

Богдан Бончев

**КОРЕЛАЦИЯ, ПРЕКИ И КОСВЕНИ
ЕФЕКТИ ПРИ ОБИКНОВЕНА ЗИМНА
ПШЕНИЦА (*TRITICUM AESTIVUM* L.)
СОРТ ГЕЯ 1 НА ПОТЕНЦИАЛЕН ДОБИВ
НА ЗЪРНО И ДОБИВ С ЕЛЕМЕНТИТЕ ИМ**



ГОДИШНИК НА ВУАРР

ТОМ VIII



Богдан Иванов Бончев завършва Висшия селскостопански институт (понастоящем – „Аграрен университет“), гр. Пловдив със специалност „Агроинженерство - Растителна защита“ през 1997 г.

През периода 2005-2008 г. започва работа като научен сътрудник в Института по тютюна и тютюневите изделия, с. Марково. Научната му дейност е в областта на сортоподдържането и селекцията на някои сортове тютюн - тип Виржиния.

През 2011 г. е назначен за асистент по сортоподдържане в Института по растителни генетични ресурси „Константин Малков“ (ИРГР), гр. Садово, в отдел „Качество на сортовете и семената“.

Защитава докторска дисертация през 2017 г в областта - сортоподдържане на двуреден зимен ечемик на тема: „Изследвания върху фенотипната и генотипна чистота на сортове ечемик за получаване на автентични семена“.

От септември 2019 г. е назначен за селекционер на тритикале в отдел „Селекционно-генетичен и сортоподдържане“.

Основната му дейност през периода 2011-2019 е насочена към проучване на биологичните характеристики на растенията от различни сортове обикновена зимна пшеница, ръж, овес, тритикале, фъстъци, грах и производство на автентични семена от тях. За правилното осъществяване на сортоподдържането е използвал описанията на сортовете от различни дескриптори. Научните му задачи бяха насочени към наблюдение и описание на основните морфологични маркери за идентифициране на сортовете от обикновена зимна пшеница при полски условия.



UNIVERSITY OF AGRIBUSINESS AND RURAL DEVELOPMENT
YEARBOOK, VOLUME VIII, 2020

**CORRELATION, DIRECT AND INDIRECT
EFFECTS OF COMMON WINTER WHEAT
(*TRITICUM AESTIVUM* L.) CULTIVAR GAYA 1
OF POTENTIAL GRAIN YIELD AND YIELD
WITH ITS ELEMENTS**

Bogdan Bonchev

Abstract: The experiment was carried out in the experimental field of the Institute of Plant Genetic Resources - Sadovo with common winter cultivar Gaya 1. The study covers the period of two vegetation years 2016-2018. The study period is characterized by contrasting conditions, with drought in April. The potential grain yield of Gaya 1 was calculated by modifying the formula of Edwards (2017). The potential grain yield of Gaya 1 is based mainly on the number of productive tillers of m^2 and the weight of grains in the spike. They have a direct effect of the potential yield. The grain yield from the square meters of cultivar Gaya 1 is formed mainly by the number of productive tillers / m^2 with a significant direct effect. Negative indirect effect and strong negative correlation are observed between spike density and grain yield, as well as with potential grain yield. Spike length has a strong positive correlation and a large overall indirect effect with potential grain yield. The correlation between the potential grain yield and the grain yield is strongly positive. A proven decrease in grain yield with a similar trend was found in the potential yield in the second year of the study. The main reason for the decrease in grain yield is the decrease in the number of productive tillers / m^2 .

Keywords: potential grain yield, grain yield, Gaya 1, variety maintenance, cultivar direct and indirect effects, correlation.

КОРЕЛАЦИЯ, ПРЕКИ И КОСВЕНИ ЕФЕКТИ ПРИ ОБИКНОВЕНА ЗИМНА ПШЕНИЦА (*TRITICUM AESTIVUM* L.) СОРТ ГЕЯ 1 НА ПОТЕНЦИАЛЕН ДОБИВ НА ЗЪРНО И ДОБИВ С ЕЛЕМЕНТИТЕ ИМ

Богдан Бончев

Резюме: Опитът е изведен в опитното поле на Институт по растителни генетични ресурси-Садово с обикновена зимна сорт Гея 1. Изследването обхваща периода от две вегетационни години 2016-2018. Периодът на изследване се характеризира с контрастни условия, със засушаване през април. Потенциалния добив на зърно на сорт Гея 1 е изчислен с модификация на формулата на Edwards (2017). Потенциалният добив на зърно при сорт Гея 1 се гради основно на броя на продуктивните братя на m^2 и масата на зърната в класа. Те имат пряк ефект върху потенциалния добив. Добивът на зърно от метровките на сорт Гея 1 се формира основно от броя на продуктивните братя/ m^2 със значителен пряк ефект. Отрицателен косвеният ефект и силна отрицателна корелация се наблюдават между плътността на класа и добива на зърно, както и с потенциалния добив на зърно. Дължината на класа има силна положителна корелация и голям общ косвен ефект с потенциалния добив на зърно. Силна положителна е корелационната връзка между потенциалния добив на зърно и добива на зърно. Установено е доказано намаление на добива от зърно със сходен тренд при потенциалния добив през втората година на изследването. Основната причина за намаляването на добива от зърно е намаляването на броя на продуктивните братя/ m^2 .

Ключови думи: потенциален добив на зърно, добив зърно, сорт Гея 1, сортоподдържане, преки и косвени ефекти, корелация.

ВЪВЕДЕНИЕ

Различните признаци влияят специфично върху стопанските характеристики. В отделни случаи силното положително пряко влияние върху отделни признаци се елиминира от отрицателната стойност на косвеното влияние на същия признак чрез останалите признаци (Velcheva, 2014).

Най-високи стойности на корелация и процентно съвпадение при групиране “Chi-square automatic interaction detection (CHAID) growing method” спрямо морфологичните признаци на класа има масата на зърната от клас. Броят на класчетата по дължина на класа, има процентно съвпадение по групирането „CHAID growing method“ (McMaster et al., 1987). Това прави признакът брой класчета по дължината на класа ефективен по отношение озърнеността на пшеницата и фертилността на класчетата (Stoyanov, 2013). Увеличаване на броя на зърната в клас може да се получи чрез запазване на плодните класчета във фаза цъфтеж (Slafer et al., 2015). Повече на брой цветчета в класа имат положителен ефект върху броя на зърната в класа. Те отрицателно корелират с масата на 1000 зърна. Между масата на зърното в класовете и броя на цветчетата в класа отрицателна корелация е установена само при два изследвани сорта (Koshkin, 2016). Формите пшеници с височина около 100 cm в сухи условия се проявяват по-добре от полу-джуджести форми, при запазване на „stay green“ ефект в периода цъфтеж-наливане на зърното (Boyadjieva D., 2011).

Общото влияние на генотипа и средата е най-голямо върху добива от зърно от единица площ. Най-голямо влияние има генотипа върху признаците-елементи на добива маса на 1000 зърна и брой класчета от централен клас (Dimitrov, 2017). Влиянието на генотипа спрямо средата върху признака маса на 1000 зърна е значително (Angelova et al, 2020).

Регресионните модели за маса на зърно от растение включва за независими променливи признаците: брой класчета в централен клас, маса на зърната от централен клас, маса на 1000 зърна, жътвен индекс. В регресионните модели са включени само статистически доказани показатели елементи на добива. Най-силна корелация при обикновена зимна пшеница е установена при признаците маса на зърната от растение и маса на зърната от централен клас. Регресионният модел за стопански добив от единица площ има само един предиктор брой класчета в централен клас, като константата на уравнението е с

положителна стойност (Dimitrov, 2017). При ечемик е установено, че признаците продуктивна братимост и маса на зърното от клас имат най-висок пряк ефект върху добива от зърно (Neukov, 2016). Tsenov et al (2013) твърдят, че за по-висок добив зърно от пшеница най-голямо значение имат успешното съчетаване на броят на продуктивни братя и броят на зърната от клас. Следователно броят на продуктивните братя е един от основните признаци, на който се гради добива.

По отношение на методическата работа стойността на вариацията на променливата реакция (или коефициент на детерминация) R^2 е мярка за сила на съвпадение на моделите на линейна регресия. Тази статистика показва процента на дисперсията на зависимата променлива, която независимите променливи представят общо. Стойността на R^2 измерва силата на връзката между изследвания модел и зависимата променлива в скала от 0 - 100% (Frost, 2020) . По друг начин казано, дава в проценти взаимовръзката между зависимата променлива и нейната независима променлива. Високите стойности на R^2 според Frost (2020), не винаги показват добри резултати. Неслучайните остатъчни модели може показват лошо напасване на данните въпреки високия R^2 . Може да липсват значими независими променливи, или моделът да е не линеен. Така, че е необходимо да се види визуално на скатър-плот разсейването на данните. Статистиците казват, че регресионен модел „пасва“ на данните и ако разликите между изследваните стойности и прогнозните стойности са малки и разумни. Път или Path анализът може да се разглежда за форма на множествена регресия, фокусираща се върху причинно-следствената връзка. Pearl (2018) счита path анализът за пряк предшественик на техниките на причинно-следственото заключение. Приложено към множествена регресия, основното правило за path анализ гласи, че корелация между независима и зависима променлива е сумата от прекия ефект и всички косвени ефекти (Caray, 1998).

