

**ИЗТОЧНИЦИ НА ЧАСТИЧНА УСТОЙЧИВОСТ КЪМ РЪЖДАТА
ПО ФАСУЛА (*UROMYCES APPENDICULATUS*) В СЪРЦЕВИННАТА
КОЛЕКЦИЯ НА ДОБРУДЖАНСКИ ЗЕМЕДЕЛСКИ ИНСТИТУТ**

Магдалена Белева, Иван Киряков, Димитър Генчев
Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево

Резюме

*Белева, М., И. Киряков, Д. Генчев, 2009. Източници на частична устойчивост към ръждата по фасула (*Uromyces appendiculatus*) в сърцевинната колекция на Добруджански земеделски институт*

Селекцията на устойчиви сортове е най-ефикасният метод за борба с ръждата по фасула. Постоянната поява на нови раси, резултат от непрекъснато протичащите рекомбинационни и мутационни процеси в популациите на патогена, води до съкращаване периода на ефикасното използване на расово-специфичната устойчивост. Създаването на сортове с частична (расово-неспецифична) устойчивост е алтернатива на пирамидалното натрупване на расово-специфични гени в един генотип за постигане на стабилна във времето устойчивост. Целта на настоящото изследване е да се проучи реакцията на образци фасул от сърцевинната колекция на Добруджански земеделски институт към българската популация на *Uromyces appendiculatus* (Pers:Pers) Unger. с оглед установяване източници на частична устойчивост. Изследванията са проведени при полски условия в периода 2007 - 2008 г. в Добруджански земеделски институт. Проучена е реакцията към ръждата на 290 образци фасул (*P. vulgaris* L.). Създаден е изкуствен инфекционен фон чрез инокулиране на растения от сорт 'Добруджански 7', използван за размножител и стандарт в изследването. Типът на инфекция и степента на нападение на проучваните образци са отчетени четирикратно през 2007 г. и трикратно през 2008 г., от поява на симптоми върху чувствителния стандарт до начало на съзряване на бобовете, през интервал от 7 дни. На база степента на нападение на листата в началото и края на отчетния период за всеки образец са изчислени площта под кривата на развитие на болестта (AUDPC) поотделно и спрямо прилежащия им стандарт (rAUDPC). Установени са важни селекционни признаци на образците показали частична устойчивост. През 2007 г. средната стойност на площта под кривата на развитие на болестта при стандарта (stAUDPC) е 798.5, а през 2008 г. - 833.5. От проучваните 290 образци фасул 22 показват високо ниво на частична устойчивост. Степента на нападение при тях през двете години на изследване достига 10%, като стойностите на rAUDPC са под 0,333 през 2007 г. и под 0,250 през 2009 г. Осем от образците притежават висока плътност на трихомите на единица листна площ, като при пет от тях се наблюдава редуциране размерът на сорите върху листата от горните етажи в сравнение с тези върху несъщинските листа и първи троен лист. Успоредно с това редукция в размера на сорите се наблюдава и при образци с ниска плътност на трихоми, което е показател, че броят трихоми на единица листна площ е един от механизмите на частичната устойчивост, но не и единствен. Получените резултати показват, че колекцията на Добруджански земеделски институт притежава образци

фасул с високо ниво на частична устойчивост, които могат да бъдат включени в селекционната програма за създаване на сортове с продължителна във времето устойчивост и ценни стопански качества.

Ключови думи: Фасул – Ръжда - *U. appendiculatus* - Частична устойчивост

Abstract

Beleva, M., I. Kiryakov, D. Genchev, 2009. Sources of partial resistance to common bean rust (*Uromyces appendiculatus*) from the core collection of Dobrudzha Agricultural Institute.

