

Erysiphe pisi DC. Analysis of plant segregation on resistance to powdery mildew pathogen in hybrid population F_2 revealed 66 resistant and 20 susceptible from total 86 plants. This segregation was fitted to expected ratio 3: 1 for monogenic inheritance (χ_05^2 test, $p=0.7087438$). Study of hybrid populations F_1 and F_2 proved introgression of resistance from genome of *P. fulvum* accession i-609881 which was determined by a dominant allele of a single gene.

Keywords: pea, *P. fulvum*, interspecific hybrid, powdery mildew, resistant gene.

DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11045

УДК 635.652./654:581.19

СКРИНИНГ КОЛЛЕКЦИИ ОВОЩНОЙ ФАСОЛИ ПО БИОХИМИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ БОБОВ В ФАЗУ «ЛОПАТКИ»

О.Н. БЕЗУГЛАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук
Л.Н. КОБЫЗЕВА, доктор сельскохозяйственных наук
О.Ю. ДЕРЕБИЗОВА, Н.К. ИЛЬЧЕНКО,
Л.И. РЕЛИНА, кандидат биологических наук

ИНСТИТУТ РАСТЕНИЕВОДСТВА имени В.Я. ЮРЬЕВА НААН, УКРАИНА
E-mail: ncpgru@gmail.com

Проведен скрининг 49 коллекционных образцов фасоли Национального центра генетических ресурсов Украины, происхождением из 12 европейских стран, которые отличаются по гидротермическому режиму. Анализ биохимических признаков качества технически зрелых бобов (содержание сухого вещества, редуцирующих моносахаридов, сахарозы, аскорбиновой кислоты) позволил выделить источники, которые рекомендуется использовать в качестве исходного материала при создании высококачественных сортов овощной фасоли. Четыре образца были выделены по комплексу признаков. Высокое содержание сухого вещества в технически зрелых бобах в комплексе с высоким содержанием сахарозы имели украинский сорт Росилка и молдавский Эпиранто. Высокое содержание сухого вещества и водорастворимых углеводов (редуцирующие моносахариды и сахароза) было у российского сорта Дарина. Высокое содержание сахарозы и аскорбиновой кислоты имел российский сорт Рашель. Выделены образцы с низким коэффициентом вариации по отдельным признакам, которые рекомендуются использовать в селекционном процессе как слабо реагирующие на изменение гидротермического режима. Особого внимания заслуживают образцы происхождения из Франции, Германии, Польши, Нидерландов, России, Молдовы и Украины. Установлены взаимосвязи между содержанием аскорбиновой кислоты и редуцирующих моносахаридов (коэффициент корреляции – 0,49); между содержанием сухого вещества и водорастворимых углеводов (редуцирующие моносахариды – 0,28, сахароза – 0,31), при 5 – % уровне значимости $r=0,27$.

Анализ связи погодных условий с признаками качества технически зрелых бобов показал, что сильную зависимость от температуры воздуха имеют все биохимические признаки (коэффициент корреляции: сухое вещество – 0,96, редуцирующие моносахариды – 0,70, сахароза – 0,99, аскорбиновая кислота – 0,78). От суммы осадков сильная зависимость сохраняется с содержанием сахарозы (0,89). У остальных признаков зависимость слабее (содержание сухого вещества – 0,67, содержание аскорбиновой кислоты – 0,32, содержание редуцирующих моносахаридов – не наблюдается) и проявляется в комплексе с температурой воздуха.

Ключевые слова: фасоль овощная, сухое вещество, редуцирующие моносахариды, сахароза, аскорбиновая кислота.

Семена фасоли присутствуют во всех ископаемых остатках перуанской и мексиканской древних культур, а технически зрелые бобы использовали в пищу еще в четвертом тысячелетии до нашей эры в Мексике и Гватемале [1]. Этот ценный диетический продукт (энергетическая ценность 23 ккал) содержит 9-11% сухого вещества, до 6% белков, 7% углеводов, широкий спектр витаминов (А, В1, В2, В5, В6, В9, РР, Е, каротин) и особенно аскорбиновую кислоту (витамин С – 15-30 мг/100 г биоматериала), богатый состав макро- и микроэлементов (Fe, К, Са, Р, Мо, Se и другие) и прекрасные вкусовые качества [2, 3, 4]. Приготовленные к употреблению бобы овощной фасоли усваиваются человеком на 75-80%. Использование на продовольственные цели технически зрелых бобов овощной фасоли обусловлено рядом требований, которые оговаривают состояние и внешний вид фасоли. Подчеркивается, что бобы должны быть упругими и содержать аскорбиновой кислоты не менее 20 мг/100 г биомассы [5]. Проблемой качества технически зрелых бобов занимались специалисты, как в Украине, так и других странах (Сайко О.Ю. 2015, Паркина О.В. 2007, Сачивко Т.В. 2017, Zengin F. 2013 и др.).