Целта на изследването е да се направят модели на добива на сорт Гея 1 –потенциален добив на зърно и добив от зърно, които да се съпоставят. Да се установи адекватността на прогнозния модел на добива.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Опитът е изведен на опитното поле на Института по растителни генетични ресурси (ИРГР) „К. Малков“ в гр. Садово, намиращ се в Южен централен район на България в периода 2016/2017-2017/2018 г. Почвата е тип канеленовидна смолница (Pellic vertisol по ФАО), средно

мощна (А+В хоризонт = 60-80 cm), леко глинеста, с високо съдържание на физична глина и на илова фракция (Dimitrov, 2018).

Заложен е полски опит с елитни потомства на обикновена зимна пшеница сорт Гея 1. Сорт Гея 1 е средна по сила пшеница, създадена по метода на междусортова хибридизация. Стъблото е ниско 70-75 cm, класът е с 46-50 броя зърна на клас, плътен, с дължина 9-10 cm. Масата на 1000 зърна на сорт Гея 1 е 48-52 g, сортът е средноран с висок потенциален добив над 850 kg (Boyadjieva, 2007; Rachovska et al. 2012, <https://agriacad.bg/>). Ниското стъбло го отличава от останалите сортове обикновена зимна пшеница, които са сортоподдържани в ИРГР, (<http://ipgrbg.com/>). Изключение прави сорт КМ 135, който не е обект на изследването, но също е нисък, (MAFI, 2010). Това прави сорт Гея 1 по-лесен за сортоподдържане с използване на признака дължина на стъблото. Характеризира се със стабилност на добивите, студоустойчивост, потенциал на продуктивност (Krusteva, 2012).

Сеитбата е направена по схема за сравнително изпитване на потомства първа година в сортоподдържането на житни култури (MAFI, 1977). Отборът на изходни класове е извършен в предбазови посеви. След направена преценка в лабораторни условия по типичност на класовете и семената се пристъпи към подготовка на сеитбата, като семената на класовете не смесват. Семената са засети машинно, като всеки ред представлява семена от един клас с дължина 1 m и разстояния 25-30 / 5-6 cm. Редовете, представляващи потомства са разделени с 35-40 cm пътека. Между лехите с широчина 90 cm се оставят 35-40 cm пътека. Сеитбата е извършена в срок - през месец октомври.

Биометрията се извърши съгласно ръководството на Dimova&Marinkov (1999) от растения събрани от метровки, като класовете са изронени ръчно, тоест не е допуснато смесване на класове. Отчетени са височина на растенията без осилите (cm), брой продуктивни братя на m², брой зърна в клас, дължина на класа в (cm), маса на зърната от клас (g), маса 1000 зърна (g), плътност на клас.

Потенциален добив зърно (bushel/Acre)=(БПБ/m²*Маса на зърната от клас*726)/108 00, където 726 е константа (Edwards 2017), БПБ/m² -брой продуктивни братя/m². Числото 10 800 е семената в „seed per pound” от формулата на Edwards при 39-50 g маса на 1000 зърна за пшеница, показателят варира от 10 800 до 12 000. (Alberta Ag-Info Centre, 2018). Получената стойност на потенциалния добив след това е превърната в kg/da с помощта на Kyles Converter (<http://www.kylesconverter.com>). Добивът от зърно е получен от пробни

снопове събрани от метровки $\frac{1}{4} \text{ m}^2$ (Shanin, 1977, Kirchev et al. 2014), преизчислен към 1 m^2 . Зърното получено от тях е събрано ръчно от класове. Класовете са преработени на класова вършачка и зърното е почистено на семечистачна машина с вакуум.

Направени са следните анализи: изчислена е средната аритметична, вариационен анализ, представен с вариационен коефициент; показател за точност (Dimova&Marinkov, 1999a), отчетени са максимални и минимални стойности на признаците, Excel 2010 . Извършен е дисперсионен анализ на изследваните признаци с програмните продукти SPSS 19 и JMP 5.0.1, представен с анализ на варанса. Направен е тест за хомогенност на потомствата от сорта с програмния продукт SPSS 19 (SPSS Inc.).

С помощта на тест на Levine (тест за хомогенност) и с ANOVA (дисперсионен анализ) се установява хомогенността на данните от добива. Те не са хомогенни при $\text{sig} < 0.05$. Има съществени различия на варианса. Вариантите са от различни съвкупности. При $\text{sig} > 0.05$ няма достоверни различия.

Извършени още: корелационен по Genchev et al. (1975), регресионен анализ, стъпков регресионен анализ (Vandev, 2003). Направен е Fit модел за извеждане на LSD (least significant difference) с програмата JMP 5.0.1, (SASI, 2002). Коефициентният path анализ (Caray, 1998) е изчислен на база корелационната решетка. В нея всеки елемент на добива е умножен с прилежащият по вертикала стандартизиран регресионен коефициент β , представляващ прекия ефект от General linear model, ANOVA, SPSS 19.

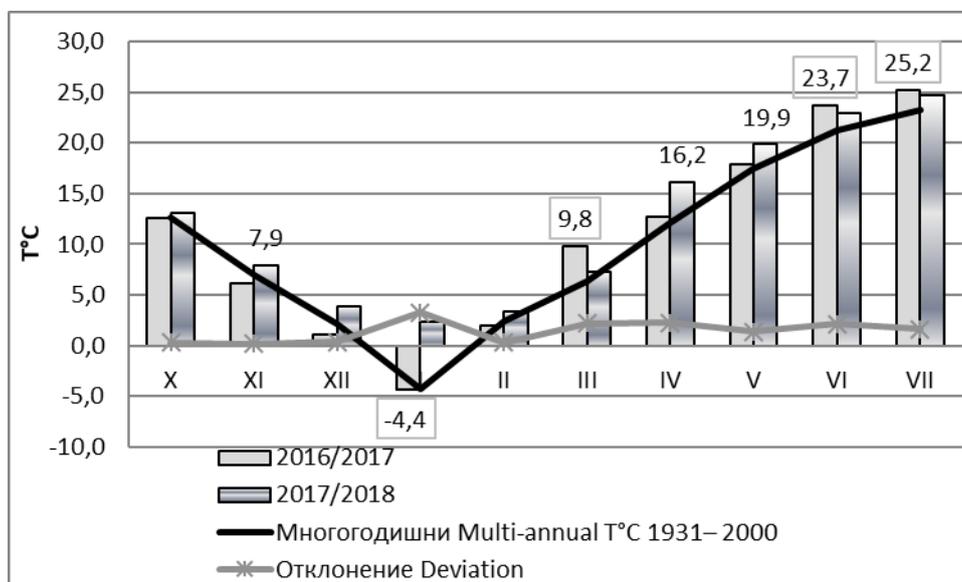
С помощта на корелационен, регресионен анализ и path анализ се търсят признаците, които оказват най-голямо влияние на формирането на добива от обикновена зимна пшеница сорт Гея 1 в условия на сортоподдържане. Установява се съществуването на връзка между добива и потенциалния добив от зърно. Сорт Гея 1 е изследван при метеорологични условия, които показват неговата реакция в условия на изменения на глобалния климат.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В климатично отношение районът се характеризира с преходно-континентален климат, с продължителна и хладна пролет, сухо и горещо лято, удължена и сравнително суха и топла есен, безснежна, студена зима. Районът е равнинен с надморска височина 158 m. Режимът на валежите има континентален характер с летен максимум (юни) и зимен минимум (февруари). Характерно е, че през август и

септември в района има ясно изразена суша, когато се наблюдава и вторият валежен минимум. Преобладаващият вятър е западен със скорост до 5 m/s.

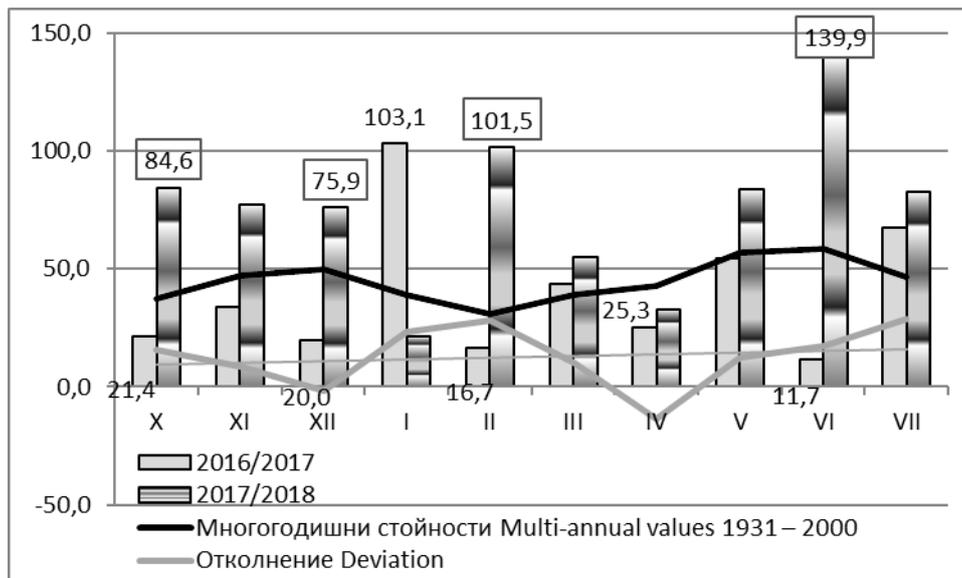
Отклонението на средните месечни температури е положително през януари и от март до юли, като е най-голямо през януари. През януари 2017 г. се наблюдава отрицателна средно-месечна температура (-4.4°C), която съвпада с климатичната норма, както и високи юнски, и юлски температури (фиг. 1).



