https://doi.org/10.61308/XVBA8182

Клъстерен анализ на биометрични и стопански показатели при генотипи тютюн Бърлей

Йовко Дюлгерски[1*], Радка Божинова[1], Николай Николов[2], Виолета Николова[2]
[1]Институт по тютюна и тютюневите изделия, Марково, Селскостопанска академия, София
[2]Институт по консервиране и качество на храните, Пловдив, Селскостопанска академия, София
*E-mail: *yovko_dulg@abv.bg*

Резюме: Направен е клъстерен анализ на генотипи тютюн Бърлей по отношение на биометрични и стопански показатели. Резултатите от изследването показват, че с най-благоприятни биометрични показатели се отличават Бърлей 1344, Линия 1527, Линия 1543 и отчасти Линия 1521. Тези генотипи се очертават като добри донори за хибридизация за увеличаване на броя и размерите на листата, както и за съкращаване на дължината на вегетационния период. С най-благоприятни стопански показатели се оформя Линия 1527, която дава най-висок добив и най-висок процент първа класа сух тютюн. С много добри показатели се представят също Бърлей 1344, Линия 1543, Линия 1535 и Линия 1531. Изследваните генотипи, според биометричните показатели, се групират в два клъстера, като първият се разделя на две, а вторият на три подгрупи. В зависимост от стопанските показатели, изследваните генотипи се групират отново в два клъстера, като и двата се разделят на две подгрупи. Стандартният сорт Плиска 2002 заема сравнително самостоятелна позиция, като това е по-силно изразено по отношение на стопанските показатели, което показва, че този сорт е с най-голямо генетично различие от останалите генотипи. Крайните резултати доказват, че за проучваните биометрични и стопански показатели няма изразена тенденция по подреждане на генотпите в клъстери. Като комплекс от всички проучвани показатели, с най-голяма генетична дивергентност се отличават Линия 1502, Линия 1540 от една страна, и сорт Бърлей 1317 и Линия 1538 от друга, които може да се препоръча да се кръстосват помежду си, с оглед на създаване на хибриди между генетично разнородни родители, съгласно нуждите на селекционната практика.

Ключови думи: тютюн Бърлей; генотипи; биологични показатели; стопански показатели; клъстерен анализ

Cluster analysis of biometric and economic indicators in Burley tobacco genotypes

Yovko Dyulgerski[1*], Radka Bozhinova[1], Nikolay Nikolov[2], Violeta Nikolova[2]
[1]Tobacco and Tobacco Products Institute, 4108 Markovo, Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria
[2]Institute of Food Preservation and Quality, 4000 Plovdiv, Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria
*E-mail: *yovko_dulg@abv.bg*

Citation: Dyulgerski, Yo., Bozhinova, R., Nikolov, N., & Nikolova, V. (2025). Cluster analysis of biometric and economic indicators in Burley tobacco genotypes. *Bulgarian Journal of Crop Science, 62*(6) 119-127 (Bg).

Abstract: A cluster analysis of Burley tobacco genotypes was made in terms of biometric and economic indicators. It was found that the Burley 1344, Line 1527, Line 1543 and to some extent Line 1521 are characterized by the most favorable biometric indicators. These genotypes appear as good donors for hybridization to increase the number and size of leaves, as well as to shorten the length of the growing season. Line 1527 shows the most favorable economic indicators giving the highest yield and the highest percentage of first grade dry tobacco. Burley 1344, Line 1543, Line 1535 and Line 1531 also performed very well. The studied genotypes, according

to the biometric indicators, are grouped into two clusters, with the former dividing into two and the latter into three subgroups. Depending on the economic indicators, the studied genotypes are again grouped into two clusters, both of which fall into two subgroups. Within those the standard variety Pliska 2002 occupies a relatively independent position, and this is more pronounced in terms of economic indicators. This shows that this variety has the greatest genetic difference from the other genotypes. The final results show that for the studied biometric and economic indicators, there is no pronounced tendency to arrange the genotypes in clusters.Overall performance from all the studied indicators shows that Line 1502 and Line 1540 on the one hand, and Burley variety 1317 and Line 1538 on the other stand out with the greatest genetic divergence. It can be recommended that pairs between these lines can be crossed with a view to creating hybrids between genetically heterogeneous parents, according to the needs of the breeding program.

