

Обзор върху патогенното разнообразие в популациите на бактериозите по фасула (*Phaseolus vulgaris* L.) в България

Иван Киряков

Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево

E-mail: ikiryakov@yahoo.com

Резюме

Бактерийният и ореоловият пригори са ключови болести при отглеждане на фасул (*Phaseolus vulgaris* L.) в България. При благоприятни климатични условия загубите в добива и качеството на продукцията при чувствителните сортове могат да надхвърлят 40%. Използването на устойчиви сортове се приема за най-ефикасната и икономически оправдана мярка за контрол на тези болести. Ефективността на селекционните програми, насочени към създаване на устойчиви сортове, е тясно свързана с проучване на вирулентното и агресивно разнообразие в популациите на техните причинители. В настоящия обзор е представена систематизирана информация за патогенното вариране в популациите на причинителите на бактериен и ореолов пригори по фасула в България през последните 40 години. Представената информация е обвързана с промени в таксономията на патогените, както и с щамовото и расовото разнообразие в различни райони на света, в това число и България.

Ключови думи: *Phaseolus vulgaris*; бактериен пригор; ореолов пригор; вирулентност; раси

Overview on pathogen diversity in the bacterial diseases populations of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Bulgaria

Ivan Kiryakov

Dobrudzha Agricultural Institute, General Toshevo, Bulgaria

E-mail: ikiryakov@yahoo.com

Abstract

Kiryakov, I. (2018). Overview on pathogen diversity in the bacterial diseases populations of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Bulgaria. *Rasteniadvni nauki*, 55(1), 03-13 (Bg)

Common and halo bacterial blights are the key diseases of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Bulgaria. Under favorable weather condition these diseases cause over 40% losses of yield and quality of susceptible varieties. The use of resistant varieties is considered to be the most efficacy and cost-effective measure to control the bacterial diseases. Effectiveness of breeding programs for resistance is closely related to the research of virulent and aggressive diversity in pathogen populations. Systematized information on the pathogenic diversity in the populations of the common and halo bacterial blights in Bulgaria in the last 40 years is presented. It is consistent with the changes in pathogen taxonomy, as well as with strain and race diversity in various regions of the world, including Bulgaria.

Key words: *Phaseolus vulgaris*; common bacterial blight; halo bacterial blight; virulence; race

Обикновеният фасул (*Phaseolus vulgaris* L.) е основна зърнено-бобова култура за България. Настъпилите след 1989 г. промени в аграрния сектор, резултат от възстановяването на собс-

твеността върху земята, доведоха до значителен спад в размера на площите, заемани от зърнено-бобови култури. Така например площите заемани от зрял фасул през 1999 г. са приблизително

40 000 ha, докато през 2014 г. те са в размер от 880 ha. Този значителен спад се дължи на неблагоприятни климатични условия в отделни години, проблеми с технологията на отглеждане и преди всичко прибиращата техника, както и на дъмпинговия, неконтролиран внос в страната. Статистическите данни от 2016 г. показват известно повишаване на интереса на производителите по отношение на фасула, като площите заемани от тази култура през 2016 г. възлизат на 3118 ha (MZH, 2017).

Количеството и качеството на продукцията при обикновения фасул са тясно свързани с климатичните условия, биологичния потенциал на сортовете и устойчивостта им към абиотичен и биотичен стрес. Болестите са основен биотичен фактор при отглеждането на фасула в България, като бактериозите имат повсеместно разпространение в страната. До този момент у нас са установени три бактериен пригор, ореолов пригор и бактериен увяхване, като първите две бактериози имат преобладаващо разпространение (Georgieva, 1975; Kiryakov, 1999). Проучванията върху патогенното и генотипното разнообразие в популацията на техните причинители е от съществено значение както за определяне на селекционната стратегия по отношение създаването на устойчиви сортове, така и за най-удачния избор при определяне на сортовата структура в съответното стопанство. Поради това, целта на настоящия отбор е да се даде систематизирана информация относно патогенното разнообразие на причинителите на ключови бактериен пригор при обикновения фасул (*Phaseolus vulgaris* L.) в България.

БАКТЕРИЕН ПРИГОР

Бактерийният пригор е разпространен във всички райони на света, в които се отглежда фасул, но създава сериозен проблем предимно в умерените и тропичните географски ширини (Zauntyer and Thomas, 1957; Baver et al., 1992; Singh and Miklas, 2015). В зависимост от климатичните условия, чувствителността на сортовете и вирулентното разнообразие на патогена, загубите в добива причинени от бактериен пригор могат да надхвърлят 40% (Singh and

Miklas, 2015). Болестта е описана за първи път от Beach през 1892 г. в САЩ (Zauntyer and Thomas, 1957). У нас първите съобщения за бактериози по фасула са направени от Malkov (1904) и Savov (1927), но по-подробна информация за това заболяване е дадена от Kovachevski (1930).

Причинителят на бактериен пригор по фасула е описан за първи път през 1897 г. от Smith като *Bacillus phaseoli* (Hayward and Waterson, 1965). По-късно авторът го отнася към род *Pseudomonas*, а впоследствие към род *Bacterium*. През 1923 г. Bergey et al. отнасят бактерията към род *Phytomonas*, а през 1939 г. Dowson я отнася към род *Xanthomonas* (Hayward and Waterson, 1965). До 1989 г. причинителят на тази бактериоза е известен под името *Xanthomonas phaseoli* (Smith) Dowson, след което е отнесен към патовариететите (pv.) на таксономичния вид *Xanthomonas campestris* и е отбелязван като *X. campestris* pv. *phaseoli* (Dye et al., 1980). През 1995 г. Vauterin et al. предлагат нова класификация на патовариететите на *X. campestris* и отбелязват патогена като *X. axonopodis* pv. *phaseoli* (Smith) (Vauterin et al., 1995).

