

<https://doi.org/10.61308/VNYS2534>

## Сравнително изпитване устойчивостта на образци фасул към склеротинийно гниене (*Sclerotinia sclerotiorum*) чрез директен и индиректен метод

Керанка Жечева\*, Иван Киряков

Селскостопанска академия - София, Добруджански земеделски институт, гр. Генерал Тошево

\*E\_mail: [keri\\_07@abv.bg](mailto:keri_07@abv.bg)

### Резюме

Склеротинийното гниене, с причинител *Sclerotinia sclerotiorum* е ключово заболяване при обикновенния фасул в районите с умерен и субтропичен климат. За условията на България заразяването се осъществява предимно в резултат от мицелогенно развитие на склероциите, поради което болестта се наблюдава масово при сортове с полягащ тип на храста. Поради широкият кръг от гостоприемници на патогена и продължителното му запазване в почвата под формата на склероции, агротехническите мероприятия имат слаб ефект при контрола на гъбата. Поради това, използването на устойчиви сортове е най-ефективната мярка за контрол на болестта. Изборът на подходящи и верифицирани методи за тестване на изходните и селекционни материали е от първостепенно значение за успеха на селекционните програми за повишаване устойчивостта към патогенна. Целта на настоящото проучване е да се сравни реакцията на образци фасул към *S. sclerotiorum*, чрез прилагане на директен и индиректен метод за оценка с оглед успоредното им използване в селекционния процес. Изследванията са проведени при оранжерийни условия, като в тях са включени 29 образци фасул. Образците са отгледани в съдове (размери 45x30x10 cm) с почвено-пясъчна смес. Във фенофаза първи троен лист стъблото е отрязано на разстояние 3 cm от възела на несъщинските листа. Върху отреза е поставена едностранно затворена пластмасова сламка, съдържаща агаров диск от периферията на 3 дневни култури на четири изолата, култивирани върху средата PDA, по пет растения за изолат. Реакцията на образците е отчетена 7 дни след инокулиране по 9 бална скала. Отрязаните растителни части са потопени в разтвор на оксалова киселина (20 mM доведен до pH=4.0 с 1N NaOH), по пет растения от образец. За контрола са използвани растения, потопени в стерилна вода, доведена до pH=4.0 с 1N HCl. Реакцията на образците е отчетена след 19h по 9 бална скала. Данните са обработени с програмнен продукт SPSS Ver. 19. Наблюдавани са значими различия в реакцията на образците по отношение на използваните изолати. Установени са слаби положителни или отрицателни корелационни зависимости между оксаловия тест и STRAW теста, като посоката е свързана с агресивността на изолатите. Установено е, че при образци A195, 'ГТБ Скития', 'Izabel', 'Родопея' и 'Пирина' резултатите от оксаловия тест са съпоставими с тези от STRW-теста. Получените резултати ни дават основание да препоръчаме прилагането на оксаловия тест в началните генерации на селекционните материали, след предварителен сравнителен анализ на родителските форми по двата метода.

**Ключови думи:** *Phaseolus vulgaris*; *Ph. Coccineus*; *Sclerotinia sclerotiorum*; устойчивост; STAW тест; оксалов тест

## Comparative testing of the resistance of bean accessions to white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) by a direct and indirect method

Keranka Zhecheva, Ivan Kiryakov

Agricultural Academy – Sofia, Dobrudzha Agricultural Institute, General Toshevo, Bulgaria

\*E\_mail: [keri\\_07@abv.bg](mailto:keri_07@abv.bg)

## Citation

Zhecheva, K., & Kiryakov, I. (2023). Comparative testing of the resistance of bean accessions to white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) by a direct and indirect method. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 60(5), 40-46 (Bg).

