

Kiryakov, I. and Genchev, D., 2016. Resistance of Bulgarian common bean varieties to a set of races of *Colletotrichum lindemuthianum*. *Rastenievadni nauki (Bulgarian Journal of Crop Science)*, 53(4), pp. 20–26

## Устойчивост на български сортове фасул към набор от раси на *Colletotrichum lindemuthianum*

Иван Киряков\*, Димитър Генчев

Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево

\*e-mail: [ikiryakov@yahoo.com](mailto:ikiryakov@yahoo.com)

### Резюме

Използването на устойчиви сортове се счита за най-ефикасния и икономически изгоден подход за контрол на антракнозата по фасула. Целта на настоящото проучване е: 1) установяване реакцията на 11 български сорта фасул към девет раси на *C. lindemuthianum*; 2) идентифициране на расово-специфични гени за устойчивост на основа вирулентността на използваните в изследването раси на патогена. Изследването е проведено при оранжерийни условия през периода 2003-2016 г. и в него са включени 11 сорта фасул, регистрирани в сортовата листа на страната. Сортовете са отгледани в съдове с почвено-торфена смес, по 12 растения от сорт. Заразяването е осъществено седем дни след поникване чрез пулверизиране със спорова суспензия ( $10^6$  спори/ml) от изолати на раси 2, 6, 8, 22, 54, 64, 81, 256 и 520 на патогена. Резултатите са отчетени 10 дни след заразяване по девет бална скала. На основа реакцията на растенията е изчислен среден индекс на нападение (MDI). За устойчива реакция (I-MR) на сорта е приет MDI = 1.0-5.0, а за чувствителна (S-MS) MDI = 5.1-9.0. Сортове Дунав 1 и Пирина са устойчиви (I-MR) към осем от проучваните девет раси на *C. lindemuthianum*. Останалите девет сорта са устойчиви към една (ГТБ Устрем), три (ГТБ Хелис и Мизия), четири (Беслет и ГТБ Блян), пет (Тракия и Радоил) или седем (Търново 13 и Еликсир) от включените в изследването раси на патогена. Вирулентността, респективно авирулентността на раси 2, 6, 22 и 54 към сортове Дунав 1 и Търново 13 показва, че устойчивостта им към останалите раси се контролира от алел в локус *Co-1*, различен от алели *Co-1*, *Co-1<sup>3</sup>*, *Co-1<sup>5</sup>* и *Co-1<sup>2</sup>*. Устойчивостта при сорт Тракия се контролира от расово-специфичен ген *Co-1*, а при сорт Пирина - от *Co-1<sup>2</sup>*. Устойчивостта при сорт Еликсир към раси 2, 6, 8, 22, 54, 256 и 520 се контролира от расово-специфичен ген *Co-3*. Проучваните сортове са подходящи донори за селекцията на устойчивост към разпространените в страната раси на *C. lindemuthianum*.

**Ключови думи:** обикновен фасул, антракноза, устойчивост

## Resistance of Bulgarian common bean varieties to a set of races of *Colletotrichum lindemuthianum*

Ivan Kiryakov\*, Dimitar Genchev

Dobrudzha Agricultural Institute – General Toshevo

\*e-mail: [ikiryakov@yahoo.com](mailto:ikiryakov@yahoo.com)

### Abstract

The use of resistant varieties is considered to be the most efficient and economical approach to control the anthracnose in common bean. The aim of this study was: 1) Establishment of the disease reaction of 11 Bulgarian varieties of common bean to nine races of *C. lindemuthianum*; 2) Identification of race-specific genes based on the virulence of the races used. The study was conducted in greenhouse conditions during the period 2003-2016 and it included 11 varieties of common bean registered in the country. The varieties were grown in pots with soil

