

<https://doi.org/10.61308/GZKS4669>

Проучване продуктивността на селекционни линии обикновен фасул (*Phaseolus vulgaris* L.) от II-ри тип в условията на Североизточна България

Стиляна Великова*, Димитър Генчев

Добруджански земеделски институт, Генерал Тошево, Селскостопанска академия- София

*E-mail: svelikova_87@abv.bg

Резюме: Изследването е проведено през периода 2021 - 2023 г. в Добруджански земеделски институт – гр. Генерал Тошево. Изпитани са 20 стабилизирани, рекомбинантни инбредни линии (RILs) обикновен фасул от II-ри тип и сорт ГТБ Устрем, използван като стандарт. Полският опит е заложен по блокови метод в три повторения и големина на парцелата 3,48 m². Целта на изследването е да се проучат връзките между добива и неговите компоненти, както и да се установи продуктивния потенциал на някои селекционни линии зрял фасул, и да се определят най-преспективните от тях за предлагането и признаването им в ИАСАС и/или да бъдат включени в бъдещи селекционни програми. Установено е преобладаващо влияние на условията на годината върху изследваните показатели - височина на растението (cm), височина на залагане на първи боб (cm), брой бобове от растение, брой зърна в боб, маса на семената от растение (g) и добив (g/m²). Условията на средата оказват най-голямо влияние върху добива на зърно, който е един от най-важните признаци за селекцията. От проучените връзки между добива и елементите, които го определят става ясно, че трябва да се обърне внимание на показателите като височина на растението и брой бобове от растение, тъй като те могат да се използват като критерии в селекционната програма за увеличаване продуктивността при обикновения фасул (*Phaseolus vulgaris* L.). През отделните години на периода, най-високи добиви от всички варианти са реализирани през 2021 г. със среден добив от 209,4 g/m², в условия на много благоприятно съчетание на температури и валежни суми, следвана от 2022 г. с 137,6 g/m², а много ниски - през неблагоприятната 2023 г., характеризираща се с продължително засушаване, когато е отчетен среден добив едва от 94,4 g/m². Най-висок добив зърно се получава от линиите **13-12-37** (176,1*g/m²) и **17-38-77** (169,6*g/m²). Те надвишават математически доказано контролата и могат да се предложат за изпитване като нови сортове или да бъдат използвани като родителски компоненти в бъдещите селекционни програми. Кандидат сортовете са групирани чрез клъстерен анализ, като най-близко до контролата, заемаща междинно място в класирането се намират линиите **13-12-37** и **13-12-21**.

Ключови думи: *Phaseolus vulgaris*; селекционни линии; продуктивност; условия на годината; елементи на добива

Study of the productivity of selection lines of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of the II type in the conditions of Northeastern Bulgaria

Stilyana Velikova*, Dimitry Genchev

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

*E-mail: svelikova_87@abv.bg

Citation: Velikova, S., & Genchev, D. (2025). Study of the productivity of selection lines of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of the II type in the conditions of Northeastern Bulgaria. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 62(1) 24-36 (Bg).

Abstract: The research was conducted in the period 2021-2023 at the Dobrudja Agricultural Institute - town. General Toshevo. Twenty stabilized, recombinant inbred lines (RILs) of common bean and the cultivar GTB Ustrem, used as a standard, were tested. The field experiment was laid out using the block method in three replication and a plot size of 3.48 m². The purpose of the research is to establish the productive potential of some selection lines of ripe beans and to determine the most promising of them for their recommendation and recognition in IASAS and/or to be included in future selection programs. A prevailing influence of the conditions of the year on the studied indicators was found - plant height (cm), height of planting of first bean (cm), number of beans per plant, number of grains per bean, mass of seeds per plant (g), yield (g/m²). Environmental conditions have the greatest influence on grain yield, which is one of the most important traits for selection. From the studied relationships between the yield and the elements that determine it, it is made clear that attention should be paid to indicators such as plant height and number of beans per plant, as they can be used as criteria in the selection program to increase productivity in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). During the individual years of the period, the highest yields of all variants were discovered in 2021 with an average yield of 209.4g/m², in conditions that include very favorable combination between temperatures and precipitation amounts, followed by 2022 with 137.6g/m², and very low in the unfavorable year 2023, characterized by prolonged drought, with an average yield of only 94.4g/m². The highest grain yield was obtained from lines 13-12-37 (176.1*g/m²) and 17-38-77 (169.6*g/m²). They exceed mathematically proven control and can be offered for testing as new varieties or used as parental components in future breeding programs. The candidate cultivars are grouped by cluster analysis, with lines 13-12-37 and 13-12-21 closest to the control occupying an intermediate position in the ranking.

Key words: *Phaseolus vulgaris*; selection lines; productivity; conditions of the year; mining elements

ВЪВЕДЕНИЕ

Обикновения фасул (*Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae)) е един от най-отглежданите видове от 60-те вида бобови култури, използвани като варива (Vandenberg & Nleya, 1999). Той е основна бобова култура, която се използва като храна поради високото съдържание на хранителни вещества в семената. Въпреки това, производството и добивът все още не са достатъчни. Неговата продуктивност, както и при повечето зеленчукови култури е комплексен признак в обратна връзка с качеството на бобовете (Mullins & Coffey, 1990). Подобряването на добива е основна селективна цел на повечето програми за селекция на култури. Той се влияе от генотипа и факторите на околната среда, тъй като това е количествен признак. Следователно, като цяло продуктивността има ниска наследственост. Основните познания за взаимовръзката на определени характеристики на растенията с добива и корелацията помежду им са важна тема за селекционера, за да подобри и стабилизира

този комплексен признак при променливи условия на околната среда (Adams, 1967; Tekeli et al., 2005). Използването като селекционен критерий на признаците на пряка връзка с добива повишава успеха на селекция в растениевъдството (Karasu & Oz, 2010).