## Abstract

White mold, caused by *Sclerotinia sclerotiorum*, is a key disease of common beans in temperate and subtropical climates. For the climatic conditions of Bulgaria, the infection occurs mainly as a result of mycelogenic development of the sclerotia, which is why the disease is observed mostly in varieties with a prostrate type of the habitus. Due to the wide range of hosts of the pathogen and long-term preservation of sclerotia in the soil, agrotechnical measures have little effect in controlling the fungus. Therefore, breeding resistant varieties are the most effective measure to prevent the disease. The selection of appropriate and verified methods for testing the source and breeding materials is of primary importance for the success of breeding programs to increase resistance to the pathogen. The present study aimed to compare the response of bean accessions to *S. sclerotiorum*, by applying a direct and indirect evaluation method with a view to their parallel use in the breeding process. The studies were conducted under greenhouse conditions, and 29 bean accessions were included in them. The accessions were grown in pots (45x30x10 cm) with a soil-sand mixture. In the first trifoliolate leaf, the stem was cut at 3 cm from the node of the primary leaves (STAW test). A single-sided closed plastic straw containing an agar disc from the periphery of 3-day-old cultures of four isolates cultivated on PDA medium (five plants per isolate), was placed on the cut. The reaction of the accessions was recorded 7 days after inoculation on a 9-point scale. The cut plant parts (stem and trifoliolate leaf) were immersed in oxalic acid solution (20 mM brought to pH=4.0 with 1N NaOH), five plants per sample. The cut plant parts immersed in sterile water adjusted to pH=4.0 with 1N HCl were used for the control. The reaction of the accessions was recorded after 19h on a 9-point scale. The data were processed with the SPSS stat. ver. 19 software. Significant differences were observed in the response of the accessions concerning the isolates used. Weak positive or negative correlations were found between the oxalate test and the STRAW test, and the direction was related to the aggressiveness of the isolates. It was established that for accessions A195, 'GTB Scythia', 'Izabel', 'Rhodopeia' and 'Pirina' the results of the oxalic test are comparable to those of the STRW-test. The obtained results give us reason to recommend the application of the oxalate test in the initial generations of the breeding materials, after a preliminary comparative analysis of the parental forms by both methods.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris*; *Ph. Coccineus*; *Sclerotinia sclerotiorum*; resistance; STAW test; oxalate test

## ВЪВЕДЕНИЕ

Склеротинийното гниене, с причинител *Sclerotinia sclerotiorum* (Libert) de Bary (Leotiomyces) е ключово заболяване при обикновения фасул в районите с умерен и субтропичен климат. Загубите, причинявани от болестта се определят от устойчивостта на сортовете, климатичните условия и агресивността на патогенната популация, и може да варират от 30 до 90% (Schwartz & Singh, 2013). Гъбата се запазва в почвата и растителните остатъци под формата на склероции за продължителен период от време (Adams & Ayers, 1979; Bolton et al., 2006). За условията на България патогенът се развива мицелогенно, като осъществява заразяването на растителните органи, разположени в или на по-

върхността на почвата след мицелно развитие на склероциите. В редки случаи заразяването може да се осъществи от аскоспори, продуцирани след карпогенетично развитие на склероциите. Поради това, проявата и разпространението на патогена застрашава основно посеви на сортове с полягащ тип на храста (тип III и IV), при които растителните органи се допират до почвената повърхност.

*Sclerotinia sclerotiorum* се характеризира с широк кръг гостоприемници, надхвърлящ 600 растителни вида, предимно двуседелни, между които полски и зеленчукови култури (Davar et al., 2011; Liang & Rollins, 2018). Това създава трудности при контрол на патогена чрез провеждане на дългосрочен сеитбооборот. Независимо от наличието на ефикасни химични средства за борба,

контролът на гъбата при мицелогенно развитие е незадоволителен. Поради това, използването на устойчиви сортове се приема за най-ефективната мярка за борба с болестта (Schwartz & Singh, 2013). Устойчивостта при *Phaseolus vulgaris* към *S. sclerotiorum* е свързана с някои избягващи механизми (изправен храст, поръзност на храста и др.) и физиологични особености (физиологична устойчивост) (Miklas et al., 2012; Schwartz & Singh, 2013). Наследяването на устойчивостта има количествен характер (Singh & Schwartz, 2010; Genchev & Kiryakov, 2002).