През 1930 г. Burkholder изолира щамове на причинителя на бактериен пригор, които върху хранителна среда съдържаща *tyrosine* формират кафяв пигмент, поради което тези щамове са отбелязани като *X. phaseoli* var. *fuscans* (Hayward and Waterson, 1965). Тъй като формирането на дифундиращ в средата кафяв пигмент е обикновено явление за много видове от род *Xanthomonas*, това свойство се приема като недостатъчен аргумент за отделяне на щамове във вариетет (Dye, 1962). Независимо от това, Vauterin et al. (1995) препоръчват тези щамове да бъдат отбелязвани като *X. axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans*. Редица изследвания свързани с 16S-23S ITS, RFLP анализ на плазмидна DNA и AFLP доказват, че нормалните и фускусните щамове на патогена принадлежат към различна таксономична група, поради което днес вторите се отбелязват като *X. fuscans* subsp. *fuscans* (Gabriel et al., 1989; Goodwin and Xue, 1994; Birch et al., 1997; Toth et al., 1998; Schaad et al., 2005; Bul et al., 2012).

X. axonopodis pv. *phaseoli* (*Xaph*) и *X. fuscans* subsp. *fuscans* (*Xff*) са грам-отрицателни, пръчковидни, подвижни, монотрихни, строго аеробни бактерии (Schaad et al., 2001). Върху храни-

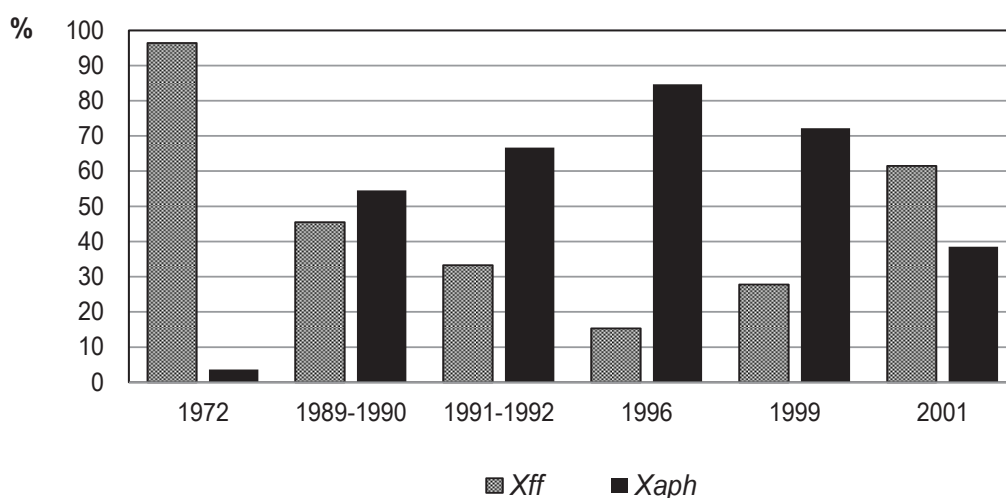
телна среда, съдържаща *L-tyrosine*, щамовете на *Xff* формират кафяв, дифундиращ в средата пигмент. При проучване на способността на щамовете от *Xaph* и *Xff* да усвояват 95 въглеродни източника, Kiryakov (2001b) установява различия в метаболитния им профил. Двете бактерии усвояват на 100% 20 въглеродни източника, но процентът на усвояване на останалите варира както при всеки един от двата вида, така и между видовете. Така например, 95% от щамовете на *Xff* усвояват *α-ketobutyric acid*, докато щамовете на *Xaph* нямат тази способност.

Причинителите на бактериения пригор са семенно преносими бактерии, поради което вътрешно заразените или повърхностно замърсени семена са основен източник на първична инфекция (Kovachevski, 1930; Zaumeier and Thomas, 1957; Saettler, 1989; Orio et al., 1994; Kiryakov, 1999). Успоредно с това, патогените могат да се съхраняват в нападнатите растителни остатъци (Orio et al., 1994; Киряков, 1999) и като епифит в някои плевели (Saettler, 1989; Orio et al., 1995). В изследване, проведено през периода 1992-1994 г., Kiryakov (1999) установява, че при разполагане на растителните остатъци на повърхността на почвата *Xaph* се запазва в продължение на девет месеца. При заораването на остатъците на дълбочина 5-11 cm този период е седем месеца, а на дълбочина 30-35 cm – три

месеца. Тези резултати показват, че при съхраняване на „бобеницата“ като фураж за преживните животни в близост до нови посеви, освободеният и разнесен от вятъра заразен растителен прах може да служи като първичен инокулум.

Независимо от факта, че причинителите на бактериения пригор са отнесени към два различни таксономични вида, редица автори посочват липсата на различия в симптомологията на болестта (Mkandawire et al., 2004; Duncan et al., 2011; Singh and Miklas, 2015). Оптималните условия за разпространение и развитие на болестта са свързани с температури над 27°C, чести превалявания, обилни дъждове, придружени от бури и градушки (Patel and Walker, 1963; Saettler, 1989; Singh and Miklas, 2015). Според Patel and Walker (1963) инкубационният период е значително по-продължителен при температури 16-20°C в сравнение с температури в границите 24-28°C, като степента на нападение е най-висока при 28°C.

Първите по-подробни изследвания върху видовото и патогенното разнообразие в популациите на причинителите на бактериен пригор в България са направени от Georgieva (1975). Проучвайки разпространението на болестта в 18 окръга на страната през 1972 г., авторът установява доминиращо разпространение на *Xff* (фиг. 1). Според Georgieva (1975), от изолирани-



Фигура 1. Честота на изолиране на *X. axonopodis* pv. *phaseoli* (*Xaph*) и *X. fuscans* subsp. *fuscans* (*Xff*) от растителни и семенни проби, събрани през периода 1972-2001 г. от различни райони в България
Figure 1. Frequency of isolation of *X. axonopodis* pv. *phaseoli* (*Xaph*) and *X. fuscans* subsp. *fuscans* (*Xff*) from plant and seed samples collected in the period 1972-2001 from different locations in Bulgaria

те в чиста култура 164 патогенни щама, образувачи жълти колонии върху хранителната среда, 96.4% формират кафяв, дифундиращ пигмент, което ги отнася към фускусния вариант на приетия към този момент таксономичен вид *Xanthomonas phaseoli*. Неформиращите кафяв пигмент щамове са съставлявали 3.6% от изолатите и са установени в проби, събрани от посеви в окръг Пловдив, съвместно с фускусния вариант.

