



СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ – СОФИЯ

ИНСТИТУТ ПО ЗЕМЕДЕЛИЕ - КАРНОБАТ

Тошка Милкова Попова

**ОБОГАТЯВАНЕ НА ГЕНЕТИЧНОТО РАЗНООБРАЗИЕ
ПРИ ЕЧЕМИКА ЧРЕЗ СЪЗДАВАНЕ НА ГЕНОТИПОВЕ,
УСТОЙЧИВИ НА КАФЯВА ПРАХОВИТА ГЛАВНЯ
(*USTILAGO NUDA (JENSEN) ROSTRUP*)**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

НА ДИСЕРТАЦИЯ
за придобиване на образователна и научна степен
„Доктор”

по научна специалност
„Селекция и семепроизводство на културните растения”
шифър 04.01.05

Научен ръководител: Проф. д-р Дарина Вълчева

Карнобат - 2018

Тошка Милкова Попова

**ОБОГАТЯВАНЕ НА ГЕНЕТИЧНОТО РАЗНООБРАЗИЕ ПРИ
ЕЧЕМИКА ЧРЕЗ СЪЗДАВАНЕ НА ГЕНОТИПОВЕ,
УСТОЙЧИВИ НА КАФЯВА ПРАХОВИТА ГЛАВНЯ
(*USTILAGO NUDA* (JENSEN) ROSTRUP)**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

НА ДИСЕРТАЦИЯ
за придобиване на образователна и научна степен
„Доктор”

по научна специалност
„Селекция и семепроизводство на културните растения”
шифър 04.01.05

Научен ръководител: Проф. д-р Дарина Вълчева

Научно жури:

1. Проф. д-р Дарина Вълчева
2. Доц. д-р Тодорка Савова
3. Проф. дн Дияна Светлева
4. Проф. дн Ана Салджијева
5. Доц. д-р Петър Чавдаров

Изследванията са проведени през периода 2006-2014 година в Институт по земеделие – Карнобат. Дисертационният труд е написан на 167 страници и съдържа 8 фигури и 62 таблици. Използвани са 290 литературни източници, от които 178 на кирилица и 112 на латиница.

Благодарности

Благодаря на научния си ръководител, проф. д-р Дарина Вълчева, за безрезервната помощ при разработване на дисертационната работа.

Искрени благодарности за подкрепата и помощта на научния и на научно-техническия персонал на Институт по земеделие – Карнобат.

Благодаря на членовете на секция “Селекция” на Институт по земеделие-Карнобат за полезните дискусии и съвети.

Защитата на дисертацията ще се състои на 27.03.2019 г. от 10.00 часа в Институт по земеделие –Карнобат на заседание на научното жури.

Материалите по защитата са публикувани в интернет на страниците на ССА и на Институт по земеделие – Карнобат и са на разположение на интересуващите се в библиотеката на института.

Увод

Ечемикът (*Hordeum vulgare* L.) е една от най-старите култури, която има важна роля в развитието на селскостопанското производство. Тя се нарежда в групата на четирите най-значими зърнени култури в света, след пшеницата (*Triticum aestivum* L.), ориза (*Oryza sativa* L.) и царевицата (*Zea mays* L.) с площ около 800 милиона da. Ечемикът има широк ареал на разпространение преди всичко заради високата му пластичност и възможността за отглеждане в различни екологично-климатични условия. Основна задача на съвременната селекция при ечемика е създаването на високодобивни сортове с много добри качествени характеристики на зърното, устойчиви на биотични и абиотични стресови фактори. Загубите от болести при ечемика варират от 10 до 50 %. Особено вредоносна за ечемика е кафявата праховита главня, с причинител *Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup. Заразяването на ечемичените растения се осъществява по време на цъфтежа, а болестта се проявява на следващата година. Външно зърното не показва признаци на заболяване, макар че носи в себе си мицела на главнята. Създаването на устойчиви сортове при тази култура води до намаляване на преките загуби от добивите и ограничаване на натрупването на инфекция в посевите. Проучванията на нова генетична плазма позволяват да се намерят форми, които да послужат като изходен материал за създаване на бъдещ сорт, устойчив на болестта. Създаването на образци от такъв тип е актуален въпрос при селекцията на устойчивост при ечемика. Навлизането на нови български и интродуцирани сортове ечемик в производството е предпоставка за промени в расовия състав на причинителя на кафявата праховита главня, за промени в разпространението и значението на отделните раси. В тази връзка възниква необходимостта от проучване на нови източници на устойчивост и включването им в селекционната програма на ечемика.

Цел и задачи

Целта на настоящето изследване е да се обогати генетичното разнообразие при ечемика чрез създаване на генотипове, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*) с висока продуктивност и добро качество на зърното.

За постигане на тази цел са поставени следните задачи:

- Проучване физиологичната специализация на причинителя на кафявата праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup) по ечемика.
- Проучване на добива и някои признаци, свързани с продуктивността при образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup).
- Проучване на генетичния контрол и наследяването на някои признаци, свързани с продуктивността при хибриди ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup).
- Създаване на нови линии ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup) и агробиологична характеристика на перспективни линии.

Материал и методи

През периода на изследванията 2006–2014 година са проведени полски-лабораторни проучвания, селекционно-генетично проучване и полски опити.

1. Полско-лабораторно проучване на физиологичната специализация на патогена на кафявата праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup).

С оглед определяне на расовия състав на причинителя на кафявата праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup) по ечемика са събрани проби от заразени растения от различни райони на страната. Събраният инокулум е използван за заразяване на сортовете от диференциалния ключ на Тарке (1955), по методиката на Митов (1972) за заразяване на индивидуални класове. Групата раси е определена по реакцията на сортовете-диференциатори. Ключът за определяне на физиологични раси при *Ustilago nuda* е представен в Таблица 1.

Таблица 1. Реакция на сортовете диференциатори за разграничаване на расите при кафява праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup) при ечемика

Раса	Сортове диференциатори			
	Charlottetown C.I.2732	Compana C.I.5438	Valki C.I. 5748	Golden melon C.I.3192
1	S	R	R	S
2	S	S	S	S
3	S	S	R	S
4	R	R	R	S
5	R	S	R	S
6	R	R	S	S

Легенда: R – устойчив; S – чувствителен.

Таблица 2. Изследвани произходи на кафявата праховита главня през периода 2007-2009 година, показали диференцираща реакция

№	Наименование на сорт, линия или популация	Произход
2007 година		
1	К 1875 05	Всички произходи са от Централно опитно поле на Институт по земеделие – Карнобат, Югоизточна България.
2	К 98/ 44-1	
3	К 92870/ 05	
4	К 2419/ 23	
5	98/ 1-19	
2008 година		
1	Веслец	с. Милево, Пловдивско, Южна България
2	Обзор	с. Златари, Новозагорско, Южна България
3	F ₃ популация	Опитно поле на Добруджански Земеделски Институт - Г. Тошево; Североизточна България
4	Емон	гр. Дулово, Североизточна България
5	HOR 1036	Централно опитно поле на Институт по земеделие – Карнобат, Югоизточна България
6	HOR 4287	Централно опитно поле на Институт по земеделие – Карнобат, Югоизточна България
7	Радикал	Опитно поле с. Глумче на Институт по земеделие – Карнобат, Югоизточна България
8	№ 30/ 07 - Мексико	Централно опитно поле на Институт по земеделие – Карнобат, Югоизточна България
2009 година		
1	КТ 298	Централно опитно поле на Институт по земеделие – Карнобат, Югоизточна България
2	№ С-99-III-99	
3	КТ 2173	
4	№ 4223УАЕМН-1	
5	Карнобат	
6	Диана	
7	Жерун	
8	№ 3841АВЕМ-3	
9	Тамарис	
10	Робюр	

Обект на анализирани са тези произходи, които са показали диференцираща реакция. За периода на проучване 2007-2009 година са изследвани 39 произхода на кафявата праховита главня (Таблица 2).

Заразяването с праховита главня е осъществено по индивидуалния метод със сухи спори (Митов, 1972). Инокулумът за заразяване е подготвен, като събраните главници класове по произходи са просушени за едно денонощие и хламидоспорите са отделени от класа с помощта на скалпел. Получената смес от спори, осили и плевни е пресята през фино сито за отделяне на спорите. Отделените спори по произходи са смесени с талк в съотношение 1:6 (1 обемна част спори със 6 обемни части талк). Смесването е извършено в епруветки и чрез разклащане е постигнато хомогенизиране на пробите.

За изкуствено заразяване са подбрани класове от диференциалния сортимент в началото на цъфтежа, когато Polenът е жълт или жълто-зелен. Отстранени са недоразвитите връхни класчета и осилите, заедно с малка част от плевните (около 1/5). С помощта на пулверизатори във всяко цветче се вдухва приготвената спорова смес.

Заразените класове са маркирани с етикетчетата. След узряване класовете са прибирани по произходи и оронени ръчно. Получените семена са засяти в лехи, в редове с дължина 110 cm, на разстояние 25 cm между редовете и 5 cm в реда. Расите са определени по реакцията на сортовете от диференциалния сортимент Tarke (1955) (Таблица 1).

2. Полско-лабораторно проучване на реакцията на български и интродуцирани образци ечемик към кафява праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup). Изпитване на продуктивните възможности на устойчивите образци.

Изследванията са проведени в периода 2005-2009 година. Образците са проучени в полски микроопити чрез изкуствено заразяване. Сеитбата е извършена ръчно, в парцелки по 1 m², в три повторения. В проучването са включени български и интродуцирани двуредни и многоредни образци ечемик, разпределени според годините на проучване в 3 колекции – България-Сирия-Турция (54 образци), България-Турция (31 образци) и България (22 образци). Образците от първа и втора колекция са от *var. nutans*, а от трета - *var. pallidum*.

За изпитване на реакцията на сортове и селекционни линии ечемик към кафявата праховита главня са използвани главници класове, събрани от района на Карнобат. Инокулумът за заразяване по индивидуалния метод със сухи спори (Митов, 1972) е подготвен чрез смесване на хламидоспори с талк в съотношение 1:6 обемни части. Заразяването е извършвано по време на цъфтежа на растенията. Класовете са подбрани от отделни растения, които предварително са подготвени. Отстранява се 1/5 от класчетата. Заразените класове са маркирани с етикетчетата. След узряване класовете са прибирани и оронени ръчно. Получените семена са засяти в лехи, в редове с дължина 110 cm, на разстояние 25 cm между редовете и 5 cm в реда. Степента на устойчивост е изчислена чрез преброяване на болни и здрави класове, по време на изкласяване (Shchelko, 1975). Като болни са отбелязани всички растения показали дори само един заразен клас или част от класа. За класифициране на степента на устойчивост/ чувствителност е използвана скалата на Tarke (1955), според която до 10.0 % заразяване сортовете са устойчиви, а над 10.0 % - чувствителни. При многоредните сортове са заразявани по 3 класа, а при двуредните - 5 класа.

Образците от изпитаните колекции са разпределени в групи според степента на тяхната устойчивост или чувствителност към заболяването. На устойчивите образци е направена характеристика по добив и някои от елементите на продуктивността. Ежегодно в периода на проучване са извършвани биометрични измервания на 10 растения от повторение при всеки образец по показателите:

- височина на растението (PH), cm;
- продуктивни братя от растение (NPT), брой;
- брой продуктивни братя на m²(NTT);
- дължина на класа (SL), mm;
- стерилни класчета (NSS), %;

-зърна от клас (NGS), брой;

Резултатите са обработени статистически чрез дисперсионен, вариационен, клъстерен, регресионен, корелационен, path-коэффициентен, Fit и принципен компонентен анализи (Димова и Маринков, 1999; Мокрева, 2007; 2011; Ганушева и кол., 2010; Георгиев и кол., 2013; Akintunde, 2012). Фенотипните корелации и path-коэффициентите са изчислени на базата на средните стойности на признаците за трите години. Използван е множествен регресионен анализ по Вьндев (2003). Статистическата обработка е осъществена с помощта на програмните продукти JMP версия 5.01 а (2002) и SPSS 19.0.

3. Селекционно-генетично проучване

За проучване типа на наследяване и генетичния контрол върху някои от признаците, свързани с продуктивността са извършвани ежегодно в периода 2007-2009 година по 2 прости кръстоски от типа А х В. Родителски компоненти са зимен двуреден ечемик сорт Лардея, перспективна линия двуреден ечемик Кт 287 и перспективна линия зимен многореден ечемик ПГ 4365. Сорт Лардея и Кт 287 са високодобивни двуредни ечемиси, а ПГ 4365 е линия, която е носител на устойчивост към кафява праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup). Извършвани са ежегодно биометрични измервания на 25 растения от кръстоска и родителските компоненти във F₁ и F₂ генерации. Обект на проучване са признаците: височина на растението (cm), продуктивна братимост, дължина на главен клас (cm), брой зърна в главен клас, тегло на зърната от клас (g), тегло на зърната от растение (g) и маса на 1000 зърна (g). Изчислени са средната аритметична (\bar{x}), грешката на средната аритметична ($S\bar{x}$ %), степен на доминиране d/a по формулата на Mather, хетерозисен ефект по отношение на по-добрия родител (HP). Генетичният анализ на елементите на продуктивността на родителските форми и хибридни комбинации е направен по Соболев (1976). Изчислени са показателите на трансгресия - степен и честота (Tc; Tч), броят на гените, отговарящи за наследяването на признака (N), доминантността (D), епистаз (E), коефициент на наследяване на признака (H²), коефициент за ефективност на отбора по фенотипно проявление на признаците (Pr).