Анализът на изходните и селекционни материали е от първостепенно значение за успеха на селекционните програми, насочени към създаване на устойчивост по отношение на *S. sclerotiorum*. STRAW тестът е един от най-често използваните методи за оценка физиологичната устойчивост на селекционните материали (Petzoldt & Dickson, 1996, Genchev & Kiryakov, 2002; Kiryakov et al., 2002; Terán et al., 2006; Otto-Hanson et al., 2011). Методът е лесно приложим при значителни по обем селекционни популации, както при полски така и при оранжерийни условия. За разлика от STRAW теста, които е директен метод, Оксаловият тест е предназначен за предварителен скрининг на малки по обем популации, тъй като дава възможност за получаване на семена от чувствителните растения (Kolkman & Kelly, 2000; Kiryakova & Genchev, 2002). Този тест е прилаган както при фасула, така и при слънчоглед (Zaeifzaden et al., 2013), памук (Martins et al., 2022) и други култури.

Целта на настоящото проучване е да се сравни реакцията на образци фасул към *S. sclerotiorum*, чрез прилагане на директен и индиректен метод за оценка, с оглед успоредното им използване в селекционния процес.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено при оранжерийни условия и включва 21 образци фасул. Образците са отгледани в пластмасови съдове (размери 45x30x10 cm) с почвено-пясъчна смес, при 22-24°C/16-18°C дневна/нощна температура и 14h фотопериод.

**STRAW тест.** Заразяването е осъществено във фенофаза напълно развит 1<sup>ви</sup> троен лист.

Централното стъбло на растенията е отрязано на височина 3 cm от възела на примордиалните листа, след което върху отреза е поставена едностранно затворена пластмасова сламка, съдържаща агаров диск от периферията на 3 дневна култура на изолати R19171, S19323, S191951 и SS1914 върху хранителната среда PDA. С всеки изолат са заразени по шест растения от образец, като за контрола са използвани растения, върху които е поставена сламка с чист агаров диск. След инокулиране растенията са поставени при 22-24°C/16-18°C дневна/нощна температура. Реакцията на образците е отчетена 7 дни след инокулиране по 9 бална скала (Kiryakov & Genchev, 2002): 1 – развитие на воднисто до некротично петно с размер 1-2 mm от отреза; 3 – петното обхваща стъблото до възела на примордиалните листа; 5 – петното обхваща възела и се развива до ½ от междувъзлиято, преди семеделния възел; 7 – петното обхваща семеделния възел; 9 – петното обхваща цялото растение. На основа балната им оценка (DS) образците са групирани както следва: Високо устойчиви (VR) – 1.0; Устойчиви (R) – 1.1-3.0; Средно устойчиви (MR) – 3.1-5.0; Чувствителни (S) – 5.1-7.0; Високо чувствителни (VS) – над 7.0.

**Оксалов тест.** Отрязаните преди заразяване по STRAW теста растителни органи (стъбло и напълно развит троен лист) са поставени в съдове с 50 ml разтвор на оксалова киселина (20 mM доведен до pH=4.0 с 1N NaOH). За контрола са използвани растения, потопени в стерилна вода доведена до pH=4.0 с 1N HCl. От всеки образец са използвани по пет растения. Растенията са поставени при температура 16-18°C. Резултатите са отчетени 19h (5h ден и 14h нощ) след поставяне на растенията в разтворите по следната скала (Kiryakov & Genchev, 2002): 1 – липсват симптоми; 3 – загуба на тургор по периферията на единични листчета; 5 – загуба на тургор по периферията на трите листчета от тройния лист; 7 – загуба на тургор над ½ от листната петура, побеляване на листната дръжка и стъблото; 9 – пълно увяхване на листата. На основа балната им оценка (OxDS) образците са групирани както следва: Високо устойчиви (VR) – 1.0; Устойчиви (R) – 1.1-3.0; Средно устойчиви (MR) – 3.1-5.0; Чувствителни (S) – 5.1-7.0; Високо чувствителни (VS) – над 7.0.

