



Списание за наука

„Ново знание“

ISSN 2367-4598 (Online)

Академично издателство „Талант“

Висше училище по агробизнес и развитие на  
регионите - Пловдив

New Knowledge

Journal of Science

ISSN 2367-4598 (Online)

Academic Publishing House „Talent“

University of Agribusiness and Rural Development -  
Bulgaria

<http://science.uard.bg>

## STUDY OF THE RESISTANCE OF COMMON WINTER WHEAT GENOTYPES TO CAUSATIVE AGENTS OF BROWN LEAF RUST AND POWDERY MILDEW

**Evgeniy Dimitrov, Zlatina Uhr, Blagoy Andonov**

*Institute of Plant Genetic Resources “K. Malkov”, Sadovo, Bulgaria*

**Abstract:** The study was conducted in the period 2012-2015 on an infectious area in the experimental field from IPGR „K. Malkov“, Sadovo. The immune responses of 24 common winter wheat genotypes to the agents of brown leaf rust (*Puccinia recondita* f. *tritici*) and powdery mildew (*Blumeria graminis* f., *tritici*) have been investigated. The experience is set by block method (circular sowing) in three repetitions. A two-factor dispersion analysis was applied to assess the influence of the sources of variation (genotype, environment, and genotype x environment interactions) on the development and spread of brown rust and powdery mildew. To assess the genetic similarity a grouping of the studied breeding materials was done by a hierarchical cluster analysis. In the lines DB 213 and DB 313 a highly resistant reaction of brown rust was reported while the highly resistant reaction of the powdery mildew was characterized by the lines BC 7 and DB 295. It was found that the genotypes Fermer, Yoanna, Niki, DB 213, BC 7 and DB 295 have a complex resistance to both phytopathogens studied. Samples characterized by high resistance and complex stability with success can be used in immunoselection as sources of source selection material. The most important influence on the development of brown leaf rust has the genotype, whereas the growing conditions are of primary importance for the distribution of the powdery mildew. On genetic differences between the tested breeding material dendrogram shows that line DB 295 is genetically the most remote relative to the specimens falling in the first and second cluster groups, in particular with the lines MX 217/69 / 3,5,7, DB 313, DB 380 and MX 215/3.

**Keywords:** common wheat, brown leaf rust, powdery mildew, resistance, genotype, environment.

# ПРОУЧВАНЕ УСТОЙЧИВОСТТА НА ГЕНОТИПОВЕ ОБИКНОВЕНА ЗИМНА ПШЕНИЦА КЪМ ПРИЧИНИТЕЛИТЕ НА КАФЯВА ЛИСТНА РЪЖДА И БРАШНЕСТА МАНА

Евгений Димитров, Златина Ур, Благой Андонов  
ИРГР „К.Малков“ гр.Садово

**Резюме:** Изследването е проведено през периода 2012-2015 г. на инфекциозен участък в опитното поле на ИРГР „К. Малков“ - гр. Садово. Проучени са имунитетните реакции на 24 генотипа обикновена зимна пшеница към причинителите на кафява листна ръжда (*Puccinia recondita f. sp. tritici*) и брашнеста мана (*Blumeria e graminis f. sp. tritici*). Опитът е заложен по блоков метод (кръгова сеитба) в три повторения. Приложен е двуфакторен дисперсионен анализ за оценка влиянието на източниците на вариране (генотип, среда и взаимодействие генотип x среда) върху развитието и разпространението на кафявата ръжда и брашнестата мана. За оценка на генетичното сходство е направено групиране на проучваните селекционни материали чрез йерархичен клъстер анализ. При линии ДБ 213 и ДБ 313 е отчетена високоустойчива реакция на кафява ръжда, а с високоустойчива реакция на брашнеста мана се характеризират линии БЦ 7 и ДБ 295. Установено е, че генотиповете Фермер, Йоана, Ники, ДБ 213, БЦ 7 и ДБ 295 притежават комплексна устойчивост и към двата проучвани фитопатогена. Образците, характеризиращи се с висока устойчивост и комплексна устойчивост, с успех могат да бъдат използвани в имуноселекцията като източници на изходен селекционен материал. Най-силно влияние върху развитието на кафява листна ръжда има генотипът, докато условията на отглеждане са с първостепенно значение върху разпространението на брашнестата мана. По отношение на генетичното различие между изпитваните селекционни материали дендрограмата ни показва, че линия ДБ 295 е генетически най-отдалечена спрямо образците, попадащи в първа и втора клъстерни групи, и по-конкретно с линиите МХ 217/69/ 3,5,7 п, ДБ 313, ДБ 380 и МХ 215/3.

**Ключови думи:** обикновена пшеница, кафява листна ръжда, брашнеста мана, устойчивост, генотип, среда.

## ВЪВЕДЕНИЕ

Една от най-важните и широко разпространени листни болести по пшеницата е кафявата ръжда, причинена от патогена *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. (Mebrate et al., 2008). Поради широката и екологична пластичност тя е и най-разпространената ръжда по пшеницата у нас (Додов 1931; Дончев, Н., 1964; Наков и др., 1999). Болестта, макар че не е най-вредоносна, стои на първо място по икономическо значение, защото се развива почти ежегодно (Кържин, 2003). Големият ѝ размножителен потенциал, възможността ѝ да презимува при климатичните условия на страната и различията по вирулентност в популацията на патогена обуславят във висока степен нейната вредност (Радицуеле и др., 1983). Нападенията от ръжди предизвикват дълбоки нарушения във физиологичните и биохимичните процеси на растенията, които водят до силно намаляване на продуктивността и до влошаване качеството на зърното. Циклично те се развиват в епифитотични размери (Недялкова и др., 2014). Генетичната устойчивост е един от най-ефективните от екологична и икономическа гледна точка методи за контрол на болестта (Kolmer, 1996; Pink, 2002). Проучването на имунитетните

реакции на пшеницата към кафява ръжда са отразени в поредица от публикации на наши (Кържин и Господинова, 1981; Димов, А., 1995; Йонкова и др., 2012) и чуждестранни автори (Winzeler et al., 2000; Oelke&Kolmer, 2005; Sallam et al., 2014).