При проведено от Kiryakov (1999) обследване на фасулеви посеви в 11 области на България през периода 1989-1990 г., са изолирани 224 патогенни щама, които са отнесени към род *Xanthomonas* на основата на тяхната фенотипна и биохимична характеристика. Базирайки се на способността на щамовете да формират кафяв пигмент върху хранителната среда, авторът отнася 54.5% от проучваните изолати към *Xaph* (фиг. 1). Съвместна инфекция от двете бактерии е установена в растителни проби, събрани от посеви в 9 от обследваните 11 области на страната. Тъй като посевният материал е основен източник на първична инфекция, през периода 1991-1992 г. са събрани и изследвани 33 семенни проби от 31 семепроизводни посева в Централна Северна и Североизточна България (Kiryakov, 1999). В седем от пробите е установена самостоятелна инфекция от *Xff*, а в други седем – смесена инфекция от *Xaph* и *Xff*. От останалите 19 семенни проби е изолиран само *Xaph*. Последвалото през 1996 г. обследване на посеви в шест области на Северна, Централна Северна и Североизточна България (Kiryakov, 1999) показва преобладаващо разпространение на *Xaph* (84.7% от изолатите) пред *Xff* (15.3%). При 20% от пробите е установена съвместна инфекция от двете бактерии. Сходна тенденция е наблюдавана и при обследване на фасулеви посеви в Североизточна България през 1999 г. (Киряков, непубликувани данни). Резултатите от проведено през 2001 г. обследване на посеви в Североизточна България (Киряков, непубликувани данни) показва тенденция към повишено разпространение на *Xff* (61.5% от изолатите) и по-слабо на *Xaph* (38.5%). Обобщените резултати на Georgieva (1975) и Kiryakov (1999, непубликувани данни) показват значителна динамика в популациите на двете бактерии в България, както по години, така и по райони.

Според Orjo et al. (1996) *Xaph* има доминиращо разпространение в Танзания (60%) пред *Xff* (40%). Сходни резултати по отношение разпространението на двете бактерии в Източна Африка се съобщават и от Mkandawire et al. (2004). Проучвайки генетичното разнообразие на изолати от Северна, Централна и Южна Америка, Източна Африка и Европа, Mkandawire et al. (2004) установяват значително генетично разнообразие, свързано с географския произход на изолатите. На основата на патогенни тестове и ДНК анализи (реп-PCR), авторите групират щамовете от *Xaph* в три генетични групи. Към първите две са отнесени изолати от Източна Африка, а към третата – изолати от Америка и Европа. Успоредно с това авторите посочват, че щамовете на *Xaph* от Източна Африка са изолирани предимно от сортове, принадлежащи към генетична група Andean на *Phaseolus vulgaris* и притежават по-висока патогенност към тези сортове в сравнение със сортовете от генетична група Middle America. Генетичното вариране при щамовете от *Xff* е значително по-слабо от това на *Xaph*, а щамовете са еднакво патогенни към генотиповете от двете генетични групи (Mkandawire et al., 2004). Генетичните различия между изолатите на *Xaph* от Африка и тези от други части на света, както и незначителните разлики между изолатите от *Xff* дават основание на Mkandawire et al. (2004) да предположат, че *Xff* е внесен в Източна Африка с посевния материал от страни извън континента.

Проучвайки патогенното и генотипното разнообразие в популациите на бактерияния пригор в щата Висконсин, САЩ, Duncan et al. (2011) установяват два генотипа на *Xaph* от които единият е нов за района, както и един нов генотип на *Xff*. Според авторите популацията на *Xaph* се характеризира със значително вариране във вирулентността, докато варирането в популацията на *Xff* е незначително.

Тъй като устойчивостта към бактерияния пригор при *Phaseolus vulgaris* има преобладаващо количествен, расово-неспецифичен характер (Valladares-Sanchez et al., 1979, 1983; Aggour and Coyne, 1989; Silva et al., 1989; Arnaud-Santana et al., 1994; Genchev and Kiryakov, 2001), групрането на изолатите от популациите на патогените във физиологични раси е силно затруднено. Независимо от опитите за групиране на

изолатите на основа вирулентността им към група генотипове от *Phaseolus vulgaris* (Zapata, 1997) и *Phaseolus accutifolius* (Opio et al., 1996; Zapata, 1997), към настоящия момент няма приет стандартен диференциращ ключ. Проследявайки наследяването на устойчивостта при линии HR 45 и NAB 69 към четири щама на *Xaph* и *Xff*, Genchev and Kiryakov (2001) установяват щамова специфичност на устойчивостта, което показва че вирулентното разнообразие в популациите на патогените може да се основава на реакцията на група генотипове на *Phaseolus vulgaris*. Изборът на генотипове трябва да е съобразен с вирулентното и агресивно разнообразие в популациите на съответния район, за който е насочена селекционната стратегия. Следователно, проучванията върху вирулентното разнообразие трябва да се базират на реакцията на основните източници за устойчивост, залегнали в селекционната програма. Подходящи донори на устойчивост към бактериения пригор в България са описани от Kiryakov and Genchev (2002, 2003, 2006).

Редица изследвания потвърждават наличието на тясна връзка между вирулентното вариране в популациите на *Xaph* и *Xff*, и сортовата структура в отделни райони на света (Mkandawire et al., 2004; Mutlu et al., 2008; Duncan et al., 2011). Проучваните от Kiryakov and Genchev (2003) два изолата на *Xff* показват по-висока вирулентност към 9 сорта/линии фасул и най-вече към GN Jules, A 769, VAX 1 и VAX 2, в сравнение с осемте изолата на *Xaph*, включени в изследването. В друго изследване на Kiryakov and Genchev (2006), в което са включени 11 изолата от *Xff* и 9 изолата от *Xaph*, е установена по-висока агресивност на първата група щамове, като осем дни след заразяване на чувствителния сорт Добруджански 7 средната оценка за *Xff* е 5.8, а за *Xaph* – 4.4. На основа вирулентността на изолатите към включените в изследването генотипове фасул, авторите групират щамовете на двете бактерии в отделни класове. Като цяло изолатите на *Xaph*, включени в това изследване, са по-вирулентни от тези на *Xff*. Причината за по-високата вирулентност на изолатите от *Xaph* е включването на сорт Беслет (DG 95-20) и линия HR 45 в изследването. Сорт Беслет е първият български сорт фасул с висока устойчивост към бактериен пригор, а линия HR 45 е източникът

на устойчивост (Genchev et al., 2010). Двата генотипа проявяват по-висока устойчивост към изолатите на *Xff*, тъй като в процеса на селекция са използвани предимно маркерни щамове от тази бактерия.