Анализът на варианса на резултатите от двата теста, като и корелационните зависимости меж-

ду оксаловия тест и реакцията на сортовете към отделните изолати са осъществени с помощта на програмен продукт SPSS, Statistic ver. 19.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Проведеният анализ на варианса за реакцията на 21 образци фасул към четири изолата на *S. sclerotiorum* при прилагане на STRAW теста показва висока достоверност на самостоятелното и комбинирано влияние на проучваните фактори

( $P < 0.0001$ ). С устойчива реакция спрямо изолат SS1914 реагират сортове 'Астор', 'ГТБ Скития' и 'Пирина' (Табл. 1). Фенотипната изява на останалите образци към този изолат ги отнася към групата на средно устойчивите генотипи. По отношение на изолат R19171 не са установени устойчиви материали. Девет от образците са с чувствителен фенотип, а сорт 'Абритуc' е високо чувствителен. Останалите образци са средно устойчиви. Сорт 'Вежен' реагира с устойчива реакция ( $DS=2.8$ ) спрямо изолат S191951. Три образца са чувствителни към този изолат, а

**Таблица 1.** Устойчивост на 21 образца фасул към *S.sclerotiorum* при прилагане на директен и индиректен метод за анализ

**Table 1.** Resistance of 21 bean accessions to *S.sclerotiorum* using direct and indirect methods of analysis

№	Образец/Accession	Оксалов тест Oxalic test (OxDS)**	STRAW				ADS***
			SS1914 (DS)*	R 19171 (DS)	S191951 (DS)	S19323 (DS)	
1	Астор/ Astor	5.6	2.8	4.4	4.8	5.2	4.3
2	Елексир/ Elixir	7.6	4.0	4.2	4.8	3.4	4.1
3	Вулкан /Vulkan	7.8	4.0	5.6	3.6	4.8	4.5
4	A195 /A195	4.8	3.8	3.2	4.0	4.6	3.9
5	Добруджански 7/ Dobrudzhanski 7	9.0	4.6	5.2	4.6	4.4	4.7
6	Добр. ран/ Dobr. ran	8.2	4.2	3.8	4.8	4.4	4.3
7	Пуклив 2 /Pukliv 2	8.2	4.2	6.0	5.6	5.8	5.4
8	Абритуc /Abritus	8.0	4.0	7.6	6.4	7.0	6.3
9	Лудогорие/ Ludogorie	4.4	5.2	6.8	5.6	6.4	6.0
10	ГТБ Скития /GTB Skitiya	3.6	2.4	4.4	7.4	5.4	4.9
11	Мизия /Miziya	7.0	5.0	6.2	4.6	4.8	5.2
12	Хелис /Helix	5.8	6.2	5.8	4.8	5.0	5.5
13	Izabel /Izabel	5.0	3.6	3.8	3.4	4.2	3.8
14	Радоил /Raduil	7.0	3.8	4.4	5.0	3.2	4.1
15	ГТБ Устрем/ GTB Ustrem	6.6	4.2	4.6	4.0	5.2	4.5
16	ГТФ Блян / GTB Blyan	7.0	5.0	5.0	4.0	5.0	4.8
17	Тракия /Trakiya	7.8	4.2	6.2	5.4	4.4	5.1
18	Родопея / Rodopeya****	3.6	3.6	4.8	4.2	4.4	4.3
19	Пирина /Pirina	4.0	2.8	4.2	4.0	5.8	4.2
20	Вежен/ Vezhen	8.4	4.2	6.0	2.8	5.8	4.7
21	ИИРР 7585 /IIRR 7585	8.6	4.0	5.2	3.4	3.6	4.1
<b>Средно/ Average</b>			4.1	5.1	4.6	4.9	

