закономерности накопления питательных и биологически активных соединений зерновыми (Полонский и др., 2018) и овощными культурами. В последнем случае – различными видами и разновидностями капусты, моркови, свеклы столовой, тыквы. Определены особенности распределения по сортотипам и эколого-географическим группам источников ценных биохимических признаков, которые могут быть успешно использованы при селекции на качество. Все созданные в ВИР за последние пятнадцать лет сорта овощных культур наряду с признаками высокой продуктивности, товарности, скороспелости и декоративности имеют ценный биохимический состав, в том числе высокое содержание отдельных свободных аминокислот, органических и жирных кислот, сахаров и витаминов. Таковы сорта китайской и розеточной капуст Аленушка, Юна, Королла, МЭГГИ, ВитаВИР, японской капусты Русалочка, цветной капусты Ариэль с кремовой окраской головки, моркови Фея и Деликатесная, тыквы Димка, Марсианка, Волшебная карета и ряда других овощных культур.

В Институте цитологии и генетики СО РАН (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск) проводятся исследования мирового уровня по ключевым направлениям, связанным с изучением наследственности и изменчивости пищевых растений и их использованием в селекционном процессе (Новосельская-Драгович, 2015). Выполнено сравнительно-генетическое изучение видов рода *Triticum* L. и их сородичей, проведена ревизия существующей системы рода и предложена новая, включающая в себя все фертильные рукотворные виды (Goncharov, 2011), открывающая воз-

можность широкого использования редких и выведенных в настоящее время из возделывания видов рода (Goncharov et al., 2007). Показано, что один из эндемичных видов пшениц *Triticum aestivum* Jakubz. служит перспективным источником антиоксидантов (Гордеева, 2014). При этом важность создания агрохимически эффективных сортов в настоящее время – уже общее место в национальных селекционных программах (Абугалиева и др., 2011).

Во Всероссийском научно-исследовательском институте риса (ВНИИ риса, Краснодар) выведен ряд сортов черnozерного и краснозерного риса с высоким содержанием антиоксидантов и других полезных веществ (до 20 раз выше, чем у традиционных белозерных сортов). Это сорта Мавр, Гагат, Черные глаза, Рыжик, Кардинал, Южная ночь, Рубин и Марс (Зеленская и др., 2018). Показано, что ложка отрубей черного риса содержит больше антоцианинов, чем ложка черники. При этом 50 г черного риса обеспечивают до 35 % от рекомендуемой дневной нормы селена, меди, цинка и марганца, так как по их содержанию он значительно превосходит белозерный рис. По содержанию полифенолов черnozерные сорта риса превосходят краснозерные в 8 раз, а по содержанию антоцианинов – в 60, что позволяет им проявлять в 45 раз более высокую антирадикальную активность (Yao et al., 2010). В настоящее время готовятся для передачи в Госсортоиспытание сорта риса с еще более высокими урожайностью, устойчивостью к заболеваниям и содержанием полезных веществ. Потенциал продуктивности созданных сортов – 8–10 т/га, выход крупы – от 73 до 83 % (Гончарова, 2015).

В Институте почвоведения и агрохимии СО РАН (ИПА СО РАН, Новосибирск) ведутся исследования содержания и форм химических соединений макро- и микроэлементов (N, P, K, Na, Ca, Mg, S, Mn, Cu, Mo, B, Co, Zn, I, Br, F, Cl, Sr, As, Se) в почвах, растениях и водах Сибири. Изучается их поведение в системе «почва–растение», связь между свойствами почв, элементным химическим и биохимическим (по БАВ) составами ресурсов пищевых растений, включая овощные. Проведено биогеохимическое и эколого-биогеохимическое районирование регионов юга Западной Сибири (Ильин, Сысо, 2001; Сысо, 2007). ИПА СО РАН имеет аккредитованную испытательную лабораторию по исследованию почв, растений и вод.

Лабораторная база, на которой может проводить необходимые исследования почв и растений в образовательном процессе при подготовке специалистов по ФПП, имеется в Новосибирском государственном аграрном университете (НГАУ).