4. Полски опити за създаване на нови линии ечемик, устойчиви на кафява праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup)

Проучванията са извършени в периода 2008-2014 година. Направена е агробιολογична характеристика на перспективните линии двуреден и многореден ечемик. Двуредните перспективни линии са от *var. nutans*, а многоредните са от *var. pallidum*. Отчетени са показателите:

- височина на растенията в cm;
- дата на изкласяване;
- морфолоγическа изравненост в балове (9-1), като с бал 9 са отбелязани линиите с най-добра изравненост, а с бал 1 са неизравнени;
- устойчивост на полягане в балове (9-1);
- степен на нападение от болести, проявени в периода на проучване, в балове (1-9), по скала с процентно изражение на поразената повърхност.

Отчетените показатели са оценени по Методиката на ИАСАС за извеждане на конкурсни сортови опити с ечемик за биолоγични и стопански качества.

Отчетен е добивът, а резултатите са статистически обработени чрез дисперсионен анализ. Качеството на зърното е определено при двуредните линии по показателите маса на 1000 зърна (g) по тегловен метод, изравненост I класа (%), изразена в съотношението на масата на зърната, оставащи на сортировъчни сита с ширина 2.8 mm и 2.5 mm спрямо общата маса в проба от 100 g, съдържание на протеин (%) (метод на Келдал), екстрактно съдържание (%) по ЕВС (1998). При многоредните линии качеството е оценено по маса на 1000 зърна (g), съдържание на протеин (%), съдържание на лизин (%) (по Нинхидринов метод) и съдържание на скорбяля (%) (Ермаков, 1972).

Взаимовръзката между добива и качеството на зърното в перспективните линии, устойчиви на праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup) е проучена чрез

корелационен и принципен компонентен анализ с помощта на програмните продукти SPSS 19.0 и Statgraf 2.1.

Резултати и обсъждане

1. Проучвания върху физиологичната специализация на патогена на кафявата праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup) при ечемика

През периода 2007-2009 година е проведено изследване за установяване на наличните физиологически раси в популацията на кафявата праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup). За целта сортовете от диференциалния сортимент на Тарке са заразени с различни произходи на кафявата праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup). Резултатите от Таблица 3 показват, че през 2007/2008 година от събраните 10 проби са реагирали 5, от които са изолирани раси 4 и 6. Раса 4 е установена в 3 проби, което е 60 % от популацията на патогена. Тя преобладава в Югоизточна България. Раса 6 е изолирана от 2 проби или тя е открита в 40 % от популацията. Ареалът на разпространение също е в Югоизточна България.

Таблица 3. Расов състав при кафява праховита главня по ечемика през вегетационната 2007/2008 година

№ по ред	Произходи	Диференциращи сортове				Раса
		Charlotteto wn	Compana	Valkie	Golden melon	
1.	К 1875 - 05	R	R	S	S	6
2.	К 98/ 44 - 1	R	R	S	S	6
3.	К 92870/ 05	R	R	R	S	4
4.	К 2419/ 23	R	R	R	S	4
5.	К 98/ 1- 19	R	R	R	S	4

Таблица 4. Расов състав при кафява праховита главня по ечемика през вегетационната 2008/2009 година

№ по ред	Произходи	Диференциращи сортове				Раса
		Charlotteto wn C.I.2732	Compana C.I.5438	Valkie C.I.5748	Golden melon C.I.3192	
1.	Веслец	R	R	R	S	4
2.	Обзор	R	R	R	S	4
3.	F ₃	R	R	R	S	4
4.	Емон	R	R	R	S	4
5.	HOR 1036	R	R	R	S	4
6.	HOR 4287	R	R	R	S	4
7.	Радикал	R	R	R	S	4
8.	30/07	R	R	R	S	4

През 2008/2009 година от 13 проби при 8 е изолирана само раса 4 (Таблица 4). През 2009/2010 година са анализирани 10 проби от 15 произхода, събрани от опитните полета на Институт по земеделие – Карнобат (Таблица 5). Изолирана е само една раса - раса 4. В Таблица 5 са обобщени данните за анализираниите проби през периода на изследване. Резултатите показват, че в популацията на патогена преобладава раса 4. Тя е изолирана в 21 проби, което е 75 % с ареал на разпространение Югоизточна България (Таблица 6). Анализът на получените резултати дава основание да се направи заключение, че раса 4 е основна за България. Ареалът на разпространение и делът на отделните раси в популацията на патогена варира през годините.

Таблица 5. Расов състав при кафява праховита главня по ечемика през вегетационната 2009/2010 година

№	Произходи	Диференциращи сортове				Раса
		Charlottetown C.I. 2732	Campana C.I.5438	Valkie C.I.5748	Golden melon C.I.3192	
1.	КТ 298	R	R	R	S	4
2.	С – 99 – III - 99	R	R	R	S	4
3.	КТ 2173	R	R	R	S	4
4.	№ 4223УАЕМН – 1	R	R	R	S	4
5.	Карнобат	R	R	R	S	4
6.	Диана	R	R	R	S	4
7.	Жерун	R	R	R	S	4
8.	№ 3841АВЕМ – 3	R	R	R	S	4
9.	Тамарис	R	R	R	S	4
10.	Робюр	R	R	R	S	4

Вероятна причина за това е сортовата структура на културата. Наличието или отсъствието на устойчиви на патогена сортове в производството обяснява и липсата на други раси от популацията на кафявата праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup).

Таблица 6. Разпространение на физиологичните раси на праховитата главня (*Ustilago nuda*) в България за периода 2008-2010 година

Година	Брой проби		Раси						Честота, %					
	Общо	Реагирани	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
2007/2008	10	5	-	-	-	+	-	+	-	-	-	60	-	40
2008/2009	13	8	-	-	-	+	-	-	-	-	-	100	-	-
2009/2010	15	10	-	-	-	+	-	-	-	-	-	100	-	-

2. Проучване върху добива и някои признаци, свързани с продуктивността при образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup)

2.1. Колекция България - Сирия –Турция

В Таблица 7 са представени резултатите за образци от сортимент с произход България - Сирия–Турция за степента на устойчивост към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*(Jens) Rostrup). От общо 54 образци 18 (33.3%) са устойчиви и при тях нападението е от 1-10%, а 36 (66.7%) са чувствителни и при тях е констатирано нападение над 10%. Проучването на продуктивните възможности на образците от сортимента продължава само с устойчивите образци.

За периода на проучване 2006-2008 година сорт Орфей е с най-висок добив - 710 kg/da, следван от S-9 със среден добив 634 kg/da и КТ 287 – 609 kg/da. Нискодобивен е образец S-19 - 211 kg/da. През същия период в групата образци са се формирали средно 785 продуктивни братя на m² и 3.5 продуктивни братя на растение. Изпитваният сортимент се състои от образци, които са средно високи и високи от 84.4 cm при КТ 287 до 108.2 cm при S-3.

Таблица 7. Оценка на образци ечемик по устойчивост към праховита главня (*Ustilago nuda*)

Устойчивост,%	Образци	Образци по групи	
		Брой	%
Устойчиви – 1-10 % нападение	S-3;S-5;S-6;S-7;S-9; S-10;S-11;S-12;S-13; S-15; S-19; S-20; Орфей; DRT 094-1; КТ 287; TF5; TF1; TW 29	18	33.3
Чувствителни над 10 % нападение	S-1; S-2; S-4; S-8; S-14; S-16; S-17; S-18; S-21; КТ293; КТ290; TF-2; TF-3; TF-4; TW-6; TW-7; TW-8; TW-9; TW-19; TW-11; TW-2; TW-13; TW-14; TW-15; TW-16; TW-17; TW-20; TW- 21; TW-22; TW-23; TW-24; TW-25; TW-26; TW-27; TW-28; TW-30	36	66.7
Всичко образци:		54	100.0

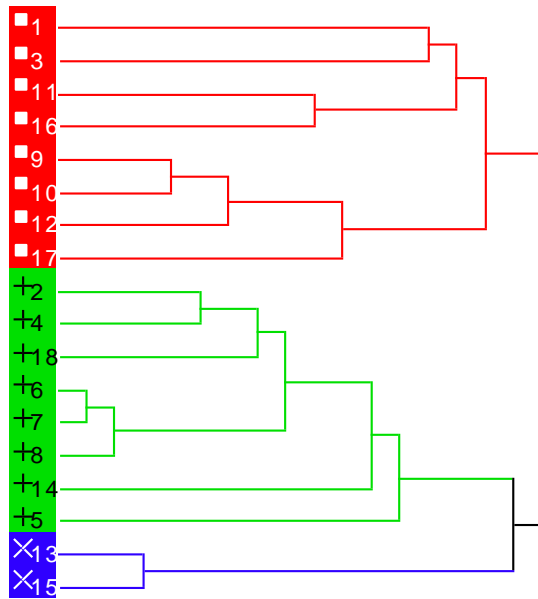
Средната дължина на класа в групата е 8.5 cm, като с най-дълъг клас е S-20 (10.5 cm), а с най-къс клас е S-6 (6.7 cm). За същия период броят на зърната в класа средно е 25.9, като той е най-голям при КТ 287 (28.3 броя), а най-малък при S-6 (17.1 cm). Броят на стерилните класчета е 2.8, като с най-малко стерилни класчета са КТ 287 (0.6 броя) и Орфей (0.7 броя). Най-голям е броят на стерилните класчета при S-3 – 5.3 броя. Средно за групата образци теглото на зърното от клас е 1.31 g, като с най-голямо тегло е сорт Орфей 1.55 g, а с най-ниско TF-5 (0.78 g). Като цяло проучваната група образци се характеризира с едро зърно. Само TF-5 и TF-1 средно за периода са със маса на 1000 зърна под 40.0 g.

Образците от проучваната колекция са характеризирани чрез клъстерен анализ въз основа на данните за добива и елементите на продуктивността (Фигура 1). Дендограмата разделя сортимента на три клъстера. В първия клъстер попадат образци с произход от Турция и Сирия. В него най-близкородствени са S-13 и S-15, които формират подгрупа с най-малко дистанционни единици. Сходството между тях е по брой продуктивни братя на растение и брой зърна в клас.

Вторият клъстер обединява образци с произход от Сирия, Турция и България. Най-близкородствени в клъстера са S-10 и S-11, които формират подгрупа с най-малко дистанционни единици. Сходството между тях е по брой продуктивни братя на растение, дължина на класа, брой стерилни класчета и тегло на зърното от клас.

Третият клъстер обединява образци българска селекция – Орфей и КТ 287. Сходството между тях е въз основа на броя продуктивни братя на m^2 и на растение, дължината на класа, броя на стерилните класчета. Тези образци са еднакво генетично отдалечени от образците в двата клъстера. Те биха могли да послужат като изходен материал в кръстоски с всеки един от генотиповете от I и II клъстер за повишаване на продуктивността и създаване на нови линии ечемик с висока продуктивност, устойчиви на праховита главня.

В Таблица 8 са представени данни за корелационните зависимости между добива и елементите на продуктивността при проучвания сортимент. Установени са силни положителни с много добра доказаност корелации между добива и броя на продуктивните братя на m^2 ($r=0.965^{**}$) и броя им на растение ($r=0.965^{**}$), между добива и тегло на зърното от клас ($r=0.960^{**}$) и от растение ($r=0.987^{**}$). В настоящото изследване са установени средни, много добре доказани корелации между добива и броя на зърната в клас ($r=0.561^*$) и масата на 1000 зърна ($r=0.614^{**}$), силна положителна корелация на броя на продуктивните братя на m^2 с броя на продуктивните братя на растение ($r=0.995^{**}$), с теглото на зърното от клас ($r=0.907^{**}$) и от растение ($r=0.967^{**}$). Броят на продуктивните братя на m^2 е в зависимост от броя на зърната от клас и масата на 1000 зърна, като корелационните коефициенти са средни, положителни с добра доказаност, съответно $r=0.598^{**}$ и $r=0.509^*$.



Легенда: 1-S-3; 2-S-5; 3-S-6; 4-S-7; 5-S-9; 6- S-10; 7- S-11; 8- S-12; 9- S-13; 10- S-15; 11- S-9; 12- S-20; 13-Орфей; 14-DRT094-1; 15-KT 287; 16-TF-5; 17-TF-1; 18-TW-29

Фигура 1. Дендрограма на добива и елементите на продуктивността на образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*), от Сортимент България - Сирия -Турция

Установени са средни отрицателни корелации между броя на стерилните класчета и теглото на зърното от клас ($r = -0.392$) и от растение ($r = -0.496^*$). Съществуват средни доказани корелации между височината на растението и броя на стерилните класчета ($r = 0.495^*$), между дължината на класа и броя на зърната в клас ($r = 0.611^{**}$). Средна по сила е и връзката между броя на зърната в клас и тегло на зърното от клас ($r = 0.541^*$) и от растение ($r = 0.578^*$), между теглото на зърното от растение и масата на 1000 зърна ($r = 0.620^{**}$).