and peat mixture, 12 plants per variety. Seven-day seedlings were inoculated with a spore suspension ( $10^6$  spores/ml) of nine isolates belonging to the races 2, 6, 8, 22, 54, 64, 81, 256 and 520 of the pathogen. The results were recorded 10 days after inoculation by nine degree scale. Based on the middle disease incidence (MDI) the varieties were grouped into two groups: resistant (I-MR) with MDI = 1.0-5.0, and susceptible (S-MS) with MDI = 5.1-9.0. Varieties Dunav 1 and Pirina were resistant (I-MR) to eight of the nine races of *C. lindemuthianum*. The remaining nine varieties were resistant to one (GTB Ustrem), three (GTB Helis and Mizia), four (Beslet and GTB Blyan), five (Trakia and Radoil) or seven (Tarnovo 13 and Elixir) of investigated races of the pathogen. Virulence, respectively avirulence of races 2, 6, 22 and 54 to varieties Dunav 1 and Tarnovo 13 showed that resistance to the other races is controlled by allele of the locus *Co-1*, other than alleles *Co-1*, *Co-1<sup>2</sup>*, *Co-1<sup>3</sup>*, and *Co-1<sup>5</sup>*. The resistance of variety Trakia is controlled by specific gene *Co-1*, the resistance of variety Pirina - by *Co-1<sup>2</sup>*. The resistance of variety Elixir to the races 2, 6, 8, 22, 54, 256 and 520 is controlled by gene *Co-3*. The studied varieties are suitable donors in breeding for resistance to *C. lindemuthianum*.

**Key words:** common bean, anthracnose, resistance

Антракнозата по фасула с причинител хемибиотрофната гъба *Colletotrichum lindemuthianum* има спорадичен характер за равнинните райони на България (Киряков 2009; Киряков и Генчев, 2009). Поради хладните и влажни условия през вегетацията болестта се наблюдава ежегодно в планинските райони на страната, като в отделни години има епифитотийно развитие. Патогенът се съхранява в растителните остатъци и в заразените семена, поради което спазването на 2-3 годишен оборот с култури, ненападащи се от болестта и използването на свободен от зараза посевен материал, са едни от основните мерки за контрол. Тъй като у нас няма регистрирани фунгициди за контрол на антракнозата по фасула, използването на устойчиви сортове остава единственият ефикасен и икономически изгоден подход за успешна борба с болестта.

На основа вирулентността на изолатите на *C. lindemuthianum* към набор от сортове фасул, включени в диферинциращия ключ на антракнозата (Pastor-Corrales, 1991), популациите на патогена се групират във физиологични раси. Към настоящия момент у нас са установени и съобщени девет раси на патогена – раси 2, 3, 6, 22, 23, 54, 73, 79 и 81 (Киряков, 2000; Киряков и Генчев, 2009; Киряков, 2009). Раса 81 има доминиращо разпространение в равнинните райони на страната, а раса 22, следвана от раси 6 и 2, са разпространени в района на Родопите. Раси 3, 23, 74 и 79 са изолирани от семена, внесени с търговска цел у нас. Изхождайки от факта, че дребните земеделски стопани често прибяг-

ват до използване на зърно за посевен материал, закупено от търговската мрежа, може да се предположи, че съществува огромен риск от разпространението на тези, а и на други раси на патогена, внесени у нас.

Устойчивостта при фасула към *C. lindemuthianum* има олигогенен и/или полигенен характер (Muhale et al., 1981; Geffroy et al., 1999; Melotto and Kelly, 2000; Geffroy et al., 2000; González et al., 2015). Първоначално, идентифицираните расово-специфични гени са отбелязвани с букви (*A*, *Are*), но през 1996 г. Kelly and Young предлагат комбинация на символа *Co/co* (*Доминантен/рецесивен*) с цифри, следващи хронологията на идентифициране на гена. Непрекъснато натрупващите се данни показват, че някои от първоначално установените като независими, специфични доминантни гени, са комплексни локуси и представляват алелни серии или мултигенни фамилии (Melotto and Kelly, 2000; Kelly and Vallejo, 2004). До този момент са идентифицирани и маркирани 17 независими локуса на *Co*-гените, както и седем самостоятелни специфични гена (Porch, 2014; Zuiderveen et al., 2016).