Breeding for resistant cultivars is the most efficient method for control of common bean rust. The appearance of new races, results of recombination and mutation processes in the pathogen population leads to break down of race-specific resistance. The development of cultivars with partial (race-nonspecific) resistance is an alternative to the pyramiding of race-specific genes in a single genotype for durable resistance. The aim of this investigation was to study the response of common bean accessions from DAI core collection to the Bulgarian population of *Uromyces appendiculatus* (Pers:Pers) Unger. and to identify sources of partial resistance. The investigations were carried out under field conditions during 2007 – 2008 at Dobrudzha Agricultural Institute. The response of 290 common bean accessions (*P. vulgaris* L.) to rust was investigated. Artificial infection background was developed through inoculation of plants from cultivar Dobroudjanski 7, which was used as a disease spreader and susceptible check. The infection type and intensity of the accessions were evaluated four times during 2007 and three times during 2008, from the appearance of the disease symptoms on the susceptible check to the beginning of pod maturation in 7 day interval. The rust intensity at the first and the last assessment for each accession was used to calculate the area under disease progress curve (AUDPC) individually and according to the adjacent susceptible check (rAUDPC). Important breeding characters of the accessions with partial resistance were determined. In 2007 the mean value of the AUDPC of the check (stAUDPC) was 798.5, and in 2008 - 833.5. Among the 290 investigated accessions 22 showed high level of partial resistance. The rust intensity of these cultivars was up to 10 % during the two years of investigation and rAUDPC values were lower than 0.333 and 0.250 in 2007, and 2009, respectively. Eight of the accessions had high level of pubescence. In five of them the pustules on the upper leaves had smaller infection type than on the primary and first trifoliate leaf. Simultaneously, smaller pustules were also observed on accessions with low trichome density, which is an indication that the pubescence is not the only one mechanism of partial resistance. The results obtained showed that core collection of DAI possess accessions with high level of partial resistance which can be included in a breeding program for developing of varieties with durable resistance and valuable economic properties.

Key words: Common bean – Rust - *U. appendiculatus* - Partial resistance

УВОД

Селекцията на устойчиви сортове е най-ефикасният метод за борба с ръждата по фасула, причинявана от автоецидната, макроциклична базидиомицетна гъба *Uromyces appendiculatus* (Pers:Pers) Unger. В повечето случаи, устойчивостта към ръждата по фасула е с моногенен характер и се контролира от расово-специфични гени (Porch, 2009). Устойчивостта към отделни патотипове на патогена се контролира от: един доминантен ген (Stavely, 1984; Bokosi et al., 1995; Rasmussen et al., 2002; Park et al., 2004, 2003; Pastor-Corrales, 2005) един рецесивен ген (Zaiter et al., 1989), два гена с епистатно действие (Finke et al., 1986); два комплементарни доминантни гена (Grafton et al., 1985; Gonzales-Garsia & Grafton, 1996); два независими гена (Bokosi et al., 1996; Wang et al., 2005); тясно скачени гени или генен блок (Park et al., 1999).

Наличието на полов стадий в цикъла на развитие на гъбата и непрекъснато протичащите мутационни и рекомбинационни процеси в популациите на патогена водят до появата на нови по-вирулентни раси, които преодоляват специфичните гени за устойчивост. Пирамидалното натрупване на расово-специфични гени в един генотип е селекционна стратегия за постигане на продължителна във времето устойчивост (Coyne and Schuster, 1975). Алтернативен метод за постигане на стабилна устойчивост е селектиране на сортове с частична или расово-неспецифична устойчивост, която води до редуциране на епидемичния бум на патогена, независимо от чувствителният тип на нападение на сортовете (Habtu and Zadoks, 1995).

Латентния период, инфекциозната ефикасност, споролиращия капацитет, инфекциозният период и размерът на сорите са основни елементи при проучване на частичната устойчивост в редица патосистеми, в това число и ръждата по фасула (Statler and McVey, 1987; Habtu and Zadoks, 1995). Проучвайки реакцията при пет генотипа фасул, Statler and McVey (1987) не установяват различие в латентния период между сортовете, но броят на сорите на единица листна площ и броят на спорите в сора корелират с частичната устойчивост. Според Habtu and Zadoks (1995) високото ниво на частична устойчивост при фасула корелира с продължителността на латентен период, инфекциозната ефикасност и размера на сорите. Според авторите, сортове с частична устойчивост трябва да притежават дълъг латентен период, ниска инфекциозна ефикасност, нисък споролиращ капацитет, кратък инфекциозен период и малки по размер сори. Авторите посочват, че определянето на латентния период е дълга и трудна процедура, докато определянето на инфекциозната ефикасност (брой сори на единица площ) и размера на сорите дават възможност за бърз скрининг на селекционните материали, особено като се има предвид високата корелационна зависимост между тези три показателя.