В Таблица 9 са представени резултатите от преките и косвени ефекти на елементите на продуктивността върху добива от зърно при изследваните образци зимен ечемик. Според path-коефициентният анализ признакът тегло на зърното от растение има най-висок пряк ефект върху добива общо за групата. Най-висок общ косвен ефект върху формирането на добива оказват брой продуктивни братя на m^2 , тегло на зърното от клас, следвани от брой продуктивни братя на растение, брой зърна в клас и масата на 1000 зърна. Подобни резултати са представени от Schittenhelm et al. (1996) и Dogan (2009).

Данни за анализа на варианса са представени в Таблица 10. Резултатите показват, че условията на годината оказват най-силно влияние върху добива и броя на продуктивните братя на m^2 , като силата на фактора съответно по показатели е $\eta = 50.42\%$ и $\eta = 62.16\%$. Ролята на генотипа в проучваната колекция се явява решаваща за варирането на признаците брой продуктивни братя на растение ($\eta = 62.37\%$), височина на растението ($\eta = 65.78\%$), дължина на класа ($\eta = 59.13\%$), брой зърна в клас ($\eta = 82.88\%$), брой стерилни класчета ($\eta = 79.85\%$), тегло на зърното от клас ($\eta = 55.22\%$), тегло на зърното от растение ($\eta = 57.45\%$) и маса на 1000 зърна ($\eta = 52.88\%$).

Проекция на добива и елементите на продуктивността при изследваната група образци е представена на Фигура 2. Видно е, че добивът е в положителния квадрант на координатната система. С най-голяма дължина са векторите брой зърна в класа, брой продуктивни братя на m^2 и дължината на класа и те имат най-голям дял от общото вариране. Векторът на масата на 1000 зърна е с най-малка дължина и има най-малко влияние върху варирането.

Таблица 8. Фенотипни корелации между добива и елементите на продуктивността при образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*), от Сортимент България - Сирия - Турция за периода 2006-2008 година

Показатели	Добив	Брой продуктивни братя на m ²	Брой продуктивни братя на растение	Височина на растението	Дължина на класа	Брой зърна в клас	Брой стерилни класчета	Тегло на зърното от клас	Тегло на зърното от растение	Маса на 1000 зърна
Добив		0.965**	0.965**	-0.220	0.279	0.561*	-0.512*	0.960**	0.987**	0.614**
Брой продуктивни братя на m ²			0.995**	-0.228	0.355	0.598**	-0.510*	0.907**	0.967**	0.509*
Брой продуктивни братя на растение				-0.205	0.366	0.591**	-0.538*	0.907**	0.966**	0.511*
Височина на растението					-0.375	-0.138	0.495*	-0.121	-0.166	-0.041
Дължина на класа						0.611**	-0.502*	0.177	0.247	-0.300
Брой зърна в клас							-0.359	0.541*	0.578*	-0.204
Брой стерилни класчета								-0.392	-0.496*	-0.107
Тегло на зърното от клас									0.975**	0.690**
Тегло на зърното от едно растение										0.620**
Маса на 1000 зърна										

*,** - нива на достоверност съответно за $p < 0.05$ и $p < 0.01$

Таблица 9. Пряко и косвено влияние на елементите на продуктивността върху добива от зърно при образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*), от Сортимент България - Сирия -Турция за периода 2006-2008 година

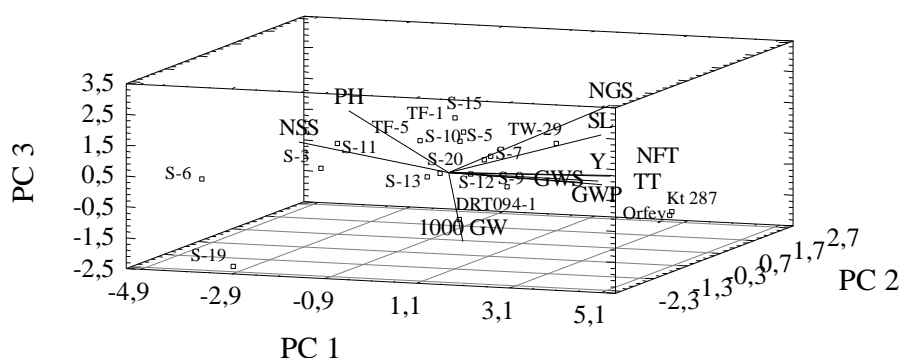
Показатели	Пряк ефект	Косвен ефект									Общ косвен ефект
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Брой продуктивни братя на м ²	-0.1554		0.2620	0.0138	0.0128	-0.0556	-0.0134	0.1332	0.7995	-0.0323	1.1200
Брой продуктивни братя на растение	0.2633	-0.1546		0.0124	0.0133	-0.055	-0.0141	0.1333	0.7987	-0.0325	0.7015
Височина на растението	-0.0606	0.0354	-0.054		-0.0136	0.0128	0.013	-0.0178	-0.1372	-0.0026	-0.164
Дължина на класа	0.0362	-0.0552	0.0964	0.0227		-0.0568	-0.0132	0.026	0.2042	0.0191	0.2432
Брой зърна в клас	-0.0930	-0.0929	0.1556	0.0084	0.0221		-0.0094	0.0794	0.4779	0.0130	0.6541
Брой стерилни класчета	0.0262	0.0792	-0.1416	-0.0300	-0.0182	0.0334		-0.0576	-0.4101	0.0068	-0.5381
Тегло на зърното от клас	0.1469	-0.1409	0.2388	0.0073	0.0064	-0.0503	-0.0102		0.8061	-0.0439	0.8133
Тегло на зърното от едно растение	0.8268	-0.1503	0.2543	0.0101	0.0089	-0.0537	-0.0130	0.1432		-0.0394	0.1601
Маса на 1000 зърна	-0.0636	-0.0791	0.1345	0.0025	-0.0109	0.0190	-0.0028	0.1014	0.5126		0.6772

Таблица 10. Анализ на варианса на добива и елементите на продуктивността при образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*), от Сортимент България - Сирия -Турция за периода 2006-2008 година

Показатели	Източник на вариране					
	Генотип		Година		Взаимодействие	
	MS	η	MS	η	MS	η
Добив	3374872.052 ^{***}	42.09	34363608.906 ^{***}	50.42	300334.431 ^{***}	7.49
Брой продуктивни братя на м ²	416410.357 ^{***}	31.94	6887923.267 ^{***}	62.16	38448.710 ^{***}	5.90
Брой продуктивни братя на растение	8.606 ^{***}	62.37	35.392 ^{***}	30.18	0.514 ^{***}	7.45
Височина на растението	1552.909 ^{***}	65.78	667.816 ^{***}	3.33	364.682 ^{***}	30.89
Дължина на класа	41.573 ^{***}	59.13	235.688 ^{***}	39.43	0.506 ^{***}	1.44
Брой зърна в клас	350.180 ^{***}	82.88	321.463 ^{***}	8.95	17.265 ^{***}	8.17
Брой стерилни класчета в клас	37.377 ^{***}	79.85	0.632 ^{***}	0.16	4.677 ^{***}	19.99
Тегло на зърното в клас	1.802 ^{***}	55.22	10.509 ^{***}	37.88	0.113 ^{***}	6.90
Тегло на зърното от растение	68.179 ^{***}	57.45	355.276 ^{***}	35.22	4.345 ^{***}	7.32
Маса на 1000 зърна	1966.728 ^{***}	52.88	11528.626 ^{***}	36.47	198.124 ^{***}	10.65

η – сила на фактора в %

Векторите на брой продуктивни братя на m^2 и на растение, тегло на зърното от клас и растение сключват най-малки остри ъгли с вектора на добива. Това показва, че те имат определяща роля за варирането на добива. Остри ъгли с добива сключват и векторите на броя на зърната в класа и дължината на класа. Най-малък принос за проявата на добива имат броя на стерилните класчета и височината на растението. В положителния квадрант на координатната система са разположени образците S-9, TW-29, S-7, S-12, чиито добиви за периода и по години са високи и относително постоянни. С най-висока продуктивност по абсолютни стойности са Орфей и Кт 287, чиито добиви средно за периода са съответно 710 kg/da и 609 kg/da (Таблица 8). Въпреки това те попадат в десния отрицателен квадрант, което показва, че техният добив зависи в голяма степен от условията на годината.



Фигура 2. Проекция на добива и елементите на продуктивността при образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*) от Сортимент България - Сирия - Турция

Възможност за по-пълна преценка на влиянието на изследваните показатели свързани с добива при проучваните образци дава проведенният множествен регресионен анализ. Моделът на уравнението е:

$$Y = -161.829 + 0.287NFT + 9.127TT + 0.172NGS - 5.828NSS + 107.798GWS + 42.840GWP + 0.4901000GW$$

От уравнението е видно, че най-голям дял за формирането на добива имат показателите тегло на зърното от клас и растение и брой продуктивни братя на растение.

2.2. Колекция България – Турция

Информация за реакцията на образци от колекция България – Турция по устойчивост към праховита главня (*Ustilago nuda*) е представена в Таблица 11. В групата на устойчивите образци попадат 19 (61.3%), а чувствителните към заболяването са 12 (38.7%). В сортимента по-голям е дялът на устойчивите форми.

Средно за периода 2007-2009 година добивът за групата е 533 kg/da, като най-високи са стойностите при Лардея (644 kg/da), следват ПГ 4437 (577 kg/da) и АВVD 7 (570 kg/da). Най-нисък добив е отчетен при AVD 11 (405 kg/da). По показателя брой продуктивни братя на m^2 са формирани 1067 броя. Най-голям е техният брой при DRT 136 (1254), а най-малък – при сорт Перун (905). Анализът на резултатите от показателя продуктивна братимост на растение показва, че средно за периода проучваните образци формират 2.4 братя на растение. Стойностите са в границите от 2.0 братя при сорт Перун до 2.9 братя при сорт Лардея. Средната стойност на височината на растенията през периода на проучване е 85 cm. С най-високо стъбло е ПГ 4437 (94 cm). Най-малка е височината при КТ 305 (75 cm).

Таблица 11. Оценка на образци ечемик по устойчивост към праховита главня (*Ustilago nuda*)

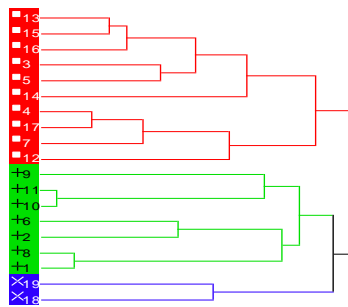
Устойчивост,%	Образци	Образци по групи	
		Брой	%
Устойчиви – 1-10 % нападение	Перун, Balkan 96, Burgas, Bolayir, AVD 24, AVD 25, ABVD 7, DRT 198-1, Л 4384, ПГ 4437, DRT 061, DRT 136, AVD 11, AVD 21, AVD 22, AVD 23, ABVD 8, Лардея, КТ 305	19	61.3
Чувствителни над 10 % нападение	Обзор, Sladoran, ABVD 4, ABVD 10, ABVD 11, CRT 272-1, DRT 102-2, CRT 171, CRT 1-1, DRT 279-2, AOVVD 7, AVD 12	12	38.7
Всичко образци:		31	100

В сортимента има образци с много дълъг клас (ПГ 4437, Лардея, КТ 305), чиито класове са в границите от 8.8 до 10.1 cm. С най-къс клас е AVD 21- 6.2 cm. Признакът брой на зърната в един клас варира от 21 до 28 броя зърна при отделните образци, при средно за периода 24.4 броя.

Броят на стерилните класчета е показател, който силно зависи от условията на годината (Димова и кол., 2007), в същото време е доказано, че варира в зависимост от систематичната принадлежност (Вълчев и кол., 2009). Броят на стерилните класчета в настоящата колекция за проучвания период е средно 2.1, като с по-малко стерилни класчета са ABVD 8, DRT 061, ПГ 4437, Л 4384, ABVD 7, Bolayir с 1.7 броя. С по-голям брой стерилни класчета (2.7 броя) са AVD 24 и AVD 25. Теглото на зърното от клас е също от показателите, които силно се влияят от условията на годината, особено в периода на наливане и узряване на зърното. В сортимента за периода на изследване теглото на класовете в групата е 1.22 g. С най-тежки класове са Лардея, DRT 061, ПГ 4437 и Balkan 96 (1.40 g). С най-ниско тегло е AVD 21 (1.00 g). От определящо значение за формиране на продуктивността при ечемика е и теглото на зърното от растение. С най-голямо тегло от растение е сорт Лардея (4.11 g), а с най-малко – AVD 21 (2.23 g), при средно тегло от растение за групата 2.93 g. Средната стойност за периода на проучване при масата на 1000 зърна е 49.40 g. От проучваната група образци с най-висока маса е сорт Balkan 96 (56.08 g), а с най- ниска – AVD 21 (43.04 g).

Въз основа на резултатите от добива и елементите на продуктивността е проведен клъстерен анализ, според който образците се подреждат в три клъстера. От дендрограмата на Фигура 3 се вижда, че първият клъстер е най-многоброен. Той обхваща 10 генотипа. Най-сходни са Bolayir и ABVD 8, които в рамките на клъстера формират подгрупа с най-малко дистанционни единици. Сходствата на образците в първи клъстер са по показателите дължина на класа, брой зърна в клас, брой стерилни класчета, тегло на зърното в клас и тегло на зърното от растение. Вторият клъстер обхваща 7 образци, а третият - два. Образците образуват подгрупи в клъстера на база сходства по показателите брой продуктивни брата на растение, височина на растението, брой зърна в клас, брой стерилни класчета, тегло на зърното от клас, маса на 1000 зърна. Генетически най-отдалечени са AVD 11, AVD 22 и AVD 23 от първи клъстер спрямо Лардея и КТ 305 от трети клъстер.