Използването на физиологични раси дава възможност за идентифициране на расово-специфични гени за устойчивост в проучваните генотипове (Pastor-Corrales and Stavelly, 2002). Според Silbernager (1994) при тестирането на отделни гетотипове с четири щама на BCMV и BCMNV могат да се идентифицират отделни расово-специфични гени, както и тяхната комбинация с инхибиторния ген *I*. Използвайки осем

раси на *Uromyces appendiculatus*, Pastor-Corrales and Stavely (2002) идентифицират расово-специфични гени *Ur-3*, *Ur-4*, *Ur-5* и *Ur-11*, контролиращи устойчивостта към ръждата по фасула в отделни образци.

Целта на настоящото проучване е: 1) установяване реакцията на 11 български сорта фасул към девет раси на *C. lindemuthianum*; 2) идентифициране на расово-специфични гени за устойчивост на основа вирулентността на използваните в изследването раси на патогена.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено при оранжерийни условия през периода 2003-2016 г. и в него са включени 11 сорта фасул, регистрирани в сортовата листа на страната. При всеки отделен анализ са засявани по 12 растения от сорт. Растенията са отгледани в съдове с вместимост 3 л, в почвено-торфена смес при температура 20±2°C. Инокулацията е осъществена седем

дни след поникване (фенофаза несъщински листа) чрез опръскване на растенията със спорова суспензия 2x10<sup>6</sup> спори/ml от седемдневни култури на изолати от девет раси на патогена (табл. 1), култивирани върху хранителната среда PDA (Кирияков и Генчев, 2009). Раси 2, 6, 22, 54 и 81 са изолирани от популациите на патогена в страната, а раси 8, 64, 256 и 520 са предоставени от д-р Maria Celeste Gonçalves-Vidigal, Universidade Estadual de Maringa, Brazil. След инокулиране растенията са поставени във влажна камера за 72 h при температура 20-22/16-19°C ден/нощ, като параметрите се запазват и след нейното премахване. Реакцията на сортовете е отчетена 10 дни след заразяване по девет бална скала (Кирияков и Генчев, 2009). На основа реакцията на отделните растения е изчислен средният индекс на нападение по формулата MDI = Σ(n x ds) x N, където n = брой растения, ds = бал на нападение (1-9). Групирането на сортовете на основа тяхната устойчивост е както следва: имунни (I) – бал 1.0; устойчиви (R) – от 1.1 до 3.0; средно устойчиви (MR) – от 3.1 до 5.0;

**Таблица 1.** Вирулентност на девет раси на *C. lindemuthianum* към 12 диференциращи сорта фасул  
**Table 1.** Virulence of nine races of *C. lindemuthianum* to 12 differential varieties of common bean

Диференциращ сорт Differential varitey	Гени Gene	Генетична група Gene pool	Раса / Race								
			2	6	8	22	54	64	81	256	520
Michelite	<i>Co-11</i>	MA**	R	R	R	R	R	R	S	R	R
MDRK *	<i>Co-1</i>	A***	S	S	R	S	S	R	R	R	R
Perry Marrow	<i>Co-1<sup>3</sup></i>	A	R	S	R	S	S	R	R	R	R
Cornell 49-242	<i>Co-2</i>	MA	R	R	S	R	R	R	R	R	S
Widusa	<i>Co-1<sup>5</sup></i>	A	R	R	R	S	S	R	S	R	R
Kaboon	<i>Co-1<sup>2</sup></i>	A	R	R	R	R	S	R	R	R	R
Mexico 222	<i>Co-3</i>	MA	R	R	R	R	R	S	S	R	R
PI 207262	<i>Co-4<sup>3</sup> Co-9</i>	MA	R	R	R	R	R	R	R	R	R
TO	<i>Co-4</i>	MA	R	R	R	R	R	R	R	S	R
TU	<i>Co-5</i>	MA	R	R	R	R	R	R	R	R	S
AB 136	<i>Co-6; Co-8</i>	MA	R	R	R	R	R	R	R	R	R
G 2333	<i>Co-4<sup>2</sup> Co-5<sup>2</sup> Co-7</i>	MA	R	R	R	R	R	R	R	R	R

\* MDRK – Michigan Dark Red Kidney

\*\* MA – Middle America

\*\*\* A – Andean

чувствителни (S) – от 5.1 до 7.0; високо чувствителни (VS) – над 7.0.