Задача наших исследований – провести скрининг коллекционных образцов овощной фасоли по биохимическим признакам бобов в фазу «лопатки», установить их взаимосвязи и зависимость от гидротермического режима периода плодообразования в зоне исследования.

Материалы и методика исследований

Объектом исследований были 49 образцов овощной фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.) Национального центра генетических ресурсов растений Украины (НЦГРРУ), происхождением из 12 европейских стран: Украина – 11 образцов, Молдова – 2, Беларусь – 1, Россия - 13, Англия – 1, Нидерланды – 4, Германия – 4, Дания – 1, Франция - 6, Польша - 4, Словакия – 1, Италия – 1 образец.

Выращивались коллекционные образцы в специальном севообороте опытного поля Института растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН Украины (п.г.т. Элитное, Харьковский район, Харьковская обл., – местонахождение 49°59'02 N, 36°27'51 E, 195 м над уровнем моря). Грунты представлены черноземом мощным слабощелочным. Предшественник – озимая пшеница. Агротехника – общепринятая для зоны Лесостепи Украины. Посев фасоли проводили ручными сажалками без повторений в оптимальные для данного региона сроки. Схема посева: 30 см x 10 см, учетная площадь – 1 м². Блок стандартов размещали через 20 номеров коллекционных образцов. Оценка коллекционных образцов, их морфологическое описание проводили в соответствии с существующими методическими рекомендациями [6] и классификатором Украины рода *Phaseolus* L. (2004). Анализ содержания углеводов и сухого вещества в технически зрелых бобах определяли по методике А.Р. Кизеля [7, 8], аскорбиновой кислоты – тетраметрическим методом по ГОСТ 24556-89 (1990). Определение ГТК при анализе погодных условий вегетационного периода фасоли проводили по формуле, предложенной Г.Г. Селяниновым (1930).

Годы исследований (2015-2017 гг.) характеризовались разным соотношением температурного режима и влагообеспечения (рис. 1).

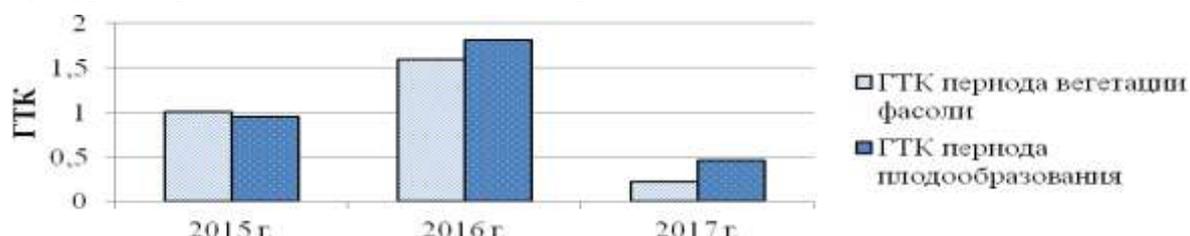


Рис. 1. Погодные условия вегетационного периода и периода плодообразования фасоли (2015-2017 гг.)

По водно-температурному балансу, как весь вегетационный период, так и период плодообразования 2015 г. был оптимальным (ГТК – 1,01 и 0,96 соответственно). Вегетационный период 2016 г. был переувлажненным, особенно период плодообразования (1,60 и 1,82 соответственно). Вегетационный период фасоли в 2017 г. отличался большим

дефицитом влаги (0,32). В период плодообразования ситуация несколько смягчилась, однако характеризовалась как засушливая (0,47).

Для решения поставленной задачи были проанализированы коллекционные образцы овощной фасоли, происхождением из разных регионов Европы, с разным гидротермическим режимом, на биохимические признаки, которые характеризуют питательные свойства технически-зрелого боба (содержание сухого вещества, редуцирующих моносахаридов, сахарозы, аскорбиновой кислоты).

Результаты исследований и их обсуждение

Биохимические признаки бобов анализировали в фазу «лопатки» или технической спелости овощной фасоли, когда бобы достигали своего типичного размера и цвета, характерного для конкретного сорта, приобретали упругость, семена были с пшеничное зерно [6].

Одним из важнейших показателей, по которому судят о качестве перерабатываемого растительного сырья, является содержание в нем сухих веществ: чем выше содержание сухого вещества, тем выше его транспортабельность и лежкость. Под «сухим веществом» подразумевают содержание в бобе всех веществ, кроме воды, и разделяют на растворимые и нерастворимые в воде. Вода сама по себе является средой, в которой происходят процессы обмена веществ в живом растительном организме, которая принимает участие в этих процессах. В частности, значительное содержание воды активизирует деятельность ферментов. Поэтому от содержания сухих веществ зависят, в известной мере, биохимические процессы, происходящие в сырье при хранении. Содержание сухого вещества зависит не только от вида и сорта сырья, но и от погодных условий его формирования.