Растителната селекция е продължителен процес, който е зависим от редица биотични, абиотични и икономически фактори. Взаимотношенията между растенията и условията на околната среда в най-широк смисъл (екологичните условия и агротехниката) са едни от най-важните за селекцията. От тук произхожда близката връзка между селекцията от една страна и растителната екология от друга (Genchev, 1959). При селекционната преценка и отбора се взимат предвид продуктивността на растенията, както и редица техни особености, от които зависят количеството, качеството и сигурността на добива. Най-голямо въздействие върху него и качеството на продукцията проявяват годишните метеорологични условия (Terziev, 2000). Обикновеният фасул е култура, която се повлиява твърде

много от условията на средата. С най-голямо значение са както максималните, така и минимални температури и температурната сума за периода 10°C напролет до 15°C през есента, както и количеството на валежите (Genchev, 2011). Според Michova (2000) критичните фази за формиране на добива и неговите компоненти по отношение на: 1) количеството валежи и относителната влажност на въздуха е първи троен лист - начало на цъфтеж; 2) максималните температури - начало на цъфт-физиологична зрелост; 3) минималните такива - поникване-първи троен лист. От съществено значение е реакцията на генотиповете по отношение на добива, спрямо постоянно променящите се климатични условия, относно включването им занапред в специфични селекционни програми или използването им като нови сортове. (Ganusheva et al., 2005; Sinebo, 2005). Високопродуктивния генотип при зрелия фасул е с индетерминантен растеж с II тип хабитус (Singh, 1982; Kelly et al., 1987; Acquaaah et al., 1991), който предоставя възможност за по-висок добив при различни условия на средата без да се понижава продуктивната стабилност, както при I и III тип (Coyne, 1980; Kelly et al., 1987). Растенията с хабитус от II-ри тип са правостоящи с високо разположени и неразпукващи се бобове. Изправеният и прибран храст позволява по-добра осветеност на посева, по-висока фотосинтетична дейност, а от там и по-висока продуктивност (Genchev et al., 2011).

Идеотипната селекция се разграничава от традиционната по това, че селекционерите се стремят да променят точно определени признаци с цел увеличаване продуктивния потенциал и/или адаптирането на растението към определни технологии на отглеждане (Donald, 1968). Подходът се прилага при доста култури, включително и при обикновения зрял фасул (Nienhuis & Singh, 1985; Kelly & Adams, 1987). Продължителният селекционен процес се изразява в усилена и задълбочена работа преди да се реализира новият сорт (Humphreys et al., 2010). Затова генотипите, съчетаващи в себе си една добра адаптивност и качество с висока

продуктивност са в нашия фокус на конкурсно сортово изпитване. По-пълното изучаване на основните компоненти, характеризиращи добива при родителски линии е много добра основа за една по-ефективна селекционна програма (Stoeva et al., 2009).

Ето защо, целта на изследването е проучването на връзките между добива и неговите компоненти, както и установяване продуктивния потенциал на някои селекционни линии обикновен зрял фасул и определяне на най-перспективните от тях за предлагане и признаване в ИАСАС и/или за включването им в бъдещи селекционни програми.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Полският опит е изведен в три последователни години (2021-2023г) на територията на Добруджански земеделски институт- Генерал Тошево. Изследвани са 20 стабилизирани, рекомбинантни инбредни линии (RILs) обикновен фасул, получени по метода на многократния индивидуален отбор. За контрола е използван обикновен зрял фасул сорт „ГТБ Устрем“. Всички генотипи са с втори тип на хабитуса, поради което според Genchev & Kiryakov (2018) са с по-висока и стабилна продуктивност спрямо останалите типове на храста. Опитите са заложени по блокова схема в три повторения, с големина на реколтната парцелка 3,48 m². Всяка парцелка се състои от 4 реда с дължина 2.9 m и междуредово разстояние 0,60 cm. В реда семената са засети на 15 cm. Сеитбата е извършена с ръчна сеялка в необходимия период за сеитба на културата, а именно: 26. 04. 2021 г., 03. 05. 2022 г. и 28. 04. 2023 г. Прибрани са растения от средните два реда на парцелката чрез ръчно отскубване. Отчетено е настъпването на фенологичните фази на селекционния материал както следва: сеитба, поникване, цъфтеж и техническа зрелост, като на база тези отчитания е изчислен и вегетационния период в дни.

В техническа зрелост при лабораторни условия е извършен биометричен анализ по

признаците: височина на растението (cm), височина на залагане на първи боб (cm), брой бобове от растение, брой зърна в боб, маса на семената от растение (g) и добив (g/m^2).

Получените данни за всеки показател са обработени чрез двуфакторен дисперсионен анализ за определяне ефекта на факторите – година (Y), генотип (G), взаимодействие генотип-година (GxY). За статистическо доказване на зависимостите между добива и елементите на продуктивност е извършен корелационен анализ.

Прилагайки осреднените данни за добива и компонентите, които го определят е извършен клъстерен анализ на проучваните селекционни линии по 6 селекционни признака, като групирането на вариантите е чрез определяне на Евклидовото разстояние между сходни

обекти (Hair et al., 1987). Проучването на селекционни материали чрез клъстерен анализ дава възможност на селекционерът да планира и да вземе по-добро решение за развитие на своята селекционна процедура (Ahmad et al., 2008). За обобщаване на експерименталните данни е използван програмен пакет Microsoft Excel^{XP}, а осъществяването на дисперсионен, корелационен и клъстерен анализ е с помощта на софтуерния продукт SPSS 13.0.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