Целта на настоящото изследване е да се проучи реакцията на образци фасул от сърцевината колекция на Добруджански земеделски институт към българската популация на *Uromyces appendiculatus* с оглед установяване източници на частична (расово-неспецифична) устойчивост.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследванията са проведени при полски условия в периода 2007 - 2008 г. на изкуствен инфекциозен фон в Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево.

Растителен материал. В изследването са включени 290 образци фасул (*P. vulgaris* L.) от сърцевината колекция на ДЗИ – Генерал Тошево. Образците са засети в редове с дължина 1 m и между редово разстояние 0.5 m, по 12 растения в ред. На всеки десет образци е засят по един ред от сорт 'Добруджански 7' използван като стандарт в изследването.

Инфекциозен фон и отчитане реакцията на образците. Като множител, за създаване на инфекциозен фон е използван чувствителният на ръжда сорт 'Добруджански 7', засят в редове разположени перпендикулярно на образците на разстояние 0.5 m. Растения от множител са заразени със спорова суспензия от популация на патогена във фенофаза несъщински листа по метода на Stavely (1983a). Типът на инфекция и степента на нападение на проучваните образци е отчетен четирикратно през 2007 г. и трикратно през 2008 г., от поява на симптоми върху чувствителния стандарт до начало на съзряване на бобовете, през интервал от 7 дни. За определяне типа на инфекция е използвана шест степенна скала (Stavely *et al.*, 1983b), която класифицира образците в две групи: устойчиви (тип на инфекция 1-3) и чувствителни (тип на инфекция 4 - 6). Степента на нападение е определена по модифицираната скала на Cobb (Stavely, 1985).

Вирулентен потенциал на популацията. Вирулентността на използваната за инокулум популация на патогена е установена на база реакцията на девет от

**Източници на частична устойчивост към ръждата по фасула (*Uromyces appendiculatus*)
в сърцевинната колекция на Добруджански земеделски институт.**

включените в новия диференциращ ключ за ръждата 12 сорта фасул, както и на 11 от общо 19 сорта включени в стария ключ (табл. 1). Сеитбата и отчитане реакцията на сортовете са сходни с тази при проучваните образци.

Селекционни признаци. Селекционните признаци на образците показали частична устойчивост (табл. 2 и 3) е установена по методиката на Genchev and Kiryakov (2005).

Обработка на данните. На база степента на нападение на листата в началото и края на отчетния период е изчислена площта под кривата на развитие на болестта (AUDPC – Area under disease progress curve) по формулата:

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{x_i + x_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

където n – брой отчитания; x_i – степен на нападение; t_i ($t_{i+1} - t_i$) – интервал между две отчитания.

Относителната AUDPC (rAUDPC) е изчислена като съотношение между AUDPC на съответния образец и AUDPC на прилежащия стандарт (stAUDPC) (Li et al., 2006).

РЕЗУЛТАТИ

Вирулентен потенциал на популацията. През 2007 г. площта под кривата на развитие на стандарта (stAUDPC) варира от 120 до 1680, като средната стойност е 798.5. Разпространената в опитния участък популация на *U. appendiculatus* е вирулентна към диференциращите сортове Montcalm, G.G. Wax (*Ur-6*), G.N. 1140 (*Ur-7*), Aurora (*Ur-3*) и CNC включени в новия ключ и U.S.#3, Pinto 650, K.W.765, K.W.780, K.W.814 и Olathe включени в стария диференциращ ключ (табл. 1).

Таблица 1. Вирулентен потенциал на популациите на *U. appendiculatus* наблюдавани през 2007 и 2008 г.