В наших исследованиях содержание сухого вещества в технически зрелых бобах фасоли овощного направления использования в среднем за 2015-2017 гг. колебалось от 7,99% до 10,64%, при $НСР_{005}=0,28$. Выделены образцы с его минимальным содержанием, которые необходимо перерабатывать в кратчайшие сроки после уборки: Demeter (Нидерланды) – 7,99%, Нина 318 (Молдова) – 8,13%, Зинуля (Беларусь) – 8,18%, и образцы с максимальным содержанием, которые можно транспортировать и хранить в сыром состоянии: Aramis (Англия) – 10,64%, Лика (Россия) – 10,51%, Росилка (Украина) – 10,46%, Эспиранто (Молдова) – 10,43%. Минимальная вариабельность содержания сухого вещества по годам исследований была у образцов как со средним его содержанием: Fugora polana из Польши, у которого коэффициент вариации (V) равнялся – 2,2 (среднее за 3 года $9,12\% \pm 0,20$) и Ника – 3,8 ($9,45\% \pm 0,36$) из России, так и с низким содержанием: Code – 2,9 ($8,39\% \pm 0,25$) и Vogema – 3,7 ($8,83\% \pm 0,33$) из Нидерландов, Щедрая из России – 3,7 ($8,63\% \pm 0,32$).

Анализируя среднее содержание сухого вещества в технически зрелых бобах в зависимости от стран происхождения образцов, было установлено, что наименьшее его количество содержат образцы из Нидерландов (8,74%), наибольшее – из Франции (9,43%) (рис. 2). Наименее зависящими от гидротермического режима по этому признаку были французские (V=6,2) и молдавские (V=6,4) образцы.

Большая часть веществ, растворимых в воде, представлена углеводами, которые служат источником энергии, особенно восстанавливающие моносахариды: глюкоза, фруктоза и дисахарид сахароза. При восстановлении моносахаридов образуются многоатомные спирты, гликозиды, сложные эфиры, без которых не могут протекать важнейшие процессы обмена веществ: фотосинтез, дыхание, брожение, синтез сахарозы, крахмала, гликогена и многие другие [9]. Сахара, как известно, отличаются сладким вкусом. Порог сладости (минимальная концентрация, при которой ощущается сладкий вкус) зависит от вида сахара и составляет для фруктозы 0,25, для глюкозы 0,55 и для сахарозы 0,38% [10].

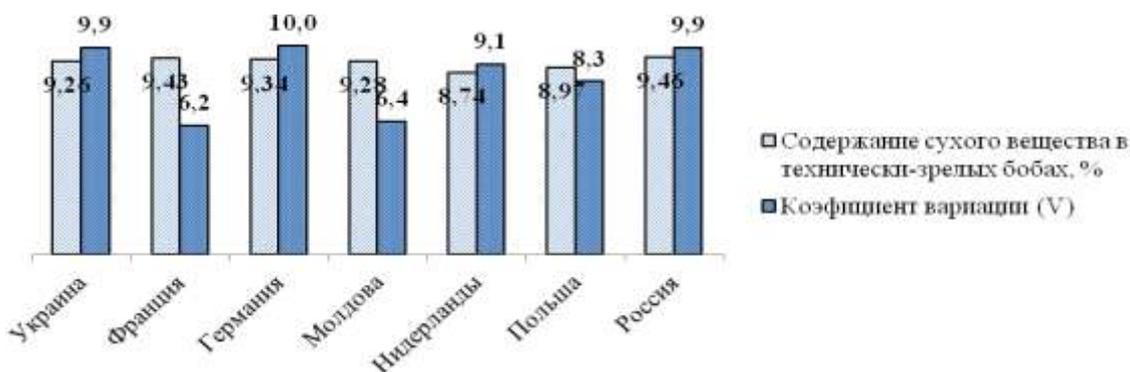


Рис. 2. Среднее содержание сухого вещества в технически зрелых бобах овощной фасоли и его коэффициент вариации по 2015-2017 гг. в зависимости от страны происхождения (показаны страны, которые представлены двумя и более образцами)

Содержание редуцирующих моносахаридов в технически зрелых бобах колебалось в пределах 1,09-2,19% на сухое вещество биомассы, при $HCp_{005}=0,12$. Наименьшее содержание было у российского образца Рашель (1,09%), немецкого – Valja (1,11%) и образца из Нидерландов Madera (1,20%). Наибольшее содержание редуцирующих моносахаридов – у российских образцов Забава (2,19%), Дарина (2,15%) и Солнышко (2,14%); образца из Нидерландов Code (2,08%) и украинских – Настенька (2,07%), Украинка (2,02%), N 201-15 (2,01%). Наиболее стабильными по годам исследований были образцы со средним содержанием редуцирующих моносахаридов: Carmencita из Дании – $V=2,12$ (среднее за 3 года $1,56\% \pm 0,03$), Лика – $V=2,95$ ($1,54\% \pm 0,04$) и ПВН 1-131 из России – $V=4,36$ ($1,31\% \pm 0,06$), Aramis из Англии – $V=4,23$ ($1,79\% \pm 0,08$).