В Никитском ботаническом саду – Национальном научном центре РАН (ННЦ-НБС, пос. Никита, Республика Крым) создана классическая и до сих востребованная в биохимических лабораториях России методика биохимического анализа пищевых растений (Кривенцов, 1982). В составе ННЦ-НБС функционирует лаборатория ароматических и лекарственных растений, где проводятся исследования по широкому спектру ФПИ. Созданы ценные по биохимическому составу сорта пряно-вкусовых и лекарственных растений, включенные в Госреестр сортов: иссоп лекарственный *Hyssopus officinalis* L. ‘Никитский белый’, полынь лечебная *Artemisia abrotanum* L. ‘Эвксин’,

полынь *Artemisia dracuncululus* L. 'Изумруд', чабер горный *Satureja montana* L. 'Крымский смарагд' и др.

Пути решения проблемы обеспечения ФПП населения России

Для компенсации снижения пищевой ценности продуктов питания необходимо создать в России эффективно функционирующую национальную систему ФПП. Разные подразделения научно-исследовательских учреждений, подведомственных Минобрнауки РФ, имеют необходимые компетенции и кадры для решения задачи выделения видов, форм и выведения сортов традиционных и новых для РФ культур, продукция которых отличается повышенным содержанием макро- и микроэлементов, а также других биологически ценных ингредиентов. Для решения поставленной задачи необходима консолидация усилий специалистов, работающих в разных НИИ, путем формирования временного творческого коллектива либо организации самостоятельного «Центра функциональных продуктов питания», например, в рамках заключенного в 2017 г. восьмистороннего Договора о сотрудничестве между институтами, подведомственными Минобрнауки России, и НГАУ Минсельхоза РФ. Целевой ориентир при создании российской системы ФПП должен включать выполнение следующих задач:

- Выделение на основе комплексного изучения наиболее перспективных для системы ФПП видов и форм зерновых, овощных, плодовых и ягодных культур.
- Всестороннее исследование содержания ФПИ в сортообразцах зерновых, овощных, плодовых и ягодных культур в разных климатических зонах России (Сибирь, Северо-Запад, средняя полоса РФ, Краснодарский край, Крым и другие регионы России).
- Исследование влияния почвенных условий минерального питания растений на их элементный и биохимический состав.
- Всестороннее изучение генетических ресурсов злаковых и овощных культур для последующего целенаправленного повышения пищевой ценности новых сортов и гибридов, в том числе получаемых с использованием современных молекулярно-биологических методов.
- Разработка и реализация селекционных программ выведения сортов и создания гибридов нетрадиционных злаковых и овощных культур нового поколения с высоким содержанием ФПИ и с последующим проведением их широкого экологического испытания.
- Создание селекционно-семеноводческих компаний для селекции, семеноводства и внедрения в производство сортов растений функционального направления, являющихся источниками высокого содержания биологически активных соединений, и новых производств по выпуску ФПП на основе данных сортов и гибридов – источников ФПИ.
- Организация широкой сети по продаже создаваемых ФПП и/или внедрение их в уже существующие торговые сети.
- Распространение ФПП в лечебно-оздоровительных целях на предприятиях, в школах, вузах и в других учреждениях.

- Подготовка совместных научных публикаций, конференций, обучающих семинаров для специалистов АПК.
- Введение в вузах соответствующего профиля дисциплин, позволяющих готовить специалистов по созданию и внедрению ФПП.
- Введение в «Номенклатуру специальностей научных работников» специальности «функциональные продукты питания».
- Осуществление взаимодействия со СМИ по пропаганде отечественной концепции «Пищевые продукты могут быть лекарством», научно-популярные публикации и выступления в СМИ. Организация «горячей линии» по консультированию физических лиц и организаций по вопросам качества ФПП.

Acknowledgments

The study of the intraspecies variability of morphological and biochemical characters in vegetables was conducted in the Central Siberian Botanical Garden and supported by State Budgeted Project 0312-2017-0002 «Analysis of the intraspecies structure of resource plant species in Asian Russia; gene pool collection and preservation». Use was made of the scientific bioresource collection of the Central Siberian Botanical Garden «Field and greenhouse collections of live plants», USU 440534. The identification of wheat species at the Institute of Cytology and Genetics, Novosibirsk, was supported by State Budgeted Project 0324-2018-0018.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