Table 1. Virulence of *U. appendiculatus* population during 2007-2008

Диференциращ сорт Differential cultivars	<i>Ur</i> - гени <i>Ur</i> -genes	2007		2008	
		Първо отчитане First assessment	Последно отчитане Final assessment	Първо отчитане First assessment	Последно отчитане Final assessment
Early Gallatin	4	-*	-	-	-
Redland Pioneer	13	-	-	-	-
Montcalm	-	+	+	+	+
PC 50	9;12	-	-	-	-
G.G. Wax	6	+	+	-	+
G.N. 1140	7	-	+	+	+
Aurora	3	+	+	-	-
Mexico 309	5	-	-	-	-
CNC	CNC	+	+	-	-
U.S.#3	8	+	+	+	+
C.S.W.643	-	-	-	-	-
Pinto 650	-	+	+	+	+
K.W.765	-	-	+	-	+
K.W.780	4	+	+	+	+
K.W.814	-	-	+	-	-
Brown Beauty	4	-	-	-	-
Olathe	6+	+	+	+	+
AxS 37	-	-	-	-	-
NEP 2	3+	-	-	-	-
51051	3+	-	-	-	-

* - чувствителен, + устойчив / -resistant, + susceptible

Таблица 2. Тип на инфекция (ТИ), степен на нападение (СН) и относителна площ под кривата на развитие (rAUDPC) на 22 образци фасул при изкуствен инфекциозен фон от *U. appendiculatus* през 2007-2008 г.
Table 2. Infection type (IT), disease intensity, and relative area under disease progress curve (rAUDPC) of 22 common bean accessions in artificial infection background of *U. appendiculatus* during 2007-2008

Образец Accession	2007				2008			
	ТИ ¹ IT	СН (%) ² Intensity (%)	stAUDPC ³	rAUDPC ⁴	ТИ ¹ IT	СН (%) ² Intensity (%)	stAUDPC	rAUDPC
TU	4/4	5**	480***	0.150****	6/6	5	720	0.063
VAX 4	3/3	5	660	0.018	4/4	5	765	0.118
VAX 5	4/4,5	2	660	0.127	4/4	5	765	0.118
VAX 6	3/3,4	5	660	0.036	4/4,5	5	765	0.071
ИИРР 1426/ИРР 1426	4,5/4,5	5	540	0.222	4,5/5,4	5	900	0.100
Laker	4/4	5	720	0.100	5/5	5	900	0.100
MDRK	4/4,5	5	660	0.182	4,5/5,4,6	10	1125	0.120
Perry Marrow	4/4,5	5	660	0.127	5,6/5,6	10	1125	0.080
Canadian Wonder	4,5/5,4	5	660	0.127	4/4,5	10	720	0.125
Imuna	4,5,3/4,3,5	5	360	0.333	4,5/4,5,6	10	720	0.188
Top Crop	4/4	5	660	0.036	5,6/6,5	10	990	0.136
84-34-1	4/4,5	5	660	0.182	4/4,5	10	720	0.188
Зорница / Zornica	4,5/6,5,4	10	540	0.333	5/5	10	900	0.150
Падеш 1 / Padesh 1	4/4,5	5	540	0.222	4,5/4,5,6	10	900	0.150
АИЯ / AIYA	4/4	10	660	0.273	4,5/4,5	5	765	0.059
Declivis Romulus	4,5/4,5	5	900	0.133	5/5,6	10	1260	0.107
Isabella	4/4	5	900	0.133	5/5,6	10	1260	0.107
Niveo	4/4	5	900	0.200	5/5,6	10	1260	0.250
Chinook 2000	4/4,5	10	660	0.273	5/5	10	900	0.176
Matterhorn	4/4	5	660	0.182	5/5,6	10	900	0.141
Beluga	4,5/4,5	10	660	0.273	5/5,6	10	900	0.176
Long Tom	4/4,5	10	1200	0.150	4/4,5	5	765	0.118

¹Тип на инфекция горна/долна повърхност на листа по последователност на честота на наблюдаване / Infection type adaxial/abaxial leaf surface

²Степен на нападение в проценти според скалата на Cobb / Disease intensity (%) according to Cobb scale

³AUDPC на прилежащия стандарт / AUDPC of the adjacent check

⁴Относителна AUDPC / relative AUDPC

**Източници на частична устойчивост към ръждата по фасула (*Uromyces appendiculatus*)
в сърцевинната колекция на Добруджански земеделски институт.**

Стойностите на stAUDPC през 2008 г. варират от 495 до 1350 при средна стойност за стандарта – 833.5. Разпространената в опитния участък популация на патогена е вирулентна към сортове Montcalm, G.G. Wax (*Ur-6*), G.N. 1140 (*Ur-7*), U.S.#3, Pinto 650, K.W.765, K.W.780, Olathe (табл. 1).

