

МРНТИ 68.35.31; 68.35.03; 68.03.03

**Джангалина Э.Д., Жумабаева Б.А., Айташева З.Г.,
Лебедева Л.П., Шынғысқызы Н.**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, *e-mail: Erika.Dzhangalina@kaznu.kz

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОВОЩНОЙ ФАСОЛИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И ПИЩЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

В данном обзоре представлены основные биологические и морфологические особенности, а также агрономическая и пищевая ценность овощной фасоли. В статье приводятся ключевые принципы и современные направления селекционных исследований данной сельскохозяйственной культуры в различных странах. Проведенный анализ литературных источников российских и зарубежных авторов за последние 10–15 лет показал, что селекционная работа с фасолью овощной должна быть направлена на комплексную оценку сортообразцов по показателям продуктивности, устойчивости к различным стрессовым факторам, повышение пищевой ценности. На современном этапе эти исследования проводятся традиционными и молекулярно-генетическими методами. Внедрение в селекционные исследования маркерной селекции на основе использования ДНК-маркеров будет способствовать выведению новых, перспективных сортов для сельскохозяйственного производства, обладающих хозяйственно-ценными признаками и устойчивых к заболеваниям. Основные исследования по выведению сортов с повышенной питательной ценностью направлены на улучшение качественного и количественного состава белков, сбалансированных по аминокислотному составу, низким содержанием антипитательных веществ, богатых микроэлементами и витаминами. Такие сорта позволят удовлетворить запросы пищевой промышленности и расширить области использования овощной фасоли в пищевой промышленности. Особое внимание уделено перспективам возделывания овощной фасоли в Казахстане. Показано, что расширение площадей возделывания овощной фасоли является достаточно рентабельным и имеет большое экономическое значение для нашей республики. Внедрение в сельскохозяйственное производство фасоли будет способствовать повышению доходности системы земледелия, развитию новых отраслей пищевой промышленности и позволит решить задачу обеспечения населения нашей республики высокобелковыми растительными продуктами, а также укреплению здоровья и благосостояния населения.

Ключевые слова: овощная фасоль, сорт, селекция, пищевое производство.

Dzhangalina E.D., Zhumabayeva B.A., Aytasheva Z.G.,
Lebedeva L.P., Shyngyzyzy N.

Al-Farabi Kazakh National University,
Kazakhstan, Almaty *e-mail: Erika.Dzhangalina@kaznu.kz

Prospects for using vegetable beans for breeding and food production

One of the most prospective strategies of agricultural policy in the Republic of Kazakhstan at present is manufacturing effective competitive agricultural production and supply with quality food products. Major role in this direction belongs to growing sowing areas of legumes, and common in particular.

Common bean is one of basic vegetable crops of high economic value in different countries. Out of all legumes common bean has high nutritional value and may be used for different nutritional aims. In human daily ration in many countries common bean is the resource of proteins, essential and non-essential amino-acids, micro and macro elements and vitamins. In modern world the breeding of vegetable bean should be targeted to generation of new, prospective varieties on the basis of complex assessment of domestic and foreign genotypes by implying marker selection and introduction new technologies.

Main biological and morphological characteristics of vegetable beans, i.e. agronomical and food values, are highlighted in this article. There are the key principles and modern research in the field of the legumes breeding which are accepted in different countries. Analysis of literature sources of Russian and foreign authors over the past 10-15 years has demonstrated that breeding of vegetable beans should be concentrated on complex assessment of specimens in accord with such traits as productivity, resistance to stress factors and increased nutritional value.

To assess productivity it is necessary to take into account that the modern varieties of common beans have high biological and physiological difference across populations, i.e. the presence of biotypes with low, medium and high potential of the traits. One of the ways towards increased productivity is providing experiments on optimizing biotic structure of populations.

Currently these investigations are conducted by conventional and molecular genetic methods. Introduction of marker selection on the basis of DNA-markers will promote the development of new, prospective varieties with economically valuable characteristics and disease resistance for agricultural harvesting.

This article provides main directions of the use of marker selection to determine specimens and varieties which are resistant to drought, viral and fungal diseases, the study and the assessment of genetic diversity of common bean genotypes.

Principal investigations on cultivation of varieties with increased nutritional value is aimed at improving quality and quantity composition of proteins, balanced in amino acids, enriched with microelements and vitamins and possessing low amount of antinutrients. These varieties will allow to meet the needs of food industry in legumes and make vegetable beans more widespread. Special attention is paid to the prospects of cultivation of vegetable beans in Kazakhstan. It has been shown, that the expansion of cultivation areas is quite profitable having high economic importance for our Republic. The introduction of the beans into agricultural production will assist in increasing the profitability of the farms, to develop new branches of food industry, provide plant products with high protein content of the to the population of our Republic and improve people's health and wealth.

Key words: vegetable beans, cultivar, breeding, food industry.

Жангалина Э.Д., Жұмабаева Б.Ә., Айташева З.Ғ.,
Лебедева Л.П., Шыңғысқызы Н.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Қазақстан, Алматы қ., e-mail: Erika.Dzhangalina@kaznu.kz

Селекция мен тағамдық өндірісте көкөністік үрмебұршақты пайдалану перспективалары

Аталған шолуда көкөніс үрмебұршағының негізгі биологиялық және морфологиялық ерекшеліктері мен агрономиялық және тағамдық құндылық қасиеттері туралы айтылады. Мақалада әр түрлі елдердегі дәнді-бұршақты дақылдарды өсірудің өзекті принциптері мен селекциялық зерттеулердің қазіргі заманғы бағыттары келтірілген. Ресейлік және шет елдік авторлардың соңғы 10-15 жылда әдебиеттік көздерге жүргізген талдаулары бойынша көкөніс үрмебұршағына жүргізілетін селекциялық жұмыстар сортүлгілерді құнарлылық көрсеткіштері бойынша кешенді бағалау, әртүрлі стресстік әсерлерге төзімділігін арттыру және тағамдық құндылығын жоғарылатуға бағытталуы тиіс. Қазіргі кезеңде ол зерттеулер дәстүрлі және молекулалық-генетикалық әдістермен жүргізіледі. Селекциялық зерттеу жұмыстарына ДНҚ маркерлерді қолдану негізіндегі маркерлік селекцияны енгізу ауылшаруашылығы өндірісінде ауруларға төзімділік сияқты шаруашылыққа құнды белгілерге ие, болашақта үміт күттіретін жаңа сұрыптарды шығаруға жәрдемдеседі. Жоғары қоректілігімен құнды сұрыптарды өсіріп шығару тұрғысындағы негізгі зерттеулер белоктың сандық және сапалық құрамының жақсартуына, аминқышқылдық құрамының үйлестірілуіне, антиқоректілік заттардың аз мөлшерде болуына, микроэлементтер мен витаминдерге бай болуына бағытталған. Мұндай сұрыптар тамақ өнеркәсібіндегі сұраныстарды қанағаттандырып, көкөніс үрмебұршағының азық-түлік индустриясында қолдану аумағын кеңейтпек. Мақалада Қазақстандағы көкөніс үрмебұршағын өңдеудің болашағына ең басты назар аударылған. Көрсетілгендей, көкөніс үрмебұршағын өңдеу аумақтарын кеңейту жеткілікті деңгейде тиімді және республика экономикасы үшін маңызы зор. Үрмебұршақты ауылшаруашылық өндірісіне ендіру жер өңдеу жүйесінде табыстылықтың жоғарылауына себеп болады, тамақ өнеркәсібін белоктық құрамы жоғарғы өсімдік өнімдерімен қамту арқылы халықтың денсаулығы мен әл-аухатын жақсатады.