$LSD_{0.05}=2.04$  за Оксалов тест (OxDS);  $LSD_{0.05}=0.82$  за Генотипа (for Genotype - G);  $LSD_{0.05}=0.36$  за Изолата (for Isolate - I);  $LSD_{0.05}=0.36$  за Генотип x Изолат (for G x I)

\*Индивидуална оценка към изолата; \*\*Индивидуална оценка към оксалова киселина; \*\*\*Средна оценка към изолатите; \*\*\*\**Ph. coccineus*

\*Individual score to the isolate; \*\*Individual score for oxalic acid; \*\*\*Average score to isolates; \*\*\*\**Ph. coccineus*

‘ГТБ Скития’ реагира с висока чувствителност (DS=7.4). Останалите образци са средно устойчиви към изолат S191951.

Чувствителност към изолат S19323 притежават осем от проучваните образци, докато останалите са средно устойчиви (Табл. 1). На основа реакцията на проучваните сортове, включените в изследването изолата могат да се класират по своята агресивност, в низходящ ред, както следва - R19171, S19323, S191951 и SS1914. Разликите между R19171 и S191951, както и между SS1914 и останалите изолати са достоверни (LSD0.05).

На основа средната оценка (ADS) към четирите изолата, проучваните образци се групират в две групи - средно устойчиви и чувствителни (Табл. 1). Средно устойчивата група включва 15 образца. При осем от тях не са установени доказани разлики в балните оценки (DS) спрямо отделните изолати. Сортове ‘Астор’ и ‘ГТБ Скития’ проявяват устойчива реакция към изолат SS1914, като разликите в DS спрямо останалите изолати са достоверни. Сорт ‘Пирина’ е устойчив към изолат SS1914, но е чувствителен към S19323, като разликите в DS са доказани. Достоверни разлики се наблюдават и при образци ‘Вежен’ и ИИРР 7585 по отношение изолати R19171 и S191951, като при ‘Вежен’ се наблюдават и доказани разлики между S191951 и S19323. Чувствителната група включва останалите шест образци. Важно е да се отбележи, че при някои от образците се наблюдава значително вариране по отношение реакцията им към отделните изолати. Така например, сорт ‘Абритус’ показва устойчива реакция към изолат SS1914 и чувствителна до високо чувствителна към останалите изолати.

Проведеният анализ на варианса за реакцията на 21 образци фасул по отношение на оксаловата киселина показва висока достоверност на фактора Генотип ( $P < 0.0001$ ). Балната оценка (OxDS) отнася шест образца към групата на средно устойчивите материали (Табл. 1). При образци A195, ‘ГТБ Скития’, ‘Izabel’, ‘Родопея’ и ‘Пирина’ резултатите от оксаловия тест са съотносими с тези от STRW теста. Резултатите от оксаловият тест отнасят сорт ‘Лудогорие’ към групата на средно устойчивите образци, докато тези от STRAW-теста към образците са чувствителна реакция. Проведеният корелационен анализ на основа стойностите за OxDS и

ADS показва слаба положителна зависимост ( $r=0.120$ ,  $P=0.606$ ) между оксаловия тест и STRAW теста. Слаба положителна зависимост е установена и между оксаловия тест и реакцията на образците към изолати SS1914 ( $r=0.182$ ,  $P=0.64$ ) и R19171 ( $r=0.071$ ,  $P=0.649$ ). Слаба отрицателна зависимост е установена между оксаловия тест и реакцията на образците към изолати S19323 ( $r=-0.112$ ,  $P=0.256$ ) и S191951 ( $r=-0.058$ ,  $P=0.558$ ).