- Абугалиева А.И., Савин Т.В., Моргунов А.И., Чакмак И., Зеленский Ю.И. Содержание Fe и Zn в зерне пшеницы (сортовой генофонд и генетические ресурсы Казахстана). Алматы, 2011. [Abugaliyeva A.I., Savin T.V., Morgunov A.I., Chakmak I., Zelen-skiy Y.I. Content of Fe and Zn in Wheat Grain (Varietal Gene Pool and Genetic Resources of Kazakhstan). Almaty, 2011. (in Russian)]
- Аганбегян А.Г. Повышение крайне низкой продолжительности жизни населения России – важнейшая неотложная задача. Экон. стратегии. 2015;5-6:60-79. [Aganbegyan A.G. Increasing the extremely low life expectancy of the population of Russia is the most important urgent task. Ekonomicheskkiye Strategii = Economic Strategies. 2015;5-6:60-79. (in Russian)]
- Артемьева А.М., Руднева Е.Н., Кочерина Н.В., Чесноков Ю.В. QTL анализ морфологических признаков качества у *Brassica rapa* L. Овощи России. 2014;(2):14-17. DOI 10.18619/2072-9146-2014-2-14-17. [Artem'eva A.M., Rudneva E.N., Kocherina N.V., Chesnokov Y.V. QTL analysis of morphological traits of quality in *Brassica rapa* L. Ovoshchi Rossii = Vegetable Crops of Russia. 2014;(2):14-17. DOI 10.18619/2072-9146-2014-2-14-17 (in Russian)]
- Вишневецкий А.Г. Демографический кризис в России. ИФРИ, Париж, 2009. [Vishnevskiy A.G. The Demographic Crisis in Russia. IFRI, Paris, 2009. (in Russian)]
- Гончарова Ю.К. Генетические основы повышения продуктивности риса. Краснодар, 2015. [Goncharova Yu.K. Genetic Basis for Increasing Rice Productivity. Krasnodar, 2015. (in Russian)]
- Гордеева Е.И. Генетическая регуляция фиолетовой окраски перикарпа зерна мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.). Дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2014. [Gordeyeva Y.I. Genetic Regulation of Purple Color of Grain Pericarp of Common Wheat (*Triticum aestivum* L.). Cand. Sci.(Biol.) Diss. Novosibirsk, 2014. (in Russian)]

- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений. (офиц. изд.). М.: Росинформагротех, 2018. [National Register of Breeding Achievements Admitted for Use. Vol. 1. Plant Cultivars. Moscow: Rosinformagrotekh Publ., 2018. (in Russian)]
- Доронин А.Ф., Шендеров Б.А. Функциональное питание. М., 2002. [Doronin A.F., Shenderov B.A. Functional Nutrition. Moscow, 2002. (in Russian)]
- Зеленская О.В., Зеленский Г.Л., Остапенко Н.В., Туманьян Н.Г. Генетические ресурсы риса (*Oryza sativa* L.) с окрашенным перикарпом зерна. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018;22(3):296-303. DOI 10.18699/VJ18.363. [Zelenskaya O.V., Zelensky G.L., Ostapenko N.V., Tumanyan N.G. Genetic resources of rice (*Oryza sativa* L.) with colored pericarp. Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selekcii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018;22(3):296-303. DOI 10.18699/VJ18.363 (in Russian)]
- Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. Новосибирск, 2001. [Il'in V.B., Syso A.I. Microelements and Heavy Metals in Soils and Plants in the Novosibirsk Region. Novosibirsk, 2001. (in Russian)]
- Интродукция нетрадиционных плодовых, ягодных и овощных растений в Западной Сибири. Отв. ред. И.Ю. Коропачинский, А.Б. Горбунов. Новосибирск, 2013. [Koropachinsky I.Y., Gorbunov A.B. (Eds.). Introduction of Non-Traditional Fruit, Berry, and Vegetable Plants in Western Siberia. Novosibirsk, 2013. (in Russian)]
- Конарев А.В., Хорева В.И. Биохимические исследования генетических ресурсов растений в ВИРе. СПб., 2000. [Konarev A.V., Khoreva V.I. Biochemical Research of Plant Genetic Resources in VIR. St. Petersburg, 2000. (in Russian)]
- Кононков П.Ф., Пивоваров В.Ф., Гинс В.К., Гинс М.С. Интродукция и селекция овощных культур для создания нового поколения продуктов функционального действия. М., 2008. [Kononkov P.F., Pivovarov V.F., Gins V.K., Gins M.S. Introduction and Breeding of Vegetable Crops for Creation a New Generation of Products of Functional Action. Moscow, 2008. (in Russian)]
- Кривенцов В.И. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав. Ялта, 1982. [Kriventsov V.I. Methodological Recommendations for Analysis of Biochemical Composition of Fruits. Yalta, 1982. (in Russian)]
- Мамедов М.И. Овощеводство в мире: производство основных овощных культур, тенденция развития за 1993–2013 годы по данным ФАО. Овощи России. 2015;2:3-9. DOI 10.18619/2072-9146-2015-2-3-9. [Mamedov M.I. Vegetable production in the world: production of main vegetable crops and development trends in 1993–2013 based on FAO data. Ovoshchi Rossii = Vegetable Crops of Russia. 2015;2:3-9. DOI 10.18619/2072-9146-2015-2-3-9. (in Russian)]
- Народонаселение стран мира. Справочник. М., 1978. [World Population by Countries. Factbook. Moscow, 1978. (in Russian)]
- Население России 2006. Четырнадцатый ежегодный демографический доклад. Отв. ред. А.Г. Вишневский. М.: Гос. ун-т, Высш. шк. экономики, 2008. [Vishnevsky A.G. (Ed.). Population of Russia 2006. Fourteenth Annual Demographic Report. Moscow: National Research University Higher School of Economics, 2008. (in Russian)]
- Население России 2008. Шестнадцатый ежегодный демографический доклад. Отв. ред. А.Г. Вишневский. М.: Гос. ун-т, Высш. шк. экономики, 2010. [Vishnevsky A.G. (Ed.). Population of Russia 2008. Sixteenth Annual Demographic Report. Moscow: National Research University Higher School of Economics, 2010. (in Russian)]
- Новосельская-Драгович А.Ю. Генетика и геномика пшеницы: запасные белки, экологическая пластичность и иммунитет. Генетика. 2015;51(5):568-583. DOI 10.7868/S0016675815050045. [Novoselskaya-Dragovich A.Yu. Genetics and genomics of wheat: storage proteins, ecological plasticity, and immunity. Russ. J. Genet. 2015;51(5):476-490. DOI 10.1134/S102279541505004X.]
- Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, 2000–2014. URL: http://www.cisstat.com/rus/macro/prodol_zizni.pdf (дата обращения: 04.03.2018). [Life Expectancy at Birth, 2000–2014. URL: http://www.cisstat.com/eng/macro/prodol_zizni.pdf (reference date: 04.03.2018). (in Russian)]
- Полонский В.И., Лоскутов И.Г., Сумина А.В. Селекция на содержание антиоксидантов в зерне как перспективное направление для получения продуктов здорового питания. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018;22(3):343-352. DOI 10.18699/VJ18.370. [Polonskiy V.I., Loskutov I.G., Sumina A.V. Breeding for antioxidant content in grain as a promising trend in obtaining healthy food products. Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selekcii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018;22(3):343-352. DOI 10.18699/VJ18.370. (in Russian)]
- Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири. Новосибирск, 2007. [Syso A.I. Regularities in the Distribution of Chemical Elements in Soil-forming Rocks and Soils in West Siberia. Novosibirsk, 2007. (in Russian)]
- Тарко А.М. Опыт анализа динамики больших временных рядов демографических параметров стран мира и России. Пространство и время. 2013;1(11):94-102. [Tarko A.M. Experience in analyzing the dynamics of large time series of demographic parameters in the countries of the world and in Russia. Prostranstvo i Vremya = Space and Time. 2013;1(11):94-102. (in Russian)]
- Фотев Ю.В., Артемьева А.М., Фатеев Д.А., Наумова Н.Б., Бугровская Г.А., Белоусова В.П., Кукушкина Т.А. Особенности морфологии, биохимического состава и генетического полиморфизма китайской брокколи – новой для России овощной культуры. Овощи России. 2018;1:12-19. DOI 10.18619/2072-9146-2018-1-12-19. [Fotev Y.V., Artem'eva A.M., Fateev D.A., Naumova N.B., Bugrovskaya G.A., Belousova V.P., Kukushkina T.A. Features of the morphology, biochemical composition, and genetic polymorphism of Chinese broccoli, a new vegetable crop for Russia. Ovoshchi Rossii = Vegetable Crops of Russia. 2018;1:12-19. DOI 10.18619/2072-9146-2018-1-12-19. (in Russian)]
- Фотев Ю.В., Кудрявцева Г.А., Белоусова В.П. Интродукция экзотических теплолюбивых овощных растений в Сибири. Овощеводство Сибири. Новосибирск, 2009;176-188. [Fotev Y.V., Kudryavtseva G.A., Belousova V.P. The introduction of exotic heat-loving vegetable plants in Siberia. In: Vegetable Industry in Siberia (Collection of scientific articles). Novosibirsk, 2009;176-188. (in Russian)]
- Arai S. Global view on functional foods: Asian perspectives. Br. J. Nutr. 2002;88(Suppl.2):139-143. DOI 10.1079/BJN2002678.
- Blancquaert D., Steur H., Gellynck X., Straeten D. Metabolic engineering of micronutrients in crop plants. Ann. N.Y. Acad. Sci. 2017; 1390:59-73. DOI 10.1111/nyas.13274.
- Davis D.R., Epp M.D., Riordan H.D. Changes in USDA food composition data for 43 garden crops, 1950 to 1999. J. Am. Coll. Nutr. 2004;23(6):669-682.
- Dibaba D., Xun P., Yokota K., White E., He K. Magnesium intake and incidence of pancreatic cancer: the vitamins and lifestyle study. Br. J. Cancer. 2015;113(11):1615-1621. DOI 10.1038/bjc.2015.382.
- Goncharov N.P. Genus *Triticum* L. taxonomy: the present and the future. Plant Syst. Evol. 2011;295(1-4):1-11. DOI 10.1007/s00606-011-0480-9.
- Goncharov N.P., Bannikova S.V., Kawahara T. Wheat artificial amphiploids with *Triticum timopheevii* genome: preservation and reproduction of wheat artificial amphiploids. Genet. Resour. Crop Evol. 2007;54(7):1507-1514. DOI 10.1007/s10722-006-9141-1. <http://www.fao.org/quinoa-2013/en/> (reference date: 04.03.2018). <http://www.functionalfoodcenter.net/> (reference date: 04.03.2018).
- Mayer A.-M. Historical changes in the mineral content of fruits and vegetables. Br. Food J. 1997;99(6):207-211.
- Melamed Y., Kislev M.E., Geffen E., Lev-Yadun S., Goren-Inbar N. The plant component of an Acheulian diet at Gesher Benot Ya'aqov,