В зависимости от происхождения содержание редуцирующих моносахаридов в технически зрелых бобах образцов овощной фасоли практически не отличалось по странам (1,60-1,69% на сухое вещество биомассы) (рис. 3). Образцы, наименее реагирующие на изменение условий окружающей среды, были из Германии ($V=10,5$).

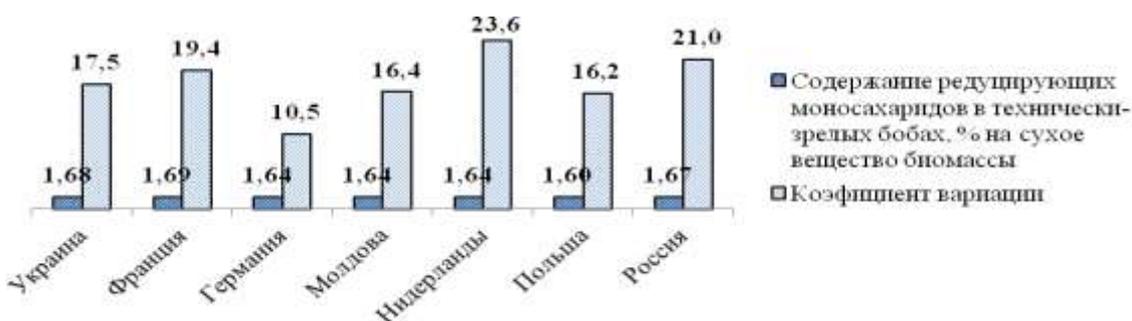


Рис. 3. Среднее содержание восстанавливающих моносахаридов в технически зрелых бобах овощной фасоли и его коэффициент вариации по 2015-2017 гг. в зависимости от страны происхождения (показаны страны, которые представлены двумя и более образцами)

Сахароза является наиболее распространенным дисахаридом, который в клетках человека вступает в анаэробный гликолиз, в результате которого выделяются молекулы аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ).

Колебание содержания сахарозы в технически зрелых бобах было в границах 0,03–0,62% на сухое вещество биомассы, при $HCp_{005}=0,05$. Наименьшее содержание дисахарида – в образцах из Нидерландов Vogema и Code (0,03% на сухое вещество биомассы), Беларуси – Зинуля (0,04%) и Польши – Furora polana (0,05%); наибольшее, превышающее порог сладости: из Украины – Ксения (0,62%) и UKR001:02459 (0,40%), Молдовы – Эспиранто

(0,41%), России – Дарина (0,40%). Наиболее стабильное содержание сахарозы было у образца из Англии Agamis – V=10,29 (среднее за 3 года 0,21% ± 0,02).

Содержание сахарозы – один из наиболее нестабильных признаков. Коэффициент вариации в зависимости от происхождения образцов колебался от 76,6 (Германия) до 110,6 (Молдова). Меньше всего сахарозы имели образцы происхождения из Нидерландов (0,06% на сухое вещество биомассы), самое большое содержание – у образцов из Молдовы (0,33%) (рис. 4).

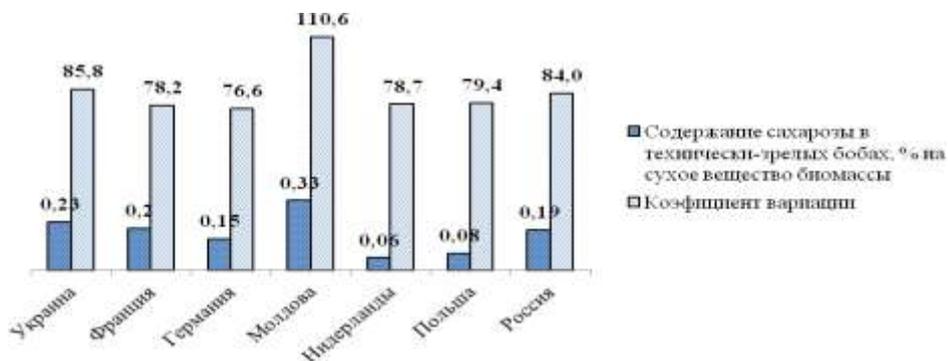


Рис. 4. Среднее содержание сахарозы в технически зрелых бобах овощной фасоли и его коэффициент вариации по 2015-2017 гг. в зависимости от страны происхождения (показаны страны, которые представлены двумя и более образцами)

Высокое суммарное содержание восстанавливающих моносахаридов и сахарозы наблюдалось у российских образцов Забава – 2,31% на сухое вещество биомассы и Дарина – 2,55%, украинского образца Настенька – 2,38% (табл. 1).