Изборът на лесно приложим и верифициран метод за оценка реакцията на изходните и селекционни материали е от първостепенно значение за успеха на селекционните програми за създаване на устойчивост към фитопатогени. Проследяване устойчивостта на изходни и селекционни материали фасул към *S. sclerotiorum* е затруднено поради съществуването на два основни механизма, осигуряващи резистентност в генетичната плазма – избягващи механизми и физиологична устойчивост (Miklas et al., 2012; Schwartz & Singh, 2013). Разграничаване двата типа на устойчивост при полски условия е силно затруднено, поради което са разработени няколко метода за директно и индиректно тестиране на генетичната плазма (Schwartz & Singh, 2013). STRAW теста е един от най-често използваните методи за установяване физиологичната устойчивост на фасула към склеротинийното гниене, даващ възможност за тестиране на значителен по обем селекционен материал при полски и оранжерийни условия (Petzoldt & Dickson, 1996; Genchev & Kiryakov, 2002; Terán et al., 2006; Otto-Hanson et al., 2011). Неговото прилагане обаче води до загиване на растенията при чувствителна реакция, което го прави неприложим при работа с малки селекционни популации, при които успоредно с устойчивостта се проследяват и други ценни биологични и стопански качества. Оксаловият тест е индиректен метод, даващ възможност за тестиране на отделни органи, без нарушаване по-нататъшното развитие на растенията (Kolkman & Kelly, 2000; Kiryakov & Genchev, 2002).

Резултатите от настоящото проучване показват, че между резултатите от прилагане на двата метода съществуват слаба, положителна или отрицателна зависимост, като посоката е тясно свързана с агресивността на изолатите. Сход-

ни резултати са наблюдавани и от Kiryakov & Genchev (2002). От данните, представени в Таблица 1 се вижда, че реакцията на образци A195 и 'Izabel' при оксаловия тест е съпоставим с тази при STRAW теста, независимо от използвания изолат. Според Genchev & Kiryakov (2002) двата генотипа са показали устойчивост при прилагането на директния и индиректен метод. Успоредно с това, наблюдаваните различия между двата метода при повечето от устойчивите образци показва, че резултатите от оксаловия тест не винаги корелират с тези от директно заразяване на растителните тъкани.

Оксаловата киселина е първият патогенен фактор в патогенезата на *S. sclerotiorum*, чиято основна функция е свързана с блокиране защитните механизми на атакуваните клетки (Bolton et al., 2006; Kabbage et al., 2015; Starzycka et al., 2021). На следващ етап от патогенезата гъбата продуцира ензими разграждащи клетъчната стена (CWDEs) като,  $\beta$ -1,3-glucanases, glycosidases, cellulases, xylanases и cutinase, които осигуряват по-нататъшната инвазия на патогена в тъканите (Bolton et al., 2006). Според Genchev & Kiryakov (2002) физиологичната устойчивост при фасула е свързана с анатомични особености на стъблото и листните възли, които се явяват преграда за по-нататъшната инвазия на гъбата. Тези факти могат да обяснят наблюдаваните различия в реакцията на образците по отношение на оксаловата киселина и директното заразяване с патогена.

Получените резултати ни дават основание да препоръчаме прилагането на оксаловия тест в началните генерации на селекционните материали, след предварителен сравнителен анализ на родителските форми по двата метода.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Това изследване е подкрепено от Министерството на образованието и науката по Национална програма „Млади учени и постдокторанти - 2“.