ОРЕОЛОВ ПРИГОР

Ореоловият пригор е заболяване, характерно за райони с хладен и влажен климат (Schwartz, 1989; Güven et al., 2004; Singh and Schwartz, 2010). При благоприятни за неговото развитие условия, загубите в добива възлизат на 23-40% (Schwartz, 1989). Наши изследвания показват, че при използване на посевен материал, съдържащ $\geq 1\%$ заразени семена, в години с чести превалявания и температури от порядъка на 16-20°C в началото на вегетацията, развитието на болестта води до унищожаване на 90% от растенията в посева (Киряков, непубликувани данни).

Ореоловият пригор е описан за първи път от Burkholder през 1926 г., а патогенът е наименован *Phytomonas medicaginis* (Sackett) var. *phaseolicola* (Hayward and Waterson, 1965; Allen et al., 1998). По-късно е описван като *Bacterium medicaginis* (Sackett) var. *phaseolicola* (Burkh.) Link and Hill, *Pseudomonas medicaginis* (Sackett) var. *phaseolicola* (Burkh.) Stapp and Kotte, *Pseudomonas medicaginis* (Sackett) f. sp. *phaseolicola* (Burkh.) Dowson, *Pseudomonas phaseolicola* (Burkh.) Dowson. От 1980 г. бактерията се разглежда като патоварietet на таксономичния вид *Pseudomonas syringae* и се отбелязва като *P. syringae* pv. *phaseolicola* (Burkh.) Young et al. (Dye et al., 1980). През 1992 г. е предложена рекласификация на патоварietetите на вид *P. syringae*, а причинителят на ореоловия пригор е отнесен към таксономичния вид *Pseudomonas savastanoi* и е отбелязван като *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* (Burkh.) Gardan et al. (Young et al., 1996; Young, 2010). Първото подробно описание на ореоловия пригор в България е направено от Kovachevski (1930).

Pseudomonas savastanoi pv. *phaseolicola* (*Psph*) е грам-отрицателна, пръчковидна, подвижна бактерия с 1-6 полярни или биполярни флагели (Hayward and Waterson, 1965). Güven et al. (2004) групират проучваните 43 щама от Европа, Северна Америка, Южна Африка и Нова Зеланд

дия в един клас на база метаболитния им профил към 95 въглеродни източника, включени в микроблюда на системата Biolog. Проучвайки метаболитния профил на 11 изолата на *Psph*, Kiryakov (1999) групира българските щамове в два класа, като 4 от тях са извън групата, към която е отнесен патотипният щам ICMP 2740a.

На основа способността на бактерията да формира фазеолитоксин (*phaseolotoxin*), щамовете на патогена са групирани в две групи – формиращи токсин щамове (TOX⁺) и неформиращи токсин щамове (TOX⁻) (Rico et al., 2003). Формирането на фазеолитоксин не е обвързано с гостоприемника и води до проява на хлороза по листата при редица растителни видове чрез инхибиране на *ornithine carbamoyl transferase*, който е критичен ензим в цикъла на уреята (Rico et al., 2003). Щамовете неформиращи токсин запазват своята патогенност и са често срещани в природата (Johnson, 1969). Според Rico et al. (2003) 68.8% от подложените на инхибиращ *E. coli* биотест 138 щам на *Psph* с произход от Испания са TOX⁻. Прилагайки същия биотест, Kiryakov (1999) причислява проучваните 22 български изолата на бактерията към TOX⁺.

Причинителят на ореоловия пригор се съхранява и разпространява основно със заразените семена (Kovachevski, 1930; Zaunmyer and Thomas, 1957; Schwartz, 1989; Allen et al., 1998). Като алтернативни гостоприемници за *Psph* се посочват редица културни и диворастващи бобови видове, между които *Glycine max*, *Pisum sativum*, *Vigna angularis* и *Vigna radiata* (Mabagala and Saettler, 1992b; Allen et al., 1998). Според Fernández-Sanz et al. (2016) основни алтернативни гостоприемници на *Psph* в Испания са *Fumaria* sp., *Mercurialis annua*, *Solanum nigrum* and *Sonchus oleraceus*.

Mabagala and Saettler (1992a) съобщават, че бактерията може да се запази в нападнатите растителни остатъци, но продължителността на съхранение е свързана с расата, географското разположение, сорта и дълбочината на разполагане на остатъците. Според авторите в района на Мондули (Танзания) раса 1 се запазва в нападнатите стъбла на сорт Canadian Wonder за 5 месеца, а в листата до 4 месеца при разположение на остатъците на повърхността на почвата или при заравянето им на дълбочина 2.5 cm. При заораване на стъблата на дълбочина 25 cm жизнеността на бактерията е до 3 месеца. В

същата локация жизнеспособността на раса 2 в стъблата е по-продължителна. Проследявайки продължителността на съхранение на *Psph* в растителните остатъци (листа и бобове) в района на Добруджа, Kiryakov (1999) установява, че бактерията може да се съхрани до 9 месеца при разположение на остатъците на повърхността на почвата и до 3 месеца при заораването им на дълбочина 5-11 cm.

Според Patel and Walker (1963) симптомите на ореоловия пригор (воднисти петна, локална и системна некроза) са силно изразени при температура от 16°C до 24°C. При температура 16°C авторите установяват силно изразена хлороза, докато при 28°C хлорозата е незначителна. По-ниската температура е свързана с по-голям брой петна за сметка на техния размер, докато при по-висока температура броят на петната е малък, но размерът им е по-голям. За условията на експеримента най-силно изразени симптоми са наблюдавани при 16°C дневна и 28°C нощна температура. Честите превалявания, съчетани с бури и/или градушки спомагат за бързото разпространение на болестта в посевите (Kiryakov, 1999; Marques and Samson, 2016).