Фиг. 1. Средни температури T°C по месеци през две вегетационни години 2016/2017-2017/2018 г.

Figure 1. Average temperature T°C of months during two vegetation years 2016/2017-2017/2018.

През март на 2017 г., април и май на 2018 г. се наблюдават по-високи средно-месечни температури. По-високите температури подсилват ефекта на засушаването през април на 2018 г. Високата майската средно-месечна температура на 2018 г. е неблагоприятна през периода на изкласяване-цъфтеж. Високата юлска температура по време на наливане на зърното през юли 2017 г също може да ускори наливането на зърното и да прекрати процеса на по-ранен етап.

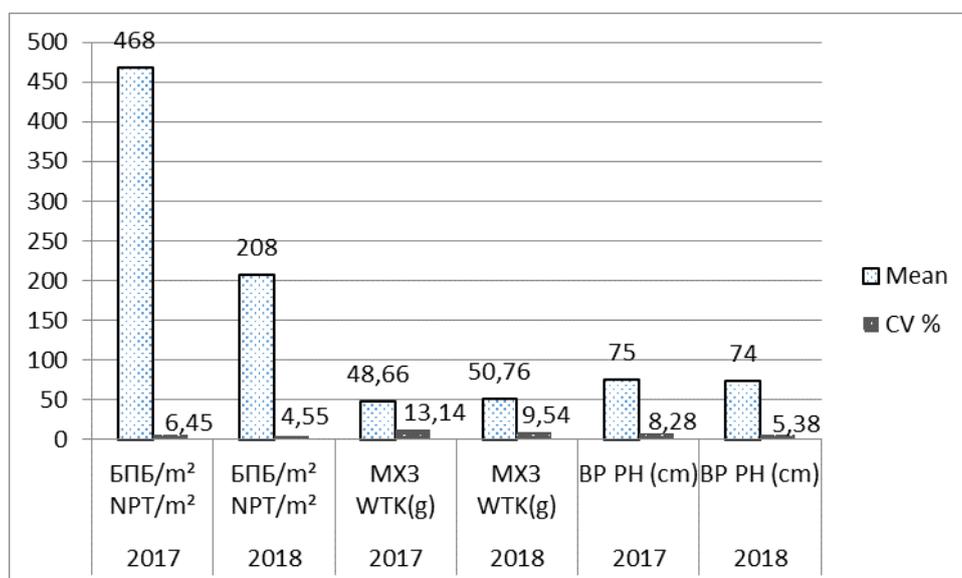


Фиг. 2. Сума на валежни суми (mm) по месеци през две вегетационни години 2016/2017-2017/2018 г.

Figure 2. Sum of rainfall (mm) of months during two vegetation years 2016/2017-2017/2018.

Първата година от изследването 2016/2017 г се характеризира с периоди на засушаване октомври-декември, февруари-април, юни, които частично се компенсират с валежи около нормата през март и май на 2017 г. През 2017/2018 г. се наблюдава засушаване през януари; както и през април на 2018 г., по време на вегетацията. Валежен максимум през 2016/2017 г. се наблюдава през януари 2017 г. Валежен максимум с натрупване на валежи през 2017 г се наблюдават през периода октомври -декември 2017, февруари и май-юли на 2018 г. Най-много валежи има през юни 140 mm, който е значително над нормата (фиг. 2).

Периодът на изследване се характеризира с контрастни условия, със засушаване през април. През първата година се наблюдават периоди на засушаване, втората година е по-дъждовна, но с неравномерно разпределение на валежите.



Фиг. 3. Средни аритметични и вариационен коефициент на елементи на добива на сорт Гея 1

Figure 3. Arithmetic mean and variation coefficient of elements of the yield of cultivar Gaya 1

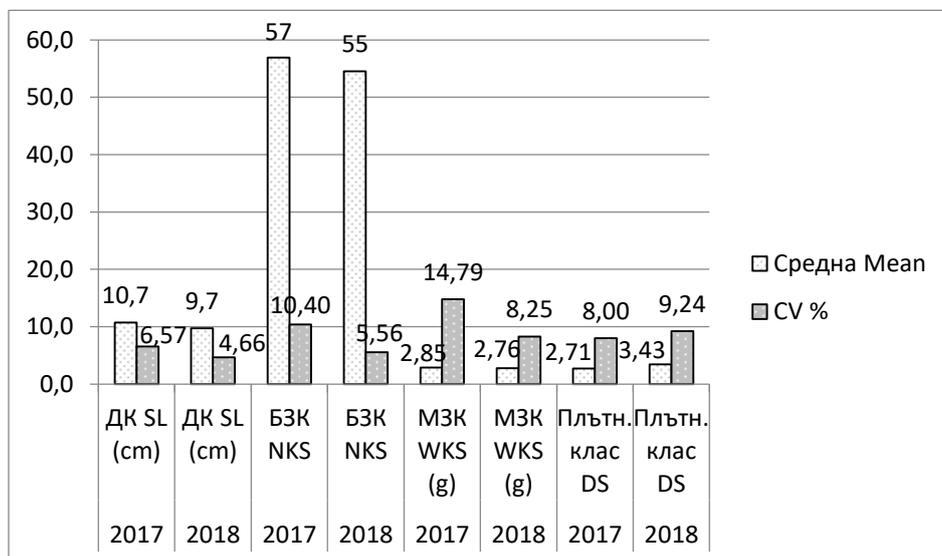
БПБ/м²-брой продуктивни братя/м², BP-височина на растенията, МХЗ-маса на 1000 зърна

NPT/м² Number of productive tillers/m², PH-plant height;, WTK-weight of 1000 kernels.

Броят на продуктивните братя/м² на сорт Гея 1 варира по години от 208 до 468 с размах 260. Вариационните коефициенти на БПБ/м² варират от 4.55 до 6.45%, показващи слабо вариране. Масата на 1000 зърна варира от 48.66 до 50.76 g, с размах 2.1 g, като варирането е от слабо до средно 9.54-13.14%. Височината на растенията варира от 74 cm до 75 cm, с размах 1 cm. Вариационният коефициент е от 5.38 до 8.28% и показва слабо вариране. Най-толерантни при засушаване във фазите изкласяване и наливане на зърното са елементите на добива маса на 1000 зърно и дължина на главен клас, в които се проявява в по-силна степен генотипът (Chipilski, 2016). През втората година БПБ/м², масата на 1000 зърна, височината на растенията е с по-слабо вариране при сорт Гея 1, фиг. 3.

Дължината на класа на сорт Гея 1 варира от 9.7 до 10.7 cm с размах по години от 1 cm. Варирането е слабо от 4.66 до 6.57%. Броят на зърната в класа варира от 55 до 57 при размах 7 броя. Варирането на

броят на зърната от клас е слабо до границата със средното вариране, от 5.56 до 10.4%. Масата на зърната от клас варира от 2.76 до 2.85 g, с размах 0.09 g и от слабо до средно вариране, от 8.25 до 14.79%. През втората година елементите на добива от класа с изключение на плътността на класа е с по-слабо вариране, фиг. 4.



Фиг. 4. Средни аритметични и вариационен коефициент на елементи на добива от класа на сорт Гея 1

Figure 4. Arithmetic mean and variation coefficient of elements of yield of the spike for cultivar Gaya 1

ДК-дължина на клас, БЗК-брой зърна в клас, МЗК-маса на зърната от клас, Плътн. клас-плътност на класа; SL-spike length, NKS-number of kernels of spike, WKS- weight of kernels per spike, DS- Density of spike

Броят на продуктивните братя/m² и дължината на класа през изследвания период са с тренд на понижаване от първата към втората година. Плътността на класа при сходен брой зърна в класа е с тренд на увеличаване от първата към втората година. Дължината на класа, броя на зърната от клас, масата на 1000 зърна и височината на растенията по средни стойности имат малък размах на варирането, (фигура 3 и 4). Размахът на варирането на маса 1000 зърна на сорт Гея 1 е в рамките на описаното за родните сортове пшеници (Tsenov et al., 2013). През 2016 г. поникването се осъществява с помощта на

валежите от ноември и октомври. Тъй както зимата е студена братенето протича рано на пролет. През втората година от изследването братенето може да протича и по време на зимата, поради положителните средно месечни температури. Валежите през втората година са значителни в периода на поникването. Възможно е поникналите растения през 2017 г. да са по-малко на брой, вследствие развитие на почвени патогени и братенето не е могло да компенсира това. Засушаването през април 2018 г. е повлияло повече на дължината на класа, отколкото на броя на зърната в класа.