В България ежегодно срещано заболяване по пшеничните посеви е брашнестата мана с причинител *Blumeria graminis (Erysiphe graminis) DC f. sp. tritici* (Илиев и Костов, 2006). В последните години нейното значение нараства поради прякото ѝ влияние върху добива, както и поради косвеното ѝ действие, изразяващо се в намаляване устойчивостта на пшеницата към други болести, особено фузариозата (Чавдаров, 2014). Освен на климатичните условия повишената биологична активност на този патоген се дължи и на монокултурието, прекомерното азотно торене, отглеждането на имунологични еднородни сортове и други (Добрев и Мацова, 1984; Марченкова, 1996). В нашата страна загубите, причинени от болестта, варират между 10 и 30% (Добрев, 1987). Лебедева (2008) съобщава, че болестта е много вредоносна, когато обхване флаговия лист и класа. Зърната при такива растения остават по-дребни, недобре изхранени и с влошени качества. Пораженията от брашнеста мана водят до развитие на по-малко продуктивни братя, класчета и зърна в едно растение, а растението отслабва и често поляга. Използването на устойчиви или толерантни на заболяването сортове е най-икономичният и ефективен метод за контрол на болестта (Ben-David et al., 2010).

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследванията са проведени през периода 2012-2015 г. в инфекциозно поле на Института по растителни генетични ресурси „К. Малков“ - гр. Садово на почвен тип канелено-горски. В проучването са включени 24 новоселекционирани линии и сортове обикновена зимна пшеница. Опитът е изведен по блоков метод в три повторения. Сеитбата е извършена по прилагания от Simons (1969) гнездови метод (кръгова сеитба).

### Метод на работа при кафява листна ръжда

При полски условия и изкуствен инфекциозен фон се извърши изкуствено инокулиране чрез инжектиране на сборен инокулум със спорова суспензия на кафявата листна ръжда. Върху чувствителния сорт Michigan amber във фаза начало на вретене се извърши изкуствено инокулиране чрез инжектиране на сборен инокулум със спорова суспензия на кафявата листна ръжда. Отчитането на имунитетните реакции на селекционните материали се извърши чрез показателите тип на инфекция и степен на нападение. Според типа на инфекция селекционните материали се разделят в следните категории (Димов, А. 1988): I (имунен), VR (високоустойчив), R (устойчив), MR (средно устойчив), MS (средно чувствителен), S (силно чувствителен). Степента на нападение е изразена в проценти от 0.0% до 100.0% и отговаря на завзетата от патогена листна площ.

### Метод на работа при брашнеста мана

При полски условия и естествен инфекциозен фон е проучена реакцията на същите образци към причинителя на брашнестата мана. Като сорт уловител и разносител на болестта е използван сорт Садовска ранозрейка, който е силно чувствителен към патогена. За отчитане имунитетните прояви на генотиповете обикновена зимна пшеница са използвани показателите тип на инфекция и степен на нападение. Съгласно типа на инфекция образците се разделят в следните категории (Кривченко, 1980): I (имунен), R (устойчив), MR (средно устойчив), MS (средно чувствителен), S (силно чувствителен). Степента на нападение е изразена в проценти от 0.0% до 100.0%.

За по-лесна сравнимост на получените резултати е изчислен среден коефициент на инфекция или т. нар. коригирана относителна степен на нападение (КОСН)  $P_0$  по формулата:

$$P_0 = X.K.100/X \text{ st.}$$

Където

X - степен на нападения на изпитваната линия (сорт),

X st. - степен на нападение на стандарта (st. кафява ръжда - Michigan amber; st. брашнеста мана – Садовска ранозрейка),

K - коефициент в зависимост от типа на инфекция: R - 0.25; MR - 0.5; MS - 0.75; S - 1.00.

В зависимост от получените стойности на  $P_0$  изпитваните линии и сортове се групират в 5 категории по методика на Михова и др. (1990):

I група - Високоустойчиви (VR)  $P_0 = 0.0-5.99\%$

II група - Устойчиви (R)  $P_0 = 6.00-25.99\%$

III група - Средноустойчиви (MR)  $P_0 = 26.00-45.99\%$

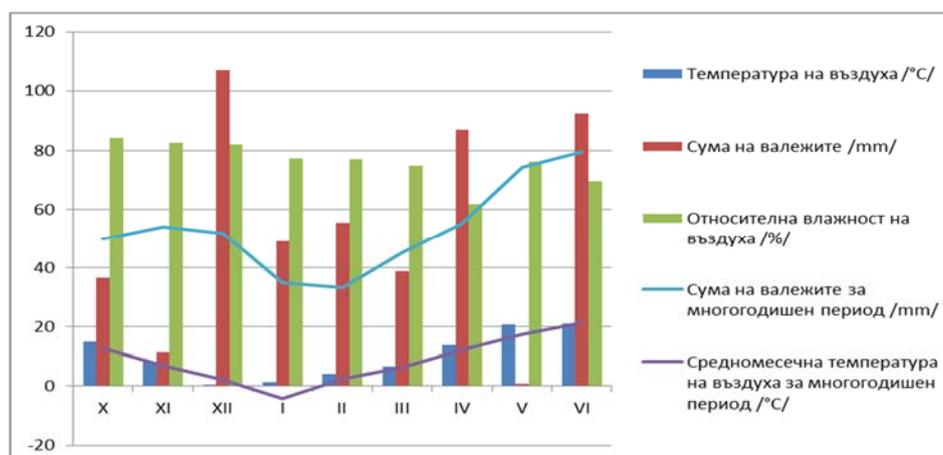
IV група - Умереночувствителни (MS)  $P_0 = 46.00-65.99\%$