Устойчивостта при *Phaseolus vulgaris* към *Psph* има преобладаващ качествен, расово-специфичен характер (Singh and Schwartz, 2010), което дава възможност за групиране на изолатите от популацията на патогена във физиологични раси на основа вирулентността им към група диференциращи сортове. Към настоящия момент в генетичната листа (List of Genes, 2017) на *P. vulgaris* са включени шест расово специфични гена (табл. 1).

Първото съобщение за разделяне популациите на *Psph* във физиологични раси е направено от Patel and Walker (1965). Авторите групират проучваните изолати в две раси – раса 1 и раса 2 на основа вирулентността им към сорт Red Mexican UI3. Щамовете от раса 1 са авирулентни по отношение на Red Mexican UI3, докато тези от раса 2 преодоляват неговата устойчивост. По-късно Schuster et al. (1979) и Coyne et al. (1979) установяват щамове на патогена, които са вирулентни към устойчиви на раса 1 и раса 2 сортове фасул. Taylor et al. (1987) потвърждават наличието на трета раса (раса 3) в Африка, чиито щамове причиняват хиперсензитивна реакция при сорт Tendergreen, който е чувствителен

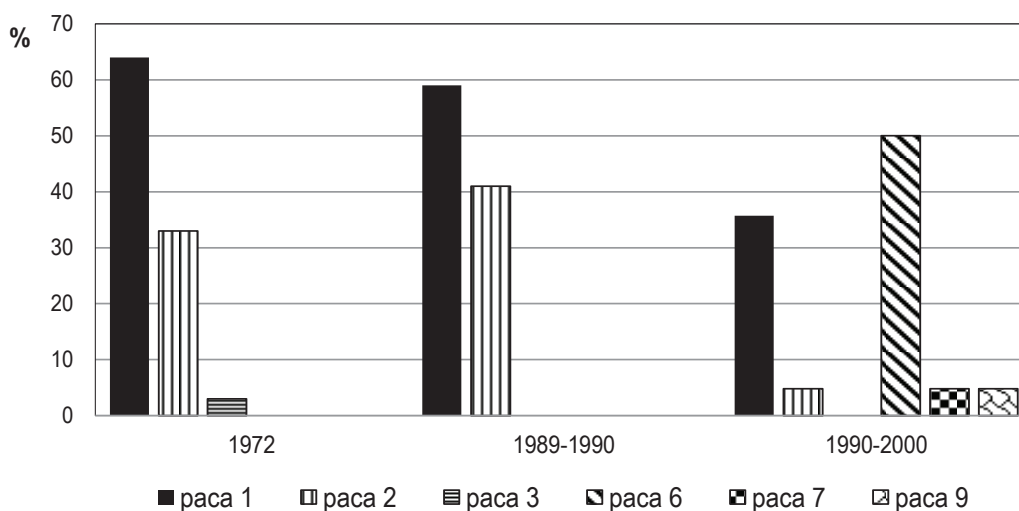
към раси 1 и 2. През 1996 г. Taylor et al. (1996a) предлагат диференциращ ключ за идентифициране на расите на *PspH*, включващ осем сорта фасул, от които единят е *P. accutifolius*, а останалите са *P. vulgaris*. На основа вирулентността на проучваните изолати авторите идентифици-

рат девет физиологични раси. Изолатите от съобщените дотогава три раси са групирани както следва: раса 1 се разпада на раси 1, 5, 7 и 9; раса 2 – на раси 2, 6 и 8; раса 3 – на раси 3 и 4. Според авторите раси 1, 2, 5, 6 и 7 имат широко разпространение в света, като раса 6 е преобла-

Таблица 1. Расово-специфични гени (*Pse*), включени в List of Genes - *Phaseolus vulgaris* L., 2017
Table 1. Race-specific genes (*Pse*) included in List of Genes - *Phaseolus vulgaris* L., 2017

<i>Pse</i> – ген <i>Pse</i> – gene	Устойчив източник Resistant genotype	Свързана група Linked group	Авирулентни раси Avirulent races	Литература References
<i>Pse-1</i> (R1)	Red Mexican UI3*	Pv10	1, 5, 7, 9	Walker and Patel (1964) Teverson (1991) Taylor et al. (1996b) Miklas et al. (2009)
<i>Pse-2</i> (R2)	A43 (ZAA12)*	Pv10	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9	Teverson (1991) Taylor et al. (1996b) Miklas et al. (2011)
<i>Pse-3</i> (R3)	Tendergreen*	Pv02	3, 4	Teverson (1991) Taylor et al. (1996b) Fourie et al. (2004)
<i>Pse-4</i> (R4)	Red Mexican UI3*	Pv10	5	Teverson (1991) Taylor et al. (1996b) González et al. (2017)
<i>pse-5</i> (R5)	A43 (ZAA12)*	Pv10	8	Teverson (1991) Taylor et al. (1996b) Miklas et al. (2011)
<i>Pse-6</i>	BelNeb-RR-1	Pv04	1, 5, 7, 9	Miklas et al. (2014)

*Диференциращ сорт/Differential variety



Фигура 2. Честота на изолиране на расите от *P. savastanoi* pv. *phaseolicola* през периода 1972-2000 г. от различни райони в България

Figure 2. Frequency of isolation of the races of *P. savastanoi* pv. *phaseolicola* in the period 1972-2000 from different locations in Bulgaria

даваща. Останалите раси са характерни за Африка. Важно е да се отбележи, че в това изследване е включен един изолат от България, който е отнесен към раса 6 на патогена.