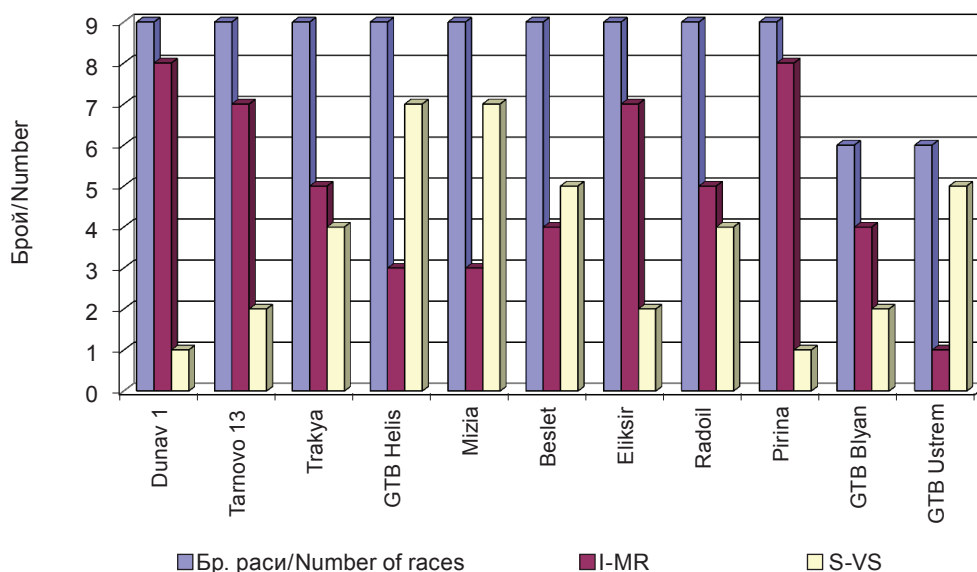
## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Реакцията на сортовете към включените в изследването раси на *C. lindemuthianum* е представена във фиг. 1. Сортове Дунав 1 и Пирина реагират с устойчива реакция (I-MR) към осем от деветте раси на патогена. Останалите девет сорта са устойчиви към една (ГТБ Устрем), три (ГТБ Хелис и Мизия), четири (Беслет и ГТБ Блян), пет (Тракия и Радоил) или седем (Търново 13 и Еликсир) от включените в изследването раси на *C. lindemuthianum*.

Сорт Дунав 1 е високо чувствителен към раса 2 и имунен (I) до устойчив (R) към останалите осем раси на антракнозата (табл. 2). Раса 2 е вирулентна към расово-специфичен ген *Co-1* представен в диференциация сорт Michigan Dark Red Kidney (MDRK), който е разположен в локус *Co-1* (Melotto and Kelly, 2000). От всички идентифицирани локуси на расово-специфични гени за устойчивост към антракнозата, *Co-1* е единственият произхождащ от генетична група Andean при фасула (Gepts, 1988). В този

локус са разположени пет алела на гена, които са идентифицирани в генотипове от генетична група Andean (Porch, 2014). Расово-специфичните гени от този локус осигуряват устойчивост към всички раси на патогена, отнесени към вирулентна група Middle America на гъбата. Вирулентността на раса 2 към сорт Дунав 1 предполага, че генът за устойчивост е алел на локус *Co-1*, но е различен от алели *Co-1*, *Co-1<sup>3</sup>*, *Co-1<sup>5</sup>* и *Co-1<sup>2</sup>*, тъй като раси 6, 22 и 54 са вирулентни към тези алели (табл. 1). Според Kelly and Vallejo (2004) локус *Co-1* е комплекс и вероятно ще бъдат идентифицирани и други алели на този ген в генотиповете от генетична група Andean.