Анализът на вирулентния потенциал на популациите на патогена, през двете години на изследване, показва различия в патотипната им структура (табл. 1). Като цяло, вирулентността на популацията през 2007 г. е по-висока от тази през 2008 г. Основните различия се изразяват в авирулентността на популацията през 2008 г. към сортове Augoga, CNC и K.W.814.

Таблица 3. Селекционни признаци на 22 образци фасул с частична устойчивост към *U. appendiculatus*

Table 3. Breeding characters of 22 common bean accessions with partial resistance to *U. appendiculatus*

Признак Character	Образец Accession	Вегетационен период (d) Vegetative period	Тип хабитус Growth type	Брой бобове Number of pods	Брой семена Number of seeds	Окосменост отгоре Adaxial leaf pubescence	Окосменост отдолу Abaxial leaf pubescence	Брой семена в боб Number of seeds in pods	Маса на едно семе (mg) Seeds weight (mg)	Съдържание на протеин (%) Protein contents	Варимост (min) Cooking time (min)
TU		98,0	III	16	55,0	4	4	3,4	214,5	22,9	195,0
VAX 4		99,5	III	13	43,0	4	4	3,3	176,7	23,3	185,0
VAX 5		101,5	III	10	36,0	6	6	3,6	177,8	26,8	160,0
VAX 6		100,5	III	11	65,0	5	3	5,9	187,7	22,2	115,0
ИИРР 1426 /ИИРР 1426		88,5	I	11	30,0	7	7	2,7	447,0	27,2	185,0
Laker		94,0	I	27	113,0	8	6	4,2	177,0	24,6	185,0
MDRK		93,0	I	7	9,0	7	6	1,3	277,8	28,0	155,0
Perry Marrow		95,5	III	7	14,0	6	6	2,0	350,0	24,0	140,0
Canadian Wonder		96,5	I	27	93,0	6	5	3,4	439,8	24,6	155,0
Imuna		101,5	I	19	86,0	3	1	4,5	275,6	24,9	130,0
Top Crop		101,0	I	5	20,0	7	6	4,0	215,0	25,4	175,0
84-34-1		108,0	III	15	41,0	9	9	2,7	426,1	23,2	185,0
Зорница / Zornica		92,0	I	11	32,0	4	3	2,9	437,1	28,4	150,0
Падеш 1 / Padesh 1		89,0	I	25	85,0	3	3	3,4	370,6	29,3	205,0
АИЯ / AIYA		86,0	I	7	23,0	7	8	3,3	287,0	24,9	185,0
Declivis Romulus		93,5	I	14	55,0	6	5	3,9	314,5	28,3	135,0
Isabella		92,5	I	9	30,0	6	3	3,3	453,3	24,9	145,0
Niveo		93,5	I	16	61,0	4	1	3,8	480,3	27,7	145,0
Chinook 2000		96,0	I	8	14,0	7	6	1,8	378,6	28,0	165,0
Matterhorn		94,5	III	9	37,0	6	6	4,1	281,1	25,6	185,0
Beluga		95,5	I	6	19,0	5	4	3,2	415,8	28,3	165,0
Long Tom		98,0	I	12	28,0	4	4	2,3	396,4	23,4	165,0

Източници на частична устойчивост. От проучените 290 образци фасул 22 показват високо ниво на частична устойчивост при наблюдавания вирулентен потенциал на популациите и през двете години на изследване (табл. 2). Тези образци са с вегетационен период 93 до 108 дни, като преобладаващият хабитус на храста е I тип (табл. 3). Масата на едно семе варира от 177 mg при 'Laker' до 480.3 mg при 'Niveo'. Съдържанието на протеин в семената е в границите 22.2 до 29.4%, а продължителността на варене от 115 до 210 min.