Keywords: Burley tobacco; genotypes; biometric and economic indicators; cluster analysis

ВЪВЕДЕНИЕ

За оптимизиране на сортовата структура, е необходимо да има достатъчно сортове с голяма генетична дивергентност по важните биологични и стопански признаци, отговарящи на изискванията на производители и потребители. Трябва много добре да се познават особеностите на сортовете, за да бъдат ефективно включени в сортовата структура (Butorac et al., 2004; Mitreski et al., 2017; Risteski et al, 2017a, b; Aleksoski et al., 2023; Tsaliki et al., 2023).

Изискванията към новите сортове се удовлетворяват главно чрез хибридизация, която дава възможност в новите сортове да се включват комплекс от характеристики, отразяващи се благоприятно върху добива и качеството на тютюна (Pearce et al., 2019; Kınay & Kurt, 2022; Aleksoski, 2023; Spasova-Apostolova, et al., 2023; Sufan et al., 2023). Според Genchev & Vazvazov (1973), хибридизацията като селекционен метод се основава на идеята за обогатяване на наследствеността, повишаване на изменчивостта в поколенията и жизнеността, които предоставят на селекционера богат изходен материал. Стабилността на добивите при сортовете зависи от способността им да реагират на условията на средата и се определя като фенотипна пластичност. Тя се обуславя от генетичната структура на сорта. Колкото са по-големи генетичните различия между отделните родителски генотипове, участвали в създаването на чистия сорт, толкова популационното разнообразие се проявява в по-голяма степен, т.е. индивидите ще реагират по различен начин на отделните фактори на средата. Обратно, колкото по-малки генетични различия има между изходните форми, толкова по-малка ще бъде адаптивната способност (Yankulov, 1996; Bojinov, 2013; Kurt, 2021; 2023).

Използването на методи, позволяващи комплексна оценка на фенотипната изменчивост по важните признаци при селскостопанските култури, включително и сортове и линии тютюн, придобива все по-голямо научно и приложно значение (Masheva et al., 2005; Roychev et al., 2007). Клъстерният анализ е подходящ метод при извършване на такива сравнителни изследвания. Той дава възможност да се направи интерпретация и оценка на фенотипното им сходство и разнообразие (Roychev et al., 2007; Roychev & Keranova, 2021). Именно чрез неговото приложение може лесно да се определи генетичната дивергентност между изследваните генотипи и на тази база да се извърши хибридизация помежду им (Mohammadi & Prasanna, 2003; Sarala & Rao, 2008).

Целта на настоящето изследване беше да се направи клъстеризиране на сортове и линии тютюн Бърлей по отношение на важни биологични и стопански показатели, да се анализира фенотипното им сходство и отдалеченост по тези показатели, и да се определи възможността за хибридизация помежду

им за нуждите на селекцията при тютюна от тази сортова група.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

През периода 2019-2021 г. в Института по тютюна и тютюневите изделия, Марково са изпитани 16 образци тютюн от сортова група Бърлей, от които четири сорта (Плиска 2002, Бърлей 1000, Бърлей 1317 и Бърлей 1344) и дванадесет перспективни консолидирани линии (Линия 1502, Линия 1511, Линия 1516, Линия 1521, Линия 1522, Линия 1527, Линия 1531, Линия 1535, Линия 1538, Линия 1540, Линия 1543 и Линия 1545). С изключение на сорт Плиска 2002, който е възприет като стандарт при тютюн Бърлей, всички останали са създадени в Института по тютюна и тютюневите изделия. Полските опити са заложени съгласно Методиката на Zapryanov & Dimova (1995). Отчетени са биометрични показатели за височина на растенията, брой листа на растение и размери на листата от долен и среден беритбен пояс, както и фенологични наблюдения за дължина на вегетационния период. Определени са стопанските показатели - добив сух тютюн от декар и процентното му разпределение по класи.