Түйін сөздер: көкөністік үрмебұршақ, сорт, селекция, тағамдық өндіріс.

Введение

Формирование эффективного конкурентно-способного сельскохозяйственного производства, обеспечение высокого уровня и качества питания населения является одной из приоритетных стратегических задач агропродовольственной политики нашей республики. Современное сельскохозяйственное производство невозможно без возделывания зернобобовых культур. Они отличаются урожайностью и как азотфиксаторы являются предшественниками для многих сельскохозяйственных культур. В мировом земледелии зернобобовые культуры занимают более 110 млн. га, причем, второе место по площади возделывания занимает именно фасоль. Мировые площади посева фасоли составляют 19-20 млн. гектаров (FAO 2012:15).

Во многих странах мира фасоль является одной из основных овощных культур и высоко востребована на продовольственном рынке. Ведущие потребители – это такие азиатские страны, как Китай, Индонезия и Турция, на долю которых приходится 72,7% от мировых посевных площадей овощной фасоли. Ежегодно в мире посевы этой культуры увеличиваются.

В современных условиях селекционная работа с фасолью овощной должна способствовать выведению новых, перспективных сортов, внедрению современных агротехнологий и быть направлена на удовлетворение запросов переработки и расширения сфер ее использования. Для повышения результативности селекции фасоли необходимо более глубокое изучение физиологических, биохимических, адаптивных свойств растений, которые оказывают влияние на такие показатели, как семенная продуктивность, качество зерна, урожайность.

Для решения этой проблемы особо актуальным является изучение комплексной оценки сортообразцов фасоли овощной селекции по биологическим, биохимическим показателям и технологическим параметрам, которое позволит определить перспективные сорта интенсивного типа, адаптированные к конкретным почвенно-климатическим условиям и будет способствовать расширению ареала возделывания данной культуры. Комплексная оценка позволит выделить сорта, обладающие хорошим качеством продукции и соответствующие технологическим требованиям. Эти показатели тесно связаны с химическим составом бобов (Булатова с соавт., 2015:37).

Расширение площади возделывания бобовых овощных культур, в частности фасоли овощной, имеет важное продовольственное, экономическое, агротехническое и агрохимическое значение. В условиях нехватки продуктов питания для постоянно растущего населения земного шара все большее значение приобретают разработки, которые направлены на решение проблемы обеспечения пищевым белком растительного происхождения, в том числе, путем селекции овощных бобовых культур (Welch and Graham, 2004b:360). Среди них особое значение имеет фасоль обыкновенная, которая отличается высокой питательностью и многообразием использования на пищевые цели. В фасоли содержатся 20-28% белка, 56% диетических волокон и сложные углеводы (Welch and Graham, 2000a:363; Broughton et al. 2003:101; Blair et al. 2010:241). Это также важный источник микроэлементов, например железа (70 мг/кг) и цинка (33 мг/кг), витаминов группы В, таких как ниацин, рибофлавин, фолиевая кислота и тиамин, а также полиненасыщенных жирных кислот (Broughton et al. 2003:87; Guzman and Infante, 2007:114). Микроэлементы, такие как Fe и Zn, важны для поддержания метаболических и физиологических клеточных процессов (Nouet et al. 2001:1097; Yruela, I. 2013:1098).

Фасоль также имеет большое значение как лекарственная культура из-за присутствия полифенольных соединений, волокон, лектинов, ингибиторов трипсина и флавоноидов (Beninger and Hosfield, 2003:7881; Akond et al. 2011:392). Бобовые в целом рассматриваются как источники антитромбоцитарных, антиангиогенных, противораковых, антидепрессантных, антипрокатических, кардиозащитных, гепатопротекторных, противодиабетических, противовирусных соединений (González et al. 1990:121; Rafi and Vastano, 2002:680).

Использование фасоли в пищевой промышленности способствует обеспечению населения высококачественными продуктами питания, в том числе детского и диетического. Возделывание фасоли является с экономической точки зрения достаточно рентабельным производством. Оно способствует снижению импорта консервированной и свежемороженой спаржевой фасоли, обеспечивает пищевое производство высокобелковыми наполнителями для продуктов питания, а семеноводство – семенным материалом. Кроме того, введение в севообороты зернобобовых повышает эффективность

возделывания сельскохозяйственных культур. Агрохимическое значение фасоли заключается в обогащении почвы азотом и возможности использования вторичной продукции в качестве удобрения.

Биологические и морфологические особенности фасоли овощной

Род *Phaseolus* L. относится к семейству Бобовые (*Leguminosae* Juss.), подсемейству Мотыльковые (*Papilionatae* Taub.) и включает до 230 видов, произрастающих в США, Австралии, Африке и Азии. Первое место по видовому разнообразию фасоли занимает Америка и Бразилия. Другим центром происхождения многих видов фасоли является Южная Азия (Wortmann et al. 2006). Культурные сорта фасоли обыкновенной произошли от дикорастущих форм, произрастающих в северо-западных и южных штатах Мексики. В результате селекции было создано множество скороспелых кустовых, восковых, белосемянных сортов, без пергаментного слоя.

Кроме фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.), возделывают также фасоль лимскую (*Phaseolus lunatus* L.), фасоль многоцветковую (*Phaseolus coccineus* L.), фасоль остролистную (*Phaseolus acutifolius* Gray), фасоль угловую (*Phaseolus angularis* Willd.), фасоль золотистую (*Phaseolus aureus*), фасоль рисовую (*Phaseolus calcaratus* (*Vigna calcaratus* Roxb)), фасоль май (*Vigna mungo* L.), фасоль аконитолистную (*Phaseolus aconitifolius* Tasg.), фасоль ямайскую (*Phaseolus semierectus* L.), фасоль трехлопастную (*Phaseolus trilobus* Ait.) и др. (Makowski, 2000: 543).