V група - Чувствителни (S)  $P_0 = 66.00-100.0\%$

### АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ГОДИНИТЕ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

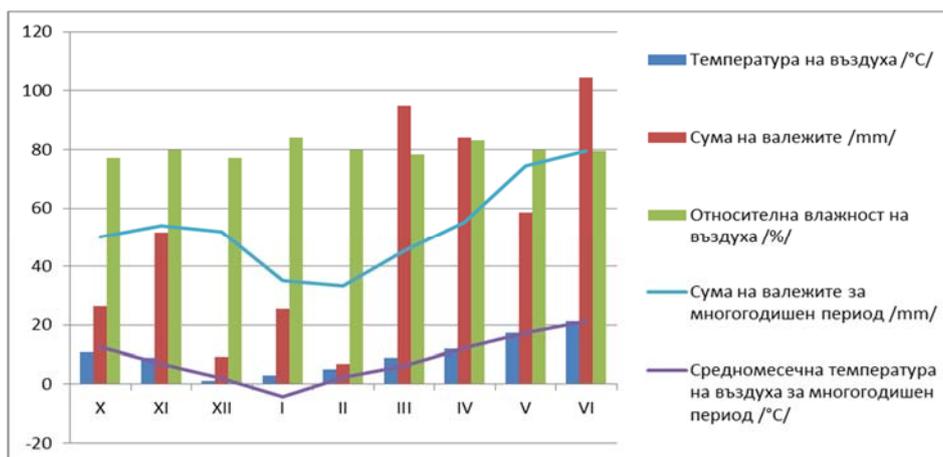
Агроклиматичните условия по време на изследването са представени чрез основните за растежа и развитието на културата метеорологични фактори: средномесечна температура на въздуха, средни стойности на количеството паднали валежи и относителна влажност на въздуха през отчетния период. Годините, през които е направено проучването (2012-2015 г.), са различни в климатично отношение. Наблюдава се вариране на климатичните фактори както по месеци, така и по години, което оказва влияние върху продуктивността на културата и развитието на фитопатогените.

През вегетационната 2012/2013 г. сеитбата на селекционните материали се извърши на сухо при добре подготвени площи в средата на месец октомври. В края на месеца количеството на падналите валежи осигури едно равномерно и навременно поникване (фиг. 1). Закаляването протече нормално и посевите презимуваха добре подготвени. За това спомогна и сравнително топлата зима. Високата относителна влажност на въздуха и по-голямата сума на валежите през април благоприятстваха развитието на кафявата ръжда и брашнестата мана.



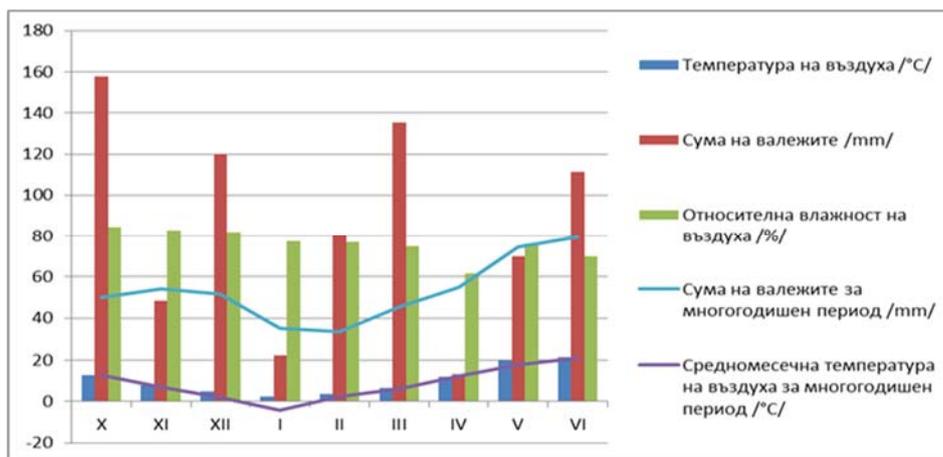
Фиг. 1. Метеорологична характеристика на ИРГР - Садово за вегетационната 2012-2013 г.

Агроеметеорологичните условия за вегетационната 2013-2014 г. (фиг. 2) може да се определят като благоприятни за културата с паднали общо през вегетацията 538 литра дъжд. Към средата на ноември количеството на падналите валежи допринесе за едно равномерно и навременно поникване на засетите селекционни материали. Зимни повреди и измръзване на посевите в района не се наблюдаваха, тъй като минималната температура на въздуха не падна под 0°C. Средномесечните температури на въздуха през януари и февруари 2014 г. имаха по-високи стойности в сравнение с многогодишните стойности. Това доведе до скъсяване на междуфазния период 3<sup>-ти</sup> лист-братене. Благоприятните климатични условия по време на вегетацията (високата относителна влажност на въздуха в съчетание с оптималната температура през април и май) благоприятстваха появата и разпространението на жълтата ръжда.



Фиг. 2. Метеорологична характеристика на ИРГР - Садово за вегетационната 2013-2014 г.

В агроклиматично отношение реколтната 2014-2015 г. (фиг. 3) може да се определи като „много различна“. Валежите през месец октомври не позволиха извършване на сеитба извън оптималните срокове. Зимни повреди и измръзване на посевите не се наблюдаваха. Падналите валежи през месец март и април спомогнаха за развитието на изследваните фитопатогени. Фазите изкласяване и цъфтеж преминаха при температури, по-високи от нормата, и много добра обезпеченост с влага. Пълна зрялост се отчете в края на юни и началото на юли.



Фиг. 3. Метеорологична характеристика на ИРГР - Садово за вегетационната 2014-2015 г.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Данните, получени от полската фитопатологична оценка, по отношение на изпитваните селекционни материали за устойчивост към причинителя на кафявата листна ръжда *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* са представени в таблица 1.

**Таблица 1.** Реакция на линии и сортове обикновена зимна пшеница към причинителя на кафява листна ръжда при условията на полски инфекциозен участък за периода 2012-2015 г.