Таблица 1

Образцы овощной фасоли с высоким суммарным содержанием редуцирующих моносахаридов и сахарозы, 2015-2017 гг.

Номер регистрации НЦГРРУ	Название	Страна происхождения	Содержание в технически зрелых бобах				
			СВ	РМ	сахароза	СУ	
			%	% на сухое вещество		V	
UKR001:01888	Забава	Россия	9,74	2,19	0,12	2,31	24,18
UKR001:02590	Дарина	Россия	10,25	2,15	0,40	2,55	17,39
UKR001:02259	Настенька	Украина	9,57	2,07	0,31	2,38	21,62
НСР ₀₀₅			0,28	0,12	0,05	0,12	

СВ – сухое вещество, РМ – редуцирующие моносахариды, СУ – сумма углеводов, V – коэффициент вариации суммы редуцирующих моносахаридов и сахарозы

Особое внимание обращает на себя сорт Дарина, у которого высокое содержание всех трех компонентов (сухое вещество 10,25%, редуцирующие моносахариды 2,15% на сухое вещество биомассы, сахароза 0,40% на сухое вещество биомассы) и средний уровень коэффициента вариации (17,39). Выделенные образцы можно использовать в качестве источников высокого содержания водорастворимых углеводов в технически зрелых бобах овощной фасоли.

Выделено 7 образцов, у которых наблюдались следы сахарозы (0,03-0,09% на сухое вещество биомассы) при высоком содержании редуцирующих моносахаридов (1,78-2,08% на сухое вещество биомассы) (табл. 2). В основном это образцы с низким содержанием сухого вещества (8,18-8,87%), за исключением образцов Ника и N 201-15, которые имели среднее содержание сухого вещества (9,45% и 9,69% соответственно). С нашей точки зрения, эти образцы могут служить исходным материалом для создания диетических сортов фасоли овощного направления использования.

Таблица 2

Образцы овощной фасоли диетического направления, 2015-2017 гг.

Номер регистрации НЦГРРУ	Название	Страна происхождения	Содержание в технически зрелых бобах			
			СВ	PM	сахароза	СУ
			%	% на сухое вещество		
UKR001:01456	Code	Нидерланды	8,39	2,08	0,03	2,11
UKR001:01539	Украинка	Украина	8,74	2,02	0,09	2,11
UKR001:02608	N 201-15	Украина	9,69	2,01	0,07	2,08
UKR001:02356	Vogema	Нидерланды	8,83	1,88	0,03	2,01
UKR001:00069	Golgjavel	Германия	8,87	1,84	0,06	1,90
UKR001:02518	Ника	Россия	9,45	1,83	0,09	1,92
UKR001:02234	Зинуля	Беларусь	8,18	1,78	0,04	1,82
НСР ₀₀₅			0,28	0,12	0,05	0,12

СВ – сухое вещество, PM – редуцирующие моносахариды, СУ – сумма углеводов, V– коэффициент вариации суммы редуцирующих моносахаридов и сахарозы

Наименьшее колебание содержания углеводов в зависимости от гидротермического режима у образцов: Aramis (Англия), Carmensita (Дания) и Лика (Россия) (табл. 3).

Таблица 3

Образцы овощной фасоли с низкой суммарной вариабельностью содержания редуцирующих моносахаридов и сахарозы, 2015-2017 гг.

Номер регистрации НЦГРРУ	Название	Страна происхождения	Содержание в технически зрелых бобах				V
			СВ	PM	сахароза	СУ	
			%	% на сухое вещество биомассы			
UKR001:02285	Лика	Россия	10,54	1,54	0,20	1,74	9,66
UKR001:01077	Aramis	Англия	10,64	1,79	0,21	2,00	5,58
UKR001:00737	Carmensita	Дания	8,92	1,56	0,09	1,65	7,02
НСР ₀₀₅			0,28	0,12	0,05	0,12	

СВ – сухое вещество, PM – редуцирующие моносахариды, СУ – сумма углеводов, V– коэффициент вариации суммы редуцирующих моносахаридов и сахарозы

Это образцы как с высоким содержанием сухого вещества (Лика, Aramis), так и с низким (Carmensita). Среднее содержание суммы углеводов обусловлено средним содержанием редуцирующих моносахаридов. Выделенные образцы могут быть использованы в качестве источников стабильности содержания в технически зрелых бобах водорастворимых углеводов независимо от гидротермического режима плодообразования.