- Israel. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2016;113(51):14674-14679. DOI 10.1073/pnas.1607872113.
- Mortality and life expectancy statistics/Eurostat. URL: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Mortality_and_life_expectancy_statistics (дата обращения: 04.03.2018).
- Myers S.S., Zanobetti A., Kloog I., Huybers P., Leakey A.D.B., Bloom A.J., Carlisle E., Dietterich L.H., Hasegawa T., Holbrook N.M., Nelson L.R., Raboy V., Sakai H., Sartor K.A., Schwartz J., Seneweera S., Tausz M., Usui Y. Increasing CO₂ threatens human nutrition. *Nature*. 2014;510:139-142. DOI 10.1038/nature13179.
- Ogawa N., Matsukura R. Ageing in Japan: The health and wealth of older persons. In: United Nations Expert Group Meeting on Social and Economic Implications of Changing Population Age Structures. 31 August–2 September, 2005. Mexico City. N.Y.: United Nations, 2007;199-220.
- Saubhik D. *Amaranthus: A Promising Crop of Future*. Singapore, 2016.
- Side C. Overview on marketing functional foods in Europe. Functional Food Network General Meeting. 2006. (цит. по: Siro et al., 2008).
- Siro I., Kapolna E., Lugasi A. Functional food product development, marketing and consumer acceptance – A review. *Appetite*. 2008; 51(3):456-467. DOI 10.1016/j.appet.2008.05.060.
- Staple foods: What do people eat? URL: <http://www.fao.org/docrep/u8480e/u8480e07.htm> (reference date: 04.03.2018).
- What is agrobiodiversity? Food and Agriculture Organization of the United Nations. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5609e/y5609e00.pdf> (reference date: 04.03.2018).
- Wilson E.O. *The Diversity of Life*. N.Y., 1992.
- Yao Y., Wei S., Mengjie Z., Guixing R. Antioxidant and α -glucosidase inhibitory activity of colored grains in China. *J. Agric. Food Chem.* 2010;8(2):770-774. DOI 10.1021/jf903234c.