№ по ред	Линия, сорт	Степен на нападение (%), тип на инфекция	Степен на нападение (%), тип на инфекция	Степен на нападение (%), тип на инфекция	P <sub>0</sub>	Групи имунитетни реакции според P <sub>0</sub>
		2012/2013 г.	2013/2014 г.	2014/2015 г.		
1	Садово 1	25 MS	25 MS	20 MS	<b>43.3</b>	III (MR)
2	Фермер	25 MS	25 MS	10 MR	<b>33.3</b>	III (MR)
3	Йоана	10 MR	20 MS	0 VR	<b>16.0</b>	II (R)
4	Ники	10 MR	20 MS	10 MR	<b>19.3</b>	II (R)
5	МХ 220 /68/1П	30 S	20 S	20 S	<b>53.3</b>	IV (MS)
6	МХ 178/1	30 S	30 S	30 S	<b>70.0</b>	V (S)
7	МХ 187/3	30 S	20 S	20 MS	<b>50.0</b>	IV (MS)
8	МХ217/69/3,5,7п	15 R	10 R	10 MR	<b>7.0</b>	II (R)
9	М 181	25 S	30 S	30 S	<b>66.7</b>	V (S)
10	МХ 214/15	30 S	20 S	30 S	<b>61.7</b>	IV (MS)
11	МХ 215/3	20 MR	20 MS	20 MS	<b>32.0</b>	III (MR)
12	МХ 244/1	30 S	25 S	20 S	<b>57.5</b>	IV (MS)
13	ДБ 380	25 MR	10 MR	10 MR	<b>13.3</b>	II (R)
14	ДБ /А 458	20 MS	20 S	30 S	<b>55.0</b>	IV (MS)
15	ДБ 313	10 R	10 MR	0 VR	<b>4.7</b>	I (VR)
16	ДБ 223	10 MR	20 MS	25 MS	<b>32.7</b>	III (MR)
17	ДБ 213	10 R	5 R	0 VR	<b>2.2</b>	I (VR)
18	ДБ /А 399	30 S	25 S	25 MS	<b>57.5</b>	IV (MS)
19	БА 607	25 S	20 S	20 S	<b>50.0</b>	IV (MS)
20	БА 471	25 S	20 S	30 S	<b>58.3</b>	IV (MS)
21	БЦ 7	10 MR	10 MR	0 VR	<b>6.0</b>	II (R)
22	ПП 787	30 MS	10 MR	20 MS	<b>32.7</b>	III (MR)
23	ДБ 295	25 MS	10 MR	20 MS	<b>30.0</b>	III (MR)
24	Енола	20 MS	20 MS	20 MS	<b>37.3</b>	III (MR)
st.	Michigan Amber	50 S	40 S	40 S	<b>100.0</b>	V (S)

В резултат на изчислената КОСН (P<sub>0</sub>) проучваните генотипове се разделят в пет групи имунитетни прояви.

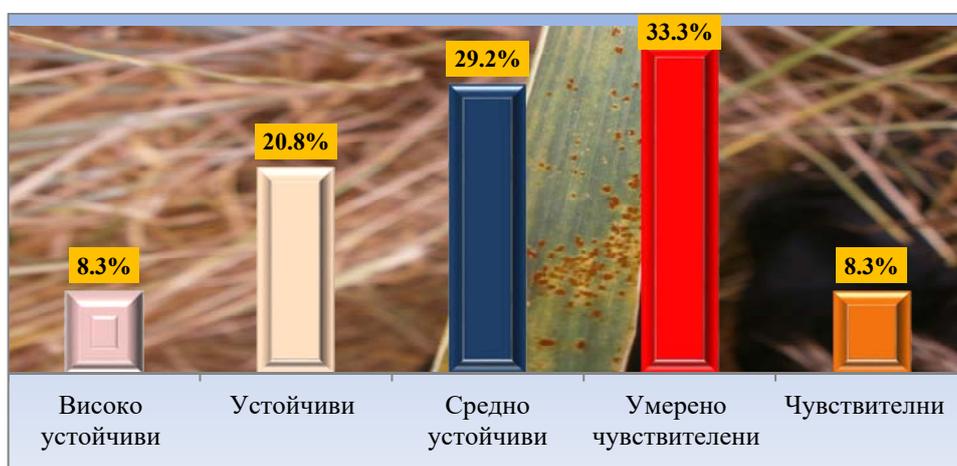
**Първа група (високоустойчиви)** - към тази група попадат две линии обикновена зимна пшеница ДБ 213 и ДБ 313. Те се характеризират с ниска коригирана относителна степен на нападение в границите на P<sub>0</sub> от 2.2 до 4.7%. През трите години на изследване линиите от тази група показаха високоустойчив, устойчив и средноустойчив тип на инфекция - VR, R, MR. При високоустойчивия тип на инфекция се наблюдаваше хлороза и хиперсензитивна реакция, което е показателно за генотипове, притежаващи гени за устойчивост към този фитопатоген.

**Втора група (устойчиви)** - в групата на устойчивите селекционни материали се отнасят линиите БЦ 7, МХ 217/69/3,5,7п, ДБ 380, както и сортовете Йоана и Ники. Типът на инфекция през годините на изследването варираше от високоустойчив до средноустойчив. Изключение се наблюдаваше при сортовете Ники и Йоана, които през 2013/2014 г. показаха умереночувствителна реакция, но тяхната по-ниска степен на

нападение ги класира в групата на устойчивите генотипове. Изчислената средна КОСН в тази група е между 6.0% - 19.3%.

**Трета група (средноустойчиви)** - средноустойчива имунитетна реакция на кафява ръжда е отчетени при 5 броя от изпитваните материали: БЦ 7, МХ217/69/3,5,7п, ДБ 380, Йоана и Ники. Типът на инфекция през годините на изследването варираше от високоустойчив до средноустойчив. Изключение се наблюдаваше при сортовете Ники и Йона, които през 2013/2014 г. показаха умереночувствителна реакция, но тяхната по-ниска степен на нападение ги класира в групата на устойчивите генотипове. Изчислената средна КОСН в тази група е между 6.0% - 19.3%.