Витамины играют исключительно важную роль в растении – превращение веществ, усвоение минеральных и органических соединений, синтез аминокислот. Одним из наиболее распространенных является аскорбиновая кислота (витамин С) – мощный антиоксидант, по содержанию которого зернобобовые культуры занимают лидирующее место в сравнении со злаками [11]. Аскорбиновая кислота – органическое соединение, родственное глюкозе, которое является анциготным фактором, принимающим участие в окислительно-восстановительных процессах, участвует в синтезе коллагена и проколлагена, обмене фолиевой кислоты и железа, а также синтезе стероидных гормонов и катехоламинов.

Содержание аскорбиновой кислоты в технически зрелых бобах овощной фасоли в среднем за 2015-2017 гг. колебалось от 22,8 до 42,8 мг/100 г биомассы. С высоким содержанием аскорбиновой кислоты были образцы: Ява и Рашель (Россия) – соответственно 42,83 и 40,83 мг/100 г биомассы, Mont d'or (Франция) – 41,67 мг/100 г биомассы, Тіп-топ (Украина) – 41,50 мг/100 г биомассы, при НСР₀₀₅=0,70. С низким коэффициентом вариации (2,5–9,2) выделено 14 образцов: из Италии Pencil Pod – V=2,5 (среднее за 3 года 33,67 мг/100

г биомассы 0,85), Украины Ювілейна 287 – V=2,8 (35,77 1,01) и Українка – V=3,1 (26,00 0,82), Германии Odeon – V=3,5 (30,50 1,08), Польши Korona – V=4,0 (32,83 1,31) и другие.

Размах варьирования содержания аскорбиновой кислоты в технически зрелых бобах в зависимости от происхождения был небольшой. Наибольшее ее среднее содержание – в образцах России (34,17 мг/100 г биомассы) и Молдовы (34,08 мг/100 г биомассы). Коэффициент вариации был на среднем уровне (V=12,7 – 18,6), наименьший – у польских (12,7) и украинских (13,3) образцов (рис. 5).

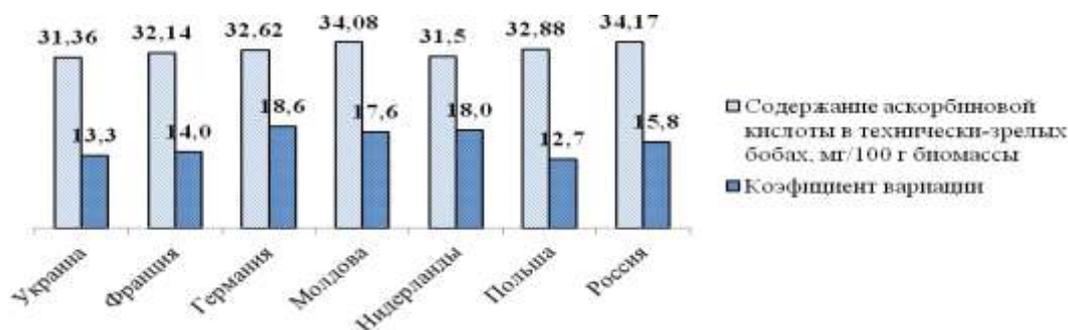


Рис. 5. Среднее содержание аскорбиновой кислоты в технически зрелых бобах овощной фасоли и его коэффициент вариации по 2015-2017 гг. в зависимости от страны происхождения (показаны страны, которые представлены двумя и более образцами)

Анализ взаимосвязи биохимических признаков между собой показал слабую положительную зависимость содержания в технически зрелых бобах сухого вещества от водорастворимых углеводов (коэффициент корреляции: редуцирующие моносахариды – 0,28, сахара – 0,31), а также отрицательную зависимость содержания аскорбиновой кислоты от редуцирующих моносахаридов (-0,49) (табл. 4).

Таблица 4

Взаимосвязь между биохимическими признаками качества технически зрелых бобов овощной фасоли, 2015-2017 гг.

Признаки	Коэффициенты корреляции		
	PM	сахара	АК
СВ	0,28*	0,31*	0,02
PM		0,01	-0,49*
сахара			-0,21

* 5-% уровень значимости $r=0,27$

СВ – сухое вещество, PM – редуцирующие моносахариды, АК – аскорбиновая кислота

В результате проведенного анализа полученных данных нами выделены по комплексу биохимических признаков 4 образца (табл. 5).

Таблица 5

Образцы овощной фасоли с комплексом биохимических признаков, 2015–2017 гг.