Резултатите показват, че максималната стойност на потенциалният добив на обикновена зимна пшеница сорт Гея 1 през годините на изследване е 659 kg/da установен през реколтна 2017 г и минималният размер е 202 kg/da през 2018 реколтна година. По средни аритметични потенциалният добив на зърно на сорт Гея 1 варира от 234 до 598 kg/da с размах 364 kg/da. Добивът от зърно е с максимум 367 kg/da през 2017 реколтна година и минимум 154 kg/da през 2018 г. По средни данни добивите на сорт Гея 1 в условия на сравнително изпитване на потомства първа година се движат от 177 до 357 g/m² размах 113 g/m². Варирането на потенциалния добив по години е слабо до границите със средното вариране 9.99 до 10.08%, показателят за точност е от 3.16 до 3.19%, точността е задоволителна. Добивът от зърно от метровките, който е получен след почистване на семечистачна машина варира от 4.65% до 9.67%, варирането е слабо. Показателят за точност на добива от зърно е със стойности от 2.32 до 4.83%, точността е от добра до задоволителна. Варирането е по-голямо през втората година, (Таблица 1).

Таблица 1. Характеристика на средните аритметични на потенциалния добив от зърно и добива на зърно на сорт Гея 1

Table 1. Characteristics of arithmetic means of potential grain yield and grain yield of cultivar Gaya 1

Признаци-елементи добива сорт Гея 1 Signs- yield elements of cultivar Gaya 1	Години Years	Mean	CV%	S \bar{x} %	Minimum	Maximum
Потенциален добив зърно Potential grain yield (kg/da)	2017	598	10.08	3.19	464	659
	2018	234	9.99	3.16	202	282
Добив зърно от метровките g/m ² Grain yield from square meter (g/m ²)	2017	357	4.65	2.32	332	367
	2018	177	9.67	4.83	154	195

= 281 =

Таблица 2. Най-малки значими разлики на потенциален добив на зърно и добив на зърно на сорт Гея 1

Table 2. Least significant difference of potential grain yield and grain yield for Gaya 1

Година Year	Сорт Гея 1 cultivar Gaya 1	Потенциален добив зърно Potential grain yield (kg/da)	Добив зърно от метровките Grain yield per square meter (g/m ²)
2017		598 ^a	357 ^a
2018		234 ^b	177 ^b
LSD		42.90	28.91
CV%		10.98	6.35

С помощта на Fit анализа се установява, че двете години попадат в различни групи А и В. По-висок е потенциалният добив на зърно и добива от зърно през първата година от изследването. Те и двата попадат в група А. През втората година и двата признака са в група В. Следователно добива се понижава през втората година. Варирането на добива от зърно е слабо 6.35% за двете години, а на потенциалният добив е средно 10.98% (Таблица 2).

Тестът за хомогенност на потомствата по години изчислен с SPSS 19 показва, че потомствата по потенциален добив в рамките на сорта, са хомогенни при степен на достоверност (sig.) по-висока от 0.05. Тестът за хомогенност приложен за две години показва, че добивът от зърно от метровките също е хомогенен по потомства, при степен на достоверност по-голяма от 0.05 (Таблица 3).

Дисперсионният анализ на сорт Гея 1 по потомствата показва, че не се наблюдава различие в добива от зърно и потенциалния добив по потомствата в рамките на сорта. Степента на достоверност и по двата признака е по-голяма от 0.05. Степента на достоверност на потенциалния добив зърно е първата година е (sig=0.916), през втората година е (sig=0.609). Степента на достоверност на добива от зърно за двете години е (sig=0.883). Резултатите от стойността на степента на достоверност от SPSS 19 съвпадат по стойност с „С.Total“ в JMP 5.0.1 и са представени в колона (sig.), (Таблица 4).

Таблица 3. Тест за хомогенност на потомствата по добив на сорт Гея 1**Table 3.** Homogeneity test of cultivar Gaya 1

Признаци по потомства; сорт Гея 1 Signs trough offspring;cultivar Gaya 1	Година year	Статистика на Левин Levene Statistic	DF 1	DF 2	Sig.
Потенциален добив зърно Potential grain yield (kg/da)	1	0.451	1	8	0.521
	2	0.703	1	8	0.426
Добив на зърно Grain yield (g/m ²)		1.513	1	6	0.265

Таблица 4. Дисперсионен анализ на добива на сорт Гея 1 по потомства**Table 4.** Dispersion analysis of yield of Gaya 1 cultivar trough offspring

Признаци по потомства;сорт Гея 1; Signs trough offspring; cultivar Gaya1	Year Година	Source of variation Причини за вариране	SS	DF	MS	F	Sig.
Потенциален добив зърно; Potential grain yield kg/da	1	Model Модел	48.4	1	48.40	0.0119	0.916
		Error Грешка	32613.2	8	4076.65		Prob>F
		Total Общо	32661.6	9			0.9159
	2	Model Модел	168.1	1	168.10	0.2831	0.609
		Error Грешка	4750.8	8	593.850		Prob>F
		Total Общо	4918.9	9			0.6092
Добив зърно Grain yield (g/m ²)	2 years години	Model Модел	242.0	1	242.00	0.0237	0.883
		Error Грешка	61288.0	6	10214.67		Prob>F
		Total Общо	61530.0	7			0.8827

Тестът за хомогенност на потенциалният добив и добива от зърно от метровките приложен по години показва, че признаците са хомогенни при степен на достоверност (sig.) по-голяма от 0.05, таблица 5.

Таблица 5. Тест за хомогенност на добива по години.

Table 5. Homogeneity test of the yield trough years

Признаци по години на сорт Гея 1 Signs trough years of cultivar Gaya 1	Статистика на Левин Levene Statistic	DF 1	DF 2	Sig.
Потенциален добив на зърно Potential grain yield. (kg/da)	3.886	1	18	0.064
Добив зърно от метровките g/m ² Grain yield from square meter (g/m ²)	0.116	1	6	0.745

По двата признака характеризиращи добива – добива от зърно и потенциалния добив от зърно се наблюдава доказано различие по години при степен на достоверност (sig.) по-малка от 0.05, (таблица 6).

Таблица 6. Дисперсионен анализ на добива на сорт Гея 1 по години

Table 6. Dispersion analysis of yield of Gaya 1 cultivar trough years

Признаци по години на сорт Гея1; Signs trough years of cultivar Gaya1	Source of variation Причини за вариране	SS	DF	MS	F	Sig.
Потенциален добив зърно; Potential gain yield kg/da	Model Модел	661388.5	1	661388.5***	316.786	0.000 Prob>F <0.0001
	Error грешка	37580.5	18	2087.8		
	Total Общо	698969.0	19			
Добив зърно от метровките; Grain yield per square meter g/m ²	Model Модел	59858.0	1	59858.0***	214.801	0.000 Prob>F <0.0001
	Error Грешка	1672.0	6	278.7		
	Total Общо	61530.0	7			

*Доказано при степен на достоверност sig.<0.05; **Доказано при степен на достоверност sig.<0.01; *** Доказано при степен на достоверност sig.<0.001;
*Proved for significance sig.<0.05; **Proved for significance sig.<0.01; ***Proved for significance sig.<0.001

Установява се, че броят на продуктивните братя/m² е в силна положителна корелация с потенциалния добив на зърно от сорт Гея 1 (r=0.938**) и с добива от зърно (r=0.993**). БПБ/m² е в средна по сила положителна корелация с дължината на класа (r=0.615**) и силна отрицателна корелация с плътността на класа (r=-0.775**). Дължината на класа е със силна положителна корелация с потенциалния добив на зърно (r=0.734**), с плътност на класа е в силна отрицателна

корелация ($r=-0.825^{**}$). При повишаване на масата и дължината на класа, може да се намали плътността на класа. Възможната причина е конкуренцията между класчетата в състояние на стрес (Leilah & Al-Khateeb, 2005; Beheshtizadeh et al., 2013). Корелацията на дължината на класа с броят на зърната в класа е средна по сила и положителна ($r=0.562^{**}$), (таблица 7).