Първото съобщение за расово разнообразие на *Psph* в България е направено от Georgieva (1975). В зависимост от реакцията на сортове Red Mexican U13 и Harvester, авторът групира 39-те изолата на патогена в три физиологични раси – раси 1, 2 и 3 (фиг. 2). Раса 1 е имала преобладаващо разпространение (64,1% от изолатите) пред раса 2 (33,3%). Раса 3 е изолирана от *Vigna sinensis*. При проведено обследване на фасулеви посеви през периода 1989-1990 г. Kiryakov (1999) установява незначително доминиране в разпространението на раса 1 (59.1% от изолатите) пред раса 2 (40.9%). Проследявайки вирулентното разнообразие в популациите на *Psph* в Североизточна България през периода 1990-2000 г. чрез използване на диференциращия ключ, предложен от Taylor et al. (1996a), Kiryakov (2001a) установява наличието на пет раси на патогена – раси 1, 2, 6, 7 и 9 (фиг. 2). Отнесените към старата раса 2 изолати (54.76%) са идентифицирани като раса 2 (4.76%) и раса 6 (50%). Останалата част от изолатите, които са били авирулентни по отношение на сорт Red Mexican U13, са отнесени към раса 1 (35,71%), раса 7 (4.76%) и раса 9 (4.76%). Раса 9, която според Taylor et al. (1996a) и Rivas et al. (2005) е характерна за Африка, е изолирана от неизвестен източник в района на град Силистра през 1999 г. (Kiryakov, 2001a).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Болестите по фасула са основен фактор, определящ количеството и качеството на продукцията. В зависимост от естеството на патогена, чувствителността на сорта и климатичните условия, загубите причинявани от тях варират между 20 и 100% от добива (Singh and Schwartz, 2010). От установените в България над 15 вирусни, гъбни и бактериални патогени, бактериалният пригор се характеризира с повсеместно и ежегодно развитие както при зрелия, така и при зеленчуковия фасул. Развитието и разпространението на ореоловия пригор е свързано преди всичко с отглеждането на зеленчуков фасул поради устойчивостта на сортовете зрял фа-

сул към установените раси на *Psph* (Kiryakov, 2001).

Тъй като причинителите на бактериалния и ореоловия пригор са семенно преносими патогени, използването на здрав посевен материал и устойчиви сортове са единствените ефикасни подходи за техния контрол (Allen et al., 1998; Kiryakov, 1999). Успехът на селекционните програми, свързани с устойчивост на сортовете към бактериози, зависи до голяма степен от непрекъснатия мониторинг на вирулентното и агресивно разнообразие в популациите на *Xaph*, *Xff* и *Psph*. Направеният обзор на вирулентното и агресивно разнообразие в популациите на тези патогени в страната показва значителна динамика както по години, така и по райони. Тази динамика е свързана преди всичко със сортовата структура и технологиите на отглеждане. Сеитбата на семена, закупени от търговската мрежа, създава реална опасност от интродуциране на нови по-вирулентни и агресивни щамове и раси на тези патогени в страната. Внедряването на нови сортове без анализ на тяхната устойчивост към съществуващото вирулентно разнообразие може да доведе до драстични загуби в производството на фасул.

ЛИТЕРАТУРА

- Aggour, A. R., & Coyne, D. P. (1989). Heritability, phenotypic correlations, and associations of the common blight disease reactions in beans. *Journal of the American Society for Horticultural Science (USA)*, 114, 828–833.
- Allen, D. J., Buruchara, R. A., & Smithson, J. B. (1998). Diseases of common bean. In: *The Pathology of Food and Pasture Legumes*. CAB International, 179-235.
- Arnaud-Santana, E., Coyne, D. P., Eskridge, K. M., & Vidaver, A. K. (1994). Inheritance; low correlations of leaf, pod, and seed reactions to common blight disease in common beans; and implications for selection. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119(1), 116-121.
- Beaver, J. S., Steadman, J. R., & Coyne, D. P. (1992). Field reaction of landrace components of red mottled beans to common bacterial blight. *HortScience*, 27(1), 50-51.
- Birch, P. R., Hyman, L. J., Taylor, R., Opio, A. F., Bragard, C., & Toth, I. K. (1997). RAPD PCR-based differentiation of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* var. *fuscans*. *European Journal of Plant Pathology*, 103(9), 809-814.
- Bull, C. T., De Boer, S. H., Denny, T. P., Firrao, G., Fischer-Le Saux, M., Saddler, G. S., Scortichini,