Сорт Търново 13 е чувствителен до високо чувствителен към раси 2, 6 и 22, и устойчив към останалите шест раси включени в неговия анализ (табл. 2). Вирулентността на раси 2, 6 и 22 към сорта предполага, че генетичният контрол се осъществява от алел *Co-1*, но авирулентността на раса 54 отхвърля тази хипотеза, тъй като раса 54 е вирулентна към този ген (табл. 1). Може да се предположи, че устойчивостта на Търново 13 се контролира от алел разположен в локус *Co-1*, различен от алелите представени в диференциацията сортове.



**Фигура 1.** Реакция на 11 сорта фасул към девет раси на *C. lindemuthianum*  
**Figure 1.** Disease response of 11 common bean varieties to nine races of *C. lindemuthianum*

**Таблица 2.** Устойчивост на 11 сорта фасул към девет раси на *C. lindemuthianum*

**Table 2.** Resistance of 11 common bean varieties to nine races of *C. lindemuthianum*

Сорт / Variety	Раса / Race								
	2	6	8	22	54	64	81	256	520
Дунав 1 / Dunav 1	VS	R	I	I	I	I	R	I	I
Търново 13 / Tarnovo 13	VS	S	MR	S	MR	R	MR	I	I
Тракия / Trakia	S	S	I	VS	S	I	R	I	I
ГТБ Хелис / GTB Helis	I	MR	VS	R	S	S	S	S	S
Мизия / Mizia	I	S	S	I	I	S	S	S	VS
Беслет / Beslet	I	R	S	R	R	S	S	VS	S
Еликсир / Elixir	I	MR	MR	R	I	S	S	R	I
Радоил / Radoil	R	R	I	R	I	S	S	S	S
Пирина / Pirina	R	MR	I	MR	S	MR	MR	R	I
ГТБ Блян / GTB Blyan	no*	S	R	no	no	R	S	R	R
ГТБ Устрем / GTB Ustrem	no	S	S	no	no	MR	S	S	VS

\* no – няма данни / no data

Сорт Тракия е чувствителен към раси 2, 6, 22 и 54 и устойчив към останалите пет раси включени в изследването (табл. 2). Чувствителността на сорта към първите четири раси показва, че устойчивостта към останалите се контролира от алел *Co-1*, тъй като и четирите раси са вирулентни към този алел (табл. 1).

Сортове ГТБ Хелис и Мизия са устойчиви (I-R) към три от проучваните девет раси, като устойчивостта при ГТБ Хелис е към раси 2, 6 и 22, а при Мизия към раси 2, 22 и 54 (табл. 2). Сорт Беслет е имунен към раса 2 и устойчив към раси 6, 22 и 54. Предходни изследвания, включващи два молекулярни маркера (SCA<sub>geol1</sub> и SQ4) и раси 8 и 81 на *C. lindemuthianum* показват, че устойчивостта при Беслет е резултат от действието на два гена разположени в локус *Co-2* (Genchev et al., 2010).

От включените в изследването девет физиологични раси, вирулентни към сорт Еликсир са раси 64 и 81 (табл. 2). И двете раси преодоляват устойчивостта на ген *Co-3*, идентифициран в диференциращия сорт Mexico 222 (табл. 1). Локус *Co-3* е първият локус, при който е установена алелност на гените за устойчивост към антракноза. Втори алел на *Co-3* е установен в Mexico 227 (*Co-3<sup>2</sup>*) (Porch, 2014). Третият алел

*Co-3<sup>3</sup>* първоначално е установен от Geffroy et al. (1999) в BAT 93. Преди това този алел е отбелязан като *Co-9*, но впоследствие е установено, че е алелен на *Co-3* (Mendez-Vigo et al., 2005; Rodríguez-Suárez et al., 2004). *Co-3<sup>3</sup>* е представен в диференциращия сорт PI 207262 (Alzate-Marin et al., 2003). Чувствителността на сорт Еликсир към раси 64 и 81 предполага, че устойчивостта към останалите раси се контролира от първия алел в локус *Co-3* (табл. 1).