По характеру роста куста встречаются кустовые, полувьющиеся и высокостелющиеся формы (Скорина, 2015:87). Корневая система фасоли относится к стержневому типу, ветвящаяся. На корнях образуются азотфиксирующие бактерии, которые представляют собой мелкие клубеньки грушевидной формы. Стебель фасоли травянистый, ветвящийся. Цветки относительно крупные (14-27 мм в длину), имеющие белую, розовую, лиловую или фиолетовую окраску. Бобы различной формы длиной от 7 до 30 см. Форма бобов достаточно разнообразна: прямая, изогнутая, серповидная, саблевидная, плоская, цилиндрическая. У сортов фасоли овощного направления в створках боба грубый пергаментный слой не образуется. Окраска незрелого боба у различных сортов фасоли сильно варьирует. Семена наиболее разнообразны по величине, форме, окраске,

характеру рисунка. В зависимости от сорта масса 1000 семян составляет 140-1100 г. Этот показатель имеет большое значение при возделывании фасоли, т.к. в ряде работ было показано, что крупные семена сильнее травмируются при посеве и обмолоте (Chodulska, 1995:57).

Фасоль относится к растениям короткого дня, теплолюбива, не устойчива к заморозкам, нехолодостойкая (Ali et al, 1994:118). Вегетационный период фасоли составляет 60-200 суток. В зависимости от длины вегетационного периода различают ультраскороспелые (период вегетации до 46 дней); скороспелые (46-50); среднеранние (51-55); среднеспелые (61-70); позднеспелые (76-80); очень поздние (больше 95) сорта. Урожайность бобов с растения коррелирует с длиной, количеством и массой бобов (Копылова, 2015:65).

Поскольку фасоль относится к высокобелковым, сбалансированным по аминокислотному и минеральному составу овощам, перспективным направлением ее возделывания и использования является изучение возможности подбора сортов по содержанию белка и аминокислот.

По своему назначению фасоль делится на зерновую и овощную. В производстве используют спелые семена фасоли (зерновое направление) и незрелые бобы и семена (овощное направление). Поэтому остро стоит проблема изучения мирового сортимента овощной фасоли и отбора лучших образцов для непосредственного использования в производстве и формирования местного генофонда сортов. Одним из способов получения перспективных востребованных сортов является интродукция новых сельскохозяйственных культур и вовлечение их в селекционный процесс.

Овощные сорта фасоли подразделяют на сахарные, полусахарные и туршевые. Эта классификация основана на форме боба в поперечном сечении, наличии пергаментного слоя в створках и волокна в шве боба. Для сахарных сортов характерны мясистые бобы округлой формы без пергаментного слоя в створках зеленых бобов и без волокон в швах. В полусахарных сортах присутствие волокна в створках бобов незначительно. Бобы туршевой фасоли плоской формой и без пергаментного слоя и волокна в бобах. Сорта фасоли, имеющие длинные тонкие, округлые бобы, относятся к спаржевым. Форма боба генетически детерминирована. Например, плоская форма бобов определяется наличием генов Ea, Eb, Ia, Ib, а округлая – генами ea, eb, ia, ib. Наличие волокна в створках бобов является ре-

цессивным признаком, определяемым геном *st*. (Вишнякова с соавт., 2013: 21).

Основные направления селекционной работы по фасоли

В странах нынешнего ближнего зарубежья планомерная селекционная работа с овощной фасолью началась в 20-е годы прошлого века. Развитие исследований фасоли на территории стран СНГ основано на использовании коллекции ВИРа, которая насчитывает 2000 образцов овощной фасоли. Данные образцы используются в селекционных работах не только в России, но и в других странах ближнего зарубежья. На Украине селекция фасоли привела к получению ряда раннеспелых, скороспелых, белосемянных сортов. В Молдавии методом гибридизации создан ряд районированных сортов. В Грузии основные исследования направлены на создание сортов, пригодных для консервирования. В Армении создан крупносемянный сорт Зепюр, рекомендованный для посева в защищенном грунте. Важнейшим направлением селекционной работы фасоли в зоне рискованного земледелия является создание скороспелых, устойчивых к холоду и болезням сортов, характеризующихся стабильными урожаями. Например, в условиях Ленинградской области выведен ряд сортов, которые являются источниками скороспелости и могут быть использованы в селекции на этот признак (Вишнякова с соавт., 2013: 24).

В настоящее время селекционные исследования овощной фасоли широко ведутся в таких зарубежных странах, как Англия, Болгария, Турция, Австрия, Индия, Мексика, Чили и др. Основные направления селекционной работы по овощной фасоли направлены на создание раннеспелых кустовых сортов, отличающихся высоким качеством бобов, обладающие комплексом хозяйственно-ценных признаков, изучение устойчивости к различным заболеваниям и т.д.

В настоящее время для изучения генетического разнообразия, генотипирования, выявления генов устойчивости, улучшения селекционных программ эффективно используется маркерная селекция (MAS-селекция). Применение ДНК-маркеров выводит селекцию сельскохозяйственных растений на качественный уровень, позволяя оценить генотипы напрямую, а не через фенотипические проявления. Это способствует идентификации перспективных сортов с комплексом ценных признаков ускоренными темпами. Одним из наиболее используемых и

эффективных типов маркеров являются микросателлитные ДНК-маркеры, или SSR-маркеры. Преимуществами SSR-маркеров являются высокий уровень полиморфизма, кодоминантность, легкая детекция с помощью ПЦР (Burle et al. 2010:808; Buso et al. 2006:252; Miklas et al. 2006:227).

На основе проведенной молекулярной характеристики показателей продуктивности с использованием RAPD и ISSR маркеров выявлены болгарские сорта, перспективные для возделывания в засушливых условиях и использования их в качестве родительских пар для гибридизации и биотехнологических исследований (Apostolova et al. 2014:55). В работе Khaidizar *et al.* было охарактеризовано генетическое разнообразие местных образцов и показано, что SSR-анализ может быть успешно использован для оценки генетического разнообразия генотипов, произрастающих в различных регионах Турции (Khaidizar et al. 2012:146). Изучение нуклеотидных последовательностей *Phaseolus vulgaris* мезоамериканского и андского происхождения показало, что окультуривание мезоамериканских генотипов привело к снижению их генетического разнообразия (Bitocchi et al. 2013:309).

По результатам ряда исследований на основе анализа морфологических параметров, хозяйственно-ценных признаков, условий выращивания выведены и изучены перспективные сорта российской (Русских, 2014:157; Сачивко 2017:49; Popov and Martynov, 2001:21; Цыганок и Кутепова 2010:54) и зарубежной селекции (Broughton et al. 2003:64; Šustar-Vozli et al. 2006:245; Zhang 2006:633), обладающие комплексом хозяйственно-ценных признаков, важных при селекции культуры на высокую продуктивность, высокими питательными и технологическими качествами и пригодные к механизированной уборке.

Фасоль отличается своей морфологической изменчивостью и адаптируемостью к различным средам, создавая широкий спектр местных сортов (Gouveia et al. 2014:325; Коцар, 2012:65). В ряде исследований установлена высокая индивидуальная изменчивость количественных признаков фасоли в зависимости от воздействия экстремальных факторов, несвойственных для этих культур сроках посева и использования минеральных удобрений (Kwak et al. 2012:1577).