**Четвърта група (умереночувствителни)** - тя е най-многобройна и включва 8 линии пшеница, съставлява 33.3% от общия брой селекционни материали (фиг. 4). Степента на нападение в тази група е в диапазона от 20.0% до 30.0%, а типът на инфекция, с които реагираха линиите, беше умереночувствителен и чувствителен. При умереночувствителния тип се наблюдаваха средноголеми сори, без некроза, обкръжаващи уредоспорите. Рядко се наблюдаваха и слаби хлорози около засегнатите участъци.



**Фиг. 4.** Процентно разпределение на имунитетните реакции на генотипове пшеница спрямо причинителя на кафява ръжда

**Пета група (чувствителни)** - тук се отнасят само две линии обикновена пшеница - М 181 и МХ 178/1. Степента на нападение в тази група е най-висока и е в границите от 25.0% до 30.0%. По време на проучването генотиповете от тази група реагираха с чувствителен тип на инфекция, като по листата на пшеничните растения се наблюдаваше обилно разпръснати големи уредосори, при които липсваше некроза и хлороза около инфектираните участъци. Това е показателно, че в тези линии липсват гени за устойчивост и паразитите преодоляват защитните механизми на растението гостоприемник и се развива нормално в тъканите му.

Резултатите, получени от полската фитопатологична оценка, по отношение на изпитваните селекционни материали за устойчивост към причинителя на брашнестата мана *Erysiphe graminis f. sp. tritici* са представени в таблица 2. Трябва да се отбележи фактът, че през вегетационната 2014-2015 г. метеорологичните условия не благоприятстваха развитието и разпространението на болестта и всички изпитвани материали показват високоустойчива реакция към изпитвания патоген. С оглед представянето на по-достоверни резултати същата година е изключена и не взема участие при изчисляване на средната КОСН ( $P_0$ ).

**Таблица 2.** Реакция на линии и сортове обикновена зимна пшеница към причинителя на брашнеста мана при условията на полски инфекциозен участък за периода 2012-2015 г.

№ по ред	Линия, сорт	Степен на нападение (%), тип на инфекция, етажност	Степен на нападение (%), тип на инфекция, етажност	Степен на нападение (%), тип на инфекция, етажност	P <sub>0</sub>	Групи имунитетни реакции според P <sub>0</sub>
		2012/2013 г.	2013/2014 г.	2014/2015 г.		
1	Садово 1	30 S /4	30 MS /3	0 VR/0	60.0	IV (MS)
2	Фермер	25 MS /3	15 MR /3	0 VR/0	27.5	III (MR)
3	Йоана	20 MS /4	25 MS /4	0 VR/0	41.0	III (MR)
4	Ники	20 MR /3	30 MS /4	0 VR/0	38.0	III (MR)
5	МХ 220 /68/1П	30 S /4	30 S /4	0 VR/0	67.5	V (S)
6	МХ 178/1	30 S /4	25 S /4	0 VR/0	61.3	IV (MS)
7	МХ 187/3	30 MS /4	30 S /4	0 VR/0	61.5	IV (MS)
8	МХ217/69/3,5,7п	30 S /4	30 MS /4	0 VR/0	60.0	IV (MS)
9	М 181	30 S /4	20 S /5	0 VR/0	55.0	IV (MS)
10	МХ 214/15	35 S /5	30 S /5	0 VR/0	72.5	V (S)
11	МХ 215/3	20 MS /4	30 MS /4	0 VR/0	46.0	IV (MS)
12	МХ 244/1	30 S /4	25 S /4	0 VR/0	61.3	IV (MS)
13	ДБ 380	30 S /5	20 S/5	0 VR/0	55.0	IV (MS)
14	ДБ /А 458	20 MR /3	10 MR/2	0 VR/0	13.0	II (R)
15	ДБ 313	35 S /5	20 S/5	0 VR/0	60.0	IV (MS)
16	ДБ 223	25 S /4	30 S/4	0 VR/0	62.5	IV (MS)
17	ДБ 213	15 MR /3	10 R/2	0 VR/0	8.5	II (R)
18	ДБ /А 399	30 S /5	30 S/5	0 VR/0	67.5	V (S)
19	БА 607	5 R /3	10 MR/3	0 VR/0	6.0	II (R)
20	БА 471	10 MR /3	10 R/3	0 VR/0	6.5	II (R)
21	БЦ 7	10 R /2	5 R /3	0 VR/0	3.3	I (VR)
22	ПП 787	30 S /4	20 S/4	0 VR/0	55.0	IV (MS)
23	ДБ 295	10 R /2	5 R/2	0 VR/0	3.3	I (VR)
24	Енола	30 MS /3	25 MS /4	0 VR/0	49.0	IV (MS)
st.	Садовска ранозрейка	50 S /5	40 S /5	0 VR/0	100.0	V (S)

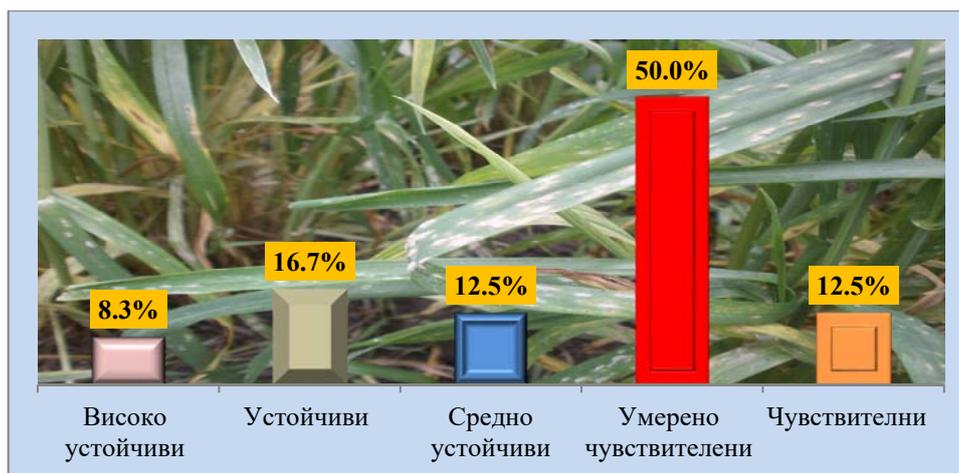
Според получените резултатите на P<sub>0</sub> изпитваните образци се разпределят в пет групи имунитетни реакции.