Поради катерещия тип на храста, сортове Пирина и Радоил са подходящи за отглеждане преди всичко в планинските райони на страната (Genchev et al., 2011a, 2011b). Предходни изследвания на вирулентното разнообразие на антракнозата в Родопите показва, че в района са разпространени раси 2, 6, 22 и 54 (Киряков, 2009). Сорт Радоил е имунен до устойчив към раси 2, 6, 8, 22 и 54 (табл. 2). Сорт Пирина е имунен до средно устойчив към осем от деветте раси включени в изследването. Вирулентността на раса 54 и авирулентността на останалите раси предполага, че устойчивостта при сорт Пирина е свързана с алел *Co-1<sup>2</sup>* (табл. 1).

Сортове ГТБ Блян и ГТБ Устрем са първите регистрирани у нас сортове, съчетаващи възможността за директно прибиране и маса на

1000 семена над 300 g. Сорт ГТБ Блян е устойчив към раси 8, 64, 256 и 520 и чувствителен към раси 6 и 81 (табл. 2). ГТБ Устрем е средно устойчив към раса 64 и чувствителен към раси 6, 8, 81, 256 и 520.

## ИЗВОДИ

Сортове Дунав 1 и Пирин са устойчиви (I-MR) към осем от проучваните девет раси на *C. lindemuthianum*. Останалите девет сорта са устойчиви към една (ГТБ Устрем), три (ГТБ Хелис и Мизия), четири (Беслет и ГТБ Блян), пет (Тракия и Радоил) или седем (Търново 13 и Еликсир) от включените в изследването раси на патогена.

Вирулентността, респективно авирулентността на раси 2, 6, 22 и 54 към сортове Дунав 1 и Търново 13 показва, че устойчивостта им към останалите раси се контролира от алел в локус *Co-1*, различен от алели *Co-1*, *Co-1<sup>2</sup>*, *Co-1<sup>3</sup>* и *Co-1<sup>5</sup>*.

Устойчивостта при сорт Тракия се контролира от расово-специфичен ген *Co-1*, а при сорт Пирин - от *Co-1<sup>2</sup>*.

Устойчивостта при сорт Еликсир към раси 2, 6, 8, 22, 54, 256 и 520 се контролира от расово-специфичен ген *Co-3*.

Проучваните сортове са подходящи донори при селекцията на устойчивост към разпространените в страната раси на *C. lindemuthianum*.

## ЛИТЕРАТУРА

- Генчев, Д., И. Киряков, М. Белева, 2011а. Радоил – нов сорт обикновен зрял фасул (*P. vulgaris* L.). *Изследвания върху полските култури*, 7(1), с. 143-154.
- Генчев, Д., И. Киряков, М. Белева, 2011б. Пирин – нов сорт обикновен зрял фасул (*P. vulgaris* L.). *Изследвания върху полските култури*, 7(1), с. 167-177.
- Киряков, И., 2000. Расово разнообразие на *Colletotrichum lindemuthianum* в България. *Растениевъдни науки*, 37, с. 248-251.
- Киряков, И., 2009. Вирулентно разнообразие на *Colletotrichum lindemuthianum* в Родопите. *Растениевъдни науки*, 46, 330-334.
- Киряков, И., Д. Генчев, 2009. Устойчивост на местни форми *Phaseolus vulgaris* L. и *Phaseolus coccineus* L. към разпространените в Родопите раси на *Colle-*

*totrichum lindemuthianum*. *Растениевъдни науки*, 46, с. 335-341.