Значительная внутривидовая генотипическая изменчивость (около 50%) характерна, например, для таких признаков, как число бобов на растении, число продуктивных узлов, длина стебля, масса семян с растения. Меньшим гено-

типическим вариациям подвержены масса 1000 семян; высота до первого боба; длина и ширина боба; число ветвей; число бобов на продуктивный узел. Для современных сортов фасоли характерна высокая биологическая и физиологическая разнокачественность популяций, т.е. наличие биотипов с высоким, средним и низким потенциалом продуктивности. Одним из способов повышения продуктивности зернобобовых культур может быть проведение исследований по оптимизации биотического состава популяций.

Основными задачами селекции фасоли являются улучшение качественного и количественного состава белков; снижение концентрации антипитательных веществ; снижение уровня клетчатки; повышение содержания жира, витаминов, пигментов. Питательный состав и качество семян фасоли обусловлены такими факторами, как генотип, происхождение, условия окружающей среды (Broughton et al. 2003:111). В настоящее время утрата разнообразия сельскохозяйственных культур и исчезновение генетических ресурсов приводят к одновременному ухудшению качества питания. Важно отметить, что при выведении элитных сортов с хозяйственно-ценными признаками генетическое разнообразие не всегда широко используется (Gouveia et al. 2011:133; Singh, 2001:1662).

Содержание и качество белка в зерне зависят от двух групп факторов – условий выращивания и особенностей генотипа. Изучению разнообразия коллекций фасоли по составу запасных белков посвящены многие исследования. Установлена полиморфность по составу запасных белков, выделены перспективные специфичные по составу глобулинов и альбуминов образцы, рекомендуемые для вовлечения в селекционный процесс. Генетический контроль за формированием альбуминов и глобулинов прослеживается в течение всего периода созревания семян. Характер изменения глобулинов и альбуминов специфичен для разных генотипов. Содержание альбуминов возрастает постепенно, начиная со стадии зеленых семян. В процессе формирования семян наблюдается гетерогенность альбуминовой фракции, что является одной из причин изменчивости аминокислотного состава семян (Berrocal-Ibarra et al. 2002:209; Guzmán-Maldonado et al. 2000:1879; Shekari et al. 2014:248). Наибольший интерес в настоящее время представляет улучшение качества белка за счет увеличения содержания в нем наиболее ценных незаменимых аминокислот, например

лизина, метионина и триптофана. Необходимо отметить, что одним из перспективных задач селекции является создание или отбор среди существующих культурных видов бобовых и их диких сородичей форм с повышенным содержанием серосодержащих аминокислот – метионина и цистеина. Это позволит повысить качественный уровень белков зернобобовых культур и приблизить их по питательности к животным белкам. Изучение качественных характеристик чилийской коллекции фасоли проведено в исследованиях Paredes С.М. с соавт. (Paredes et al. 2009:491). Установлено, что изученные образцы сильно отличались по содержанию белка, макро- и микроэлементов. Данные исследования могут быть использованы для определения качества фасоли разных видов.

Ощутимые потери урожая фасоли вызываются различными заболеваниями. Одним из широко применяемых методов защиты растений от патогенов является создание и использование устойчивых к болезням сортов и линий сельскохозяйственных культур. В настоящее время в Казахстане около 9000 га сельскохозяйственных земель заражено вредителями и распространено около 70 видов болезней. Потери урожая зерновых и зернобобовых культур от грибных болезней и вирусных заболеваний достигают до 30% (Kelly et al. 2003:147).

Одним из самых серьезных заболеваний, влияющих на продуктивность бобов, является вирус мозаики бобовых (BCMV). На основе молекулярного анализа с помощью различных микросателлитных маркеров был проведен скрининг 132 генотипов фасоли. В результате проведенных исследований выделено 8 устойчивых к BCMV форм и установлено, что праймер BMD-6 является информативным и эффективным маркером для изучения филогенетических отношений (Amir et al. 2017:345). Среди грибных заболеваний наиболее вредоносным является антракноз, вызываемый грибковым патогеном *Colletotricum lindemuthianum*. В настоящее время описано более 2500 различных штаммов возбудителя антракноза. Успешная борьба с болезнями растений невозможна без своевременного выявления заболеваний и правильной идентификации возбудителей на основе микробиологических, микроскопических и молекулярно-генетических методов (Campa et al. 2011:760; Ferreira et al. 2008:707; Blair et al. 2008:98).

Согласно литературным источникам, на сегодняшний день идентифицировано 23 гена, связанных с резистентностью к антракнозу. Каж-

дый ген резистентен к определенному штамму патогена. Большинство этих генов выделяются в 7 из 11 групп сцепления, называемых группами Pv. (Chen et al. 2017: 14; Ferreira et al. 2013:165).

Было высказано предположение, что наличие генов устойчивости из разных групп, таких как андские и мезоамериканские, может приводить к наиболее выраженной устойчивости к антракнозу. Среди всех генов устойчивости андского типа (Co-1, Co-12, Co-13, Co-14, Co-15, Co-w, Co-x, Co-y и Co-z) ассоциированные молекулярные маркеры были найдены только для локусов Co-1 и Co-15 (Lacanallo and Gonçalves-Vidigal, 2015:397). Идентификация таких маркеров как в андских, так и в мезоамериканских сортах будет напрямую способствовать характеристике и сохранению генетических ресурсов, доступных для программ улучшения сельскохозяйственных культур.

В Казахстане поддержанием коллекции зернобобовых культур на протяжении последних 30-40 лет занимаются в Казахском научно-исследовательском институте картофелеводства и овощеводства. В «Государственный реестр селекционных достижений РК» в 2012 включен один сорт овощной фасоли «Ассоль», выведенный сотрудниками КазНИИКО (adilet.zan.kz., 2016). Нами была проведена оценка коллекционных образцов зерновой и выющейся фасоли по белковому и аминокислотному составу. Выявлены перспективные местные высокобелковые зерновые сортоформы и линии фасоли. Два сортообразца зерновой фасоли переданы на государственное сортоиспытание. Результаты проведенных научных исследований свидетельствуют о перспективности возделывания бобовых культур в условиях юго-востока Казахстана (Aytasheva et al. 2015:105; Zhumabayeva et al. 2016:64).

Перспективы использования овощной фасоли как продовольственной культуры на рынках Казахстана

На пищевые цели в основном используется овощная фасоль в технической фазе спелости (лопатка). Количество белка в лопатках составляет 0,9 – 3,5%, сахаров – до 5%, сухого вещества до – 17,0%, крахмала – до 7%. Фасоль овощная также богата аскорбиновой кислотой (7,2 – 39 мг%), провитамином А (0,45 мг%), минеральными элементами (до 0,7%) и такими ценными для организма человека аминокислотами, как триптофан, лизин, аргинин. Повы-

шенное содержание водорастворимой фракции в белке способствует хорошему усвоению его организмом. Богатые витаминами и минеральными солями недозрелые бобы используются как в свежем, так и в консервированном виде. Высокой питательной ценностью обуславливается широкое распространение фасоли во многих странах мира.