- M., Stead, D. E. & Takikawa, Y. (2012). List of new names of plant pathogenic bacteria (2008-2010). *Journal of Plant Pathology*, 94(1), 21-27.
- MZH (2017). Proizvodstvo na zelenchuci v Bulgaria – rekolta 2016. Bulletin No. 325, Ministerstvo na zemedelieto, hranite i gorite (BG).
- Coyne, D. P., Schuster, M. L., & Erwin, C. (1979). Reaction of *Phaseolus vulgaris* germplasm to a new virulent strain of *Pseudomonas phaseolicola*. *Annual Report-Bean Improvement Cooperative*, 22, 20-21.
- Duncan, R. W., Singh, S. P., & Gilbertson, R. L. (2011). Interaction of common bacterial blight bacteria with disease resistance quantitative trait loci in common bean. *Phytopathology*, 101(4), 425-435.
- Dye, D. W. (1962). The inadequacy of the usual determinative tests for the identification of *Xanthomonas* spp. *New Zealand Journal of Science*, 5(4), 393-416.
- Dye, D. W., Bradbury, J., Goto, M., Hayward, A. C., Lelliott, R. A., & Schroth, M. N. (1980). International standards for naming pathovars of phytopathogenic bacteria and a list of pathovar names and pathotype strains. *Review of Plant Pathology*, 59(4), 153-168.
- Fernández-Sanz, A. M., Rodicio, M. R., & González, A. J. (2016). *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* isolated from weeds in bean crop fields. *Letters in Applied Microbiology*, 62(4), 344-348.
- Fourie, D., Miklas, P., & Ariyaranthe, H. (2004). Genes conditioning halo blight resistance to races 1, 7, and 9 occur in a tight cluster. *Annual Report-Bean Improvement Cooperative*, 47, 103-104.
- Gabriel, D. W., Kingsley, M. T., Hunter, J. E., & Gottwald, T. (1989). Reinstatement of *Xanthomonas citri* (ex Hasse) and *X. phaseoli* (ex Smith) to species and reclassification of all *X. campestris* pv. *citri* strains. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 39(1), 14-22.
- Genchev, D., Kiryakov, I. & Beleva, M. (2010). Beslet – a new dry bean variety (*P. vulgaris* L.). *Rastenievadni nauki*, 47(3), 272-281 (Bg).
- Genchev, D. & Kiryakov, I. (2001). Genetic control of the reaction to common bacterial blight *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye in two dry beans lines, *Phaseolus vulgaris* L. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 7(1), 15-21.
- Georgieva, M. (1975). Immunological studies of garden beans with regard to *Xanthomonas phaseoli* var. *fuscans* (Burkh.) Starr et Burkholder and *Pseudomonas phaseolicola* (Burkh.) Dowson. Dissertation, SSA, Sofia (Bg).
- González, A. M., Godoy, L., & Santalla, M. (2017). Dissection of resistance genes to *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* in UI3 common bean cultivar. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(12), 2503, 1-27.
- Goodwin, P. H., & Xue, B. G. (1994). Amplified DNA polymorphisms of putative two-component regulatory genes of several *Xanthomonas campestris* pathovars. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 16(1), 1-7.
- Güven, K., Jones, J. B., Momol, M. T., & Dickstein, E. R. (2004). Phenotypic and genetic diversity among *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. *Journal of Phytopathology*, 152(11-12), 658-666.
- Hayward, A. C., & Waterston, J. M. (1965). CMI descriptions of pathogenic fungi and bacteria. *Commonwealth Microbiological Institute (CMI) Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria*, (Set 5), 41-50.
- Johnson, J. C. (1969). “Halo-less” halo blight of French bean in Queensland. *Queensland J Agr Anim Sci.*, 26, 293-302.
- Kiryakov, I. & Genchev, D. (2002). Sources of resistance to the main diseases of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Bulgaria from the collection of the Dobroudja Agricultural Institute. In: *Jubilee Session of the 50th Anniversary of Dobroudja Agricultural Institute*. DAI, General Toshevo, Vol. 1, 251-260 (Bg).
- Kiryakov, I. & Genchev, D. (2003). Leaf and pod reaction of VAX lines to Bulgarian *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* strains. *Annual Report-Bean Improvement Cooperative*, 46, 197-198.
- Kiryakov, I. & Genchev, D. (2006). Pathogenic characteristics of Bulgarian *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* normal and fuscous strains. *Rastenievadni nauki*, 43(5), 442-446 (Bg).
- Kiryakov, I. (1999). Studies on the bacterial diseases on beans in Bulgaria and the means of control. Dissertation, DAI, General Toshevo, Bulgaria (Bg).
- Kiryakov, I. (2001a). Characterization of *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* races in North-Eastern Bulgaria. *Bulg. J. Agric. Sci.* 7(3), 313–318.
- Kiryakov, I. D. (2001b). Metabolic “Breathprint” of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. *Annual Report-Bean Improvement Cooperative*, 44, 131-132.
- Kovachevski, I. (1930). Bolesti po fasula v Bulgaria. Sofia (Bg).
- List of Genes - *Phaseolus vulgaris* L. (2017). <http://bic.css.msu.edu/Genetics.cfm>
- Mabagala, R. B., & Saettler, A. W. (1992a). Races and survival of *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* in Northern Tanzania. *Plant Disease*, 76(7), 678-682.
- Mabagala, R. B., & Saettler, A. W. (1992b). The role of weeds in survival of *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* in Northern Tanzania. *Plant Disease*, 76(7), 683-687.
- Malkov, K. (1904). Annual report of State Experimental Station in Sadovo, 2, 61 (Bg).
- Marques, A. S. D. A., & Samson, R. (2016). Population dynamics of *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* in bean, throughout the epiphytic and pathogenic phases. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(5), 623-630.
- Miklas, P. N., Fourie, D., Trapp, J., Davis, J., & Myers, J. R. (2014). New loci including Pse-6 conferring resistance to halo bacterial blight on chromosome Pv04 in common bean. *Crop Science*, 54(5), 2099-2108.
- Miklas, P. N., Fourie, D., Trapp, J., Larsen, R. C., Chavarro, C., Blair, M. W., & Gepts, P. (2011). Genetic