Номер регистрации НЦГРРУ	Название	Страна происхождения	Содержание в технически зрелых бобах			
			СВ	PM	сахара	АК
			%	% на сухое вещество биомассы		
UKR001:02350	Росилка	Украина	10,46	1,86	0,31	36,83
UKR001:01031	Эспиранто	Молдова	10,43	1,72	0,41	31,5
UKR001:02286	Рашель	Россия	9,42	1,09	0,37	40,83
UKR001:02590	Дарина	Россия	10,25	2,15	0,40	22,83
НСР			0,28	0,12	0,05	0,70

СВ – сухое вещество, PM – редуцирующие моносахариды, АК – аскорбиновая кислота

Высокое содержание сухого вещества в технически зрелых бобах в комплексе с высоким содержанием сахарозы имели украинский сорт Росилка и молдавский Эспиранто. Высокое содержание сухого вещества и водорастворимых углеводов (редуцирующие моносахариды и сахароза) было у российского сорта Дарина. Высокое содержание сахарозы и аскорбиновой кислоты имел российский сорт Рашель.

Анализ связи погодных условий и биохимических признаков показал высокую их зависимость от температуры воздуха (коэффициент корреляции: сухое вещество – 0,96, редуцирующие моносахариды – 0,70, сахароза – 0,99, аскорбиновая кислота – 0,78). От количества осадков зависимость слабее: сахароза – 0,89, сухое вещество – 0,67, аскорбиновая кислота – 0,32. Отсутствует зависимость содержания редуцирующих моносахаридов в технически зрелых бобах фасоли от количества осадков в период плодообразования (0,21) (рис. 6).

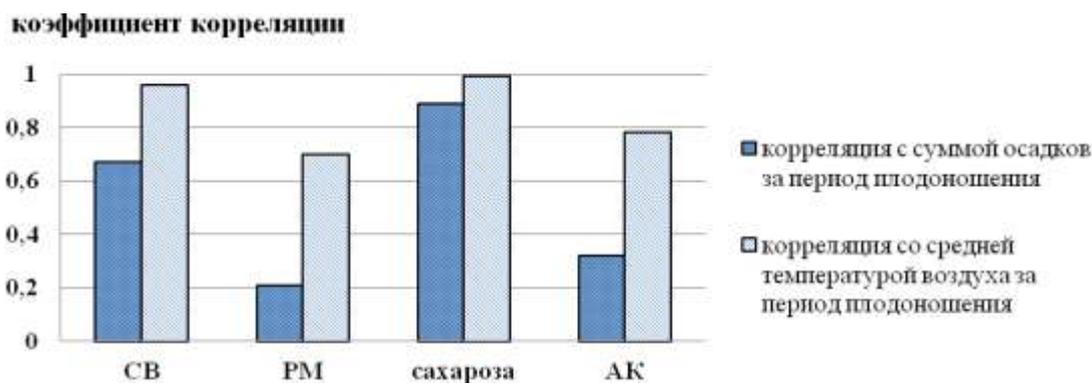


Рис. 6. Зависимость биохимических признаков качества технически зрелых бобов овощной фасоли от температуры и осадков, 2015-2017 гг., 5-% уровень значимости $r=0,27$

Таким образом, основным фактором, который влияет на образование в технически зрелых бобах фасоли сухого вещества, углеводов и аскорбиновой кислоты, является температура воздуха в период плодообразования. Влияние осадков прослеживается при образовании сахарозы и сухого вещества, в слабой степени – аскорбиновой кислоты. Подобные закономерности наблюдали и другие исследователи [12].

Заключение

Анализ биохимических признаков качества технически зрелых бобов фасоли овощного направления использования позволил выделить источники, как отдельных признаков, так и их комплекса, которые рекомендуется использовать в качестве исходного материала при создании высококачественных сортов овощной фасоли.

Были установлены взаимосвязи: средняя отрицательная зависимость содержания аскорбиновой кислоты от редуцирующих моносахаридов (-0,49); слабая положительная зависимость содержания сухого вещества от водорастворимых углеводов (редуцирующие моносахариды – 0,28, сахароза – 0,31).

Выделены образцы с низким коэффициентом вариации по признакам, которые рекомендуются использовать в селекционном процессе как слабо реагирующие на изменение гидротермического режима.