Математическата обработка на данните е извършена чрез дескриптивна статистика и клъстерен анализ с помощта на програмния продукт IBM SPSS Statistics 24. Клъстерният анализ е проведен по агломеративния метод на Ward (1963), а мярка за сходство е евклидовото разстояние. Данните са предварително стандартизирани, а резултатите са представени графично чрез дендрограма. Определена е последователността на обединяване на обектите в съответните клъстери.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

1. Биометрични показатели

Добивът сух тютюн е в положителна и доказана корелация с признаците височина на растенията, брой на листата, ширина и дължина на листата, и дни до 50% цъфтеж (Maleki et al., 2011). В проведените от нас експерименти, височината на растенията варира от 161,6 до 170,2 cm и при всички генотипи е по-голяма от посочените от Stoyanov & Apostolova (1999) стойности (155-160 cm) (Таблица 1). Отчетният брой листа (25,8-27,5) при болшинството генотипи е в границите, посочени от същите автори (27-29 броя). Резултатите от дескриптивния анализ показват, че по отношение на броя на листата се наблюдава сравнително голям размах на вариране – над 4 броя листа. С най-голяма височина и брой листа на растение се отличава Бърлей 1344. Както височината, така и формираният брой листа при Бърлей 1317, Линия 1527, Линия 1521 и Линия 1543 превишават средната стойност за съответния показател. Тези генотипи могат да се използват в селекционната програма, като донори за увеличаване на височината на растенията и броя на листата.

При едролистните тютюни, по-големият размер на листата е израз на по-голяма характерност на типа (Gyuzelev, 1983). Добивът сух тютюн зависи както от броя на листата, така и от техните размери и съдържателност. Най-доброкачествени са едрите листа от средния пояс, с малка плътност (Gyuzelev & Peeva, 1984). При окачествяването на тютюна въз основа на външните качествени признаци, листата от средния пояс с дължина над 40 cm могат да бъдат разпределени към I-ва класа (Минимални качествени изисквания за български суров тютюн, производителски манипулиран, ДВ, бр. 62/13.07.2001 г.). Отчетените дължини на листата от всички варианти отговарят на споменатите изисквания за сортова група Бърлей (Таблица 1). При листата от долния беритбен пояс, респ. 7-ми лист, размахът на варирането е по-голям по отношение на дължината, отколкото при ширината на листата. Тенденцията е противоположна при средните листа, респ. 14-ти лист. От изпитаните генотипове с най-големи размери на листата от двата пояса е Бърлей 1344, следван от Линия 1527 и Линия 1543. Тези три ге-

Таблица 1. Биометрични показатели на проучваните генотипи (средно за 2019-2021 г.)
Table 1. Biometric indicators of the genotypes studied (3-year average)

Генотип/ Genotype	**Височина**/ Plant height, cm	**Брой листа**/ Number of leaves per plant	**Размери на 7 лист**/ Dimensions of 7 leaf, cm		**Размери на 14 лист**/ Dimensions of 14 leaf, cm		**Вегетационен период**/ Vegetation period, days
			Дължина/ Length	Ширина/ Width	Дължина/ Length	Ширина/ Width	
Pliska 2002	164,8	26,8	60,8	30,3	61,9	28,3	82,6
Burley 1000	163,4	26,4	60,1	32,4	61,2	33,2	78,3
Burley 1317	166,8	27,7	61,4	31,6	62,3	32,3	75,3
Burley 1344	170,2	30,4	62,8	32,2	63,7	33,8	71,6
Line 1502	165,2	27,9	61,2	31,3	62,5	32,6	72,2
Line 1511	164,1	26,6	60,7	30,4	61,5	31,2	79,6
Line 1516	165,4	27,1	60,4	30,9	61,2	32,2	77,5
Line 1521	168,6	29,1	61,6	30,7	62,8	31,8	72,1
Line 1522	163,9	26,2	60,6	30,5	61,5	31,7	76,3
Line 1527	169,1	29,5	62,2	32,4	63,6	33,7	74,9
Line 1531	163,8	26,4	61,5	31,3	61,9	31,8	75,0
Line 1535	164,6	26,7	61,3	31,6	61,7	32,0	75,7
Line 1538	162,2	25,9	61,8	30,1	62,5	30,6	77,7
Line 1540	165,3	27,7	61,4	31,8	62,8	32,6	72,0
Line 1543	167,1	29,0	61,8	31,7	63,6	33,8	74,1
Line 1545	161,6	25,8	60,2	32,1	60,9	33,3	79,2
Mean	165,38	27,45	61,24	31,33	62,23	32,19	75,88
Minimum	161,60	25,80	60,10	30,10	60,90	28,30	71,60
Maximum	170,20	30,40	62,80	32,40	63,70	33,90	82,60
Range	8,60	4,60	2,70	2,30	2,80	5,60	11,00
Std. Deviation	2,42	1,39	0,74	0,77	0,90	1,41	3,15