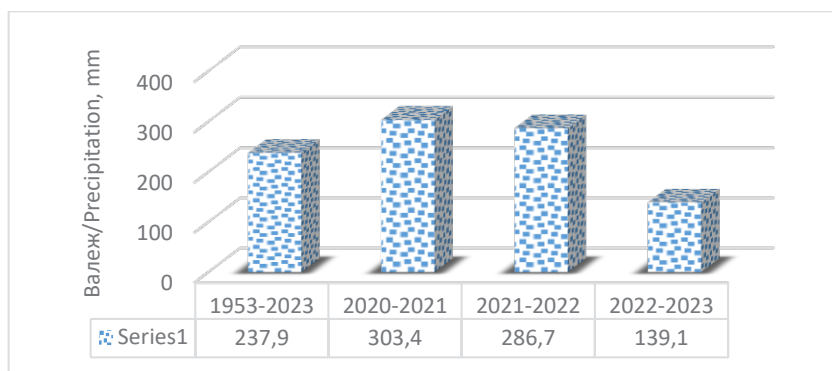
Вегетационният период от началото на цъфтеж до узряване на включените в изследването кандидат сортове през трите години на изследване, попада в интервала 9^{ти} юни до

Таблица 1. Вегетационни периоди начало на цъфтеж-узряване и сеитба -узряване
Table 1. Vegetation periods beginning of flowering-maturity and sowing-maturity

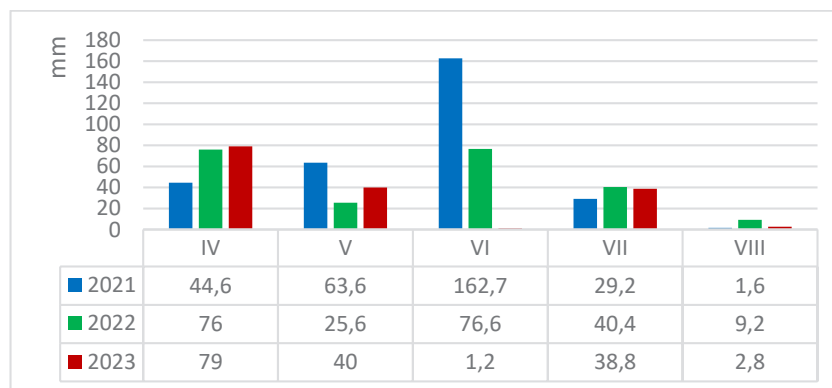
Варианти/ Variants	Вегетационен период начало на цъфтеж-узряване, дати/ Vegetation period beginning of flowering-maturity, dates			Вегетационен период сеитба-узряване, дни/ Vegetacion period sowing, maturity, days
	2021	2022	2023	
Устрем/ Ustrem	14.06-28.07	22.06-03.08	15.06-30.07	80±3
9-11-1	18.06-28.07	22.06-10.08	17.06-01.08	81±2
9-11-2	16.06-28.07	22.06-10.08	17.06-03.08	85±2
12-11-18	09.06-30.07	20.06-10.08	15.06-03.08	85±5
12-11-20	14.06-30.07	20.06-10.08	16.06-29.07	82±3
13-12-9	14.06-28.07	20.06-10.08	15.06-28.07	81±3
13-12-21	18.06-03.08	22.06-10.08	15.06-28.07	83±5
13-12-22	16.06-28.07	20.06-10.08	16.06-28.07	79±4
13-12-32	14.06-03.08	20.06-10.08	15.06-28.07	82±5
13-12-37	14.06-30.07	20.06-10.08	14.06-27.07	81±2
17-38-9	14.06-03.08	24.06-10.08	17.06-31.07	83±4
17-38-16	21.06-03.08	24.06-10.08	20.06-02.08	84±3
17-38-27	12.06-28.07	24.06-10.08	15.06-28.07	79±3
17-38-28	18.06-03.08	24.06-10.08	19.06-03.08	85±2
17-38-31	21.06-03.08	24.06-10.08	21.06-03.08	85±2
17-38-38	21.06-03.08	24.06-10.08	21.06-02.08	85±4
17-38-44	18.06-30.07	24.06-10.08	16.06-02.08	81±3
17-38-46	14.06-30.07	22.06-12.08	15.06-03.08	84±2
17-38-51	16.06-28.07	22.06-12.08	15.06-03.08	83±2
17-38-77	14.06-03.08	29.06-12.08	19.06-01.08	84±4
17-38-91	14.06-30.07	20.06-12.08	15.06-01.08	83±2

12^{ти} август, а размахът на вегетационния период от сеитба до стопанска зрялост е от 75 d до 90 d. С най-кратък вегетационен период (79±4 d) е линия Пх 13-12-22, а с най-продължителен (85±5 d) – Пх 13-12-21 (Таблица 1).

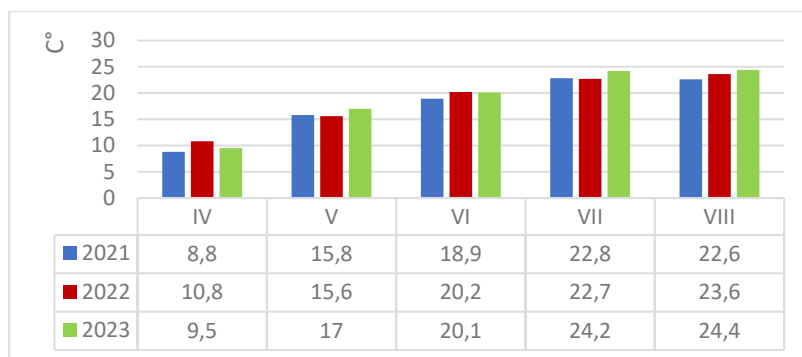
Основните фактори на околната среда, влияещи върху продуктивния потенциал на културата са есенно-зимен запас (Фигура 1.), валежи през вегетационния период (Фигура 2) и температурен режим (Фигура 3.). От изклю-



Фигура 1. Есенно-зимен запас за района на ДЗИ, гр. Генерал Тошево
Figure 1. Autumn-winter moisture reserves in the region of DAI - General Toshevo



Фигура 2. Количество на валежите през вегетационния период по месеци и години, mm
Figure 2. Amount of precipitation during vegetation by months and years, mm



Фигура 3. Средна месечна температури за периода 2021-2023 г.
Figure 3. Average monthly temperatures for the period 2021-2023

чително значение е размерът на есенно-зимния запас за укрепване на почвената влага през вегетацията, необходима за равномерно поникване и развитие на фасула (Genchev, 2011). Есенно-зимните валежи, включващи периода от X – III (Фигура 1.) през 2020-2021г. са 303,4 mm, а през 2021-2022 – 286,7 mm. Тези стойности надвишават средния есенно-зимен запас от влага за района през многогодишния период (1953-2023 г.- 237,9 mm), но за 2022-2023 г. той е едва 139,1 mm, и е крайно недостатъчен, почти наполовина от средния есенно-зимен запас от влага в ДЗИ-Г. Тошево.