В настоящее время потребительский спрос на фасоль в Республике Казахстан удовлетворяется главным образом за счет экспортных поставок зерна, натуральных и консервированных бобов из стран СНГ и дальнего зарубежья (Индия, Бразилия, Мексика, Китай, США). В то же время, мировой спрос на зернобобовые культуры ежегодно растет. Основными закупщиками фасоли являются Турция, Китай, Россия.

С каждым годом интерес к использованию зернобобовых культур в Казахстане возрастает. По данным АО «Казагромаркетинг» с 2015 ежегодно наблюдается повышение цен на фасоль в среднем на 11%, что свидетельствует о повышении спроса на внутренних и внешних рынках. Расширение в Казахстане площадей возделывания фасоли овощной будет способствовать активному импортозамещению бобов на более высокобелковую отечественную продукцию. С 2014 г. наблюдается прирост государственных инвестиций в агропромышленный сектор и увеличение посевных площадей зернобобовых культур в различных регионах Казахстана. В 2017 г. площади посевов зернобобовых культур возросли на 209 тысяч гектаров (Smaiylov, 2012:54).

Объективной причиной сдерживания распространения фасоли в Казахстане является отсутствие районированных сортов. В госреестр Республики Казахстан на сегодняшний день включено всего 3 сорта и 2 гибрида фасоли овощной, из которых лишь один сорт создан отечественными селекционерами (Госреестр Республики Казахстан, 2014:312). Выведение высокопродуктивных, скороспелых сортов, пригодных к механизированному возделыванию, устойчивых к неблагоприятным факторам окружающей среды будет способствовать расширению посевных площадей фасоли.

В настоящее время в Казахстане продовольственный рынок овощной фасоли находится на начальной стадии становления. По нашим сведениям имеются лишь три предприятия по выпуску замороженных овощей и полуфабрикатов: ТОО «ПКЗП» Гипер Продукт», г. Павлодар; ТОО «Самал Элит А», ТОО «Аскентжол», г. Ка-

раганда. Увеличение мощностей и ассортимента этих предприятий связано с недостаточным обеспечением отечественного растительного сырья, в том числе овощной фасоли.

Таким образом, расширение площадей возделывания фасоли овощной имеет большое экономическое значение для нашей республики. Её

внедрение будет способствовать развитию агропромышленного производства, повышению конкурентоспособности страны на мировом рынке и решению задач по обеспечения населения нашей республики высокобелковыми растительными белками, а также укреплению здоровья и благосостояния населения.

Литература

- 1 Булатова К.М., Алексидзе Г.Н. и др. (2015) Морфологическая и биохимическая характеристика семян коллекционных образцов фасоли // Известия НАН РК. – Vol. 3, № 309. – С. 33-41.
- 2 Вишнякова М.А., Булынец С.В. и др. (2013) Исходный материал для селекции овощных бобовых культур в коллекции ВИР // Овощи России. – № 1 (18). – С.16-25.
- 3 Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Республике Казахстан (2014). – Астана. – 240 с.
- 4 Копылова М.А. Разработка технологии конвейерного производства зеленых бобов фасоли овощной в Южной лесостепи Западной Сибири: автореферат к.б.н. 06.01.08. – Тюмень, 2015. –17 с.
- 5 Коцар Н.В. (2012) Изучение потенциальных возможностей выращивания семян фасоли овощной в условиях Юго-Запада Центрально-Черноземного региона // Научные Ведомости. Серия Естественные науки. –№ 9 (128). – С.64-68.
- 6 Об утверждении Государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию в Республике Казахстан, и перечня перспективных сортов сельскохозяйственных растений. (2016) www.adilet.zan.kz.
- 7 Русских И. А. (2014) Мобилизация, изучение и перспективы использования генетических ресурсов рода *Phaseolus* L. – Минск: Красико-Принт. – 263 с.
- 8 Сачивко Т. В. (2017) Оценка новых сортов фасоли овощной по основным хозяйственно-полезным признакам // Вестник Белорусской Государственной сельскохозяйственной академии. – № 1. – С. 48-51.
- 9 Скорина В. В. и др. (2015) Селекция и семеноводство фасоли овощной. – Горки: БГСХА. – 197 с.
- 10 Цыганок Н., Кутепова Е. (2010) Новые овощные сорта фасоли для конвейерного выращивания // Овощеводство. – №10. – С. 54-56.
- 11 Akond, M., Golam, A. S. M., Khandaker, L., Berthold, J., Gates, L., Peters, K., Delong, H. and Hossain, K. «Anthocyanin, total polyphenols and antioxidant activity of common bean», American Journal of Food Technology 6(5) (2011): 385- 394.
- 12 Ali S. M., Sharma B., Ambrose M. J. «Current status and future strategy in breeding pea to improve resistance to biotic and abiotic stresses», Euphytica 73 (1994):115-126.
- 13 Amir B Wani, M Ashraf Bhat, Amjad M Husaini and Irtiza Sidiqi «Screening of important bean genotypes/collections for resistance against Common Bean Mosaic Virus using molecular markers» // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 6(4) (2017):343-347.
- 14 Apostolova E., Krastev V., Yahubyan G., Svetleva D., et al. «Molecular analysis of Bulgarian common bean genotypes and their characterization after growing under rainfed and irrigated conditions» // International Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 1(4) (2014): 50-57.
- 15 Aytasheva Z. G., Sapko O. A., Lebedeva L. P., Zhumabayeva B. A., Dzhangalina E. D. et al. «Biochemical properties of seeds for domestic and international common bean accessions», Buletin Kaznu, Ser. Biology 2/1 (64) (2015):102-107.
- 16 Beninger, C. W. and Hosfield, G. L. «Antioxidant activity of extracts, condensed tannin fractions, and pure flavonoids from *Phaseolus vulgaris* L. seed coat color genotypes» // Journal of Agriculture and Food Chemistry 51 (2003): 7879–7883.
- 17 Berrocal-Ibarra, S., J. Ortiz-Cereceres and C.B. Peca-Valdivia «Yield components, harvest index and leaf area efficiency of a sample of a wild population and a domesticated variant of the common bean *Phaseolus vulgaris*», South Afr. J. Botany 68(2002): 205-211.
- 18 Bitocchi E., Bellucci E., Alessandro Giardini, Domenico Rau et al. «Molecular analysis of the parallel domestication of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) in Mesoamerica and the Andes» // New Phytologist 1(2013):300-313.
- 19 Blair, M. W., Buendía, H. F., Giraldo, M. C., Métais, I., and Peltier, D. «Characterization of AT-rich microsatellites in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)» // Theor. Appl. Genet. 118(2008):91-103.
- 20 Blair, M. W., Gonzales, L. F., Kimani, P. M. and Butare, L. «Inter-genepool introgression, genetic diversity and nutritional quality of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from Central Africa» // Theoretical and Applied Genetics 121(2010b): 237–248.
- 21 Broughton, W.J., Hernández, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P. and Vanderleyden, J. «Beans (*Phaseolus* pp.) Model Food Legumes», Plant Soil 252(2003):55-128.
- 22 Burle, M. L., Fonseca, J. R., Kami, J. A. and Gepts, P. «Microsatellite diversity and genetic structure among common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces in Brazil, a secondary center of diversity», Theoretical and Applied Genetics 121(2010): 801–813.
- 23 Buso, G. S. C., Amaral Z. P. S., Brondani R. P. V. and Ferreira M.E. «Primer note: microsatellite markers for the common bean *Phaseolus vulgaris*», Molecular Ecology Notes 6(2006): 252– 254.