нотипа се оформят като донори при хибридизацията за увеличаване размерите на листата при тютюн Бърлей.

Според Dyulgerski (2022), по-краткият вегетационен период при тютюн Бърлей води до навременното му прибиране, следователно и до по-високо качество на изсушения тютюн. При въздушното сушене на тютюна от тази сортова група, съществено значение имат температурата и относителната влажност на въздуха. Условията за сушене при климатичните характеристики на районите у нас, където се отглежда Бърлей, са благоприятни през юли, август и септември, докато през октомври не са благоприятни главно поради недостига на топлина (Shabanov et al., 1989). С най-кратък вегетационен период от разсаждането до начален цъфтеж, приблизително 72 дни, се характеризират Бърлей 1344, Линия 1540, Линия 1521 и Линия 1502, които са подходящи като донори за съкращаване на вегетацията при селекцията на тютюн Бърлей. Наблюдава се силно изразен размах на варирането по този показател – 11 дни разлика между генотипа с най-кратка (Бърлей 1344) и този с най-дълга вегетация (Плиска 2002).

Със сравнително по-високи стойности на биометричните показатели (височина, брой листа и размери на листата от долен и среден беритбен пояс) се отличават Бърлей 1344, Линия 1527, Линия 1543, отчасти и Линия 1521.

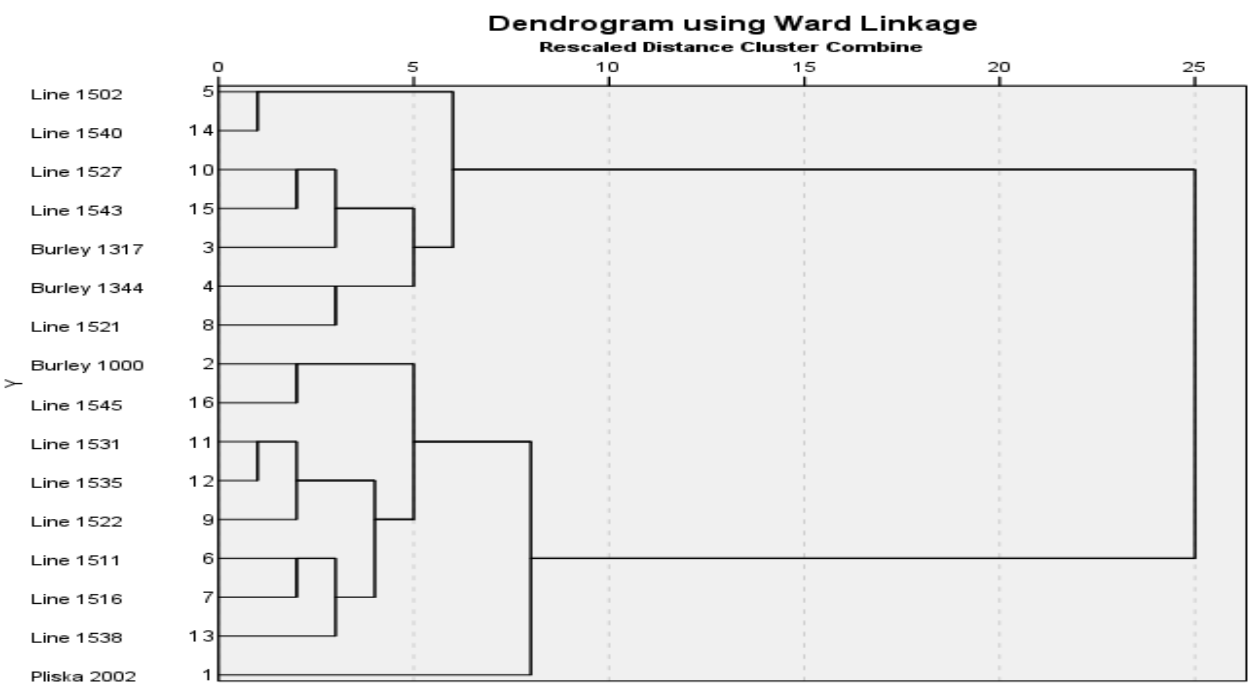
Дендрограмата от клъстерния анализ показва, че по отношение на биометричните и биологични показатели, генотипите се разпределят в две големи групи, като първата се разделя на две, а втората на три подгрупи (Фигура 1). Първата група включва седем генотипа, които са със сравнително по-благоприятни биометрични показатели. Този клъстер се разделя на две подгрупи. В първата подгрупа влизат Линия 1527, Линия 1543, Линия 1521 и сортовете Бърлей 1344 и 1317, а във втората - Линия 1502 и Линия 1540, чиито показатели са на практика идентични. Вторият клъстер, който включва останалите генотипи, се разделя на три подгрупи. Интересно е да се отбележи, че контролният сорт Плиска 2002, макар и да принадлежи към втората група, е генетично най-отдалечен сред генотиповете в нея.