Количеството на падналите валежи през периода от април до август, в който попадат вегетационните периоди на изпитваните генотипи, е най-голямо през 2021 г. (302 mm/m²), следвано от 2022 г. когато са паднали 228 mm/m², а най-ниско през 2023 г., съответно -162 mm/m². Метеорологичните условия през първите две години от периода бяха относително по-подходящи за развитието на културата, в сравнение с последната година. Като най-благоприятна се отличаваше стопанската 2021 г., която се характеризира с достатъчно количество валежи, по време на критичните фази на фасула, съчетани с оптимални средномесечни температури през периода на вегетацията. Третата стопанска година (2023 г.) от извеждането на опита се характеризираше като изключително неблагоприятна за рас-

тежа и развитието на фасула, поради необичайно засушаване. Валежните суми общо за вегетационния период (IV-VIII) бяха 162 mm, което е с 125 mm по-ниско от климатичната норма. Месец юни през същата година се отличаваше като много сух с валежи само 1,2 mm/m², което се отрази неблагоприятно върху изхранването и наливането на зърното и стана причина за получаване на много ниски добиви.

При селекционни линии обикновен зрял фасул (*Phaseolus vulgaris* L.), признаците: височина на растението, просвета, брой бобове от растение, брой семена в боб, маса на семената от растение и добив, факторите година, генотип и взаимодействието между тях са достоверни (Таблица 2). Двухфакторният дисперсионен анализ е показал, че значително влияние върху тези показатели са оказали условията на годините на изпитване, през които е изведен опита, следвано от генотипа на кандидат сортовете и с най-незначително влияние е взаимодействието между тези два фактора (YxG). Условията на средата оказват най-голямо влияние върху добива на зърно, който е един от най-важните признаци за селекцията. Това се потвърждава и от други автори (Ivanova & Tsenov, 2011).

Данните от извършените биометрични измервания на проучваните генотипи са представени в (Таблица 3). Осреднените резулта-

Таблица 2. Двухфакторен дисперсионен анализ
Table 2. Two-factor analysis of variances

Фактори/ Factors	df	Височина растение/ Plant height		Височина първи боб/ Height of first pod		Брой бобове от растение/ Number of pods per plant		Маса на семената от растение/ Plant seed mass		Добив/ Yield	
		F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
Година/Year	2	156,732	,000	15,240	,000	53,171	,000	58,343	,000	796,713	,000
Генотип/ Genotip	20	6,019	,000	7,295	,000	2,678	,000	2,4894	,001	5,596	,000
Год./Ген/ Y*G	40	2,604	,000	2,960	,000	1,671	,017	2,003	,002	5,123	,000

ти за тригодишния период, спрямо стандарта показват, че най-високи са растенията при линия **Пх 13-12-21** (64.8cm) и на равно с него е линия **13-12-9**(61.4 cm), но различията не са достоверни. С по-ниско стъбло от стандарта са всички останали линии, като при 10 от тях различията са математически доказани. С най-голяма височина на първи боб се отличава линия **Пх 12-11-18** (26,8***cm), следвана от линия **Пх 9-11-1**(16***cm), докато линия **Пх 17-38-46** е с най-ниско заложен първи боб (4,8cm).

Най-близкият до стандарта, математическо доказан резултат, относно показателя брой бобове от растение е от кандидат сорта **Пх 13-12-22** (16.4*). През периода на изследването генотиповете **Пх 17-38-31** и **Пх 17-38-46** формираха най-голям брой зърна в боб (5.0**), чиито резултат е достоверен, а с най-малко брой зърна в боб се представи линия **Пх9-11-1**, но разликата не е доказана. Стойностите на показателя маса на семената от растение бяха най-високи при **Пх 17-38-9** (16.3), но разликите,1*), **Пх 13-12-37** (13.8**)

Таблица 3. Структурни елементи на добива при сорт ГТБ Устрем и селекционни линии фасул за периода 2021-2023 г.

Table 3. Structural elements of yield for the GTB Ustrem variety and bean selection lines for the period 2021-2023

Сорт/Variety	Височина на растението (cm)/ Plant height (cm)	Височина на 1-ви боб (cm)/Height of first pod (cm)	Брой бобове от растение/ Number of pods per plant	Брой зърна в боб/ Number of beans in a bean	Маса на семена от растение (g)/ Plant seed mass (g)
Устрем/Ustrem	61,4	5,1	19,4	4,1*	19,1
9-11-1	48,1**	16,0***	12,3	3,3	8,3***
9-11-2	44,0***	12,0***	14,0***	3,9	11,1***
12-11-18	53,9	26,8**	13,3***	3,8	11,7***
12-11-20	47,6**	12,2***	13,0***	3,7	11,4***
13-12-9	61,4	15,2***	12,7***	4,1	12,3***
13-12-21	64,8	14,7***	15,7**	4,3	14,1*
13-12-22	57,0	12,7***	16,4*	4,0	13,1**
13-12-32	57,0	13,6***	13,1***	4,0	11,6***
13-12-37	56,1	8,9*	14,8***	4,5	13,8**
17-38-9	51,8*	12,7***	17,7	4,8*	16,3
17-38-16	51,5	9,0*	17,6	4,4	14,7*
17-38-27	53,9*	10,6***	13,6***	4,4	13,8**
17-38-28	58,4	14,8***	14,1***	4,1	11,1***
17-38-31	53,1	7,9	17,5	5,0**	13,8**
17-38-38	53,6	9,9**	14,8***	4,7	13,6**
17-38-44	46,1***	11,6***	11,45***	4,4	10,3***
17-38-46	36,6***	4,8	11,2***	5,0**	12,2***
17-38-51	46,7***	8,2*	12,1***	4,9*	12,2***
17-38-77	47,0***	13,0***	12,4***	4,2	12,9**
17-38-91	38,3***	7,7	12,7***	4,4	13,52**
LSD *0,5	8,35	3,05	3,90	0,65	3,90
**0,01	11,05	4,03	5,16	0,87	5,16
***0,001	14,21	5,19	6,64	1,11	6,63