- 24 Campa Ana, Ramón Giraldez, and Juan José Ferreira «Genetic Analysis of the Resistance to Eight Anthracnose Races in the Common Bean Differential Cultivar Kaboon», *Phytopathology* 101 (2011):757-764.
- 25 Chen, M., Wu, J., Wang, L., Mantri, N., Zhang, X., Zhu, Z., & Wang, S. «Mapping and Genetic Structure Analysis of the Anthracnose Resistance Locus Co-1HY in the Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)», *PLoS ONE* 12(1) (2017):1-18
- 26 Chodulska L., Palonka S. «Uszkodzenia nasion różnych odmian fasoli zwyczajnej przez zmieniki (Luguz SPP)» *Mater. 35 Ses.nauk.inst.ochr.rosl.-Poznan* (1995):56-59
- 27 FAO (2012) FAOSTAT. Available from <http://faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture>.
- 28 Ferreira, J. J., Campa, A., Pérez-Vega, E., and Giraldez, R. «Reaction of a bean germplasm collection against five races of *Colletotrichum lindemuthianum* identified in northern Spain and implications for breeding», *Plant Dis.* 92(2008):705-708.
- 29 Ferreira J.J., Campa A., Kelly J.D. «Organization of genes conferring resistance to anthracnose in common bean». In *Translational genomics for crop breeding*, ed Varshney RK, Tuberosa R (1st. Wiley, New York, 2013),151-182.
- 30 González de Mejía, E., Hanzkins, C. N., Paredes, L. O. and y Shannon, A. M. «The Lectins and Lectins-Like Proteins of tepary beans (*Phaseolus acutifolius*) and Tepary-Common bean (*Phaseolus vulgaris*) Hybrids», *Journal of Food Biochemistry* 14(1990):117-126.
- 31 Gouveia C.S.S., Freitas, G. and Pinheiro de Carvalho MÂ.A. «Nutritional Analysis of Regional Varieties of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Produced under Low Input Conditions», *Actas Portuguesas de Horticultura* 17(2011):131-137.
- 32 Gouveia, C.S.S., Freitas, G., de Brito, J.H., Slaski, J.J. and de Carvalho, M.Â.A.P. «Nutritional and Mineral Variability in 52 Accessions of Common Bean Varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) from Madeira Island», *Agricultural Sciences* 5(2014):317-329.
- 33 Guzmán-Maldonado, S. H., Acosta-Gallegos J. A. and Paredes-López, O. «Protein and mineral content of a novel collection of wild and weedy common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)», *Journal of Science of Food and Agriculture* 80(2000):1874-1881.
- 34 Guzman, N.E. and Infante, J. A. G. «Antioxidant activity in Cotyledon of Black and Yellow Common beans (*Phaseolus Vulgaris* L.)», *Research Journal of Biological Sciences* 2(1) (2007):112-117.
- 35 Kelly, J. D., Gepts, P., Miklas, P. N., and Coyne, D. P. «Tagging and mapping of genes and QTL and molecular marker-assisted selection for traits of economic importance in bean and cowpea», *Field Crop Res.* 82(2003):135-154.
- 36 Khaidizar Maya Izar, Kamil Haliloglu, Erdal Elkoca et al. «Genetic Diversity of Common Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) Landraces Grown In Northeast Anatolia of Turkey Assessed With Simple Sequence Repeat Markers», *Turkish Journal of Field Crops* 17(2) 2012:145-150.
- 37 Kwak, M., O. Toro, D.G. Debouck and P. Gepts «Multiple origins of the determinate growth habit in domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris*)», *Annals Botany* 110(2012): 1573-1580.
- 38 Lacanallo G. F., Gonçalves-Vidigal M. C. «Mapping of an andean gene for anthracnose resistance (Co-13) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Jalo Listras Pretas landrace», *AJCS* 9(5)(2015):394-400.
- 39 Makowski N., Körnerleguminosen (Gelsenkirchen: Verlag Th. Mann, 2000), 856.
- 40 Miklas P. N., Kelly J. D., Beebe S. E., Blair M. W. «Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: from classical to MAS breeding», *Euphytica* 147(2006):105-131.
- 41 Nouet, C., Motte, P. and Hanikenne, M. «Chloroplastic and mitochondrial metal homeostasis», *Trends in Plant Science* 16(2001):395-404.
- 42 Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки., Viviana Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки. Juan Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки. «Inorganic Nutritional Composition of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) «Genotypes Race Chile», *Chilean J. Agric. Res.* 69(2009):486-495 accessed December 2009, doi.org/10.4067/S0718-58392009000400002.
- 43 Popov, V.P. and O.L. Martynov «Morphological and biological peculiarities of few cultivars for common bean in the South of Moscow Region», *Proc. Russian Acad. Agric. Sci.* 4(2001):21-23.
- 44 Rafi, M. M. and Vastano, B. C. «Novel polyphenol molecule isolated from licorice root (*Glycyrrhiza glabra*) induces apoptosis, G2/M cell cycle arrest, and Bcl-2 phosphorylation in tumor cell lines», *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50(2002):677-684.
- 45 Shekari, F., A., Javanmard and M. Hassanpouraghdam «Response of two red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars to controlled water deficit stress during post-flowering growth stage», *Agric. Forestry* 60(2014): 245-257.
- 46 Singh, S.P. «Broadening the Genetic Base of Common Bean Cultivars: A Review», *Crop Science* 41(2001):1659-1675.
- 47 Statistical Indicators. – Edited by A.A. Smaiylov.–Astana, 2012. – № 2. – 72 p.
- 48 Šustar-Vozlič, J., Maras, M., Javornik, B and Meglič, V. «Genetic Diversity and Origin of Slovene Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Germplasm as Revealed by AFLP Markers and Phaseolin Analysis», *American society of Horticultural Science* 131(2) 2006:242 – 249.
- 49 Welch, R. M. and Graham R. D. «A new paradigm for world agriculture: productive, sustainable, nutritious, healthful food systems», *Food and Nutrition Bulletin* 21(2000):361-366.
- 50 Welch, R. M. and Graham, R. D. «Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective». *Journal of Experimental Botany*, 55(2004):353-364.
- 51 Wortmann, C. S., Brink, M. and Belay, G. «*Phaseolus vulgaris* L. (common bean)», in *PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale)* ed. Wageningen (Netherlands, 2006):297.
- 52 Zhang, X., M.W. Blair and S. Wang «Genetic diversity of Chinese common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces assessed with simple sequence repeat markers», *Theor. Applied Genet.* 117(2008): 629-640.
- 53 B. A. Zhumabayeva, Z.G. Aytasheva, D. Auletbaeva S.B., Lebedeva L.P. Activities of protein components in bean seeds of Kazakhstan, Russian and other accessions, *Bulletin Kaznu, Ser. Biology* 1(2016): 58-66.
- 54 Yruea, I. «Transition metals in plant photosynthesis», *Metallomics* 5(2013):1090-1109.