Таблица 12 са представени резултатите от установените фенотипни корелации между проучваните признаци. В настоящото изследване е доказана средна положителна корелация на добива с брой продуктивни брата на растение ($r=0.489^*$). Подобни резултати установяват Салджиев и др., 2012; Akdeniz et al., 2004 и Butta et al., 2005. Добивът корелира положително и с дължината на класа ($r=0.533^*$) (Singh et al., 1987; Akdeniz et al., 2004), с брой зърна в клас ($r=0.537^*$) (Amer, 1999; Amini, 2003; Babaiy et al., 2011; Dyulgerova, 2012) и тегло на зърното от клас ($r=0.572^*$) (Al Tabbal et al., 2004; Niazi-Fard et al., 2012).



Легенда: 1-Перун; 2-Balkan-96; 3-Burgas; 4-Bolayir; 5-AVD 24; 6-AVD 25; 7-ABVD 7; 8-DRT 198-1; 9-L4384; 10-ПГ4437; 11- DRT061; 12-DRT 136; 13-AVD 11; 14-AVD 21; 15-AVD 22; 16-AVD 23; 17-ABVD 8; 18-Лардея; 19-КТ 305

Фигура 3. Дендрограма на добива и елементите на продуктивността на образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*), от Сортимент България - Турция

Доказана е силна положителна корелация между добива и теглото на зърното от растение ($r=0.673^{**}$). Установени са също силна положителна корелация между брой продуктивни братя на m^2 с брой продуктивни братя на растение ($r=0.892^*$) (Димова и кол., 2014). Средна положителна добре доказана корелация е установена между брой продуктивни братя на m^2 и тегло на зърното от растение ($r=0.533^*$) (Гочева, 2017; Budakli et al., 2012). В проучването е установена силна положителна корелация на брой продуктивни братя на растение с тегло на зърното от растение ($r=0.758^*$) и средна положителна корелация с брой зърна в клас ($r=0.476^*$). Доказана е положителна, значителна корелация между височината на растението, теглото на зърното в клас и масата на 1000 зърна. Връзката е средна положителна и корелационните коефициенти са съответно $r=0.631^{**}$ и $r=0.571^*$. Подобни резултати са докладвани от Мерсинков (2000) и Димова и кол. (2014). При много добра доказаност при проучваните образци са установени високи положителни корелации на дължината на класа с брой зърна в клас ($r=0.757^{**}$), с тегло на зърното от клас ($r=0.782^{**}$) и с тегло на зърното от растение ($r=0.799^{**}$). Положителна е връзката на броя на зърната в клас с тегло на зърното от растение ($r=0.702^{**}$) и на тегло на зърното от клас с теглото на зърното от растение ($r=0.760^{**}$) и масата на 1000 зърна ($r=0.646^{**}$) (Димова, 2015). В Таблица 13 са отразени резултатите от преките и косвени ефекти на елементите на продуктивността върху добива от зърно при изследваните образци. Според path-коефициентният анализ признаците брой продуктивни братя на растение, височина на растението и брой зърна в класа имат най-голям пряк принос върху добива общо за цялата група. Подобни резултати са докладвани и от други автори (Ганушева, 1989; Димова, 2015; Димитрова-Донева и Савова, 2017; Zecsevic et al., 2004; Budakli Carpic, Celik, 2012). Най-висок общ косвен ефект дават показателите брой продуктивни братя на m^2 и тегло на зърното от растение чрез броя на продуктивните братя от растение. Тези показатели могат да се използват като критерий за отбор на продуктивни форми.

Резултатите от анализа на варианса на добива и елементите на продуктивността при образци ечемик, с произход от България и Турция са представени в Таблица 14. В настоящото проучване върху варирането на добива най-силно влияние оказва взаимодействието на двата фактора генотип x година ($\eta=47.39\%$). Влиянието на генотипа в сортимента също е значително и силата на фактора е $\eta=40.02\%$. Върху добива за периода на изследване годината е повлияла по-слабо ($\eta=12.59\%$). При броя на продуктивните братя на m^2 влиянието на генотипа ($\eta=42.08\%$) и взаимодействието ($\eta=48.97\%$) е почти равностойно, докато при броя на продуктивните братя на растение е по-голяма ролята на генотипа ($\eta=50.63\%$) (Димова, 2015).

Таблица 12. Фенотипни корелации между добива и елементите на продуктивността при образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*) от Сортимент България - Турция за периода 2007-2009 година

Показатели	Брой продуктивни братя на м ²	Брой продуктивни братя на растение	Височина на растението	Дължина на класа	Брой зърна в клас	Брой стерилни класчета	Тегло на зърното от клас	Тегло на зърното от растение	Маса на 1000 зърна
Добив	0.277	0.489*	0.455	0.533*	0.537*	-0.136	0.572*	0.673**	0.198
Брой продуктивни братя на м ²		0.892**	-0.050	0.132	0.310	-0.019	-0.021	0.533*	-0.296
Брой продуктивни братя на растение			-0.083	0.403	0.476*	0.076	0.186	0.758**	-0.174
Височина на растението				0.331	0.136	-0.369	0.631**	0.317	0.571*
Дължина на класа					0.757**	0.089	0.782**	0.799**	0.286
Брой зърна в клас						-0.294	0.562*	0.702**	-0.225
Брой стерилни класчета							-0.148	-0.016	0.184
Тегло на зърното от клас								0.760**	0.646**
Тегло на зърното от растение									0.290

*.** - нива на достоверност съответно за $p < 0.05$ и $p < 0.01$

Таблица 13. Пряко и косвено влияние на елементите на продуктивността върху добива от зърно при образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*) за периода 2007-2009 година

Показатели	Пряк ефект	Косвен ефект									Общ косвен ефект
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Брой продуктивни братя на m ²	-1.1661		1.7039	-0.0380	-0.0908	0.1946	-0.0059	-0.0064	-0.3285	0.0146	1.4434
Брой продуктивни братя на растение	1.9100	-1.0402		-0.0630	-0.2771	0.3116	0.0242	0.0824	-0.4669	0.0086	-1.4204
Височина на растението	0.7563	0.0587	-0.1592		-0.2276	0.0890	-0.1183	0.2787	-0.1954	-0.0282	-0.3025
Дължина на класа	-0.6879	-0.1540	0.7693	0.2502		0.4827	0.0287	0.3499	-0.4920	-0.0141	1.2207
Брой зърна в клас	0.6741	-0.3367	0.8830	0.1000	-0.4926		-0.1087	0.2279	-0.4152	0.0128	-0.1297
Брой стерилни класчета	0.3203	0.0216	0.1445	-0.2794	-0.0616	-0.2288		-0.0533	0.0101	-0.0091	-0.4560
Тегло на зърното от клас	0.4454	0.0169	0.3534	0.4732	-0.5403	0.3448	-0.038		-0.4663	-0.0327	0.1105
Тегло на зърното от растение	-0.6157	-0.6221	1.4484	0.2401	-0.5496	0.4546	-0.0052	0.3374		-0.0144	1.2892
Маса на 1000 зърна	-0.0495	0.3452	-0.3328	0.4320	-0.1966	-0.1748	0.051	0.2943	-0.1786		0.2479

Таблица 14. Анализ на варианса на добива и елементите на продуктивността при образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*), от Сортимент България - Турция за периода 2007-2009 година

Показатели	Източник на вариране					
	Генотип		Година		Взаимодействие	
	MS	η	MS	η	MS	η
Добив	898343.663 ^{***}	40.02	2542472.021 ^{***}	12.59	531859.899 ^{***}	47.39
Брой продуктивни братя на m ²	218415.029 ^{***}	42.08	418301.228 ^{***}	8.95	127092.339 ^{***}	48.97
Брой продуктивни братя на растение	1.534 ^{***}	50.63	2.133 ^{***}	7.82	0.630 ^{***}	41.55
Височина на растението	978.148 ^{***}	34.55	5532.632 ^{***}	21.71	619.113 ^{***}	43.74
Дължина на класа	22.558 ^{***}	46.72	87.622 ^{***}	20.16	7.995 ^{***}	33.12
Брой зърна в клас	113.275 ^{***}	46.35	374.211 ^{***}	17.01	44.766 ^{***}	36.64
Брой стерилни класчета в клас	3.662 ^{***}	20.63	45.467 ^{***}	28.46	4.519 ^{***}	50.91
Тегло на зърното в клас	0.415 ^{***}	32.14	4.688 ^{***}	40.36	0.177 ^{***}	27.50
Тегло на зърното от растение	6.380 ^{***}	50.13	11.546 ^{***}	10.08	2.531 ^{***}	39.79
Маса на 1000 зърна	411.808 ^{***}	32.58	2869.146 ^{***}	25.22	266.785 ^{***}	42.20

η – сила на фактора в %

Дължината на класа, броят на зърната в клас и теглото на зърното от растение са показатели, при които влиянието на генотипа е по-силно и по-слабо зависят от условията на годината (Нейков, 2016; Бончев, 2017). Броят на стерилните класчета ($\eta=50.91\%$) и височината на растението ($\eta=43.74\%$), както и масата на 1000 зърна ($\eta=42.20\%$) зависят от взаимодействието на факторите генотип \times година (Нейков, 2016; Бончев, 2017). Годината в най-голяма степен се явява решаваща за формирането на тегло на зърното от клас ($\eta=40.36\%$) (Димова, 2015).

Проекция на взимовръзката между добива и изследваните признаци е представена на Фигура 4. Векторите с най-голяма дължина, определящи нивото на вариране са брой продуктивни братя на растение и тегло на зърното от растение. С най-малка дължина е векторът на маса на 1000 зърна. Добивът сключва остър ъгъл с брой зърна в клас, тегло на зърното от клас, дължина на класа и тегло на зърното от растение. Показателят брой зърна в клас попада в отрицателната част от координатната система и показва, че зависи в голяма степен от условията на годината. Подобна е връзката на добива с височината на растенията, тъй като векторите им сключват остър ъгъл, но вектора на височината попада в отрицателния квадрант. Влиянието на годината върху височината е определящо за проявлението на показателя.

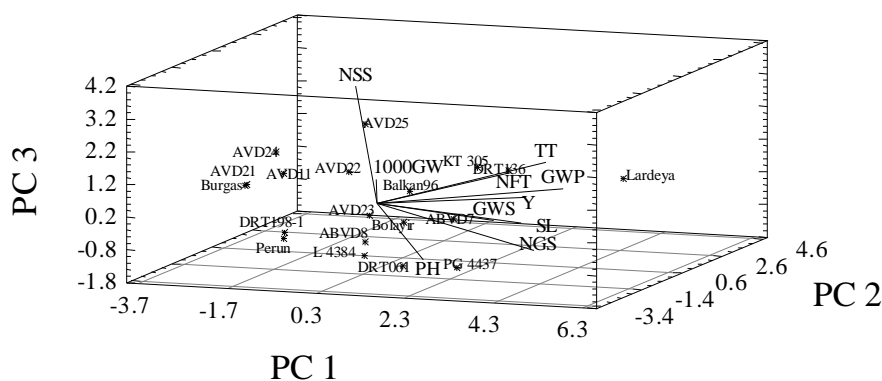
Във факторното пространство са разположени образците въз основа на стойностите на добива и елементите на продуктивността. Образците AVD 11, AVD 21, AVD 22, AVD 24, AVD 25 и Burgas са с добив, чийто проявление зависи силно от условията на годината. В отрицателния квадрант с отрицателни стойности по трите компоненти попадат образците Перун и DRT 198-1. В положителния квадрант на координатната система са образците Лардея, DRT 136 и KT 305, които са с много добри продуктивни възможности.

Проведен е множествен регресионен анализ и е съставено уравнение на модела на добива в проучвания сортимент.

Видът на модела е:

$$Y=211.118+19.007TT+9.667SL+2.885NGS+25.601GWS+425.560GWP$$

Най-съществен дял за варирането на добива имат признаците тегло на зърното от клас и растение и брой продуктивни братя от растение.



Фигура 4. Проекция на добива и елементите на продуктивността на образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*) от Сортимент България-Турция

2.3. Колекция България

Третата от проучваните колекции се състои от перспективни линии ечемик, създадени на основата на сортове българска селекция и източници на устойчивост на база сорт Jet 976 с гени за устойчивост Un_3 и Un_6 . Периодичната проверка за реакция към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*) при условията на изкуствено заразяване показва, че линиите запазват

устойчивостта си. Тези резултати са препотвърдени в настоящото изследване (Таблица 15). Средно за периода 2007-2009 година на проучване добивът е 432 kg/da и варира от 335 kg/da до 534 kg/da. С най-добри продуктивни възможности са ПГ 4190 (534 kg/da), ПГ 4354 (516 kg/da) и ПГ 4199 (502 kg/da). По показателя брой продуктивни братя на m² средно са формирани 831 братя. С най-голям брой продуктивни братя на m² за периода на проучване и по години е линията ПГ 4190 (1037 броя). С висока продуктивна братимост на m² са и ПГ 4354 (999 броя) и ПГ 4199 (971 броя). Най-малко продуктивни братя на m² образува линията ПГ 4353 (637 братя). Средно за периода на проучване продуктивните братя са 2.8 броя на растение. С най-много продуктивни братя на растение е ПГ 4190 (3.3 броя), а с най-малко ПГ 4353 (1.9 броя). Признакът височина на растението варира от 96.9 cm до 111.9 cm. Като най-високи се отличават 3 от линиите с височина над 110 cm, а като най-ниски - ПГ 4365 (96.9 cm) и ПГ 4199 (99.1 cm). С дълъг клас са 5 от проучваните линии, а с къси класове са 2 линии.