*, **, *** - Доказаност спрямо контролата при LSD = 0,05, 0,01 и 0,001/

*, **, *** - Evidence against to control at LSD = 0.05, 0.01, and 0.001

и 17-38-31 (13.8**). С най-висок добив, превишаващ стандарта ГТБ Устрем е кандидат сорта Пх 13-12-37(317.00***g), а с най-ниска продуктивност се представя на са достоверни, следвани от математически доказаните стойности при линии Пх 13-12-21 (14 линия Пх 12-11-18 (216.17***g), разликите спрямо стандарта и при двата генотипа са достоверни.

През периода 2021-2023 г. в опита бяха включени 20 кандидат сортове и един стандарт

- сорт „ГТБ Устрем“. С по-висока продуктивност от средният стандарт са 4 кандидат сорта, които го превишават с от 4,4% при Пх 17-38-27 до 15,8% при Пх 13-12-37 (Таблица 4). Останалите селекционни линии са с добив, по-нисък от контролата и не представляват селекционен интерес. Въпреки, че според Abrosimova and Fadeeva (2015) селекционната работа само с високодобивни генотипове може да доведе до загуба на екологичната стабилност.

Таблица 4. Абсолютен и относителен добив (g/m²) при сорт ГТБ Устрем и селекционни линии фасул за периода 2021-2023 г.

Table 4. Absolute and relative yield (g/m²) for GTB Ustrem variety and bean selection lines for the period 2021-2023

Сорт/ Variety	Добив (g/m ²)/ Yield (g/m ²)			Средно за периода/ Average for the period	Относителен добив, % / Relative yield, %
	2021	2022	2023		
Устрем/Ustrem	197,5	158,4	100,4	152,1	100
9-11-1	160,5*	162,9	80,1	134,5*	88,4
9-11-2	187,3	164,2	77,8	143,1	94
12-11-18	150,4**	125,4*	84,5	120,1***	78,9
12-11-20	178,8	144,1	80,4	134,5*	88,4
13-12-9	220,3	132,8	101,3	151,4	99,5
13-12-21	213,7	139,4	86,6	146,6	96,3
13-12-22	188,9	135,3	98,8	141,0	92,7
13-12-32	165,1*	154,0	102,3	140,4	92,3
13-12-37	246,1**	169,5	112,8	176,1**	115,8
17-38-9	221,9	88,8***	76,4	129,1**	84,8
17-38-16	206,6	120,6**	74,4	133,9*	88
17-38-27	230,8*	157,8	87,8	158,8	104,4
17-38-28	224,3	126,2*	72,4*	140,9	92,6
17-38-31	238,3**	104,1***	59,4**	133,9*	88
17-38-38	203,2	112,8**	70,9*	129,0**	84,8
17-38-44	229,2*	108,5***	68,1*	135,2*	88,9
17-38-46	200,6	122,3*	80,6	134,5*	88,4
17-38-51	221,7	148,1	80,5	150,1	98,6
17-38-77	277,1***	155,0	76,6	169,6*	111,4
17-38-91	236,2**	159,9	84,8	160,3	105,4
Средно за опита/ Average for experience	209,4	137,6	83,7	143,6	94,4
LSD	0,05*	0,01**	0,001***		
Ген/Год./ G/Y	28,58	37,81	48,64		
Генотип/ Genotip	16,5	21,83	28,08		

Стандартът се характеризира с най-висок добив през 2021 година където е бил 197,5 g/m² и най-нисък продуктивен потенциал е показал през неблагоприятната 2023г, чийто добив е с 97,1g по малко, отколкото през 2021 година. Най-висок добив, средно за трите години от превишаващите стандарта генотипове е получен от линия 13-12-37 (176,1g/m²), следвана в низходящ ред: от линия 17-38-77 (169,6 g/m²), 17-38-91 (160,3 g/m²) и 17-38-27 (158,8 g/m²) (Фигура 3). Като статистически доказан, спрямо контролата е добива само на две от тези линии **13-12-37** (176,1*g/m²) и **17-38-77** (169,6*g/m²) (Таблица 4), при останалите две разликите не са достоверни. С най-ниска продуктивност, спрямо стандарта се представя линия **Пх 12-11-18** (120,1***g/m²), като разликите са математически доказани.

През 2021 г. по отношение на продуктивния потенциал се отличава линия **17-38-77** (277,1g/m²), а през периода 2022-2023 г. с най-висока продуктивност е линия **13-12-37** (169,5/112,8 g/m²). Продуктивността на фасула се влияе от метеорологичните условия на годината. През отделните години на периода, най-високи добиви от всички варианти са реализирани през 2021 г. със среден добив от 209,4 g/m², в условия на много благоприятно съчетание на температури и валежни суми, следвана от 2022 г. - с 137,6g/m², а много ниски - през неблагоприятната 2023 г., характеризираща се с продължително засушаване, като тогава е отчетен среден добив едва от 94,4 g/m² (Таблица 4).

Определянето на структурата на добива на една култура и взаимовръзката между добива и свързаните с него признаци е важно за селекционерите, тъй като това осигурява правилно насочване на програмите за селекция на растенията (Karasu & Oz, 2010, Aziz et al., 2013). За да се проучат връзките между изследваните показатели и добива е приложен корелационен анализ (Таблица 5).