References

- 1 Bulatova K., Aleksidze G. i dr. (2015) Morfologicheskaja i biohimicheskaja harakteristika semjan kollekcionnyh obrazcov fasoli [Morphological and biochemical characteristics of seeds obtained from common beans collection]. *Izvestija NAN RK*, vol. 3, no. 309. pp. 33-41.
- 2 Vishnjakova M., Bulyncev S. i dr. (2013) Ishodnyj material dlja selekcii ovoshhnyh bobovyh kul'tur v kollekcii VIR [Origin material for legume collection of NIR]. *Ovoshhi Rossii*. no 1 (18). pp. 16-25.
- 3 Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushhennyh k ispol'zovaniju v Respublike Kazakhstan (2014) [State Register of Selection Achievements Approved for Use in the Republic of Kazakhstan]. Astana. p.240 .
- 4 Kopylova M. (2015) Razrabotka tehnologii konvejernogo proizvodstva zelenyh bobov fasoli ovoshhnoj v Juzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri.[Development of the technology for the conveyor production of green beans in the Southern steppe zone in Western Siberia]. *Tjumen'*, pp. 2 –17.
- 5 Kocar N. (2012) Izuchenie potencial'nyh vozmozhnostej vyrashhivaniya semjan fasoli ovoshhnoj v uslovijah Jugo-Zapada Central'no-Chernozemnogo regiona // *Nauchnye Vedomosti. Serija Estestvennye nauki* [Studying of potential capabilities for cultivation of vegetable beans seeds under conditions in South-West of the Central Black Earth region]. no. 9 (128). pp. 64-68.
- 6 Ob utverzhdenii Gosudarstvennogo reestra selekcionnyh dostizhenij, dopushhennyh k ispol'zovaniju v Respublike Kazakhstan, i perechnja perspektivnyh sortov sel'skohozjajstvennyh rastenij. [On approval of the State Register of Selection Achievements, approved for use in the Republic of Kazakhstan, and a list of prospective varieties of agricultural plants](2016) www.adilet.zan.kz.
- 7 Russkih I. (2014) Mobilizacija, izuchenie i perspektivy ispol'zovanija geneticheskikh resursov roda *Phaseolus* L. [Mobilization, studying and prospective of the use of genetic resources of *Phaseolus* L.].Minsk: Krasiko-Print. p.263.
- 8 Sachivko T. (2017) Ocenka novyh sortov fasoli ovoshhnoj po osnovnym hozjajstvenno-poleznym priznakam. [Assessment of new varieties of vegetable beans on the basis of valuable crops]. *Vestnik Belorusskoj Gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii*. no.1. pp. 48-51.
- 9 Skorina V. i dr. (2015) Selekcija i semenovodstvo fasoli ovoshhnoj. [Breeding and seed growing of vegetable beans]. Gorki: BGSHA. p.197.
- 10 Cyganok N., Kutepova E. (2010) Novye ovoshhnye sorta fasoli dlja konvejernogo vyrashhivaniya. [New vegetable specimens of vegetable beans for conveyor cultivation]. *Ovoshhevodstvo*, no.10, pp.54-56.
- 11 Akond, M., Golam, A. S. M., Khandaker, L., Berthold, J., Gates, L., Peters, K., Delong, H. and Hossain, K. «Anthocyanin, total polyphenols and antioxidant activity of common bean», *American Journal of Food Technology* 6(5) (2011): 385- 394.
- 12 Ali S. M., Sharma B., Ambrose M. J. «Current status and future strategy in breeding pea to improve resistance to biotic and abiotic stresses», *Euphytica* 73 (1994):115-126.
- 13 Amir B Wani, M Ashraf Bhat, Amjad M Husaini and Irtiza Sidiqi «Screening of important bean genotypes/collections for resistance against Common Bean Mosaic Virus using molecular markers», *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 6(4) (2017):343-347.
- 14 Apostolova E., Krastev V., Yahubyan G., Svetleva D., et al. «Molecular analysis of Bulgarian common bean genotypes and their characterization after growing under rainfed and irrigated conditions», *International Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 1(4) (2014): 50-57.
- 15 Aytasheva Z. G., Sapko O. A., Lebedeva L. P., Zhumabayeva B. A., Dzhangalina E. D. et al. «Biochemical properties of seeds for domestic and international common bean accessions», *Bulletin Kaznu, Ser. Biology* 2/1 (64) (2015):102-107.
- 16 Beninger, C. W. and Hosfield, G. L. «Antioxidant activity of extracts, condensed tannin fractions, and pure flavonoids from *Phaseolus vulgaris* L. seed coat color genotypes», *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 51 (2003): 7879–7883.
- 17 Berrocal-Ibarra, S., J. Ortiz-Cereceres and C.B. Peca-Valdivia «Yield components, harvest index and leaf area efficiency of a sample of a wild population and a domesticated variant of the common bean *Phaseolus vulgaris*», *South Afr. J. Botany* 68(2002): 205-211.
- 18 Bitocchi E., Bellucci E., Alessandro Giardini, Domenico Rau et al. «Molecular analysis of the parallel domestication of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) in Mesoamerica and the Andes», *New Phytologist* 1(2013):300-313.
- 19 Blair, M. W., Buendía, H. F., Giraldo, M. C., Métais, I., and Peltier, D. «Characterization of AT-rich microsatellites in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)», *Theor. Appl. Genet.* 118(2008):91-103.
- 20 Blair, M. W., Gonzales, L. F., Kimani, P. M. and Butare, L. «Inter-genepool introgression, genetic diversity and nutritional quality of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from Central Africa», *Theoretical and Applied Genetics* 121(2010b): 237–248.
- 21 Broughton, W.J., Hernández, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P. and Vanderleyden, J. «Beans (*Phaseolus* pp.) Model Food Legumes», *Plant Soil* 252(2003):55-128.
- 22 Burle, M. L., Fonseca, J. R., Kami, J. A. and Gepts, P. «Microsatellite diversity and genetic structure among common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces in Brazil, a secondary center of diversity», *Theoretical and Applied Genetics* 121(2010): 801–813.
- 23 Buso, G. S. C., Amaral Z. P. S., Brondani R. P. V. and Ferreira M.E. «Primer note: microsatellite markers for the common bean *Phaseolus vulgaris*», *Molecular Ecology Notes* 6(2006): 252– 254.
- 24 Campa Ana, Ramón Giraldez, and Juan José Ferreira «Genetic Analysis of the Resistance to Eight Anthracnose Races in the Common Bean Differential Cultivar Kaboon», *Phytopathology* 101 (2011):757-764.
- 25 Chen, M., Wu, J., Wang, L., Mantri, N., Zhang, X., Zhu, Z., & Wang, S. «Mapping and Genetic Structure Analysis of the Anthracnose Resistance Locus Co-1HY in the Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)», *PLoS ONE* 12(1) (2017):1-18