**Първа група (високоустойчиви)** - тази група е най-малобройна и е представена от две линии обикновена зимна пшеница: БЦ 7 и ДБ 295. През периода на изпитване всички те са реагирани с устойчив тип на инфекция. При тези линии се забелязват хлоротични или некротични петна без мицел и спороние на патогена, което означава, че споменатите генотипове са носители на високоефективни гени за устойчивост срещу патогена. Етажното разпространение на болестта в тази група е достигането до втори (ДБ 295) или трети (БЦ 7) етаж на пшеничното растение, а степента на нападение в границата от 5.0 до 10.0%. По-ниската стойност на КОСН ни дава основание да смятаме, че е възможно тези селекционни материали да притежават хоризонтална устойчивост към брашнестата мана.

**Втора група (устойчиви)** - в тази група се отнасят следните четири броя от изпитваните материали: БА 607, БА 471, ДБ 213 и ДБ/А 458. При тези линии е отчетен устойчив или средноустойчив тип на инфекция. При селекционните материали, реагирани със средноустойчив тип на инфекция, са наблюдавани хлоротични и некротични петна, като патогенът образува мицел, но без видимо спороние. КОСН в тази група е в границата 6.0-13.0%, а най-високата степен на нападение (20%) е отчетена при линия ДБ/А 458.

**Трета група (средноустойчиви)** - групата на средноустойчивите генотипи е представена от три образца - Фермер, Ники и Йоана. Най-ниската стойност на  $P_0$  е изчислена при сорт Фермер – 27.5%, а най-висока стойност в тази група е получена при сорт Йоана – 41.0%. По тип на инфекция материалите от тази група са реагирали със средна устойчивост или умерена чувствителност към патогена, като при умерено чувствителните генотипове паразитът е образувал средноголеми постули, които спороносят нормално. Варирането на имунитетните прояви в тази група показва, че е възможно тези образци да притежават вертикална устойчивост към брашнестата мана. Измерената степен на нападение е в интервала от 15.0% до 30.0%. Най-високото етажно разпространение на болестта (четвърти етаж) е установено при Йоана и Ники.

**Четвърта група (умереночувствителни)** - групата е представена от дванадесет генотипа обикновена зимна пшеница, която я прави най-многобройната от всички представени групи, съставляваща 50.0% от общия брой изпитвани линии и сортове (фиг. 5). През годините на проучването всички образци от тази група са реагирали с чувствителен или умереночувствителен тип на инфекция. Отчетената степен на нападение е от 20.0% до 35.0%, като най-висок е този показател при линия ДБ 313. Разпространението на фитопатогена по флаговия лист е отчетено при линиите М 181 и ДБ 313. Развитието на брашнестата мана по флаговия лист е много вредоносно, защото освен че понижава добива, води и до силно влошаване на хлебопекарните качества на зърното (Лебедева, 2008).



**Фиг. 5.** Процентно разпределение на имунитетните реакции на генотипове пшеница спрямо причинителя на брашнеста мана

**Пета група (чувствителни)** - в групата на чувствителните материали попадат три линии обикновена зимна пшеница: ДБ/А 399, МХ 220 /68/1П и МХ 214/15. При всички тях е отчетен чувствителен тип на инфекция, което означава, че при тези линии липсват гени за устойчивост и растенията се заразяват с проучвания патоген. По инфектираните части на пшеничното растение причинителят на брашнестата мана е образувал едри постули с обилно спороношение. Най-високата стойност на показателя степен на нападение е отчетен при линия МХ 214/15- 35.0%. Наблюдава се, че при линии ДБ/А 399 и МХ 214/15 фитопатогенът достига своето развитие до петия етаж на културата.

В таблица 3 е представен двуфакторен дисперсионен за оценка силата на влияние на източниците на вариране - генотип, среда и тяхното взаимодействие върху развитието на кафявата листна ръжда и брашнестата мана. Резултатите от проведения дисперсионен анализ показват, че най-силно влияние върху кафявата ръжда има генотипът на

селекционните материали (78.9%), последван от взаимодействието генотип x среда (19.3%). Най-слабо влияние върху този патоген има годината на отглеждане със стойност на  $\eta = 0.6\%$ . Върху развитието на брашнестата мана условията на отглеждане имат първостепенно значение (50.6%), следвани от генотипа (29.0%) и взаимодействието на фактора генотип x среда (19.5%).

**Таблица 3.** Дисперсионен анализ за оценка източниците на вариране

Патоген	Източници на вариране	SS	df	MS	F exp.	F tab.	$\eta$ , %
Кафявата листна ръжда	Генотип: фактор А	93600.5	23	4069.6	390.7***	2.4	78.9
	Среда: фактор В	674.4	2	337.2	32.4***	7.2	0.6
	Взаимодействие: АxВ	22879.1	46	497.4	47.7***	2.0	19.3
	Грешка	1500.0	144	10.4			
	Общо	118654.0	215				
Брашнестата мана	Генотип: фактор А	52083.5	23	2264.5	217.4***	2.4	29.0
	Среда: фактор В	90907.0	2	45453.5	4363.5***	7.2	50.6
	Взаимодействие: АxВ	35007.0	46	761.0	73.1***	2.0	19.5
	Грешка	1500.0	144	10.4			
	Общо	179497.5	215				