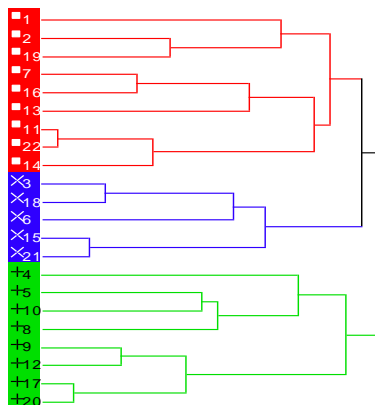
Таблица 15. Оценка на образци ечемик по устойчивост към праховита главня (*Ustilago nuda*)

Устойчивост,%	Образци	Образци по групи	
		Брой	%
Устойчиви – 1-10 % нападение	ПГ 4190, ПГ 4199, ПГ 4344, ПГ 4345, ПГ 4346, ПГ 4347, ПГ 4348, ПГ 4349, ПГ 4350, ПГ 4351, ПГ 4352, ПГ 4353, ПГ 4354, ПГ 4355, ПГ 4358, ПГ 4359, ПГ 4360, ПГ 4364, ПГ 4365, ПГ 4366, ПГ 4367, ПГ 4368	22	100
Чувствителни над 10 % нападение	-	-	-
Всичко образци:		22	100

Средният брой зърна в клас за периода на проучване е 56. С най-много зърна в клас са линиите ПГ 4344, ПГ 4350, ПГ 4358, ПГ 4367 – с по 59 броя. С най-малко зърна в клас са ПГ 4345 и ПГ 4354 с по 50 зърна. Средно за периода на проучване са отчетени 6.8 стерилни класчета. Най-малко те са при ПГ 4366 (2 броя), а най-много при 5 от линиите, които са формирали класове с 10-11 стерилни класчета. За периода на проучване теглото на зърното от клас средно е 2.23 g. С най-голямо тегло на зърната от клас са ПГ 4190 (2.40 g) и ПГ 4348 (2.33 g). ПГ 4347 е с най-ниско тегло на зърната от клас – средно 2.07 g. В периода 2007-2009 година теглото на зърното от растение средно за групата е 5.68 g, като варира от 5.52 g до 7.03 g. С най-високо тегло на зърно от растение е ПГ 4190, а с най-ниско- ПГ 4350 – 4.29 g. Масата на 1000 зърна средно за периода е 40.12 g. Най-висока маса на 1000 зърна има ПГ 4354 (45.76 g), а най-ниска - ПГ 4347 (35.64 g).

Въз основа на резултатите от добива и елементите на продуктивността е направен клъстерен анализ. Дендрограмата подрежда образците в три клъстера (Фигура 5). Първият клъстер обхваща 9 генотипа. С най-малко дистанционни единици в първи клъстер са ПГ 4352 и ПГ 4368, които образуват подгрупа по добив, брой продуктивни братя на m², височина на растението, дължина на класа, брой зърна в класа, броя на стерилните класчета. Сходни са ПГ 4199 и ПГ 4365 по показателите тегло на зърното от клас, дължината на класа и височина на растението. В рамките на клъстера ПГ 4348 и ПГ 4359 сформират трета подгрупа по сходство с височината на растението, дължината на класа, броя на зърната в класа, теглото на зърното от клас, масата на 1000 зърна. Вторият клъстер включва 5 образци. Най-генетично близки са ПГ 4358 и ПГ 4367. Сходствата между образците в клъстера е на база показателите тегло на зърното от клас, брой зърна в клас и маса на 1000 зърна. Третият клъстер се състои от 8 генотипа Сходството между образците в клъстера е въз основа на по-ниския добив, по-малкия брой на продуктивни братя на растение. ПГ 4360 и ПГ 4366

формират подгрупа с най-малко дистанционни единици. Те са и образците, които са генетически най-отдалечени от тези в първи клъстер. За получаването на хибриди, устойчиви на праховита главня с висока продуктивност добре би било да се използват родители от първи и трети клъстер. Те са генетически отдалечени и вероятността да се получат хибриди с добри комбинации на структурните елементи на добива е по-голяма.



Легенда: 1-ПГ 4190; 2-Г 4199; 3-ПГ 4344; 4-ПГ 4345; 5-ПГ 4346; 6-ПГ 4347; 7-ПГ 4348; 8-ПГ 4349; 9-ПГ 4350; 10-ПГ 4351; 11-ПГ 4352; 12-ПГ 4353; 13-ПГ 4354; 14-ПГ 4355; 15-ПГ 4358; 16-ПГ 4359; 17-ПГ 4360; 18-ПГ 4364; 19-ПГ 4365; 20-ПГ 4366; 21-ПГ 4367; 22-ПГ 4368

Фигура 5. Дендрограма на добива и елементите на продуктивността на образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*) от Сортимент България

В Таблица 16 е представена информация за установените фенотипни корелации между добива и изследваните показатели от сортимент с произход България. Установено е, че добивът е във висока положителна корелация с брой продуктивни братя на m^2 ($r=0.899^{**}$) и на растение ($r=0.877^{**}$), с теглото на зърното от растение ($r=0.833^{**}$). В изследването е установена също силна, доказана корелация на брой продуктивни братя на m^2 с брой продуктивни братя на растение ($r=0.977^{**}$) и тегло на зърното от растение ($r=0.954^{**}$) (Surek, Beser, 2003; Wattoo et al., 2010; Akinwale et al., 2011). Продуктивните братя на растение корелират силно с теглото на зърното от растение ($r=0.974^{**}$) (Димова и кол., 2014; Гочева, 2017). Съществува силна отрицателна корелация с добра доказаност между броя на зърната в клас и масата на 1000 зърна ($r=-0.861^{**}$). Установеното потвърждава резултатите на El-Mohsen (2013). Силна положителна, доказана корелация е установена между тегло на зърното от клас и масата на 1000 зърна ($r=0.732^{**}$). Доказана е средна положителна корелация на тегло на зърното от клас с тегло на зърното от растение ($r=0.463^*$). Редица изследователи докладват аналогични резултати при ечемика (Донева, 2016; Tas and Celik, 2011).

В Таблица 17 са показани резултатите от преките и косвени ефекти на елементите на продуктивността върху добива от зърно при изследваните линии ечемик. Според path-коефициентния анализ броят на продуктивните братя на m^2 имат най-висок пряк ефект върху добива общо за групата (Таблица 17). Най-висок общ косвен ефект върху формирането на добива оказват броят на продуктивните братя на растение, теглото на зърното от клас и теглото на зърното от растение. За създаването на високопродуктивни хибриди трябва да се подбират генотипове с висока продуктивна братимост и високо тегло на зърното от клас.

В Таблица 18 са представени резултатите от анализа на варианса на добива и елементите на продуктивността в настоящата колекция. Върху добива най-силно влияние оказват условията на годината ($\eta=64.81\%$) и по-малко генотипа и взаимодействието на двата фактора.

Таблица 16. Фенотипни корелации между добива и елементите на продуктивността при образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*) от Сортимент България за периода 2007-2009 година

Показатели	Брой продуктивни братя на m ²	Брой продуктивни братя на растение	Височина на растението	Дължина на класа	Брой зърна в клас	Брой стерилни класчета	Тегло на зърното от клас	Тегло на зърното от растение	Маса на 1000 зърна
Добив	0.899**	0.877**	-0.127	0.140	-0.099	0.164	0.263	0.853**	0.210
Брой продуктивни братя на m ²		0.977**	-0.129	0.140	-0.099	0.166	0.265	0.954**	0.211
Брой продуктивни братя на растение			-0.149	0.146	-0.090	0.174	0.267	0.974**	0.205
Височина на растението				-0.192	0.254	0.114	-0.209	-0.178	-0.274
Дължина на класа					-0.180	0.091	-0.107	0.058	0.066
Брой зърна в клас						-0.306	-0.290	-0.138	-0.861**
Брой стерилни класчета							0.395	0.246	0.419
Тегло на зърното от клас								0.463*	0.732**
Тегло на зърното от растение									0.340
Маса на 1000 зърна									

*.** - нива на достоверност съответно за $p < 0.05$ и $p < 0.01$

Таблица 17. Пряко и косвено влияние на елементите на продуктивността върху добива от зърно при образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*), от Сортимент България за периода 2007-2009 година

Показатели	Пряк ефект	Косвен ефект									Общ косвен ефект
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Брой продуктивни братя на m ²	0.9076	1.0000	0.0164	-0.0004	-0.0002	0.0013	-0.0005	0.0034	-0.0254	-0.0033	-0.0086
Брой продуктивни братя на растение	0.0167	0.8854	1.0000	-0.0003	-0.0002	0.0011	-0.0004	0.0032	-0.0258	-0.0031	0.8599
Височина на растението	0.0023	-0.1300	-0.0025	1.0000	0.0003	-0.0031	-0.0002	-0.0025	0.0047	0.0041	-0.1293
Дължина на класа	-0.0015	0.1416	0.0024	-0.0004	1.0000	0.0022	-0.0002	-0.0013	-0.0015	-0.0010	0.1418
Брой зърна в клас	-0.0123	-0.0994	-0.0015	0.0006	0.0003	1.0000	0.0006	-0.0035	0.0037	0.0130	-0.0863
Брой стерилни класчета	-0.0020	0.1671	0.0029	0.0003	-0.0001	0.0038	1.0000	0.0047	-0.0065	-0.0063	0.1657
Тегло на зърното от клас	0.0120	0.2677	0.0045	-0.0005	0.0002	0.0036	-0.0008	1.0000	-0.0123	-0.0111	0.2512
Тегло на зърното от растение	-0.0265	0.8624	0.0162	-0.0004	-0.0001	0.0017	-0.0005	0.0056	1.0000	-0.0051	0.8798
Маса на 1000 зърна	-0.0151	0.2124	0.0034	-0.0006	-0.0001	0.0106	-0.0009	0.0088	-0.0090	1.0000	0.2246

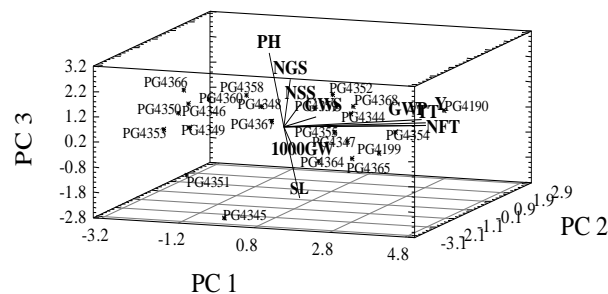
Таблица 18. Анализ на варианса на добива и елементите на продуктивността при образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*) от Сортимент България за периода 2007-2009 година

Показатели	Източник на вариране					
	Генотип		Година		Взаимодействие	
	MS	η	MS	η	MS	η
Добив	8212049.935	29.57	189004739.206	64.81	780260.527	5.62
Брой продуктивни братя на m ²	489753.529	54.12	4237513.434	44.59	5847.390	1.29
Брой продуктивни братя на растение	5.447	22.46	191.764	75.30	0.272	2.24
Височина на растението	502.919	53.44	1608.446	16.28	142.493	30.28
Дължина на класа	15.675	34.69	299.714	63.18	0.480	2.13
Брой зърна в клас	268.049	60.11	1708.088	36.48	7.587	3.40
Брой стерилни класчета в клас	230.334	79.96	241.600	7.99	17.362	12.05
Тегло на зърното в клас	0.280	51.01	0.960	16.63	0.089	32.26
Тегло на зърното от растение	32.508	23.70	1056.134	73.33	2.036	2.97
Маса на 1000 зърна	296.861	79.51	166.623	4.25	30.320	16.24

η – сила на фактора в %

Условията на годината силно влияят и върху признаците брой продуктивни братя на растение ($\eta=54.12\%$), дължина на класа ($\eta=63.18\%$) и тегло на зърното от растение ($\eta=73.33\%$). Генотипът силно влияе върху изязвата на признаците брой продуктивни братя на m^2 ($\eta=54.12\%$), височина на растенията ($\eta=75.30\%$) и брой на зърна в клас ($\eta=60.11\%$). Генотипът в по-голяма степен е решаващ и за броя на стерилните класчета ($\eta=79.96\%$), тегло на зърното от клас ($\eta=51.01\%$) и масата на 1000 зърна ($\eta=79.51\%$). Като цяло прави впечатление, че ролята на генотипа е голяма при повечето от изследваните показатели. Това е предпоставка за отбор на полезни признаци, които генотипно са стабилни и промяната в условията на средата не би се отразила съществено на тяхната изява.