Таблица 7. Корелационен анализ на признаци-елементи на добива на сорт Гея 1

Table 7. Correlation analysis of signs-elements of the yield of cultivar Gaya 1

Признаци на сорт Гея 1; Signs of cultivar Gaya 1	БПБ/м ² NPT/m ²	ВР РН (cm)	ДК SL (cm)	БЗК NKS	МЗК WKS (g)	МХЗ WTK (g)	Плътност на клас DS	ПДЗ PYG kg/da	ДЗМ GYSM g/m ²
БПБ/м ² NPT	1	0.085	0.615**	0.196	0.02	-0.275	-0.775**	0.938**	0.993**
Височина на растенията РН (cm)		1	0.513*	0.427	0.459*	0.301	-0.403	0.256	-0.226
Дължина на клас SL (cm)			1	0.562**	0.418	0.092	-0.825**	0.734**	0.367
Брой зърна/клас NKS				1	0.481*	-0.159	-0.449*	0.367	0.516
Маса на зърната/клас WKS (g)					1	0.662**	-0.266	0.349	0.317
Маса на 1000 зърна WTK (g)						1	0.153	-0.06	-0.460
Плътност на класа DS							1	-0.833**	-0.817*
Потенциален добив зърно PYG kg/da								1	0.987**
Добив зърно от метровките GYSM g/m ²									1

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). * Корелацията е при ниво на значимост 0.05; **Корелацията е при ниво на значимост 0.01; БПБ/м²-брой продуктивни братя/м², ВР-височина на растенията, ДК-дължина на клас, БЗК-брой зърна в клас, МЗК-маса на зърната от клас, МХЗ-маса на 1000 зърна, ПДЗ-потенциален добив на зърно, ДЗМ-добив на зърно от метровките; NPT/m² Number of productive tillers/m², PH-plant height; SL-spike length, NKS-number of kernels of spike, WKS- weight of kernels per spike, WTK-weight of 1000 kernels, DS- Density of spike, PYG-potential yield of grain, GYSM-grain yield per square meter

Корелацията между броя на зърната в класа и масата на 1000 зърно е отрицателна ($r = -0.159$), което се потвърждава (Tsenov et al., 2013). Тя не е статистически доказана. Положителна е корелативната връзка между дължина класа и масата на 1000 зърно (Golparvar et al., 2006; Arain et al., 2011; Beheshtizadeh et al., 2013). В изследването корелацията между дължината на класа и масата на 1000 зърна ($r = 0.092$) е положителна, но е незначителна и не е статистически доказана.

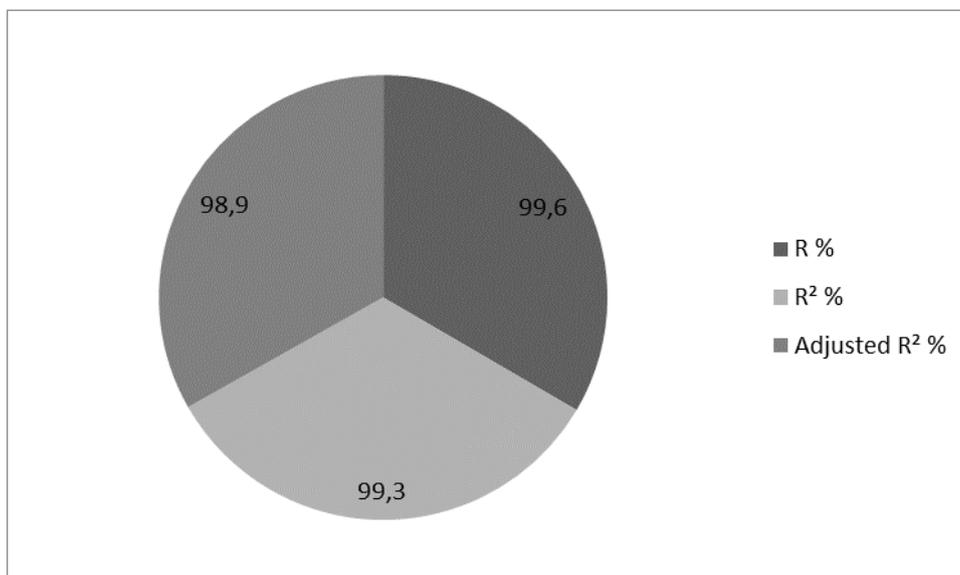
Плътността на класа е в силна отрицателна корелация с потенциалният добив на зърно ($r = -0.833^{**}$) и с добива от зърно от метровките ($r = -0.817^{**}$). Потенциалният добив е в силна положителна корелация с добива от зърно ($r = 0.987^{**}$).

Изведен е регресионен анализ с SPSS 19 на всички признаци елементи на добива със зависима променлива потенциалният добив. Резултатите от дисперсионният анализ изчислен от предикторите на регресионният модел показват, че стойността на степента на достоверност е по-малка от 0.05, при $\text{sig} = 0.000$. Следователно моделът е доказан, или е статистически значим.

Стойността на коефициента на детерминация на потенциалният добив на зърно $R^2 = 99.3\%$ показва силна връзка между изследвания модел и зависимата променлива, (фиг. 5). Потенциалният добив на зърно има следния вид на регресионното уравнение:

$$Y(\text{PYG}) = -552.6 + 1.245 * \text{NPT} + 0.841 * \text{PH} + 11.702 * \text{SL} - 1.482 * \text{NKS} + 212.251 * \text{WKS} - 2.689 * \text{TWK} - 4.434 * \text{DS}$$

NPT/m² брой продуктивни братя/м² (Number of productive tillers/m², PH- височина на растенията (plant height); SL- дължина на клас (spike length), NKS- брой зърна в клас (number of kernels of spike), WKS- маса на зърната от клас (weight of kernels per spike), WTK- маса на 1000 зърна (weight of 1000 kernels), DS-плътност на класа (density of spike), PYG- потенциален добив на зърно (potential yield of grain).



Фиг. 5. Стойности на R, R², Adjusted R² на потенциалният добив на зърно на сорт Гея 1.

Figure 5. Values of R, R², Adjusted R² of the potential grain yield of cultivar Gaya 1.

Прави впечатление, че константата в уравнението е отрицателна (-552.6). Това означава, че точката, от която започва правата на линейната регресия на добива се намира под нулата, не че добивът е отрицателен, (Таблица 8).

С отрицателни стойности са и не стандартизираните регресионни коефициенти (B) брой зърна в клас, маса на 1000 зърна и плътност на класа. Те са включени в уравнението на потенциалния добив. Фактически може да се каже, че потенциалният добив на зърно, въз основа на уравнението, се гради основно на броят на продуктивните братя на m² и масата на зърната в класа, (Таблица 8). Дължината на класа участва значително в него, както има и силна положителна корелация ($r=+0.734^{**}$) с потенциалния добив на зърно. Голямата плътност на класа, определяна от броя на зърната и дължината на класа, оказва отрицателно влияние ($r= -0.883^{**}$) върху потенциалния добив от зърно на сорт Гея 1, (Таблица 7 и 8).

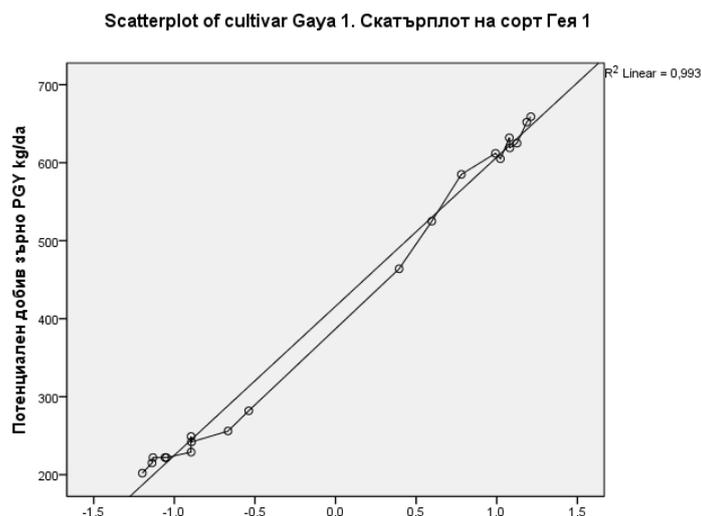
Таблица 8. Нестандартизирани коефициенти В и стандартизиран регресионен коефициент β на сорт Гея 1.

Table 8. Unstandardized coefficients B and standardized coefficient β of cultivar Gaya 1.

Признаци на сорт Гея 1 Signs of cultivar Gaya 1	Нестандартизирани коефициенти Unstandardized Coefficients		Стандарти- зиран коефициент Standardized Coefficients β	t	Sig.	Фенотипна Корелация Phenotype correlation
	B	Std. Err.				
(Constant)	-552.6	188.415	-	-2.933	0.013	-
Брой продуктивни братя/m ² Number of productive tillers/m ²	1.245	0.064	0.877***	19.558	0.000	0.938***
Височина на растенията Plant height (cm)	0.841	1.227	0.023	0.686	0.506	0.256
Дължина на клас Spike length SL (cm)	11.702	14.28	0.048	0.819	0.429	0.734
Брой зърна/клас Number of kernels per spike NKS	-1.482	2.153	-0.037	-0.688	0.505	0.367
Маса на зърната/клас Wight of kernels per spike WKS (g)	212.251	34.884	0.369***	6.084	0.000	0.349
Маса на 1000 зърна Weight of 1000 kernels WTK (g)	-2.689	2.144	-0.079	-1.255	0.234	-0.060
Плътност на класа Spike density DS	-4.434	25.85	-0.011	-0.172	0.867	-0.833*

*** Доказано при степен на достоверност $sig.<0.001$; ***Proved for significance $sig.<0.001$, БПБ/м²-брой продуктивни братя/м², ВР-височина на растенията, ДК-дължина на клас, БЗК-брой зърна в клас, МЗК-маса на зърната от клас, МХЗ-маса на 1000 зърна, Плътност на класа; NPT/m² Number of productive tillers/m², PH-plant height; SL-spike length, NKS-number of kernels of spike, WKS- weight of kernels per spike, WTK- weight of kernels per spike, DS- Density of spike

С помощта на path анализа ще се провери верността на това твърдение въз основа на експерименталните данни. Отрицателни са и членовете на независимите променливи, които представят прекия ефект: брой на зърната в класа ($\beta = -0.037$), маса на 1000 зърна ($\beta = -0.079$) и плътността на класа ($\beta = -0.011$), (таблица 8).