От корелационните коефициенти, които показват зависимостите между проучваните признаци се вижда, че добивът е в значителна положителна корелация с височината на

растението ($r=0.518$; $p\leq 0.001$). Коефициентът на детерминация установява, че 27% от варирането на единия признак е свързано с варирането на другия признак, а в останалите 73% - съотношението във варирането между признаците е случайно. Това показва, че увеличаването на добива е свързано с нарастване на височината. Mihova (2000) също съобщава за изразена положителна връзка между добива и височината на растението, но според нея тя е с ниска стойност на корелационния коефициент.

Установена е и средна положителна зависимост на добива с два от проучваните признака. Средно положително влияние върху него оказват масата на семената ($r=0.432$; $p\leq 0.001$) и броя бобове от растение ($r=0.386$; $p\leq 0.001$). Редица автори съобщават за изразена положителна връзка между броя на бобовете и продуктивността на едно растение с добива (Onder, 1994; Michova, 2000; Bozoglu & Gulumser, 1999; Yorgancilar et al., 2003; Karasu, 2010; Peyman, 2014; Ahmed et al., 2016; Sharifi et al., 2020; Raiger, 2021).

Резултатите от изследването показват, че съществува и слаба положителна корелация между добива и височината на първи боб ($r=0.200$; $p\leq 0.01$). В положителна недоказана зависимост с добива е показателя брой зърна в боб ($r=0.137$). В настоящето проучване не се наблюдават отрицателни корелационни връзки с добива.

Въз основа на получените данни от корелационния анализ, е установен най-висок коефициент на корелация с много добра доказаност между брой бобове от растение и маса на семената от растение ($r=0.834$). Високата корелация между двата компонента в проучването потвърждава резултатите, получени от Mihova (2000). Тук коефициента на детерминация посочва, че 69% от варирането на единия признак е свързано с варирането на другият и едва при 31% съотношението във варирането между тях е случайно.

Съществува и доказана положителна корелация между височината на растението с брой бобове от растение ($r=0.635$; $p\leq 0.001$), маса на семената ($r=0.583$; $p\leq 0.001$) и височи-

на на първи боб ($r= 0.331$; $p\leq 0.001$). Установени са недоказани слаби положителни зависимости между брой зърна в боб с височината на растението (0.110) и брой бобове от растение (0.175) и отрицателна недоказана корелация с височината на първи боб (-0.109).

Резултатите, получени от клъстерния анализ показват разнообразие сред изследваните генотипове обикновен зрял фасул. Всички генотипове са групирани в два основни клъс-

тера (Фигура 4). Първият клъстер се състои от две групи като в едната попада сорт ГТБ „Устрем“, а другата е разделена на две подгрупи, където в едната под група попадат линиите 9-11-1, 9-11-2 и 13-12-37, а към втората подгрупа спадат селекционните линии 12-11-20 и 17-38-51, 17-38-911, 17-38-77, 17-38-27, 13-12-32.

Вторият основен клъстер също се разделя на две групи, в едната от които попада ли-

Таблица 5. Корелационни зависимости между добива и някои елементи на продуктивността при линии обикновен фасул.

Table 5. Correlation relationships between yield and some elements of productivity in lines common Bean.

Показатели/ Indicators	Височина растение/ Plant height	Височина 1-ви боб/ Height of first pod	Брой бобове от растение/ Number of pods per plant	Брой зърна в боб/ Number of seeds per pod	Маса на семената от растение/ Plant seed mass	Добив/ Yield
Височина растение/ Plant height	1	0,331***	0,635***	0,110	0,583***	0,518***
	Доказаност/Sig.	,000	,000	,133	,000	,000
Височина 1-ви боб/ Height of first pod		1	0,036	-,109	0,003	0,200**
	Доказаност /Sig.		0,623	0,135	0,968	,006
Брой бобове от растение/ Number of pods per plant			1	0,175(*)	0,834***	0,386***
	Доказаност/ Sig.			,016	,000	,000
Брой зърна в боб/ Number of seeds per pod				1	0,360***	0,137
	Доказаност/Sig.				,000	,060
Маса на семената от растение/ Plant seed mass					1	0,432***
	Доказаност/ Sig.					,000
Добив/ Yield						1
	Доказаност/Sig					