ОБСЪЖДАНЕ

Селекцията на сортове с висока частична устойчивост е алтернатива на селекционната стратегия за пирамидално натрупване на расово-специфични гени за осигуряване на продължителна и стабилна във времето устойчивост към ръждата по фасула. Инфекциозната ефикасност (инфекциозната плътност) изразена в броя сори на единица листна площ е един от основните показатели при определяне на частичната устойчивост в редица патосистеми в това число и при фасула (Diaz-Lago et al., 2003; Habtu and Zadoks, 1995). Ниската инфекциозна ефикасност на сортовете води да забавяне натрупването на първичен инокулум, а от тук и до ограничаване разпространението на патогена в съответния и съседни райони (Habtu and Zadoks, 1995). При 22 от проучваните образци степента на нападение през двете години на изпитване достига 10%, като стойностите на гAUDPC е под 0,333 през 2007 г. (Зорница) и под 0,250 през 2008 г. (Niveo) (табл. 2).

Размерът на сорите е вторият показател използван при определяне на частичната устойчивост в редица патосистеми (Statler and McVey, 1987). Този показател корелира във висока степен с инфекциозния капацитет изразяващ количеството спори в една сора (Habtu and Zadoks, 1995). При повечето сортовете показали ниска степен на нападение преобладава тип на инфекция 4 (размер на сорите от 0.3 до 0.5 mm). Изключение правят линии VAX 4 и VAX 6, при които преобладаващият тип на инфекция през 2007 г. е 3 (сорите под 0.3 mm). Тип 3 се приема като устойчив фенотип при определяне на расово-специфичната устойчивост при фасула по отношение на ръждата (Staveland et al., 1983b). В този случай би следвало да се приеме, че тези две линии притежават и расово-специфичен ген, който се е проявил при патотипната структура на популацията през 2007 г. Прието е, че расово-неспецифичната устойчивост осигурява защита по отношение на цялото патотипно разнообразие в популацията на патогените, но в някои патосистеми, като антракнозата по фасула, частичната устойчивост може да включва и изолатна специфичност (Geffroy et al., 2000). Geffroy et al. (2000) идентифицират QTL маркери за частична устойчивост към антракнозата по фасула, тясно скачени с локуса на расово-специфичен ген *Co-9/Co-9* в скачена група B4 от интегрираната генна карта на фасула. Според авторите, преодолените от даден патоген расово-специфични гени могат да запазят известен остатъчен ефект. Повечето от установените QTL маркери при антракнозата са разположени в участъци, към които преди това са отнесени QTL за бактериен пригор (*Xanthomonas axonopodis* pv *phaseoli*) и гени контролиращи защитните механизми на растението. Скачеността на QTL контролиращи частичната устойчивост към два патогена вероятно се дължи на действието на плеотрофни или тясно скачени гени (Geffroy et al., 2000). Включените в настоящото изследване линии VAX 4, VAX 5 и VAX 6 показват висока устойчивост към 10 от най-вирулентните щамове на *X. a.* pv *phaseoli* в България (Kirjakov and Genchev, 2003). Повечето от установените QTL за бактериен пригор са локализираны в скачени групи B1, B4, B6, B7, B8 и B11 от интегрираната генна карта на фасула, към които са отнесени и маркираните до този момент расово-специфични гени за ръждата (Bean Core Map, 2009) Това ни дава основание да предположим, че наблюдаваната частична устойчивост при тези линии може да се контролира от QTL или гени скачени или идентични с факторите определящи

устойчивостта им към бактериения пригор.

Установено е, че броят на сорите на единица листна площ е в обратна корелационна зависимост с броя на трихомите при сортове Jamaica Red и Pompadour Chesca (Shaik, 1985). Гъстотата на трихомите оказва влияние върху разположението на спорите, задържането на влага и възможността на кълна да достигне до листната повърхност (Mmbaga and Steadman, 1992). Изследванията върху наличието на трихоми при фасула показват, че несъщинските листа и първи троен лист имат няколко или не дълги, изправени трихоми, но при листата над втори същински лист техният брой се увеличава. Според Mmbaga and Steadman (1992) при някои сортове с окосмени листа се наблюдава статистически достоверно снижаване на размера на сорите и инфекциозната интензивност върху тройните листа от горните етажи в сравнение с несъщинските листа. Авторите посочват, че наличието на трихоми е един от механизмите осигуряващи възрастова устойчивост, но не и единствения, тъй като сходни резултати се наблюдават и при някои сортове без окосмяване на листата. При осем от отбраните 22 образци фасул листата са силно окосмени с бална оценка 7 – 9 (табл. 3). От тях линия 84-34-1 е с най-голям брой трихоми на единица площ. При тази линия се наблюдава редуциране размера на сорите от тип на инфекция 5/5 при първо отчитане на 4/4;5 (по преобладаващ тип *горна/долна* повърхност) при последно отчитане през 2007 г. и от 5/5;4 на 4/4;5 при 2008 г. (данните не са представени) Сходни резултати се наблюдават и при образци 'Top Crop', 'ИИРР 1426', 'Аия' и 'Chinook 2000'. Редуциране размера на сорите се наблюдава и при образец 'Imuna' съответни от 5/5 на 4;5;3/4;3;5 през 2007 г. и от 5;6/6;5 на 4;5/4;5;6 през 2008 г., независимо от слабата окосменост на листата. Получените резултати потвърждават становището на Shaik (1985) и Mmbaga and Steadman (1992), че степента на окосменост на листата е един от механизмите на действие на частичната устойчивост, но не и единствения.