Фиг. 6. Скатър-плот на линията на регресията на потенциалния добив на зърно.

Figure 6. Scatterplot of regression line of potential grain yield.
PYG- потенциален добив на зърно (potential yield of grain)

Скатър-плотът показва, че регресията на потенциалния добив на зърно на сорт Гей 1 е линейна, което визуално се вижда на фигура 6.

Признакът на БПБ/м² е с положителен стандартизиран регресионен коефициент ($\beta=0.877^{***}$), който е много добре доказан. Той показва прекия ефект върху потенциалния добив, (таблица 8.)

В path коефициентния анализ са включени всички елементи на добива, които са и в регресионния анализ. Дължината на класа е с положителен косвен ефект (0.539) спрямо добива и БПБ/м², както и общият косвен ефект към потенциалния добив е положителен и значителен (0.686). Получава се наслаждане на косвения ефект с положителната силна корелация ($r=+0.734^{**}$) на дължината на класа и потенциалния добив. Височината на растенията има положителен общ косвен ефект върху потенциалния добив от зърно (0.233), който е сходен с корелацията, макар и недоказана ($r=+0.256$). Масата на зърната от клас е с положителен стандартизиран регресионен коефициент ($\beta=+0.369^{***}$), който е много добре доказан. Масата на 1000 зърна има косвен ефект спрямо масата на зърната от клас (0.244). Височината на растението, броят класове на единица площ и масата на 1000 зърно имат пряко и силно влияние върху експресията на добива (Markova-Ruzdík, 2015). Това твърдение се потвърждава най-вече за

броя на класовете от единица площ. Общият косвен ефект на масата 1000 зърна към потенциалния добив от зърно е отрицателен (-0.305). Плътноста на класа има отрицателен косвен ефект (-0.680) спрямо БПБ/м². Общият косвен коефициент на плътността на класа е отрицателен и значителен (-0.822) спрямо потенциалния добив на сорт Гея 1. Те се наслажават върху силната отрицателна корелация ($r = -0.833^{**}$) на плътността на класа с потенциалния добив на зърно от сорт Гея 1, (Таблица 9).

Таблица 9. Преки (β - коефициенти) и косвени ефекти на признаци-елементи на потенциален добив на сорт Гея 1

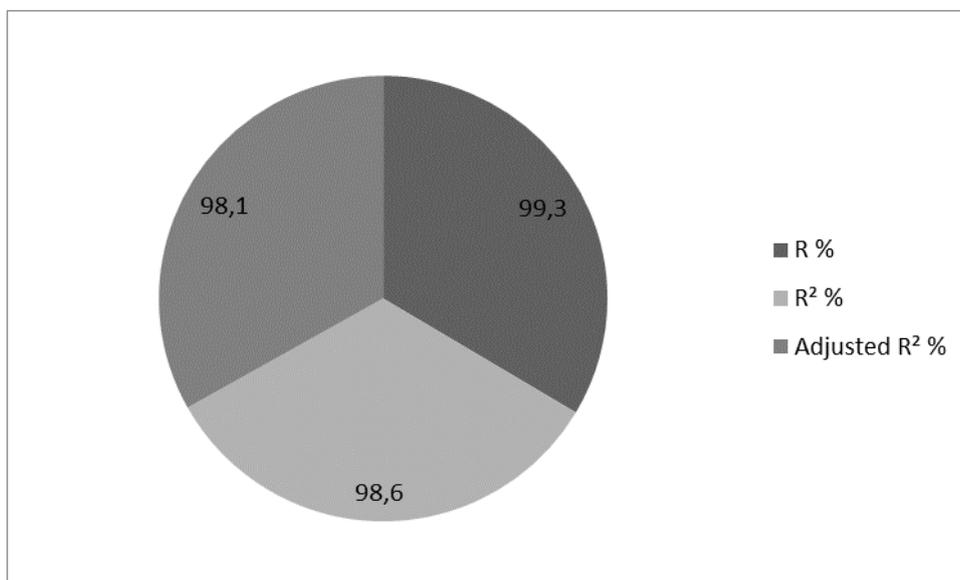
Table 9. Direct (β -coefficients) and indirect effects signs-elements of the potential yield of cultivar Gaya 1

Признаци-елементи на потенциален добив на сорт Гея 1; Signs-elements of the potential yield of cultivar Gaya 1	БПБ/м ² NPT/m ²	Височина на растенията PH (cm)	Дължина на клас SL (cm)	Брой зърна/клас NKS (g)	Маса на зърната/клас WKS (g)	Маса на 1000 зърна TWK (g)	Плътност на класа DS	Общ косвен ефект General indirect effect	Корелация Corelation
Брой продуктивни братя/м ² Number of productive tillers/m ²	$\beta = -0.877$ ***	0.0020	0.030	-0.007	0.007	0.022	0.009	0.062	0.938 **
Височина на растенията Plant height (cm)	0.075	$\beta = 0.0230$	0.025	-0.016	0.169	-0.024	0.004	0.233	0.256
Дължина на клас Spike length SL (cm)	0.539	0.0118	$\beta = 0.048$	-0.021	0.154	-0.007	0.009	0.686	0.734 **
Брой зърна/клас Number of kernels per spike NKS	0.172	0.0098	0.027	$\beta = -0.037$	0.177	0.013	0.005	0.404	0.367
Маса на зърната/клас Wight of kernels per spike WKS (g)	0.018	0.0106	0.020	-0.018	$\beta = -0.369$ ***	-0.052	-0.002	-0.024	0.349
Маса на 1000 зърна Weight of 1000 kernels WTK (g)	-0.241	0.0069	0.004	0.006	0.244	$\beta = -0.079$	-0.002	-0.305	-0.060
Плътност на класа Spike density	-0.680	-0.0093	-0.040	0.017	-0.098	-0.012	$\beta = -0.011$	-0.822	-0.833 **

*Доказано при степен на достоверност $sig. < 0.05$; ** Доказано при степен на достоверност $sig. < 0.01$; *** Доказано при степен на достоверност $sig. < 0.001$; *Proved for significance $sig. < 0.05$; ; **Proved for significance $sig. < 0.01$; ; ***Proved for significance $sig. < 0.001$; NPT/m² брой продуктивни братя/м² (Number of productive tillers/m²), PH- височина на растенията (plant height); SL- дължина на клас

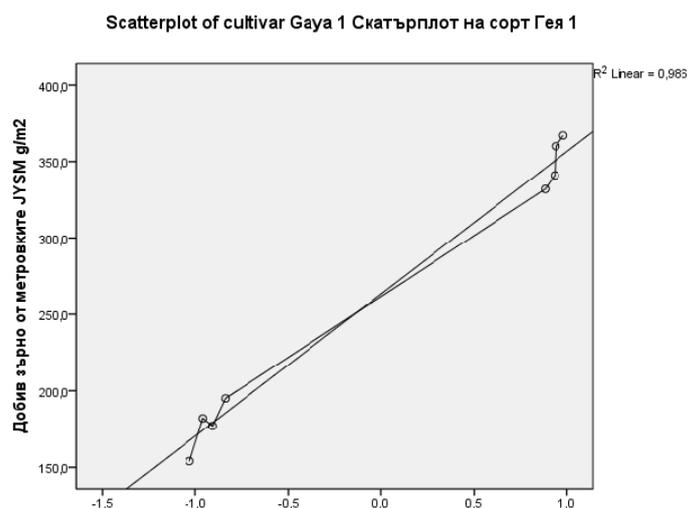
(*spike length*), *NKS*- брой зърна в клас (*number of kernels of spike*), *WKS*- маса на зърната от клас (*weight of kernels per spike*), *WTK*- маса на 1000 зърна (*weight of 1000 kernels*), *DS*-плътност на класа (*density of spike*)

Изведен е стъпков регресионен анализ на добива зърно от метровките на сорт Гея 1. В анализа са включени като предиктори (независими променливи) БПБ/м² и потенциалния добив на зърно, тъй като те имат доказана корелация със зависимата променлива добива на зърно от метровките. В този анализ плътността на класа е изключена в момента, въпреки че има корелация с добива. Този регресионен модел е хибриден. Дисперсионният анализ направен с регресията показва стойност на sig=0.000, следователно регресионния модел е доказан. При превръщането на стойностите на вариацията на променливата реакция R² в проценти е със стойност 98.6%, (фиг. 7).



Фиг. 7. Стойности на R, R², Adjusted R² на добив на зърно на сорт Гея 1

Figure 7. Values of R, R², Adjusted R² of the grain yield of cultivar Gaya 1.



Фиг. 8. Скатър-плот на линията на регресията на добива зърно от метровките на сорт Гей 1.