*** Корелацията е значима на ниво 0,001*** /Correlation is significant at the 0.001 level

** Корелацията е значима на ниво 0,01/** Correlation is significant at the 0.01 level

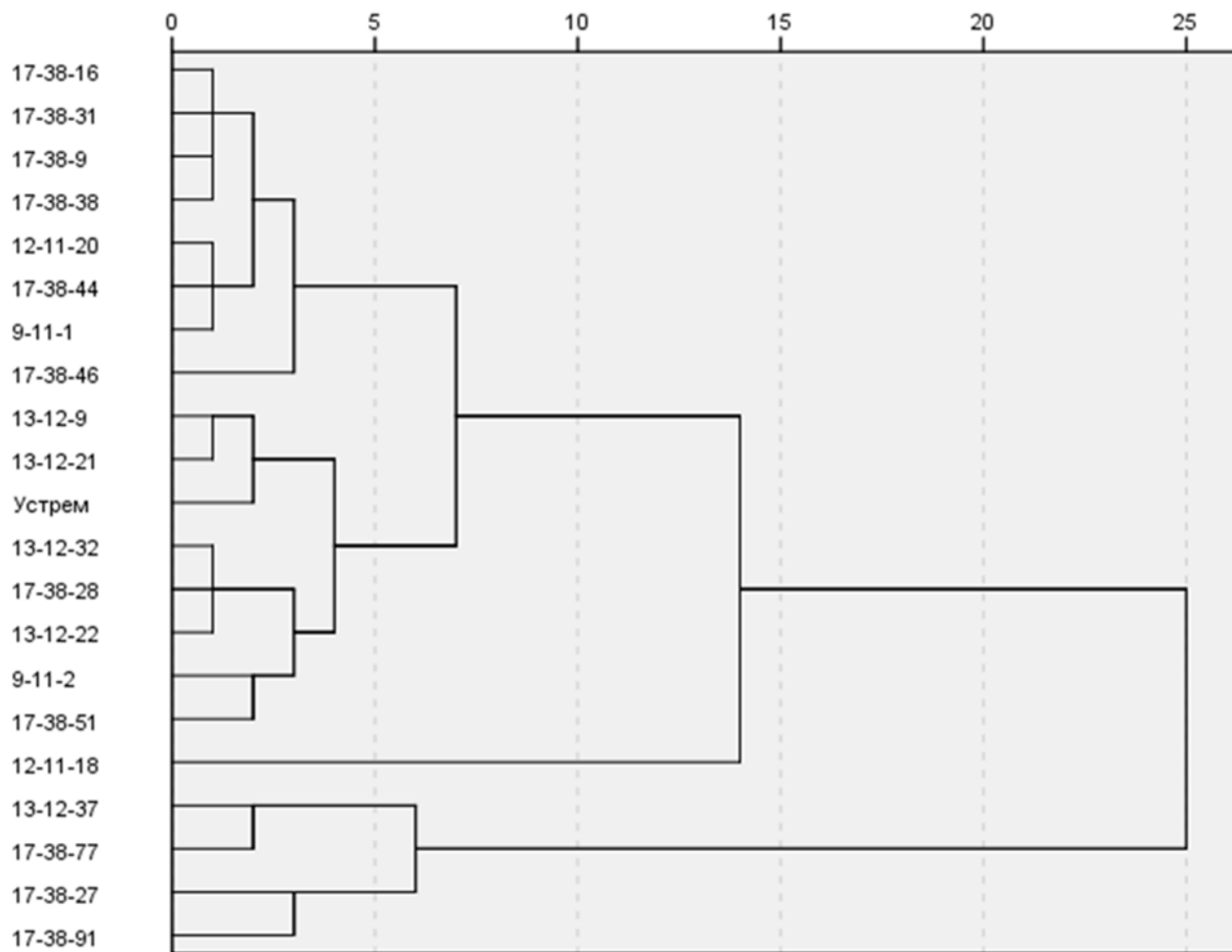
* Корелацията е значима на ниво 0,05/* Correlation is significant at the 0.05 level

ния 17-38-9. Втората група на вторият основен клъстер се разделя на две подгрупи и към едната под група попадат линиите: 17-38-31, 17-38-44, 17-38-38, 17-38-46 и 17-38-16, а към втората: 17-38-28, 12-11-18, 13—12-9, 13-12-9, 13-12-22, 13-12-21. Най-близко до стандартния сорт, който заема междинно място в класирането се намираха линиите 13-12-37 и 13-12-21, които принадлежат към двата основни клъстера. Генотиповете, които са генетично най-отдалечени, се намират в двата противоположни края на дендрограмата (Viera et al., 2007). Извършеният клъстерен анализ посочва линиите 13-12-32 и 17-38-9, като най-отдалечени една от друга, което определя минимално сходство между тях.

ИЗВОДИ

Варирането на признаците в най-голяма степен се определя от условията на годината, следвано от генотипа и взаимодействието между тях.

На база осреднените данни за добива през периода 2021-2023 г. може да се заключи, че високодобивните генотипове, като 13-12-27 и 17-38-77, които надвишават математически доказано контролата, могат да се предложат за изпитване като нови сортове в Държавната сортова комисия или да се използват за подобряване на добива на семена от зрял фасул, като по този начин се дава възможност за разширяване на производството на тази бобова култура.



Фигура 4. Клъстерен анализ на генотипове по комплекс от проучвани признаци
 Figure 4. Clustering of the genotypes by the complex of the traits studied

В следствие на получените резултати от корелационния анализ, можем да направим извода, че трябва да се обърне внимание на показателите като височина на растението и брой бобове от растение, тъй като те могат да се използват като критерии в селекционната програма за увеличаване продуктивността при обикновения фасул (*Phaseolus vulgaris* L.).