Получените резултати показват, че колекцията на Добруджански земеделски институт притежава образци фасул с високо ниво на частична устойчивост, които могат да бъдат включени в селекционната програма за създаване на сортове с продължителна във времето устойчивост. Тези образци са с различен хабитус, едрина и цвят на семената, вегетационен период, съдържание на протеин и варимост, което позволява успоредно с устойчивостта към ръждата да бъдат селектирани линии с ценни стопански качества.

ИЗВОДИ

Отбрани са 22 образци фасул със степен на нападение от *U. appendiculatus* до 10% и относителна площ под кривата на развитие на болестта (rAUDPC) под 0.333. Отбраните образци могат да бъдат използвани успешно в селекционната програма за съчетаване на ценни стопански качества с частична устойчивост към ръждата по фасула.

Не е установена връзка между окосмеността на листата и редуциране броя и размера на сорите.

ЛИТЕРАТУРА

- Bean Core Map, 2009.** http://www.css.msu.edu/bic/PDF/Bean_Core_map_2009.pdf.
- Bokosi, J.M., D.P.Coyne, J.R.Steadman, D.O'Keefe, and J.Reiser, 1995.** Inheritance and association of specific rust resistance, stem color, leaf pubescence, and flower colour in common bean. *Annu. Rep. Bean Improv. Coop.* 38: 141-142.
- Bokosi, J.M., D.P.Coyne, J.R.Steadman, D.O'Keefe, and J.Reiser, 1996.** Inheritance and association of specific resistance to rust, flower colour, and hypocotil, in recombinant inbred lines from common bean cross 'Belneb RR-1' x 'A-55'. *Annu. Rep. Bean Improv. Coop.* 39: 304-305.
- Coyne, D.P., and M.L. Schuster, 1975.** Genetic and breeding strategy for resistance to rust (*Uromyces phaseoli* (Ruben) Wint) in beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica* 24:795-803.
- Diaz-Lago, J.E., D.D. Stuthman, and K.J. Leonard. 2003.** Evaluation of components of partial resistance to oat crown rust using digital image analysis. *Plant Disease* 87: 667-674.
- Finke, M.L., D.P. Coyne, J.R. Steadman, 1986.** The inheritance and association of resistance to rust, common bacterial blight, plant habit and foliar abnormalities in *Phaseolus vulgaris* L. *Euphytica* 35:969-982
- Geffroy, V., M. Snvignac, J.C.F. De Oliveira, G. Fouilloux, P. Skroch, P. Thoquet, P. Gepts, T. Langin, and M. Dron, 2000.** Inheritance of partial resistance against *Colletotrichum lindemuthianum* in *Phaseolus vulgaris* and co-localization of quantitative trait loci with genes involved in specific resistance. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 13 (3):287-296.
- Genchev, D. and I. Kiryakov, 2005.** Color scales for identification characters of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) *Dobroudja Agricultural Institute – General Toshevo*. http://www.css.msu.edu/bic/PDF/Color_Scales.pdf
- Gonzales-Garcia, V.F. and K.F.Grafton, 1996.** Inheritance of Rust Resistance in Common Bean of Diverse Origin. *Annu. Rep. Bean Improv. Coop.* 39: 174-175.
- Grofton, K.F., G.C. Weiser, L.J. littlefield, and J.R. Stavely, 1985.** Inheritance of resistance to two races of leaf rust in dry edible bean. *Crop Science* 25: 537-539.
- Habtu, A., and J.C.Zadoks, 1995.** Components of partial resistance in phaseolus beans against an Ethiopian isolate of bean rust. *Euphytica* 83:95-102.
- Kiryakov.I., and D.Genchev, 2003.** Leaf and pod reaction of VAX lines to Bulgarian *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* strains. *Annu. Rep. Bean Improv. Coop.* 46: 197-198.
- Li, Z. F., X. C. Xia,; X. C. Zhou, Y. C. Niu, Z. H. He, Y. Zhang, G. Q. Li, A. M. Wan, D. S. Wang, X. M. Chen, Q. L. Lu, and R. P. Singh, 2006.** Seedling and slow rusting resistance to stripe rust in chinese common wheats *Plant Dis.* 90:1302-1312.
- Mmbaga, M.T., and J.R. Steadman, 1992.** Adult plant resistance associated with leaf pubescence in common bean. *Plant Disease* 76: 1230-1236.
- Park, S.O., D.P. Coyne, J.M. Bokosi and J.R. Steadman, 1999.** Molecular markers linked to genes for specific rust resistance and indeterminate growth habit in common bean *Euphytica* 105: 133–141.
- Park S.O., D.P. Coyne, J.R. Steadman, and P.W. Skroch, 2003.** Mapping of the *Ur-7* Gene for Specific Resistance to Rust in Common Bean. *Crop Sci.* 43:1470–1476.
- Park, S.O., D. P. Coyne, J.R. Steadman, K.M. Crosby, and M.A. Brick, 2004.** RAPD and SCAR Markers Linked to the *Ur-6* Andean Gene Controlling Specific Rust Resistance in Common Bean. *Crop Sci.* 44:1799–1807.
- Pastor-Corrales, M.A., 2005.** Inheritance of resistance in PI 260418 an Andean bean resistant to most races of the bean rust pathogen. *Annu. Rep. Bean Improv. Coop.* 48:134-135.