## ЛИТЕРАТУРА

- Adams, P. B., & Ayers, W. A. (1979) Ecology of *Sclerotinia* species. *Phytopathology*, 69, pp. 896-898.
- Bolton, M. D., Thomma, B. P. H. J., & Nelson, B. D. (2006). *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. *molecular plant pathology* (2006) 7(1), 1–16. doi: 10.1111/J.1364-3703.2005.00316.X
- Davar, R., Darvishzadeh, R. & Majd, A. (2011). Genotype-isolate interaction for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in sunflower. *Phytopathol. Mediterr.*, 50, pp. 442–449
- Genchev, D., & Kiryakov, I. (2002). Inheritance of resistance to white mold disease (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) in breeding line A 195 of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 8, pp. 181-187.
- Kiryakov, I., & Genchev, D. (2002). Comparison between two methods for evaluation of physiological resistance in common bean to white mold. *Res., Commun. Of U.S.B. branch Dobrich*. 4:52-57 (Bg).
- Kiryakov, I., Genchev, D. & Stanoeva, Y. (2002). Resistance of domestic and introduced bean accessions (*Phaseolus vulgaris* L.) to white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*). *Plant Sci.*, 39, pp. 333-337.
- Kolkman, J. M., & Kelly, J. D. (2000). An indirect test using oxalate to determine physiological resistance to white mold in common bean. *Crop Sci*. 40:281–285. doi:10.2135/cropsci2000.401281x
- Kabbage, M., Yarden, O., & Dickman, M. B. (2015). Pathogenic attributes of *Sclerotinia sclerotiorum*: Switching from a biotrophic to necrotrophic lifestyle. *Plant Science* 233 (2015) 53–60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2014.12.018>
- Liang, X. & Rollins, A. (2018) Mechanisms of broad host range necrotrophic pathogenesis in *Sclerotinia sclerotiorum*. *Phytopathology*, 108(10), 1128–1140.
- Martins, M. R., Cardoso, D. B. O., Bortolin, D. I., Lemes, E. M., da Silva Junior, E.G., Nascimento, A. F. O., Martins, L. R., & De Sousa, L. B. (2022). Cotton resistance to white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) evaluated by the oxalic acid method. *Australian Journal of Crop Science*, 16(1), 1-6.
- Miklas, P. N., Porter, L. D., Kelly, J. D. & Myers, J. R. (2012). Characterization of white mold disease avoidance in common bean. *Eur J Plant Pathol*, DOI 10.1007/s10658-012-0153-8
- Otto-Hanson, L., Steadman, J. R., Higgins, R., & Eskridge, K. M. (2011). Variation in *Sclerotinia sclerotiorum* bean isolates from multisite resistance screening locations. *Plant Dis.*, 95, pp. 1370-1377.
- Petzoldt, R., & Dickson, M.H. (1996). Straw test for resistance to white mold in beans. *Annu. Rpt. Bean hiipro. Coop.* 39:142-143
- Schwartz, H. F., & Singh, S. P. (2013). Breeding Common Bean for Resistance to White Mold: A Review. *Crop science*, vol. 53p pp. 1832-1844.
- Singh, S. P., & Schwartz, H. F. (2010). Breeding common bean for resistance to diseases: A review. *Crop science*, 50, pp. 2199–2223.

**Starzycka, E., Weber, Z., Matuszczak, M., Bocianowski, J., Budzianowski, G., Stefanowicz, M. & Starzycki, M.** (2021). The diversity of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary isolates from western Poland. *J Plant Pathol.* 103, pp. 185–195 <https://doi.org/10.1007/s42161-020-00705-0>

**Terán, H., Lema, M., Schwartz, H. F., Duncan, R., Gilbertson, R., & Singh, S. P.** (2006). Modified Petzoldt

and Dickson scale for white mold rating of common bean. *Annual Report-Bean Improvement Cooperative*, 49, 115.

**Zaeifzadeh, M., Tahmasebi Enferadi, S., Mousavi, A., Heidari, P., & Ahmadizadeh, M.** (2013). Quick method for screening of tolerant sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes to *Sclerotinia sclerotiorum* at seedling stage. *Biharean Biologist*, 7(1), 29-32.

Received: April, 18, 2023; Approved: June, 16, 2023; Published: October, 2023