Проекция на взаимовръзката между добива и изследваните признаци е представена на Фигура 6. Векторите с най-голяма дължина, определящи нивото на вариране са брой продуктивни братя на m^2 , брой продуктивни братя на растение и тегло на зърното от растение. С най-малка дължина е векторът на стерилните класчета, което показва, че този показател е с най-малко влияние върху варирането на добива. Добивът е в положителния квадрант на координатната система. Малки остри ъгли са сключени между векторите на добива и брой продуктивни братя на m^2 , брой продуктивни братя на растение и тегло на зърното от растение. Остръ ъгъл с добива сключва и векторът на тегло на зърното от клас. С най-малък принос за формирането на добива е височината на растението, чийто вектор попада в отрицателния квадрант на координатната система. В положителния квадрант на координатната система са разположени ПГ 4190, ПГ 4344, ПГ 4368, ПГ 4352, чиито добиви средно за периода и по години са високи и относително постоянни. С висока добивност са ПГ 4355, ПГ 4354, ПГ 4199, ПГ 4347, ПГ 4364, ПГ 4365. Въпреки това те са в десния отрицателен квадрант, което показва, че техният добив зависи в голяма степен от условията на годината. Нископродуктивни са ПГ 4345, ПГ 4351, ПГ 4353, ПГ 4349, които са разположени в лявата отрицателна по абцисата и ординатата част на координатната система.



Фигура 6. Проекция на добива и елементите на продуктивността на образци ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*) от Сортимент България

По-пълна преценка за влиянието на изследваните признаци, свързани с продуктивността, върху добива при проучваните линии ечемик дава проведенният множествен регресионен анализ.

Моделът на уравнението е:

$$Y = 81.905 + 0.499NFT + 23.384TT + 1.282GWP$$

Най-съществен дял за формирането на добива имат признаците брой продуктивни братя на растение и тегло на зърното от растение.

3. Генетичен контрол и наследяване на някои признаци, свързани с продуктивността при хибриди ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup)

В резултат на комплексно проучване на колекции зимен ечемик (Задача 2) са излъчени образци устойчиви към кафява праховита главня с добри продуктивни възможности. От колекция България – Сирия - Турция са отличени Орфей, S-9 и Кт 287; от колекция България – Турция – Лардея, Кт 305, а от българските образци - ПГ 4190, ПГ 4199, ПГ 4365 и ПГ 4354. Те съчетават високи добиви с висока продуктивна братимост. Формират едро зърно с високо тегло на зърното от клас и от растение. От излъчените образци са подбрани родителски компоненти за получаване на хибриди, съчетаващи устойчивост към проучваната болест и висока продуктивност. Извършени са хибридни комбинации Лардея х ПГ 4365 и Кт 305 х ПГ 4365.

В Таблици 19 и 20 са представени биометрични данни за родителите (P_1 и P_2) и хибридни поколения F_1 и F_2 , както и информация за генните параметри на изследваните количествени признаци. В настоящото изследване наследяването на показателя височина на растенията при първата кръстоска е непълно доминиране като $d/a=0.72$. При втората кръстоска наследяването е свръхдоминантно в посока на ниските стойности на показателя ($d/a= - 8.00$). Високите положителни стойности на D и при двете кръстоски показват, че наследяването на показателя се определя от доминантни алели (Таблица 20). При двете кръстоски не е установен хетерозисен ефект ($HP=99.10$ за I кръстоска; $HP=96.52$ за II кръстоска). Степента на трансгресия е с отрицателни стойности, като при втората кръстоска честотата на трансгресия е 40.00% и е по-висока спрямо първата. Установените отрицателни трансгресии по височина на растенията показват, че е възможно в разпадащите се потомства да се отберат хомозиготни генотипове с по-ниско стъбло спрямо това на родителите. Установени са положителни стойности на епистатните взаимодействия ($E=1.10$ за I кръстоска и $E=1.40$ за II кръстоска) и може да се очаква засилено проявление на признака в следващите генерации на разпадащите се популации. Броят на ефективните фактори и за двете кръстоски е малък – един ген или една група гени обуславят проявлението на признака. При Лардея х ПГ 4365 височината на растенията е сравнително добре генетично обусловена, като $H^2=46.67\%$, докато при Кт 305 х ПГ 4365 $H^2=15.32\%$ и върху неговата изява въздействат и външни фактори. Сравнително високите стойности на коефициентите за ефективност за отбора (P_p) сочат, че отборът по височина на растението може да бъде ефективен още в ранните хибридни генерации (F_2 - F_3). Редица автори съобщават за доминиране на алелите от родителските форми с по-високата стойност на признака продуктивна братимост (Пухальский и кол., 1989; Василева, 2014; Zahour et al., 1987). В изследването е установено свръхдоминиране в посока на родителя с по-високи стойности на признака ($d/a=2.33$ за I кръстоска; $d/a=1.40$ за II кръстоска). Родителските форми Лардея и Кт 305, които са майчини компоненти в кръстоските са носители на доминантните алели за продуктивна братимост. Установен е значителен хетерозисен ефект в кръстоската Лардея х ПГ 4365 ($HP=6.70\%$) и по-слаб при Кт 305 х ПГ 4365 ($HP=1.70\%$). Наличието на епистатни взаимодействия по признака показва, че хетерозисният ефект се дължи на неалелни взаимодействия – свръхдоминиране и епистаз. Отрицателните стойности на епистаза индикират подтискане на проявлението на доминантните алели, водещо до по-ниска експресия на признака. Установена е висока степен на положителна трансгресия ($Tc=15.25\%$) при Кт 305 х ПГ 4365 с високи стойности на честота ($Tc=76.00\%$). Това показва, че в разпадащите се хибридни генерации на тази комбинация би било възможно да се отберат генотипове с високи стойности по продуктивна братимост. При Лардея х ПГ 4365 степента на трансгресия е със значителна стойност, но отрицателна. В тази комбинация хетерозисният ефект е силен във F_1 и отслабва в следващата генерация, където отборът на генотипове с високи стойности на признака няма да е ефективен. Ниските стойности на коефициента на наследяване ($H^2=22.40\%$) при Лардея х ПГ 4365 показва, че в общото фенотипно проявление на този признак генотипът има сравнително по-нисък дял. При Кт 305 х ПГ 4365 коефициентът на наследяване е $H^2=40.00\%$ и предполага по-значително влияние на генотипа. Броят на ефективните фактори детерминиращи признака продуктивна братимост е един при двете кръстоски. Сравнително високите стойности на коефициентите за ефективност за отбора по продуктивна братимост

при анализираниите кръстоски показват, че отборът може да бъде ефективен още в ранни генерации. Ниската стойност на P_r (0.78) на кръстоската Лардея x ПГ 4365 показва, че отборът на генотипове по фенотип във F_2 не е ефективен. При ечемика висок пряк ефект върху формирането на добива има дължината на класа (Вълчева и кол., 2014). Средните аритметични стойности на показателя дължина на класа, определени за F_1 в изследваните хибридни комбинации, са около и малко над равнището на родителските сортове (Таблица 19). Съотношението d/a показва, че при първата кръстоска наследяването е пълно доминантно ($d/a=1.06$), докато при втората кръстоска наследяването е свръхдоминантно ($d/a=1.75$). Установен е хетерозисен ефект при кръстоската Кт 305 x ПГ 4365 ($HP=9.5\%$). Положителна трансгресия ($T_c=2.13\%$) с висока честота ($T_c=56.00\%$) съществува при хибридната комбинация Кт 305 x ПГ 4365 (Таблица 20). Броят на гените или група гени, контролиращи признака дължина на класа, са 2 за I кръстоска и 3 за II кръстоска. В настоящото проучване положителните стойности за доминантност показват, че доминантните алели определят по-дългия клас. Установени са отрицателни епистатни генни взаимодействия ($E=-0.72$ за I кръстоска и $E=-0.35$ за II кръстоска). Те показват потенциал за по-ниска фенотипна експресия на признака в следващите поколения. Високият коефициент на наследяване ($H^2=65.22\%$) при кръстоската Лардея x ПГ 4365 доказва генетичната обусловеност на признака дължина на класа. Аналогични резултати съобщават и други изследователи (Димова, 2015; Бончев, 2017). При кръстоската Кт 305 x ПГ 4365 коефициентът на наследяване на признака ($H^2=2.78\%$) е нисък и проявлението му зависи в голяма степен от условията на средата. По-добра ефективност на отбор по дължина на класа ще има в по-ранните хибридни генерации при кръстоската Лардея x ПГ 4365.

Стойностите на степента на трансгресия по показателя брой зърна в клас и при двете кръстоски са отрицателни ($T_c=-6.25\%$ за I кръстоска; $T_c=-5.41\%$ за II кръстоска), като при Кт 305 x ПГ 4365 честотата е по-висока (Таблица 20). Установеният брой на гените, детерминиращи признака е значителен и е от 18 до 22. Носител на доминантните алели е двуредният родител в двете кръстоски. Установените положителни стойности на епистатните взаимодействия показват възможност за по-висока фенотипна изява на признака в следващите поколения. В настоящото проучване коефициентите на наследяване (H^2) са високи и се предполага, че генетичният дял в експресията на признака е по-голям. Стойностите на показателя за ефективност на отбора ($P_r=1.46$ за I кръстоска; $P_r=1.90$ за II кръстоска) показват, че отборът по брой зърна в клас ще бъде ефективен в по-ранни генерации.

Показателят тегло на зърното от клас определя в голяма степен добива и отбор по него може да бъде направен в ранните хибридни популации (Mangi et al., 2010; Рачовска, Ур, 2015). Средните стойности на показателя за F_1 при кръстоските са на нивото на майчиния родител (1.30 g за I кръстоска и 1.60 g за II кръстоска). Наследяването при двете комбинации е пълно доминантно в посока двуредния родител ($d/a=-1$ за I кръстоска и $d/a=-0.60$ за II кръстоска). Хетерозисен ефект не е установен. От резултатите, представени в Таблица 23 се вижда, че получените трансгресии са отрицателни, с по-висока честота на трансгресия при втората кръстоска ($T_c=44.00\%$). Признакът тегло на зърното от клас се определя от 1 до 4 гена или групи гени. Незначителните стойности на E при двете кръстоски доказват липсата на епистатни взаимодействия. Установените ниски стойности на коефициентите на наследяване (H^2) показват, че теглото на зърното от клас зависи в голяма степен от условията на средата. При първата кръстоска ниските стойности за P_r предполагат, че отборът ще бъде ефективен в късни генерации. При втората кръстоска би могло да се извърши отбор по признака по-рано.

Тегло на зърното от растение е важен селекционен признак, който има най-съществен дял за формирането на добива при ечемика (Димова, 2015). При двете кръстоски наследяването е свръхдоминантно ($d/a=-1.33$; $d/a=15.00$), като при първата комбинация е в посока по-ниската стойност. В кръстоската Кт 305 x ПГ 4365 е установен висок хетерозисен ефект по този признак ($HP=14.29\%$).

Таблица 19. Биометрични данни за изследваните показатели

Показатели, родители и кръстоски	P ₁		P ₂		F ₁		F ₂		d/a	HP
	x	Sx%	x	Sx%	x	Sx%	x	Sx%		
Височина на растенията										
Лардея x ПГ 4365	110.6	1.31	103.4	1.61	109.6	0.99	107.2	0.96	0.72	99.10
КТ 305 x ПГ 4365	102.6	1.55	103.4	1.61	99.8	1.58	100.0	1.72	-8.00	96.52
Продуктивна братимост										
Лардея x ПГ 4365	6.0	0.28	5.4	0.27	6.4	0.29	5.6	0.23	2.33	106.70
КТ 305 x ПГ 4365	5.9	0.26	5.4	0.27	6.0	0.20	6.8	0.32	1.40	101.70
Дължина на класа										
Лардея x ПГ 4365	10.5	1.25	7.0	0.18	10.6	0.19	10.4	0.19	1.06	100.95
КТ 305 x ПГ 4365	9.4	0.17	7.0	0.18	10.3	0.25	9.6	0.39	1.75	109.57
Брой зърна в клас										
Лардея x ПГ 4365	32.0	0.37	59.0	0.96	31.8	0.47	30.0	0.38	-1.02	53.90
КТ 305 x ПГ 4365	29.6	0.36	59.0	0.96	29.0	0.50	28.0	0.50	-1.04	49.15
Тегло на зърното от клас										
Лардея x ПГ 4365	1.30	0.04	2.00	0.06	1.30	0.04	1.30	0.04	-1.00	65.00
КТ 305 x ПГ 4365	1.50	0.04	2.00	0.06	1.60	0.05	1.40	0.05	-0.60	80.00
Тегло на зърното от растение										
Лардея x ПГ 4365	4.30	0.06	4.90	0.14	4.20	0.13	3.50	0.12	-1.33	85.71
КТ 305 x ПГ 4365	4.80	0.11	4.90	0.14	5.60	0.26	5.30	0.29	15.00	114.29
Маса на 1000 зърна										
Лардея x ПГ 4365	40.63	1.15	33.76	0.85	40.88	1.01	43.33	0.91	1.07	100.62
КТ 305 x ПГ 4365	50.68	1.05	33.76	0.85	55.17	1.05	50.00	1.34	1.53	108.86

Таблица 20. Стойности на генните параметри на количествени признаци при проучваните кръстоски