\*\*\* доказано при ниво на значимост  $\alpha < 0,001$

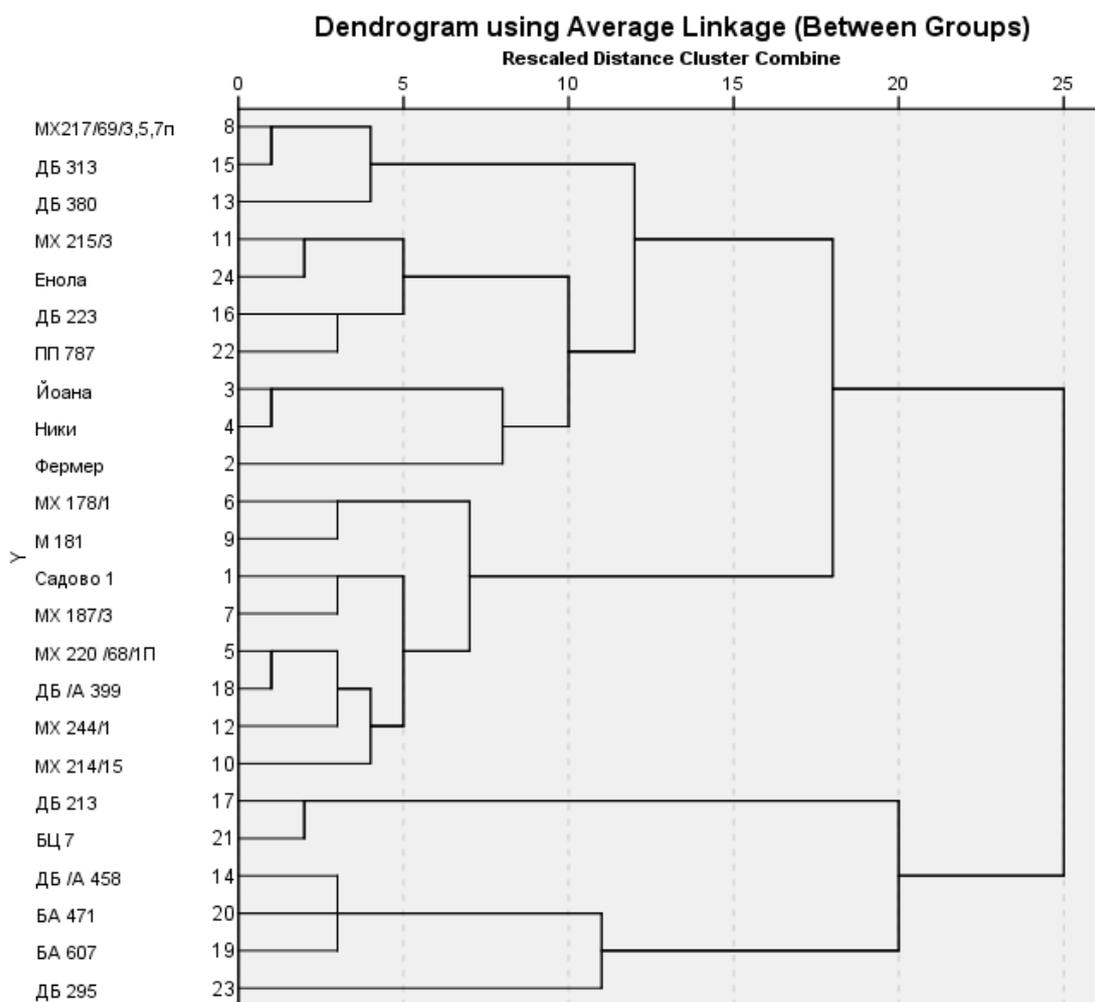
За оценка на генетичното сходство е направено групиране на проучваните генотипове обикновена зимна пшеница чрез йерархичен клъстер анализ въз основа на тяхната устойчивост към причинителите на кафява листна ръжда и брашнеста мана. Резултатите от клъстерирането са представени в дендрограма (фиг. 6). Пунктираната хоризонтална линия на дендрограмата показва рескалираното разстояние, при което са формирани клъстерите. От фигура 6 е видно, че образците се разделят на три големи клъстерни групи.

**Първа клъстерна група** е съставена от три подгрупи и включва десет генотипа обикновена пшеница, което прави групата най-многобройна в сравнение с останалите групи. Най-голяма генетична близост е установена между линиите МХ 217/69/3,5,7п и ДБ 313, което се потвърждава и от техните сходни имунитетни редакции, с което линиите са реагирани към причинителите на кафява ръжда и брашнеста мана. На второ място по генетична близост се нареждат сортовете Йоана и Ники, попадащи в трета подгрупа и реагирани с устойчива реакция на кафява ръжда и средноустойчива реакция на брашнеста мана.

Към **Втора клъстерна група** се отнасят осем образци зимна пшеница, които се обединяват в три подгрупи. С най-голямо генетично сходство се характеризират линия МХ 220 /68/1П с линия Д/БА 399, последвани от линии М 181 и МХ 178/1. Генетически най-отдалечена спрямо образците, образувачи втора клъстерна група е МХ 214/15, която се присъединява към останалите образци от тази група на сравнително по-високо евклидово разстояние.

**В Трета клъстерна група** попадат шест линии пшеница. Линиите ДБ 213 и БЦ 7, показали високоустойчива и устойчива имунитетна реакция към проучваните патогени, образуват самостоятелна подгрупа. Самостоятелна подгрупа се наблюдава и при линии ДБ/А 458, БА 471 и БА 607, при които е отчетена умерена чувствителност на кафява листна ръжда и устойчивост на брашнеста мана.

По отношение на генетичното различие между изпитваните селекционни материали дендрограмата ни показва, че линия ДБ 295 е генетически най-отдалечена спрямо образците, попадащи в първа и втора клъстерни групи, и по-конкретно с линиите МХ 217/69/ 3,5,7 п, ДБ 313, ДБ 380 и МХ 215/3.