Figure 8. Scatterplot of regression line of grain yield of square meters of cultivar Gaya 1.

GYSM-добив зърно от метровките (grain yield from square meters)

Високият процент на коефициента на детерминация R^2 показва, че връзката между зависимата променлива и изследвания модел е силна. За да е сигурно, че моделът е линеен е необходимо да се види на скатър-плота, както препоръчва Frost (2020), (фигура 8). Визуално се установява, че уравнението на добива от зърно има сравнително линеен вид за периода на изследване при сорт Гей 1. Но е възможно да се получи и нелинейна функция, което е установявано за сорт Гей 1 (Tsenov et al, 2013). Уравнението на добива от зърно от метровките на сорт Гей 1 има следния вид:

$$Y \text{ (GYSM)} = 44.781 + 0.512 \cdot \text{NPT} + 0.107 \cdot \text{PYG}$$
GYSM-добив зърно от метровките (Grain yield per square meter), NPT/m² брой продуктивни брѐтя/m² (Number of productive tillers/m², PYG-потенциален добив на зърно (potential yield of grain)

Константата на уравнението на добива (44.781) е положителна и със стойност на $\text{sig}=0.045$, следователно константната е доказана, тъй както степента на достоверност е по-малка от 0.05. Стойността на нестандартизирания регресионен коефициент (B) на БПБ/m² е положителен и с по-висока стойност. Нестандартизирания регресионен коефициент (B) на потенциалния добив е положителен.

Стандартизираният регресионен коефициент, показващ прекия ефект на броя на продуктивните братя/m² е положителен ($\beta=0.760$). Той е с по-голяма стойност от стандартизирания регресионен коефициент на потенциалния добив на зърно ($\beta=0.235$), (Таблица 9).

Таблица 9. Нестандартизирани коефициенти B и стандартизиран регресионен коефициент β на сорт Гейя 1 на хибридния модел на добива

Table 9. Unstandardized coefficients B and standardized coefficient β of cultivar Gaya 1 of hybrid model of the yield

Признаци-елементи на добива на сорт Гейя 1 Signs-elements of the of cultivar Gaya 1	Нестандартизирани коефициенти Unstandardized Coefficients		Стандартизиран коефициент Standardized Coefficients β	t	Sig.	Фенотипна Корелация Phenotype correlation
	B	Std. Error				
(Constant)	44.781*	16.874		2.654	0.045	
Брой продуктивни братя/m ² /Number of productive tillers/ m ² NPT	0.512	0.243	0.760	2.102	0.090	0.993**
Потенциален добив на зърно Potential grain yield (g/m ²) PYG	0.107	0.164	0.235	0.651	0.544	0.987**

*Доказано при степен на достоверност sig.<0.05; * Proved for significance sig.<0.05;

**Доказано при степен на достоверност sig.<0.01; ** Proved for significance sig.<0.01. NPT-Number of productive tillers/m²; PYG-potential yield of grain of cultivar Gaya 1

Общият косвеният ефект на потенциалния добив на зърно е положителен и с висока стойност (0.713) спрямо добива от зърно. Общият косвеният ефект на броя на продуктивните братя/m² е също положителен, но с по-ниска стойност (0.220), (Таблица 10).

Таблица 10. Пряк (β -коэффициент) и косвен ефект на добива от зърно на сорт Гeya 1

Table 10. Direct(β -coefficient) and indirect effect of number of productive tillers/m² and the grain yield of cultivar Gaya 1

Признаци-елементи на потенциален добив на сорт Гeya 1; Signs-elements of the potential yield of cultivar Gaya 1	БПБ/м ² NPT/m ²	Потенциален добив зърно Potential yield of grain kg/da	Общ косвен ефект General indirect effect	Корелация Correlation
Брой продуктивни братя/м ² Number of productive tillers/m ²	$\beta=0.760$	0.220	0.220	0.993**
Потенциален добив зърно kg/da Potential yield of grain kg/da	0.713	$\beta=0.235$	0.713	0.987**

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). **; Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed); * Корелацията е при ниво на значимост 0.05; **Корелацията е при ниво на значимост 0.01

Таблица 11. Стандартизирани и нестандартизирани коефициенти от регресионен анализ на добива от зърно от метровките от сорт Гeya 1

Table 11. Standartized and unstandartized coefficients of grain yield from the square meters of cultivar Gaya 1

Признаци-елементи на добива на сорт Гeya 1 Signs-elements of the of cultivar Gaya 1	Нестандартизирани коефициенти Unstandardized Coefficients		Стандартизиран коефициент Standardized Coefficients β	t	Sig.	Фенотипна Корелация Phenotype correlation
	B	Std. Error				
(Constant)	-60.314	82.998		-0.727	0.500	
Брой продуктивни братя/м ² Number of productive tillers/ m ² NPT	0.732	0.062	1.086***	11.758	0.000	0.993**
Плътност на класа Spike density	24.233	20.331	0.110	1.192	0.287	-0.817*

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed); **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed); ***Proved for significance sig.<0.001); * Корелацията е при ниво на значимост 0.05; **Корелацията е при ниво на значимост 0.01; ***Доказаност при степен на достоверност sig.<0.001;

Направен е втори регресионен модел на добива зърно от метровките, които също е стъпков. В този модел потенциалния добив е изключен като предиктор, (таблица 11.) Целта е да се установи как признаците-елементи на добива от зърно, имащи корелация с него, влияят на неговото формиране. Изведено е регресионно уравнение. Моделът е доказан при стойност на sig=0.000 получена в дисперсионният анализ. Константната (-60.314) е отрицателна и степента на достоверност на константата е по-голяма от 0.05. Тя не е доказана при стойност на sig=0.500. Уравнението на добива зърно от метровките има следния вид: $Y (GYSM) = -60.314 + 0.732 * NPT + 24,233 * SD$, където *GYSM*-добив на зърно от метровките (*Grain yield per square meter*), *NPT*-брой продуктивни брания/ m^2 (*Number of productive tillers/m²*), *SD*-плътност на клас (*Density of spike*)

Прави впечатление, че нестандартизирания регресионен коефициент (B) на плътността на класа (24.233) на сорт Гея 1 е положителен, (таблица 10). Стандартизираният регресионен коефициент, показващ прекия ефект ($\beta=1.086^{***}$) на БПБ/ m^2 , е положителен и с голяма стойност. Той е много добре доказан при степен на достоверност (sig=0.000). Сходно е твърдението на Okuyama et al (2004) при пшеница за този положителен пряк ефект на БПБ/ m^2 върху добива. Плътността на класа има малка стойност на стандартизирания регресионен коефициент ($\beta=0.110$), (таблица 11). Прекият ефект на плътността на класа е по-слаб. Коефициентният Path анализ е направен със същите елементи на добива от зърно, както и в стъпковия регресионен анализ, таблица 12.

Най-голям косвен ефект върху добива от зърно от метровките и броя на продуктивните брания/ m^2 има плътността на класа (-0.842), който е отрицателен. Този отрицателен косвен ефект се наслажда върху силната отрицателна корелация ($r=-0.817^{**}$). При обикновена зимна пшеница сорт Боряна се наблюдава подобно явление при сеитба през октомври. Плътността на класа при сорт Боряна има отрицателен общ косвен коефициент спрямо добива от зърно, но е незначителен (Bonchev, 2020). Броят на продуктивните брания на m^2 има слаб отрицателен общ косвен ефект върху добива от зърно (-0.085), (таблица 12).

Таблица 12. Косвен ефект на брой продуктивни братя и плътност на класа на сорт Гея 1

Table 12. Indirect effect of number of productive tillers/m² and spike density of cultivar Gaya 1

Признаци-елементи на потенциален добив на сорт Гея 1; Signs-elements of the potential yield of cultivar Gaya 1	БПБ/м ² NPT/m ²	Плътност на клас SD	Общ косвен ефект General indirect effect	Корелация Correlation
Брой продуктивни братя/м ² Number of productive tillers/m ²	β=1.086***	-0.085	-0.085	0.993**
Плътност на класа Spike Density SD	-0.842	β=0.110	-0.842	-0.817*

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed) ; ***. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed; ***Proved for significance sig.<0.001; * Корелацията е при ниво на значимост 0.05; **Корелацията е при ниво на значимост 0.01; ***Доказаност при степен на достоверност sig.<0.001

ИЗВОДИ

Потенциалният добив на зърно при сорт Гея 1 се гради основно на броя на продуктивните братя на м² и масата на зърната в класа. Те имат пряк ефект върху потенциалния добив. Добивът на зърно от метровките на сорт Гея 1 се формира основно от броя на продуктивните братя/м² със значителен пряк ефект.

Отрицателен косвеният ефект и силна отрицателна корелация се наблюдават между плътността на класа и добива на зърно, както и с потенциалния добив на зърно.

Дължината на класа има силна положителна корелация и голям общ косвен ефект с потенциалния добив на зърно.

Силна положителна е корелационната връзка между потенциалния добив на зърно и добива на зърно. Установено е доказано намаление на добива от зърно със сходен тренд при потенциалния добив през втората година на изследването. Основната причина за намаляването на добива от зърно е намаляването на броя на продуктивните братя/м².