- Porch, T.G., 2009.** List of genes - *Phaseolus vulgaris* L. http://www.css.msu.edu/bic/PDF/Bean_Genes_List_2009.pdf
- Rasmussen, J.B., K.F. Grafton, C.M. Donohue, 2002.** Genetics to rust resistance in Compuesto Negro Chimaltenango (CNC). Annu. Rep. Bean Improv. Coop. 45: 94-95.
- Shaik, M., 1985.** Race-nonspecific resistance in bean cultivars to races of *Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* and its correlation with leaf epidermal characteristic. Phytopathology 75: 478-481
- Statler, G.D., and M.A. McVey, 1987.** Partial resistance to *Uromyces appendiculatus* in dry edible bean. Phytopathology 77:1101-1103.
- Stavely, J.R. 1983a.** A rapid technique for inoculation of *Phaseolus vulgaris* with multiple pathotypes of *Uromyces phaseoli*. Phytopathology 73: 676-679
- Stavely, J.R., G.F. Freyta, J.R. Steadman, H.F. Schwartz. 1983b.** The 1983 Bean Rust Workshop. Annu. Rep. Bean Improv. Coop. 26: iv:vi.
- Stavely, J.R. 1984.** Genetics of resistance to *Uromyces phaseoli* in a *Phaseolus vulgaris* line resistant to most races of the pathogen. Phytopathology 74: 339-344.
- Stavely, J.R. 1985.** The modified Cobb scale for estimating bean rust intensity. Annu. Rep. Bean Improv. Coop. 28: 31-32.
- Zaiter, H.Z., D.P. Coyne, J.R. Steadman. 1989.** Inheritance of resistance to a rust isolate in beans. Annu. Rep. Bean Improv. Coop. 32: 126-127.
- Wang, X.K., C.M. Tandeski, J.J. Jordahl, P.L. Gross, K.F. Grafton, and J.B. Rasmussen, 2005.** Analysis of Rust Resistance in the Dry Bean CNC. Annu. Rep. Bean Improv. Coop. 48:111-112.