Кръстоски/ Показатели	Tc	Tч	N	D	E	H	Pr
Височина на растението							
Лардея x ПГ 4365	-3.07	25.00	1	3.78	1.10	46.67	2.67
КТ 305 x ПГ 4365	-2.53	40.00	1	3.21	1.40	15.32	1.18
Продуктивна братимост							
Лардея x ПГ 4365	-6.67	28.00	1	0.05	-1.15	22.40	0.78
КТ 305 x ПГ 4365	15.25	76.00	1	0.25	-0.97	40.00	1.41
Дължина на класа							
Лардея x ПГ 4365	-0.95	44.00	2	0.13	-0.72	65.22	1.67
КТ 305 x ПГ 4365	2.13	56.00	3	0.04	-0.35	2.78	0.07
Брой зърна в клас							
Лардея x ПГ 4365	-6.25	8.00	18	0.92	8.65	40.02	1.46
КТ 305 x ПГ 4365	-5.41	28.00	22	0.20	8.65	45.38	1.90
Тегло на зърното от клас							
Лардея x ПГ 4365	-35.00	40.00	1	0.01	0.18	3.39	0.04
КТ 305 x ПГ 4365	-30.00	44.00	4	0.003	0.28	1.59	1.35
Тегло на зърното от растение							
Лардея x ПГ 4365	-28.57	8.00	1	3.78	0.90	28.87	0.60
КТ 305 x ПГ 4365	8.16	56.00	1	0.02	-0.08	63.10	2.03
Маса на 1000 зърна							
Лардея x ПГ 4365	6.65	44.00	1	0.40	-4.29	35.70	2.54
КТ 305 x ПГ 4365	-1.34	48.00	1	0.36	-1.31	4.44	0.31

При кръстоската Лардея x ПГ 4365 е установена отрицателна степен на трансгресия, с ниска честота. При Кт 305 x ПГ 4365 степента на трансгресия е с положителна стойност ($T_c=8.16\%$), с висока честота ($T_{ч}=56.00\%$). В резултат на данните може да се допусне, че във F_2 на тази хибридна комбинация вероятността за отбор на генотипове с по-голямо тегло на зърното от растение от родителските форми ще бъде по-голяма. Теглото на зърното от растение е показател, който се определя от един ген или една група гени. При първата хибридна комбинация са установени епистатни взаимодействия, а при втората липсват такива. Генетичният дял във фенотипното проявление на признака при проучваните кръстоски е значителен, като стойността е по-висока при втората кръстоска ($H^2=63.10\%$) (Таблица 20). Стойностите на показателя за ефективност на отбора ($Pr=2.03$) във втората кръстоска предполагат отборът на форми с по-голямо тегло на зърното от растение да бъде ефективен в по-ранни генерации (F_2-F_3). Високият коефициент на наследяване в съчетание с високи стойности на ефективността на отбора в тази кръстоска показват адитивен генен ефект. Получените резултати потвърждават установеното от Panse (1957) и Дюлгерова и кол. (2014). Масата на 1000 зърна е един от основните елементи, определящи продуктивността при ечемика и показващи едрината на зърното (Дюлгерова и кол., 2014). Наследяването на признака е от пълно доминиране до свръхдоминантно ($d/a=1.07$; $d/a=1.53$). Установен е висок хетерозисен ефект при втората кръстоска ($HP=8.86\%$). При кръстоската Лардея x ПГ 4365 44.00 % от растенията превъзхождат с 6.65 % родителската форма с по-добра проява на признака. При кръстоската Кт 305 x ПГ 4365 е установена слаба отрицателна трансгресия ($T_c=-1.34\%$), с висока честота ($T_{ч}=48.00\%$). Масата на 1000 зърна се определя от един до една група гени.

При двете хибридни комбинации са налице отрицателни епистатни взаимодействия. Това показва възможност за по-ниска фенотипна проява на признака в следващите поколения. Генетичният дял в общото фенотипно проявление на изследвания признак, изразен чрез коефициента за наследяемост (H^2), е по-висок при кръстоската Лардея x ПГ 4365 ($H^2=35.70\%$) и с по-ниска стойност – при Кт 305 x ПГ 4365 ($H^2=4.44\%$). Установеното показва, че при втората кръстоска признакът е генетично по-слабо обусловен. Стойностите на показателя за ефективност на отбора предполагат отборът с форми с по-висока маса на 1000 зърна за първата кръстоска да бъде ефективен в по-ранните генерации (F_2 - F_3), а при втората в по-късните хибридни поколения (Таблица 20).

4. Създаване на нови линии ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup) и агробиологична характеристика на перспективни линии.

Данни за продуктивността на перспективните двуредни линии са посочени в Таблица 21. Анализът на резултатите показва, че перспективните линии притежават много добра и относително постоянна по години продуктивност. Средно за трите години на проучване линията ПГ 4622 е реализирала 668 kg/da и превишава стандарта с 20.50%, като въз основа на LSD стойностите и през трите години попада в група **a** и **ab**. Данни за добива на зърно по години за перспективните линии многореден ечемик са представени в Таблица 22. Като цяло всички материали са с висока продуктивност, чийто добив варира средно за периода от 544 kg/da до 626 kg/da. Линиите ПГ 4513, ПГ 4501 и ПГ 4502 са високодобивни. Средно за периода от тях е получен добив съответно 573 kg/da, 577 kg/da, 626 kg/da и превъзхождат стандарта със 6.90 % до 16.80%.

Данни за качеството на зърното на перспективните линии двуреден ечемик са представени в Таблица 23. През периода на проучване масата на 1000 зърна на средния стандарт е 45.27 g, а на линиите варира от 41.50 g до 51.50 g. Средно за перспективните линии през периода масата на 1000 зърна е 46.46 g, което ги определя като линии с голяма едрина на зърното. Изравнеността I класа варира в диапазона от 84.8 % до 95.5 %. Средната стойност е по-ниска в сравнение със стойността на стандартите. Съдържанието на протеин при линиите двуреден ечемик е от 10.25 % до 13.90 %, средно 12.36 %.

Нископротеинови (до 12.0%), подходящи за пивоварно зърно са линиите ПГ 4480 (12.00%), ПГ 4626 (11.68%) и ПГ 4628 (10.25%). С високо протеиново съдържание са линиите ПГ 4481 (13.80%), ПГ 4491 (13.90%) и ПГ 4622 (13.25%), чийто зърно може да се използва за фуражни цели. Съдържанието на екстракт средно за проучваните линии е 76.6 % при 78.2 % за средния стандарт, което показва, че като цяло групата отстъпва по този показател. Сред тях има и такива, показали високо екстрактно съдържание над 80 %. Линията ПГ 4628 е с екстракт 80.1 % и се отличава с добро съчетание на изследваните показатели по качество за пивоварни цели.

От данните в Таблица 24 за показателите, характеризиращи качеството на перспективните линии многореден ечемик се вижда, че масата на 1000 зърна е с добри стойности - от 35.50 g до 41.50 g. С най-висока маса на 1000 зърна се отличават ПГ 4514 (39.50 g), ПГ 4513 (40.50 g) и ПГ 4501 (41.50 g). Съдържанието на суров протеин в зърното средно за групата е 12.28%. С висок протеин се отличава ПГ 4520 (13.23%). Изложените резултати показват, че съдържанието на лизин е от 2.22 % до 3.53 %. ПГ 4505 и ПГ 4520 са линиите многореден ечемик с най-високи стойности на лизин, съответно 3.52 % и 3.53 %. Съдържанието на скорбяла при проучваните линии е на нивото на средния стандарт и е от 55.46 % до 58.60 %. Линиите ПГ 4520 и ПГ 4513 се отличават с много добро качество на зърното. Същите са с добра продуктивност, реализирали добив със 6.9 % и 5.03 % над стандарта (Таблица 22).

Таблица 21. Добив на перспективни линии двуреден ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*) за периода 2012-2014 година

Сортове и линии	2012 година		2013 година		2014 година		Средно за 2012-2014 година	
	kg/da	%	kg/da	%	kg/da	%	kg/da	%
Обзор	529	97.06	581	103.20	596	107.78	568	102.53
Емон	571	104.77	512	90.94	506	91.50	529	95.49
Каскадьор 3	535	98.17	598	106.33	558	100.90	564	101.81
Среден стандарт	545	100.00	563	100.00	553	100.00	554	100.00
Перун	572 cde	104.90	564 fgh	100.10	584 cd	105.50	573	103.40
ПГ 4480	601 b	110.30	614 cde	109.10	580 cd	104.70	598	108.00
ПГ 4481	567 bcd	104.02	530 h	94.10	564 d	101.90	553	99.90
ПГ 4447	530 de	97.30	617 cd	109.60	616 bc	111.40	588	106.10
ПГ 4463	560 bcd	102.80	605 c-f	107.50	594 cd	107.40	586	105.80
ПГ 4461	548 cde	100.70	570 e-h	101.20	553 d	99.90	557	100.50
ПГ 4491	528 de	97.00	555 gh	98.60	536 d	96.80	540	97.40
ПГ 4622	647 a	118.70	691 a	122.70	665 ab	120.30	668	120.50
ПГ 4625	556 cd	102.02	643 bc	114.20	666 a	120.30	622	112.20
ПГ 4626	542 cde	99.40	674 ab	119.80	591 cd	106.80	602	108.70
ПГ 4648	586 bc	107.60	629 bcd	111.80	614 c	111.00	610	110.10
ПГ 4643	505 e	92.70	588 d-g	104.40	618 abc	111.70	570	102.90
ПГ 4628	507 e	93.03	550 gh	97.70	574 cd	103.80	544	98.10
Средно	557		600		595		583	
LSD	44.69		46.07		49.17			
VC %	5.62		5.38		5.79			

Таблица 22. Добив на перспективни линии многореден ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*) за периода 2012/2014 година

Сортове и линии	2012 година		2013 година		2014 година		Средно за 2012-2014 година	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg/da	%
Веслец	561	102.37	521	95.42	488	95.13	523	97.57
Изгрев	535	97.62	571	104.58	537	104.68	548	102.24
Среден стандарт	548 bcd	100.00	546 c	100.00	513 c	100.00	536	100.00
ПГ 4501	582 ab	106.20	599 b	109.70	550 bc	107.20	577	107.65
ПГ 4502	575 bc	104.90	666 a	121.90	638 a	124.40	626	116.80
ПГ 4505	556 bcd	101.50	569 bc	104.20	546 bc	106.40	557	103.90
ПГ 4507	551 bcd	101.00	542 c	99.30	544 bc	106.04	546	101.90
ПГ 4513	629 a	114.80	504 d	92.30	585 ab	114.04	573	106.90
ПГ 4514	540 bcd	98.50	541 c	99.10	572 b	111.50	551	102.80
ПГ 4517	542 bcd	98.90	575 bc	105.30	589 ab	114.80	569	106.20
ПГ 4520	555 bcd	101.30	571 bc	104.60	562 bc	109.60	563	105.03
ПГ 4528	580 ab	105.80	544 c	99.60	560 bc	109.20	561	104.70
ПГ 4434	527 cd	96.70	554 c	101.50	565 bc	110.10	549	102.40
ПГ 4435	514 d	93.80	558 c	102.20	560 bc	109.20	544	101.50
Средно	558		564		565		563	
LSD	51.41		35.82		53.76			
VC %	6.42		4.43		6.63			

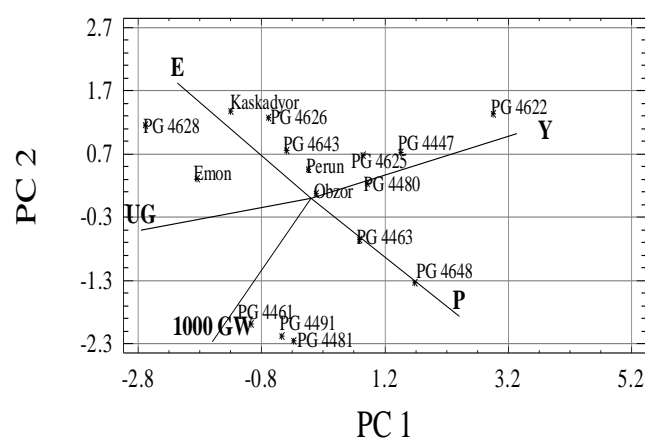
Таблица 23. Качество на зърното на перспективни линии двуреден ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*) за периода 2012-2014 година

Селекционни линии	Маса на 1000 зърна (g)	Изравненост I класа (%)	Съдържание на протеин (%)	Екстрактно съдържание (%)
Обзор	46.30	89.5	12.57	77.2
Емон	45.50	95.6	11.74	78.0
Каскадър 3	44.00	94.6	11.50	79.5
Среден стандарт	45.27	93.2	11.93	78.2
Перун	44.50	91.9	12.14	76.2
ПГ 4480	44.80	90.2	12.00	73.6
ПГ 4481	51.00	92.9	13.80	75.4
ПГ 4447	44.00	84.8	12.32	75.4
ПГ 4463	49.50	86.0	12.72	76.1
ПГ 4461	51.50	95.2	12.18	73.0
ПГ 4491	50.00	93.5	13.90	75.6
ПГ 4622	41.50	88.2	13.25	75.8
ПГ 4625	46.50	89.2	12.36	77.7
ПГ 4626	44.50	95.9	11.68	78.7
ПГ 4648	46.00	92.8	13.50	71.2
ПГ 4643	47.00	88.3	12.32	80.5
ПГ 4628	48.00	94.5	10.25	80.1
Средно	46.46	91.6	12.36	76.6

Таблица 24. Качество на зърното на перспективни линии многореден ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*) за периода 2012-2014 година

Селекционни линии	Маса на 1000 зърна (g)	Съдържание на протеин (%)	Съдържание на лизин (%)	Съдържание на скорбяла (%)
Веслец	39.60	13.15	2.51	57.60
Изгрев	38.50	10.12	2.60	58.10
Среден стандарт	39.05	11.64	2.56	57.85
ПГ 4501	41.50	12.18	2.22	55.46
ПГ 4502	36.00	12.43	2.74	58.00
ПГ 4505	38.50	12.25	3.52	55.96
ПГ 4507	35.50	12.50	3.31	57.67
ПГ 4513	40.50	12.00	2.86	58.10
ПГ 4514	39.50	12.82	2.91	58.60
ПГ 4517	38.80	12.50	2.75	55.53
ПГ 4520	39.00	13.23	3.53	56.20
ПГ 4528	35.50	11.75	2.83	58.60
ПГ 4434	39.00	12.50	2.34	57.42
ПГ 4435	38.50	12.75	2.86	59.32
Средно	38.53	12.28	2.82	57.46

На фигура 7 е представена проекция на добива и изследваните показатели за качеството на зърното във факторното пространство. С най-голяма дължина е векторът на показателя съдържание на протеин, което показва, че той има определяща роля в общото вариране. Той е и векторът, който сключва остър ъгъл с вектора на добива, което говори за пряка зависимост между показателите. В отрицателния квадрант на векторното пространство попадат векторите на изравнеността I класа и масата на 1000 зърна. Разположението им доказва, че те са в отрицателна връзка с добива при изследваната група линии. Показателите съдържание на протеин и екстрактно съдържание зависят от условията на годината, за което доказателство са високите отрицателни стойности по РС 1 за екстракта и по РС 2 за протеина.