- characterization and molecular mapping Pse-2 gene for resistance to halo blight in common bean. *Crop Science*, 51(6), 2439-2448.
- Miklas, P. N., Fourie, D., Wagner, J., Larsen, R. C., & Mienie, C.** (2009). Tagging and mapping Pse-1 gene for resistance to halo blight in common bean differential cultivar UI-3. *Crop Science*, 49(1), 41-48.
- Mkandawire, A. B., Mabagala, R. B., Guzmán, P., Gepts, P., & Gilbertson, R. L.** (2004). Genetic diversity and pathogenic variation of common blight bacteria (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and *X. campestris* pv. *phaseoli* var. *fuscans*) suggests pathogen coevolution with the common bean. *Phytopathology*, 94(6), 593-603.
- Mutlu, N., Vidaver, A. K., Coyne, D. P., Steadman, J. R., Lambrecht, P. A., & Reiser, J.** (2008). Differential pathogenicity of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and *X. fuscans* subsp. *fuscans* strains on bean genotypes with common blight resistance. *Plant disease*, 92(4), 546-554.
- Opio, A. F., Teri, J. M., & Allen, D. J.** (1994). Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in Uganda. In *African Crop Science Conference Proceedings (Uganda)*, 1, 255-259.
- Opio, A. F., Allen, D. J., & Teri, J. M.** (1995). The role of weeds and non-host crops in the survival of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in Uganda. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative* 38, 160-167.
- Opio, A. F., Allen, D. J., & Teri, J. M.** (1996). Pathogenic variation in *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*, the causal agent of common bacterial blight in Phaseolus beans. *Plant Pathology*, 45(6), 1126-1133.
- Patel, P. N., & Walker, J. C.** (1963). Relation of air temperature and age and nutrition of the host to the development of halo and common bacterial blights of bean. *Phytopathology*, 53(4), 407-411.
- Patel, P. N., & Walker, J. C.** (1965). Resistance in Phaseolus to halo blight. *Phytopathology*, 55(8), 889-894.
- Rico, A., López, R., Asensio, C., Aizpún, M. T., Asensio-S.-Manzanera, M. C., & Murillo, J.** (2003). Nontoxicogenic strains of *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* are a main cause of halo blight of beans in Spain and escape current detection methods. *Phytopathology*, 93(12), 1553-1559.
- Rivas, L. A., Mansfield, J., Tsiamis, G., Jackson, R. W., & Murillo, J.** (2005). Changes in race-specific virulence in *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* are associated with a chimeric transposable element and rare deletion events in a plasmid-borne pathogenicity island. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(7), 3778-3785.
- Saettler, A. W.** (1989). Common bacterial blight. In *Bean production problems in the tropics*, CIAT, Colombia, 2, 261-283.
- Savov, H.** (1927). Contribution to the study of field beans cultivated in Bulgaria. *Nauchni trudove №19, Balgarsko zemedelsko drujestvo* (Bg).
- Schaad, N. W., Jones, J. B., & Chun, W.** (2001). *Laboratory guide for the identification of plant pathogenic bacteria (Third Edition)*. American Phytopathological Society (APS Press).
- Schaad, N. W., Postnikova, E., Lacy, G. H., Sechler, A., Agarkova, I., Stromberg, P. E., Stromberg, V. K. & Vidaver, A. K.** (2005). Reclassification of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* (ex Hasse 1915) Dye 1978 forms A, B/C/D, and E as *X. smithii* subsp. *citri* (ex Hasse) sp. nov. nom. rev. comb. nov., *X. fuscans* subsp. *aurantifolii* (ex Gabriel 1989) sp. nov. nom. rev. comb. nov., and *X. alfalfae* subsp. *citrumelo* (ex Riker and Jones) Gabriel et al., 1989 sp. nov. nom. rev. comb. nov.; *X. campestris* pv. *malvacearum* (ex Smith 1901) Dye 1978 as *X. smithii* subsp. *smithii* nov. comb. nov. nom. nov.; *X. campestris* pv. *alfalfae* (ex Riker and Jones) Gabriel et al., 1989 sp. nov. nom. rev. comb. nov.; *X. campestris* pv. *malvacearum* (ex Smith 1901) Dye 1978 as *X. smithii* subsp. *smithii* nov. comb. nov. nom. nov.; *X. campestris* pv. *alfalfae* (ex Riker and Jones, 1935) Dye 1978 as *X. alfalfae* subsp. *alfalfae* (ex Riker et al., 1935) sp. nov. nom. rev.; and “var. *fuscans*” of *X. campestris* pv. *phaseoli* (ex Smith, 1987) Dye 1978 as *X. fuscans* subsp. *fuscans* sp. nov. *Systematic and Applied Microbiology*, 28(6), 494-518.
- Schuster, M. L., Coyne, D. P., & Smith, C.** (1979). New strains of halo blight bacterium [on dry beans] in Nebraska. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 22, 19-20.
- Schwartz, H. F., & Pastor-Corrales, M. A.** (1989). Halo blight. *Bean production problems in the tropics*. 2nd ed. CIAT, Cali, Colombia, 285-301.
- Silva, L. O., Singh, S. P., & Pastor-Corrales, M. A.** (1989). Inheritance of resistance to bacterial blight in common bean. *Theoretical and Applied Genetics*, 78(5), 619-624.
- Singh, S. P., & Schwartz, H. F.** (2010). Breeding common bean for resistance to diseases: A review. *Crop Science*, 50(6), 2199-2223.
- Singh, S. P., & Miklas, P. N.** (2015). Breeding common bean for resistance to common blight: A review. *Crop Science*, 55(3), 971-984.
- Taylor, J. D., Teverson, D. M. & Davis, J. H. C.** (1987). Diseases of *Phaseolus* beans – biology, resistance and control. *Ann. Rep. Inst. Res. Wellesbourne, Warwick, England*, 63-64.
- Taylor, J. D., Teverson, D. M., & Davis, J. H.** (1996b). Sources of resistance to *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* races in *Phaseolus vulgaris*. *Plant Pathology*, 45(3), 479-485.
- Taylor, J. D., Teverson, D. M., Allen, D. J., & Pastor-Corrales, M. A.** (1996a). Identification and origin of races of *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* from Africa and other bean growing areas. *Plant Pathology*, 45(3), 469-478.
- Teverson, D. M.** (1991). *Genetics of pathogenicity and resistance in the halo-blight disease of beans in Africa* (Doctoral dissertation, The University of Birmingham).

- Toth, I. K., Hyman, L. J., Taylor, R., & Birch, P. R. J.** (1998). PCR-based detection of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* var. *fuscans* in plant material and its differentiation from *X. c.* pv. *phaseoli*. *Journal of Applied Microbiology*, 85(2), 327-336.
- Valladares-Sanchez, N. E., Coyne, D. P., & Mumm, R. F.** (1983). Inheritance and associations of leaf, external, and internal pod reactions to common blight bacterium in *Phaseolus vulgaris* L. *Journal of the American Society for Horticulture Science*, 108(2), 272-278.
- Valladares-Sanchez, N. E., Coyne, D. P., & Schuster, M. L.** (1979). Differential reaction of leaves and pods of *Phaseolus* germplasm to strains of *Xanthomonas phaseoli* and transgressive segregation for tolerance from crosses of susceptible germplasm. *Journal-American Society for Horticultural Science (USA)*, 104, 648-654.
- Vauterin, L., Hoste, B., Kersters, K., & Swings, J.** (1995). Reclassification of *xanthomonas*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 45(3), 472-489.
- Walker, J. C., & Patel, P. N.** (1964). Inheritance of resistance to halo blight of bean. *Phytopathology*, 54(8), 952-954.
- Young, J. M., Saddler, G. S., Takikawa, Y., De Boer, S. H., Vauterin, L., Gardan, L., Gvozdyak, R. I. & Stead, D. E.** (1996). Names of plant pathogenic bacteria 1864-1995. *Review of Plant Pathology*, 75(9), 721-763.
- Young, J. M.** (2010). Taxonomy of *Pseudomonas syringae*. *Journal of Plant Pathology*, S5-S14.
- Zapata, M.** (1997). Identificación de razas de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en hojas de *Phaseolus vulgaris*. *Esoamericana*, 8(1), 44-52 (Esp).
- Zaumeyer, W. J., & Rex, H.** (1957). A monographic study of bean diseases and methods for their control. *Technical Bulletin №868* (United States Department of Agriculture, New Delhi), 1-253.