Благодарност

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

ЛИТЕРАТУРА

- Acquaah, G., Adams, M. W., & Kelly, J. D.** (1991). Identification of effective indicators of erect plant architecture in dry bean. *Crop Science*, 31(2), pp. 261-264.
- Ambrosimova, T. N., & Fadeeva, N. A.** (2015). Adaptive ability and breeding value of a collection of vegetable pea varieties Scientific and practical journal-Vegetables of Russia, №1, (26), 7-30 (Ru).
- Adams, M. W.** (1967). Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, (*Phaseolus vulgaris* L.) 1. *Crop Science*, 7(5), pp.505-510.
- Ahmad, I., Anjum, M. F., Butt, M. S., Hussain, S., & Khan, M. I.** (2008). Predictive Modeling of Spring Wheat Varieties by Cluster Analysis, *International Journal of Food properties*, 11: 310-320.
- Ahmed, J. O., Abdulla, A. R., & Mohammed, R. A.** (2016). Comparative on yield and its components performance and correlation in some Broad bean (*Vicia faba* L.) genotypes at Bakrajo, Sulaimani. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci*, 16, pp.635-640.
- Aziz, A. A. M. O. A., Aziz, H. A., & Gailani, M. B.** (2013). Correlation between seed yield and yield components in faba bean (*Vicia faba* L.). *Advances in Environmental Biology*, 7(1), pp.82-85.
- Bozoglu, H., & Gulumsar, A.** (1999). An investigation on the determination correlations and heritabilities of some agronomical characters Dry Bean (*Pasheolus vulgaris* L.). In: *Pasture, Forage Crops and Edible Legumes*. Third Field Crops Congress (15-18 November 1999), Adana, Turkey, 3:360-365.
- Coyne, D. P.** (1980) – Modification of plant architecture and crop yield by breeding. *Hort. Science*, 15, №3, pp.244-247.
- Donald, C. T.** (1968). The breeding of crop ideotypes. *Euphytica*, 17, pp.385-403.
- Ganusheva, N., Dimova, D., Gorastev, H., & Toshev, N.** (2005). Biological and economic qualities of promising lines of winter two-row barley. In: *Selection and agro-technics of field crops*. Balkan Scientific Conference 80 years, Institute of Agriculture, Karnobat pp.124-128(Bg)
- Genchev, G.** (1959). General selection and seed production. Zemzidat, Sofia (Bg).
- Genchev, D.** (2011). Plasticity and productivity stability of new varieties of mature bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Studies* 7(2):313-333 (Bg).
- Genchev, D. & Kiryakov, I.** (2005) Dry bean in mountain regions in Bulgaria – present and future (Mini revyu) Res. Commun. of U.S.B. branch Dobrich. – *Agrarni nauki*, pp.56–61, (Electronic version), vol. 7, http://geocities.com/usb_dobrich/009.pdf. (Bg).
- Genchev, D. & Kiryakov, I.** (2018) GTB-Scythia – a new variety of common ripe bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Studies* 711(2): 37-52 (Bg)
- Genchev, D., Kiryakov, I. & Beleva, M.** (2011) Beslet – a new variety of common ripe bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Studies* 7(1): 119-130 (Bg).
- Hair, F. D., Anderson, E. R., & Tatham, R.** (1987). Multivariate data analysis with readings Macmillan Publ. Co, New York.
- Humphreys, C. P., Franks, P. J., Rees, M., Bidartondo, M. I., Leake, J. R., & Beerling, D. J.** (2010). Mutualistic mycorrhiza-like symbiosis in the most ancient group of land plants., *Nature communications*, 1(1), 103.
- Ivanova, A., & Tsenov, N.** (2011). Winter wheat productivity under favorable and drought environments I. An overall effect, *Bulg. J. Agric. Sci.*, 17(6), pp.777-782.
- Karasu, A., & Oz, M.** (2010). A study on coefficient analysis and association between agronomical characters in dry bean (*Pasheolus vilgaris* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16, pp. 203-211.
- Kelly, J. D., & Adams, M. W.** (1987). Phenotypic recurrent selection in ideotype breeding of pinto beans. *Euphytica*, 36, pp.69-80.
- Michova, G.** (2000) Bean plant architecture and productivity (*Phaseolus vulgaris* L.) Characteristics of the signs. . Doctoral dissertation, Dobrudja Agricultural Institute.(Bg).
- Mullins, C. A., & Coffey, D. L.** (1990). Snap bean pod quality as affected by cultivar and harvest. *Journal of Production Agriculture*, 3(1), pp.131-135.
- Nienhuis, J., & Singh, S. P.** (1985). Effects of Location and Plant Density on Yield and Architectural Traits in Dry Beans 1. *Crop Science*, 25(4),pp. 579-584.
- Onder, M.** (1994). Correlation and path coefficient analysis of seed yield and some yield components in cultivars of dwarf dry bean (*Pasheolus vulgaris* L.). In: *National*

- First Field Crops Congress*, 25-29 April 1994, Izmir. Argonomy section, pp. 122-126.
- Peyman, S.** (2014). Correlation and coefficient analysis of yield path and yield component in some broad bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *Genetics* 46, 3, pp. 905-914.
- Raiger H. L., Yadav S. K., Arya R. K., & Phogat, B. S.** (2021). Studies on Variability and Character Association for Yield and Yield Related Traits in Faba Bean (*Vicia faba*). *Ekin J.* 7(2), 125-130.
- Stoeva, I., Chamurliyski, P., & Tsenov, N.** (2009) Study of Bulgarian and foreign varieties and lines of common winter wheat in relation to their use in the selection of productivity and quality. *Field Crops Studies* 5(2), 253-260 (Bg).
- Sharifi, P., Astaraki, H., Sheikh, F., & Izadi-Darbandi, A.** (2020). Study the relationships between yield and yield component of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes by multivariate analyses. *Iranian Journal Pulses Research*, 11(1), pp.74-87.
- Sinebo, W.** (2005). Trade off between yield increase and yield stability in three decades of barley breeding in a tropical highland environment. *Field Crops Research*, 92(1), pp.35-52.
- Singh, S. P.** (1982) – A key for identification of different growth habit of (*Ph. Vulgaris* L.) *BIC*, 25 pp. 92-95.
- Tekeli, A. S., & Ateş, E.** (2005). Yield potential and mineral composition of white clover (*Trifolium repens* L.)-tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) mixtures. *Journal of Central European Agriculture*, 6(1), pp. 27-34.
- Terziev, Z.** (2000). Yield and quality of grain of some varieties of wheat, triticale and barley. *Crop Science*, 37(7), pp.431-435
- Vandenberg, A., & Nleya, T.** (1999). Breeding to improve plant type. In: Singh, S.P (ed.). *Common Bean Improvement in the Twenty-First Century*. Kluwer Academic Publishers, pp.167-183.
- Vieira, E., Félix de Carvalho, F., Bertan, I., Kopp, M., Zimmer, P., Benin, G., Gonzalez da Silva, J., Hartwig, I., Malone, G. & Costa de Oliveira, A.** (2007). Association between genetic distances in wheat (*Triticum aestivum* L.) as estimated by AFLP and morphological markers. *Plant Genetics, Genet. Mol. Biol.* 30 (2), 392-399.
- Yorgancilar, O., Kenar, D., & Sehirali, S.** (2003). The effects of nitrogen doses on yield and yield components of Buch bean varieties. In: *Fifth Field Crops Congress* (13-17 October, 2003), Diyarbacir, Turkey. pp. 555-559.

Received: October, 23, 2024; Approved: November, 28, 2024; Published: February, 2025