Фигура 7. Проекция на добива и качеството при перспективни линии двуреден ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*)

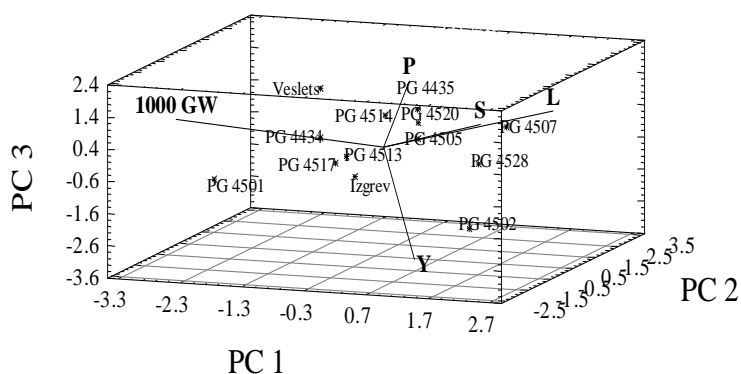
В положителния квадрант на векторното пространство около вектора на добива попадат най-високодобивните линии двуреден ечемик. Това са ПГ 4480, ПГ 4625, ПГ 4447 и ПГ 4622. С висок добив са и ПГ 4463 и ПГ 4648, но разположението им показва силна зависимост от условията на годината. На нивото на стандартите са ПГ 4628, ПГ 4626 и ПГ 4643. Нископродуктивни са ПГ 4461, ПГ 4491 и ПГ 4481 (Фигура 7).

За взаимовръзката между добива и показателите за качеството на зърното при перспективните линии двуреден ечемик говорят и установените корелационни зависимости (Таблица 25). Съществува доказана отрицателна средна корелация между добива и масата на 1000 зърна ($r = -0.578^*$). В проучваната група перспективни линии пивоварен ечемик е установена доказана средна отрицателна корелация ($r = -0.574^*$) между екстрактното съдържание и съдържанието на протеин. Тази връзка е много благоприятна за линиите за пивоварно зърно, в които се предпочита ниско протеиново и високо екстрактно съдържание. Установената корелация потвърждава и изследвания на други изследователи (Вълчева и Вълчев, 2012).

На фигура 8 е изобразено разположението на линиите и изследваните показатели за качеството на зърното във факторното пространство. Най-дълъг е векторът на масата на 1000 зърна, което предполага че този показател има най-голямо значение за варирането. Най-къс е векторът на показателя съдържание на скорбяла, което показва че тя има по-малко значение за общото вариране. Неговото разположение предполага зависимост от условията на годината.

Таблица 25. Корелационни зависимости между добива и качеството на зърното при перспективни линии двуреден ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*) за периода 2012-2014 година

Показатели	Добив	Маса на 1000 зърна	Изравненост I класа	Екстрактно съдържание	Съдържание на протеин
Добив	1	-0.578*	-0.475	-0.249	0.239
Маса на 1000 зърна		1	0.217	-0.170	0.231
Изравненост I класа			1	0.084	-0.270
Екстрактно съдържание				1	-0.574*
Съдържание на протеин					1



Фигура 8. Проекция на добива и качеството при перспективни линии многореден ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*)

В положителния квадрант са векторите на показателите съдържание на протеин, лизин и скорбяла. Линиите, които попадат около тези вектори са ПГ 4507, ПГ 4505, ПГ 4520 и ПГ 4435. При тях е налице благоприятно съчетание на изследваните показатели за качеството на зърното (Таблица 24). Високо добивни са ПГ 4528 и ПГ 4502. Мястото им в координатната система показва зависимостта на добива им от условията на годината.

Таблица 26. Корелационни зависимости между добива и качеството на зърното при перспективни линии многореден ечемик, устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda*) за периода 2012-2014 година

	Добив	Маса на 1000 зърна	Съдържание на протеин	Съдържание на лизин	Съдържание на скорбяла
Добив	1	-0.188	-0.068	-0.039	-0.166
Маса на 1000 зърна		1	0.108	-0.560	-0.367
Съдържание на протеин			1	0.244	-0.153
Съдържание на лизин				1	-0.080
Съдържание на скорбяла					1

В Таблица 26 са посочени връзките на добива с показателите за качеството на зърното. Резултатите показват, че добивът при многоредните линии е в отрицателни корелационни зависимости с показателите на зърното. Установеното потвърждава изследвания, докладвани от Бургазова (1982). Съществуват средни отрицателни корелации на масата на 1000 зърна със съдържанието на лизин ($r=-0.560$) и със съдържанието на скорбяла ($r=-0.367$) без статистическа доказаност. Съдържанието на протеин корелира положително, но слабо със съдържанието на лизин ($r=0.244$) без статистическа доказаност.

Изводи

1. При ечемика основна раса в популацията на кафявата праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup) в България е раса 4.

2. Идентифицирани са 59 устойчиви към праховита главня образци, които могат успешно да се използват като изходен материал за селекционата програма на ечемика.

3. Висока устойчивост към праховита главня имат генотиповете Орфей, S-9, Кт 287, Лардея, ПГ 4190, ПГ 4199 и ПГ 4354, които се отличават с високи добиви и с висока продуктивна братимост.

4. Признаците брой на продуктивните братя на m^2 и на растение, дължина на класа и брой на зърна в клас имат най-голямо значение за генетичната отдалеченост на устойчивите към кафява праховита главня образци.

5. Условието на годината и взаимодействието между факторите година x генотип оказват най-силно влияние върху варирането на добива и броя продуктивни братя на m^2 при устойчивите към праховита главня образци ечемик с произход България–Сирия–Турция.

6. Влиянието на генотипа е най-голямо при устойчивите към праховита главня образци ечемик с произход България–Сирия–Турция по показателите височина на растението, брой продуктивни братя на растение, дължина на класа, брой зърна в клас, стерилни класчета, тегло на зърното от клас и от растение, маса на 1000 зърна и те могат да служат за отбор на продуктивни форми.

7. При образците с произход България – Турция от условията на годината силно се влияе теглото на зърното от клас и по този показател не би следвало да се извършва отбор за високопродуктивни генотипове.

8. При българските образци дължината на класа, броят продуктивни братя на растение и теглото на зърното от растение зависят от условията на годината и са несигурен критерий за отбор по продуктивност.

9. Най-съществен дял за формирането на добива в проучваните сортименти имат признаците тегло на зърното от клас и растение и брой продуктивни братя на m^2 и на растение.

10. Типът на наследяване на изследваните признаци, обуславящи продуктивния потенциал на ечемика, е от непълно доминиране до свръхдоминиране.

11. Установени са трансгресии с висока степен и честота по показателите продуктивна братимост и тегло на зърното от растение в кръстоската Кт 305 x ПГ 4365 и по маса на 1000 зърна при Лардея x ПГ 4365.

12. Наследяването на признаците височина на растението, продуктивна братимост, дължина на класа, тегло на зърното от клас и растение и маса на 1000 зърна се определя от един до четири гена или една до четири групи от гени. Само за показателя брой зърна в клас отговарят повече гени или група гени - от 18 до 22.

13. Силно е влиянието на условията на средата върху фенотипната експресия на признаците тегло на зърното от клас в двете комбинации, дължина на класа и маса на 1000 зърна при кръстоската Кт 305 x ПГ 4365.

14. Генетичният дял е най-висок при показателите височина на растението, продуктивна братимост, брой зърна в клас и тегло на зърното от растение при двете комбинации и дължина на класа и маса на 1000 зърна при Лардея x ПГ 4365.

15. Положителни и относително високи стойности на ефективността на отбора са установени за признаците височина на растението, брой зърна в клас при двете комбинации, продуктивна братимост, тегло на зърното от клас и растение за кръстоската Кт 305 x ПГ 4365 и дължина на класа и маса на 1000 зърна при Лардея x ПГ 4365. Те предполагат извършването на отбор по тези признаци в по-ранни хибридни генерации (F₂-F₃).

Приноси

Научни приноси

1. Установена е физиологичната специализация на патогена на кафявата праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup) и е идентифицирана основната раса при съвременната сортова структура на ечемика и условията на отглеждане.

2. Проучени са корелационните зависимости между добива и елементите на продуктивността при устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup) образци ечемик.

3. Направена е характеристика на добива и елементите на продуктивността и са създадени математически модели на добива на устойчивите към кафява праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup) образци ечемик.

4. Проучен е генетичният контрол и типа на наследяване на признаци, обуславящи продуктивния потенциал на устойчиви към кафява праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup) образци ечемик.

Научно-приложни приноси

1. За първи път в страната е проведено задълбочено проучване по създаване на ново генетично разнообразие от ечемик, съчетаващо устойчивост към кафява праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup) с висока продуктивност.

2. Определени са образци ечемик, устойчиви на кафява праховита главня (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup) с ценни биологични и стопански качества, които могат да се използват като родителски форми за селекция.

3. Създадено е ново генетично разнообразие от устойчиви на праховита главня генотипове.

4. Перспективните линии ПГ 4480, ПГ 4447, ПГ 4628, ПГ 4520, ПГ 4513, ПГ 4625, ПГ 4622 и ПГ 4517 съчетават устойчивост към кафява праховита главня, висока продуктивност и качество на зърното. Те могат да се използват успешно в селекционния процес като родителски компоненти и за създаване на нови сортове ечемик.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИЯТА

1. **Попова Т.**, 2012. Състав на физиологичните раси на кафявата праховита главня (*Ustilago nuda*) в ЮИБългария. Изследвания върху полски култури, том VIII-2, 255-259.

2. **Попова Т.**, Д. Вълчева, 2017. Оценка на линии многореден ечемик по добив и неговите компоненти. Растениевъдни науки, 54 (5), 3-5.

3. **Попова Т.**, Д. Вълчева, 2018. Наследяване на някои елементи на продуктивността при кръстоски зимен ечемик. Field Crops Studies, (под печат).

Abstract

The aim of this dissertation is to enrich the genetic diversity of barley by creating genotypes resistant to loose smut (*Ustilago nuda*) with high productivity and good grain quality.

The experimental work was carried out in the period 2006-2014, when field-laboratory studies, breeding-genetic research and field trials were conducted.

As a result of the performed studies, it was established that the main race of the population of loose smut (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup) in Bulgaria is race 4. There were identified 59 accessions resistant to loose smut, which can be successfully used as source material for the barley breeding program. High resistance to loose smut was observed in genotypes Orfey, S-9, Kt 287, Lardeya, PG 4190, PG 4199 and PG 4354, which were distinguished with high yield and high productive tillering. Studies were conducted on the correlational dependencies between yield and productivity elements in barley accessions resistant to loose smut (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup). The yield and productivity elements were characterized and mathematical models were created for the yield of barley accessions resistant to loose smut (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup). Major part in forming the yield of the studied assortments was played by the following traits: grain weight per spike and per plant and number of spike producing tillers per m² and per plant. Their genetic nature was studied and the type of heritability of the studied traits determining the productive potential of barley was established. It was the first time in Bulgaria that an in-depth research was conducted on creating new genetic diversity of barley, combining resistance to loose smut (*Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup) and high productivity. As a result of these studies, new genetic diversity was created from genotypes and perspective lines PG 4480, PG 4447, PG 4628, PG 4520, PG 4513, PG 4625, PG 4622 and PG 4517 resistant to loose smut. They combine resistance to loose smut, high productivity and grain quality. They can be successfully used in the breeding process as parental components and to create new barley cultivars.