- 26 Chodulska L., Palonka S. «Uszkodzenia nasion różnych odmian fasoli zwyczajnej przez zmieniki (Luguz SPP)» Mater. 35 Ses.nauk.inst.ochr.rosl.-Posnan (1995):56-59
- 27 FAO (2012) FAOSTAT. Available from <http://faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture>.
- 28 Ferreira, J. J., Campa, A., Pérez-Vega, E., and Giraldez, R. «Reaction of a bean germplasm collection against five races of *Colletotrichum lindemuthianum* identified in northern Spain and implications for breeding», Plant Dis. 92(2008):705-708.
- 29 Ferreira J.J., Campa A., Kelly J.D. «Organization of genes conferring resistance to anthracnose in common bean». In Translational genomics for crop breeding, ed Varshney RK, Tuberosa R (1st. Wiley, New York, 2013),151-182.
- 30 González de Mejía, E., Hanzkins, C. N., Paredes, L. O. and y Shannon, A. M. «The Lectins and Lectins-Like Proteins of tepary beans (*Phaseolus acutifolius*) and Tepary-Common bean (*Phaseolus vulgaris*) Hybrids», Journal of Food Biochemistry 14(1990):117-126.
- 31 Gouveia C.S.S., Freitas, G. and Pinheiro de Carvalho MÂ.A. «Nutritional Analysis of Regional Varieties of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Produced under Low Input Conditions», Actas Portuguesas de Horticultura 17(2011):131-137.
- 32 Gouveia, C.S.S., Freitas, G., de Brito, J.H., Slaski, J.J. and de Carvalho, M.Â.A.P. «Nutritional and Mineral Variability in 52 Accessions of Common Bean Varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) from Madeira Island», Agricultural Sciences 5(2014):317-329.
- 33 Guzmán-Maldonado, S. H., Acosta-Gallegos J. A. and Paredes-López, O. «Protein and mineral content of a novel collection of wild and weedy common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)», Journal of Science of Food and Agriculture 80(2000):1874-1881.
- 34 Guzman, N.E. and Infante, J. A. G. «Antioxidant activity in Cotyledon of Black and Yellow Common beans (*Phaseolus vulgaris* L.)», Research Journal of Biological Sciences 2(1) (2007):112-117.
- 35 Kelly, J. D., Gepts, P., Miklas, P. N., and Coyne, D. P. «Tagging and mapping of genes and QTL and molecular marker-assisted selection for traits of economic importance in bean and cowpea», Field Crop Res. 82(2003):135-154.
- 36 Khaidizar Maya Izar, Kamil Haliloglu, Erdal Elkoca et al. «Genetic Diversity of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces Grown In Northeast Anatolia of Turkey Assessed With Simple Sequence Repeat Markers», Turkish Journal of Field Crops 17(2) 2012:145-150.
- 37 Kwak, M., O. Toro, D.G. Debouck and P. Gepts «Multiple origins of the determinate growth habit in domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris*)», Annals Botany 110(2012): 1573-1580.
- 38 Lacanallo G. F., Gonçalves-Vidigal M. C. «Mapping of an andean gene for anthracnose resistance (Co-13) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Jalo Listras Pretas landrace», AJCS 9(5)(2015):394-400.
- 39 Makowski N., Körnerleguminosen (Gelsenkirchen: Verlag Th. Mann, 2000), 856.
- 40 Miklas P. N., Kelly J. D., Beebe S. E., Blair M. W. «Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: from classical to MAS breeding», Euphytica 147(2006):105-131.
- 41 Nouet, C., Motte, P. and Hanikenne, M. «Chloroplastic and mitochondrial metal homeostasis», Trends in Plant Science 16(2001):395-404.
- 42 Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки., Viviana Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки. Juan Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки. «Inorganic Nutritional Composition of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) «Genotypes Race Chile», Chilean J. Agric. Res. 69(2009):486-495 accessed December 2009, doi.org/10.4067/S0718-58392009000400002.
- 43 Popov, V.P. and O.L. Martynov «Morphological and biological peculiarities of few cultivars for common bean in the South of Moscow Region», Proc. Russian Acad. Agric. Sci. 4(2001):21-23.
- 44 Rafi, M. M. and Vastano, B. C. «Novel polyphenol molecule isolated from licorice root (*Glycyrrhiza glabra*) induces apoptosis, G2/M cell cycle arrest, and Bcl-2 phosphorylation in tumor cell lines», Journal of Agriculture and Food Chemistry 50(2002):677-684.
- 45 Shekari, F., A., Javanmard and M. Hassanpouraghdam «Response of two red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars to controlled water deficit stress during post-flowering growth stage, Agric. Forestry 60(2014): 245-257.
- 46 Singh, S.P. «Broadening the Genetic Base of Common Bean Cultivars: A Review», Crop Science 41(2001):1659-1675.
- 47 Statistical Indicators. – Edited by A.A. Smaylov.–Astana, 2012. – № 2. – 72 p.
- 48 Šustar-Vozlič, J., Maras, M., Javornik, B and Meglič, V. «Genetic Diversity and Origin of Slovene Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Germplasm as Revealed by AFLP Markers and Phaseolin Analysis», American society of Horticultural Science 131(2) 2006:242 – 249.
- 49 Welch, R. M. and Graham R. D. «A new paradigm for world agriculture: productive, sustainable, nutritious, healthful food systems», Food and Nutrition Bulletin 21(2000):361-366.
- 50 Welch, R. M. and Graham, R. D. «Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective». Journal of Experimental Botany, 55(2004):353-364.
- 51 Wortmann, C. S., Brink, M. and Belay, G. «*Phaseolus vulgaris* L. (common bean)», in PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale) ed. Wageningen (Netherlands, 2006):297.
- 52 Zhang, X., Blair M.W and Wang S. «Genetic diversity of Chinese common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces assessed with simple sequence repeat markers», Theor. Applied Genet. 117(2008): 629-640.
- 53 Zhumabayeva B. A., Aytasheva Z.G., Dauletbaeva S.B., Lebedeva L.P. Activities of protein components in bean seeds of Kazakhstan, Russian and other accessions, Bulletin Kaznu, Ser. Biology 1(2016): 58-66.
- 54 Yruela, I. «Transition metals in plant photosynthesis», Metallomics 5(2013):1090–1109.