Анализ связи погодных условий с признаками качества технически зрелых бобов показал, что сильную зависимость от температуры воздуха имеют все биохимические признаки (коэффициент корреляции: сухое вещество – 0,96, редуцирующие моносахариды – 0,70, сахароза – 0,99, аскорбиновая кислота – 0,78). От суммы осадков сильная зависимость сохраняется с содержанием сахарозы (0,89). Таким образом, основным фактором, который влияет на качество технически зрелых бобов, является температурный фактор. Влияние осадков учитывается в комплексе с температурой: чем выше температура воздуха и больше осадков в период плодоношения бобов, тем выше качество технически зрелых бобов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. [Интернет-ресурс] "http://vsaduidoma.com/2009/12/22/ovoshhnaya-fasol-vyrashhivanie-i-poleznye-svoystva/" от 30.08.2018.
2. [Интернет-ресурс] <https://knigi.link/standartizatsiya-sertifikatsiya-metrologiya/bobobvyie-ovoschi-57945.html> от 30.08.2018.
3. Лагутина Л.В. Изучение зарубежных сортов овощной фасоли в условиях Краснодарского края // Исходный материал, селекция и систематика зерновых бобовых культур. Сборник научных трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., – 1985. – Т. 91. – С. 64-69.
4. Буданова В.И. Результаты сортоизучения овощной фасоли из США // Труды Крымской опытно-селекционной станции ВИР. – М., – 1970. – Т. V. – С. 74-83.
5. Иванова М.А., Мегердичев Е.Я. Технологические требования к сортам овощных и плодовых культур, предназначенным для консервирования. – М.: Агропромиздат, – 1986. – 95 с. [Интернет-ресурс] <http://earthpapers.net/nauchnye-osnovy-podbor-a-sortov-ovoschnyh-i-plodovyh-kultur-dlya-konservirovaniya#ixzz5J2TIQMF2> от 30.08.2018.
6. Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур. – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. – Харків, – 2016. – 84 с.
7. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. – М.: Колос – 1986. – 256 с.
8. Ястребович Н.И., Калинин Ф.Л. Определение углеводов и растворимых соединений азота в одной навеске растительного материала // Рост и продуктивность растений. – Киев, – 1962. – В. 23. – С. 119-131.
9. Плешков Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений. – М.: Колос, – 1980. – 495 с.
10. [Интернет-ресурс] <http://www.activestudy.info/soderzhanie-uglevodov-v-plodax-i-ovoshhax/> от 05.09.2018.
11. Физиология сельскохозяйственных растений. Зернобобовые растения. Многолетние травы. Хлебные злаки (рожь, ячмень, овес, просо и гречиха). Ответственный редактор Н.С. Турова. – М., Из-во Московского университета, - 1970. – Т. VI. – 654 с.
12. Lamprecht H. The inheritance of the slender-type of Phaseolus vulgaris and some other results // Agr. Hort. Genet. – 1947. – V. 5. – P 72-84.

SCREENING OF A COMMON BEAN COLLECTIONS FOR BIOCHEMICAL PARAMETERS OF UNRIPE PODS

O.N. Bezuglaya, L.N. Kobyzeva, O.Yu. Derebizova, N.K. Ilchenko, L.I. Relina
PLANT PRODUCTION INSTITUTE named after V.Ya. YURIEV of NAAS, UKRAINE
E-mail: ncpgru@gmail.com

Abstract: *Forty nine bean accessions originating from 12 European countries, which differ in the hydrothermal regime, from a collection of the National Center of Genetic Resources of Ukraine, were screened. Analysis of biochemical parameters of the quality of technically ripe beans (dry matter, reducing monosaccharide, sucrose, and ascorbic acid contents) made it possible to identify their sources, which are recommended to be used as starting material to create high-quality common bean varieties. Four accessions were distinguished by a set of traits. Ukrainian variety Rosilka and Moldavian variety Epiranto had high contents of dry matter combined with high contents of sucrose in technically ripe beans. Russian variety Darina had high contents of dry matter and water-soluble carbohydrates (reducing monosaccharides and sucrose). Russian variety Rashel had high contents of sucrose and ascorbic acid. Accessions with low coefficients of variation of individual traits were selected; being weakly responsive to changes in the hydrothermal regime, they are recommended to be used in breeding. Accessions from France, Germany, Poland, the Netherlands, Russia, Moldova, and Ukraine deserve special attention. Relationships between contents of ascorbic acid and reducing monosaccharides (correlation coefficient $r = -0.49$) and between contents of dry matter and water-soluble carbohydrates ($r = 0.27$: reducing monosaccharides $r = 0.28$ and sucrose $r = 0.31$) at 5% significance level were established.*

Analysis of relationships between the weather conditions and the quality parameters of technically ripe beans showed that all the biochemical traits (correlation coefficients: dry matter $r = 0.96$, reducing monosaccharides $r = 0.70$; sucrose $r = 0.99$; ascorbic acid $r = 0.78$) strongly depended on air temperature. Sucrose content strongly depended on precipitation amount ($r = 0.89$). The other traits were less dependent on precipitation amount (dry matter content $r = 0.67$; ascorbic acid content $r = 0.32$; no dependence for reducing monosaccharide content was observed), and this relationship was apparent in combination with air temperature.

Keywords: common bean, dry matter, reducing monosaccharides, sucrose, ascorbic acid.