- Alazate-Marin, A.L., M.G. de Morales Silva, E.J. de Olivera, M.A. Moreira, and E.G. Ebarros, 2003. Identification of the second anthracnose resistance gene present in the common bean cultivars PI207262. *Annual Report of Bean Improvement Cooperative*, 46, pp. 177-178.
- Geffroy, V.S., S. Delphine, J.C.F. de Oliveira, M. Sevigñac, S. Cohen, P. Gepts, C. Neema, T. Langin, and A. Dron, 1999. Identification of an ancestral resistance gene cluster involved in the convolution process between *Phaseolus vulgaris* and its fungal pathogen *Colletotrichum lindemuthianum*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 12, pp. 774-784.
- Geffroy, V., M. Sévignac, 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), pp. 287-296.
- Genchev, D., P. Christova, and I. Kiryakov, 2010. Cultivars 'BESLET' and 'DREZDEN' have different genes for resistance to *Colletotrichum lindemuthianum* on locus Co-2. *Annual Report of Bean Improvement Cooperative*, 53, pp. 218-219.
- Gepts, P., 1988. A Middle American and an Andean common bean gene pool. In: (P. Gepts, ed.) *Genetic recourses of Phaseolus beans, their maintenance, domestication, and utilization*. Kluwer, London, Springer Netherlands, pp. 375-390.
- González, Ana M., F.J. Yuste-Lisbona, A. Paula Rodiño, A.M. de Ron, C. Capel, M. García-Alcázar, R. Lozano, and M. Santalla, 2015. Uncovering the genetic architecture of *Colletotrichum lindemuthianum* resistance through QTL mapping and epistatic interaction analysis in common bean. *Front. Plant Sci.*, 6, pp. 1-13.
- Kelly, J.D., and R.A. Young, 1996. Proposed symbols for anthracnose resistance genes. *Annual Report of Bean Improvement Cooperative*, 39, pp. 20-24.
- Kelly, J.D., and V.A. Vallejo, 2004. A comprehensive review of the major genes conditioning resistance to anthracnose in common bean. *Hort. Sci.*, 39(6), pp. 1196-1207.
- Melotto, M., and J.D. Kelly, 2000. An allelic series at the *Co-1* locus conditioning resistance in common bean of Andean origin. *Euphytica*, 116, pp. 143-149.
- Mendez-Vigo, B., C.A. Rodriguez-Suarez, A. Paneda, J.J. Ferreira, and R.R. Giraldez, 2005. Molecular markers and allelic relationships of anthracnose resistance gene cluster B4 in common bean. *Euphytica*, 141, pp. 237-245.
- Muhalet, C. S., M.W. Adams, A.W. Saettler, and A. Ghaderi, 1981. Genetic system for the reaction of field beans to beta, gamma, and delta races of *Colletotri-*

- chum lindemuthianum*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 106, pp. 601-604.
- Rodriguez-Suarez, C., A. Paneda, J.J. Ferreira, and R. Giraldez**, 2004. Allelic relationships of anthracnose resistance gene cluster B4 in common bean. *Annual Report of Bean Improvement Cooperative*, 47, pp. 145-146.
- Porch, T.G.**, 2014. List of genes: *Phaseolus vulgaris* L., Michigan State University, Bean Improvement Cooperative, [http://bic.css.msu.edu/\\_pdf/Bean\\_Genes\\_List\\_2014.pdf](http://bic.css.msu.edu/_pdf/Bean_Genes_List_2014.pdf)
- Pastor-Corrales, M.A.**, 1991. Estandarizacion de variedades diferenciales y disignacion de razas de *Colletotrichum lindemuthianum*. *Phytopathology*, 81, p. 694.
- Pastor-Corrales, M.A. and J.R. Stavelly**, 2002. Using specific races of the common bean rust pathogen to detect resistance genes in *Phaseolus vulgaris*. *Annual Report of Bean Improvement Cooperative*, 45, pp. 78-79.
- Silbernagel, M.J.**, 1994. Suggestion for screening *Phaseolus vulgaris* L. for multigene resistance to bean common mosaic virus. *Annual Report of Bean Improvement Cooperative*, 37, pp. 212-213.
- Zuiderveen, G.H., B.A. Padder, K. Kamfwa, Q. Song, and J.D. Kelly**, 2016. Genome-wide association study of anthracnose resistance in Andean beans (*Phaseolus vulgaris*). *PLoS ONE*, 11(6): e0156391. doi:10.1371/journal.pone.0156391