ЛИТЕРАТУРА

1. Alberta Ag-Info Centre (2018). Using 1,000 Kernel Weight for Calculating Seeding Rates and Harvest Losses, Agri-facts, Alberta Agriculture and Forestry, 1-6, www.agriculture.alberta.ca
2. Angelova T., Dimitrov E., Uhr Zl. (2020). Estimation of yield and physiochemical parameters of advanced lines of common winter wheat in the region of Central Southern Bulgaria, *New knowledge Journal of Science*, 9(3), 121-134, ISSN 2367-4598, (Bg) <http://www.science.uard.bg/index.php/newknowledge/article/view/707>
3. Arain, M. A., M. A. Sial, M. A. Rajput, A. A. Mirbahar (2011). Yield stability in bread wheat genotypes, *Pakistan Journal of Botany*, 43, 2071-2074.
4. Bonchev B. (2020). Morphological markers of common winter wheat and elements of the seed yield in conditions of sowing in October, *New knowledge Journal of Science*, 9, (1), 127-142, 2020, ISSN 2367-4598, (Bg) <http://www.science.uard.bg/index.php/newknowledge/article/view/673>
5. Beheshtizadeh, H., Abd. Rezaie, Abd. Rezaie, Akb. Ghandi, (2013). Principal component analysis and determination of the selection criteria in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes, *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, Vol., 5 (18), 2024-2027, www.ijagcs.com IJACS/2013/5-18/2024-2027 ISSN 2227-670X ©2013 IJACS Journal
6. Boyadjieva, D. (2007). Cultivars of IPGR "K. Malkov" - Sadovo, Cultivars of cereals, brochure, IPGR, Sadovo, 5-21, (Bg).
7. Boyadjieva, D. (2011). Wheat breeding in Bulgaria. The world wheat book. A History of wheat breeding, vol. 2, *Lavoisier*, Paris, 2011, 155-174.
8. Carey, Gr. (1998). Multiple Regression and Path analysis, *Regression & Path Analysis*, 1-14 <http://ibgwww.colorado.edu/~carey/p7291dir/handouts/pathanal2.pdf>
9. Chipilski, R. (2016). Physiological and agronomic assessment of drought tolerance of promising varieties of soft wheat, Abstract of PhD Thesis, Sadovo, Bulgaria, 1-33 (Bg).
10. Dimirov, Gr. (2018). Establishment of genotypes of common winter wheat and peas suitable for organic farming, Abstract of PhD Thesis, Plovdiv, Bulgaria, 4, (Bg).
11. Dimitrov, E. (2017). Study on immune response of selected winter wheat (*Triticum aestivum* L) to leaf rust, powdery mildew and *Fusarium* head blight, Abstract of PhD Thesis, Sadovo, Bulgaria, 1-31 (Bg).

12. Dimova, D., & Mainkov E. (1999). Experimental work with biometrics. Academic print of AU, 50,93,98 (Bg).
13. Dimova, D., & Mainkov E. (1999a). Experimental work with biometrics. Academic print of AU, 137-141 (Bg).
14. Edwards J. (2017). Estimating Wheat Grain Yield Potential, Oklahoma Cooperative Extension, Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheets , ServicePSS-2149, <http://osufacts.okstate.edu/>
15. Frost J. (2020). How To Interpret R-squared in Regression Analysis, <https://statisticsbyjim.com/>
16. Genchev, G., E. Marinkov, V. Yovchev, A. Ognyanova. (1975). Biometric methods in plant growing, genetics and breeding. Zemizdat, Sofia, 226-229, (Bg).
17. Golparvar A.R., A. Ghasemi-Pirbalouti, H.Madani (2006). Genetic control of some physiological attributes in wheat under drought stress conditions. *Pak. J. Bio. Sci.* 9(8): 1442-1446.
18. Leilah A., S. Al-Khateeb. (2005). Statistical analysis of wheat yield under drought conditions, *Journal of Arid Environments* 61(3):483-496, DOI: 10.1016/j.jaridenv.2004.10.011
19. Kirchev, Hr., Al. Matev, I. Yanchev, Z. Zlatev (2014). Productivity and its elements of triticale varieties depending on the nitrogen norm, *J. Management of sustainable development*, 46 (3), 67-70 (Bg), https://www.auplovdiv.bg/docs/Razvitie_AS/Prof/2016/I_Yanchev/Resumes_I_Yanchev.pdf
20. Koshkin, S.S. (2016). Criteria for assessing the reproductive potential of ancient cultivars of common winter wheat and the possibility of their use in the breeding process, Abstract of PhD Thesis, Krasnodar, 24-28, <https://www.dissercat.com/> (Ru).
21. Krasteva, L. (2012). Jubilee in science, 130 years Agricultural science in Sadovo IPGR “Konstantin Malkov” town of Sadovo (Bg), https://uad.bg/files/custom_files/files/documents/New%20knowledge/year1_n3/paper_krasteva_y1n3.pdf
22. Markova-Ruzdik, N. (2015). Characterization of autumn forms of barley (*Hordeum vulgare* L.) from different geographical origins, Abstract of PhD Thesis, Goce Delchev University, Stip, 1-67 (Mk)
23. McMaster G.S., Morgan J.A. and Willis W.O. (1987). Effects of Shading on Winter Wheat Yield, Spike Characteristics, and Carbohydrate Allocation. *Crop Science*, 27-5, 967-973, <https://doi.org/10.2135/cropsci1987.0011183X002700050030x>

24. Ministry of Agriculture and Foods Industry (1977). Instruction for production of super-elite and elite seeds and planting material from field, vegetable and perennial crops, NPO "Cultivar seeds and planting material", direction "Cultivar maintenance", Sofia, 10 – 12. (Bg).
25. Ministry of Agriculture and Food Supply (2010). Bulletin. Variety results of recognized for entry in list "A". Varieties of crops and fruit cultivars, KM 135, 11 (Bg), <https://iasas.government.bg/wp-content/uploads/2019/12/Buletin-2010.pdf>.
26. Microsoft Excel-Microsoft Corporation, One Microsoft Way Redmond, WA 98052-6399
27. Neykov, N. (2016). Research of morphology-biological and economic traits of spring barley accessions from the national genebank for the purposes of breeding and production, Abstract of PhD Thesis, Sadovo, 1-29 (Bg).
28. Okuyama L.; Federizzi L., Barbosa Neto J.(2004). Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat, *Cienc. Rural, Santa Maria Nov./Dec.*, 34 (6), on line ISSN 1678-4596, <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000600006>
29. Pearl, J. (2018). *The Book of Why*. New York: Basic Books.,6. ISBN 978-0-465-09760-9.
30. Rachovska G., Zl. Uhr, Bl. Andonov, K. Kamishev, St. Tosheva (2012). Cereal varieties, brochure, Agricultural Academy-Sofia, IRGR, Sadovo, 8-28 9 (Bg).
31. Shanin, Y. (1977). Methods for accounting for yield, Methodology of the field experience, Sofia, 124-127 (Bg).
32. Singh, S.B. (1985). Production, storage and marketing of wheat seed in India. In R.L. Villareal & A.R. Klatt, eds. *Wheats for More Tropical Environments. Proc. International Workshop*. Mexico, DF, CIMMYT.
33. Slafer G. A., M. Elia, Roxana Savin, G. García, Ig. Terrile, Ar. Ferrante, D. Miralles, F. González. (2015). Fruiting efficiency: an alternative trait to further rise wheat yield , *Food and Energy Security*, 4 (2), 92–109.
34. Styanov, Hr., (2013). Correlation between the spike characteristics in common winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) *Scientific works*, 2(1), 95-104; <https://www.iz-karnobat.com> (Bg).
35. SAS Institute Inc (2002). JMP, version 5.0.1, A Business unit of SAS 1989 – 2002.
36. SPSS inc., IBM corporation, Statistical package for the social sciences (SPSS 19)

37. Tsenov N., Atanasova, D., & Gubatov, T. (2013). Genotype x environment effects on the productivity traits of common winter wheat I. Nature of interaction, *Scientific works*, Agricultural academy, IA-Karnobat, 2, (1), 57-70; <https://www.iz-karnobat.com>; (Bg).

38. Vandev, D.L. (2003). Notes on Applied Statistics 1. Probability, Operational Research and Statistics, Faculty of Mathematics and Informatics, Sofia University "St. Kliment Ohridski", 45-56 Sofia, (Bg).

39. Velcheva, N. (2014). Evaluation of genetic diversity in *EX SITU* determination tomato collection through statistical methods, Abstract of PhD Thesis, Sadovo, Bulgaria, 20 (Bg).

40. <https://agriacad.bg/public/bg/about/intellectual-property/varieties/zimna-obiknovena-pshenica-sort-geq1>, Winter common wheat cultivar Gaya 1

41. <http://www.kylesconverter.com/area-density/bushels-per-acre-to-kilograms-perhectare>, Convert Bushels Per Acre to Kilograms Per Hectare.

42. http://ipgrbg.com/wpcontent/uploads/2018/08/1.REKLAMA_IPGR_SADOVO_2018.pdf