**Фиг. 6. Дендрограма на клъстерен анализ**

### ИЗВОДИ

1. Висока устойчивост към причинителя на кафява листна ръжда притежават линиите ДБ 213 и ДБ 313.

2. Висока устойчивост към причинителя на брашнестата мана е установена при линиите БЦ 7 и ДБ 295.

3. Носители на комплексна устойчивост към причинителите на кафява листна ръжда и брашнеста мана са следните генотипове пшеница: Фермер, Йоана, Ники, ДБ 213, БЦ 7 и ДБ 295.

4. Най-голям дял от проучваните материали са проявили умереночувствителна имунитетна проява и към двата изследвани патогена.

5. Образците, характеризиращи се с висока устойчивост и комплексна устойчивост с успех, могат да бъдат използвани в имуноселекцията, като източници на изходен селекционен материал.

6. Най-силно влияние върху развитието на кафява листна ръжда има генотипът, докато условията на отглеждане са с първостепенно значение върху разпространението на брашнестата мана.

7. Най-голяма генетична близост е установена между линии МХ 217/69/3,5,7п и ДБ 313, последвани от линии МХ 220 /68/1П и Д/БА 399.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Димов, А., 1988. Устойчивост на пшеницата към кафява ръжда, стъблена ръжда, праховита главня и нейното използване в селекцията. Докторска дисертация.
2. Димов, А., 1995. Устойчивост към кафява и стъблена ръжда на образци пшеница от националната колекция в Садово. Растениевъдни науки, N 1-2, 20-23.
3. Добрев, Д., Б. Мацова, 1984. Проучване устойчивостта на интродуцирани сортове мека пшеница към брашнеста мана. 100 години селскостопанска наука в Садово, том 1, 397-400.
4. Добрев, Д., 1987. Проучване върху причинителите на икономически важни гъбни болести по ечемика в България. Дисертация.
5. Додов, Д. Н., 1931. Сведения по земеделието XII, 1-64.
6. Дончев, Н., 1964. Растениевъдни науки, 1, 6.
7. Илиев, И., К. Костов, 2006. Нови линии зимна обикновена пшеница, съчетаващи висока продуктивност с устойчивост към брашнеста мана и стъблена ръжда. Изследвания върху полските култури, Том III-4, 511-519.
8. Йонкова, И., Т. Тонев, С. Бобев, 2012. Реакция на български сортове пшеница към кафява ръжда. Растителна защита, XXXXXI, №2, 14-15.
9. Кържин, Х., 2003. Проучване върху ръждите по пшеницата в България и средства за борба с тях. Монография - ДЗИ Генерал Тошево.
10. Кривченко, В. И., 1980. Изучение устойчивост злаковы культур к мучнистой росе. В методические указания. Ленинград.
11. Кържин, Х., Е. Господинова, 1981. Нови линии зимна мека пшеница на института за защита на растенията с комплексна устойчивост към *Puccinia graminis Tritici* и *P. recondita Tritici*. Растениевъдни науки, №2, 108-112.
12. Лебедева, Т. В., 2008. Генетическое разнообразие мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. по устойчивости к *Blumeria graminis* dc. f. sp. tritici golovin. ВОГиС, Том 12, № 4, 686-690.
13. Марченкова, Л. А., 1996. Принципы и методы селекции и семеновод. зернобоб. Культур в нечерноземы НИИ с. х. центр. р-нов нечернозем. Зоны. М. 81-90.
14. Михова, С., И. Стоянов, И. Илиев, 1990. Нови линии зимна мека пшеница с комплексна устойчивост към болести. Растениевъдни науки, год. XXVII, № 3, София, 39-44.
15. Наков, Б., С. Каров, А. Попов, Г. Нешев, 1999. Специална фитопатология, София, 22-24.
16. Недялкова, С., З. Ур, В. Божанова, П. Чавдаров, 2014. Оценка на образци от близкородствени и отдалечени видове на твърдата пшеница по устойчивост към кафява ръжда и брашнеста мана. Конференция в Карнобат.
17. Радицуеле, С., А. Димов, Е. Господинова, 1983. Вирулентност на кафявата ръжда по пшеницата в Южна България за периода 1971-1978, Растениевъдни науки, 4, 63-67.
18. Чавдаров, П., 2014. Брашнеста мана по пшеницата. Растителна защита, бр. 4, 21-24.
19. Ben-David R., W. Xie, Z. Peleg, Y. Saranga, A. Dinoor, T. Fahima, 2010. Identification and mapping of PmG16, a powdery mildew resistance gene derived from wild emmer wheat. Theor. Appl. Genet., 121, 499-510.
20. Kolmer, J. A., 1996. Genetics of resistance to wheat leaf rust . Annual Review of Phytopathology, 34, 435-455.
21. Mebrate, S. A., H. W. Dehne, K. Pillen, E. C. Oerke, 2008. Postulation of Seedling Leaf Rust Resistance Genes in Selected Ethiopian and German Bread Wheat Cultivars. Crop Sci., 48, 507-516.

22. Oelke, L. M., J. A. Kolmer, 2005. Characterization of Leaf Rust Resistance in Hard Red Spring Wheat Cultivars. *Plant disease*, 88, 1127-1133.
23. Pink, D. A. C., 2002. Strategies using genes for non-durable disease resistance. *Euphytica*, 124, 227-236.
24. Sallam, M. E., W. M. El-Orabey, M. A. Ashmawy, R. I. Omara, 2014. Stability of some specific genes of wheat leaf rust resistance in near-isogenic lines of Thatcher variety. *Canadian Journal of Plant Protection*, Volume 2, Number 2, 44-54.
25. Simons, M. D., 1969. *Phytopathology*, 59, 135-139.
26. Winzeler, M., A. Mesterházy, R. Park, 2000. Resistance of European winter wheat germplasm to leaf rust. *Agronomie, EDP Sciences*, 20 (7), 783-792.