Резултатите от изследването показват, че перспективни могат да се окажат кръстоски между Линия 1502 (или Линия 1540) и която и да е от линиите от клъстер 2. Като алтернативен вариант може да бъде избрана която и да е от останалите линии от клъстер 1, която да се кръстоса със сорт Плиска 2002 (или която и да е от линиите от клъстер 2) за нуждите на селекционната програма.

2. Стопански показатели

Резултатите от дескриптивния анализ на добива сух тютюн показват значителен размах на варирането по този показател, като разликата между генотипа с най-малък добив (Плиска 2002) и този с най-голям (Линия 1527) е 110 kg (Таблица 2). С изключение на сорт Плиска 2002, добивът от всички генотипи е над 300 kg/da. Получените стойности са близки до съобщените от Stoyanov & Apostolova (1999), които за сортовете Бърлей 21 и Бърлей 1317 са съответно 296 и 338 kg/da.

Най-разпространена в практиката е оценката на тютюна по външни признаци в определени категории или класи. Въз основа на редица белези – форма и едрина на листата, беритба, цвят, плътност, съдържателност,



Фигура 1. Дендрограма - клъстериране на генотипи тютюн Бърлей по комплекс от биометрични показатели

Figure 1. Dendrogram for the clustering of Burley tobacco genotypes according to biometric indicators

Таблица 2. Добив сух тютюн и класи (средно за 2019-2021 г.)
Table 2. Yield of cured leaves and grades (3-year average)

Генотип/ Genotype	**Добив**/ Yield, kg/da	**Класи**/ Grades, %		
		I	II	III
Pliska 2002	231,3	18	63	19
Burley 1000	314,2	27	56	17
Burley 1317	308,4	35	53	12
Burley 1344	339,3	44	49	7
Line 1502	321,0	26	58	16
Line 1511	315,1	29	60	11
Line 1516	324,6	27	59	14
Line 1521	326,5	33	57	10
Line 1522	316,7	27	61	12
Line 1527	341,2	45	50	5
Line 1531	329,4	36	56	8
Line 1535	330,2	37	56	7
Line 1538	312,5	25	58	17
Line 1540	327,1	36	56	8
Line 1543	335,6	41	53	6
Line 1545	308,9	23	59	18
Mean	317,63	31,81	56,50	11,69
Minimum	231,30	18,00	49,00	5,00
Maximum	341,20	45,00	63,00	19,00
Range	109,90	27,00	14,00	14,00
Std. Deviation	25,21	7,77	3,79	4,66

изпеченост, повреди от болести, от сушенето или от механично естество, тютюните се разпределят в няколко класи по степента на относителната им качественост (Atanasov & Nestorov, 1981). Най-ценните листа, с най-добрите качествени показатели принадлежат към I класа. Разликата между генотипите по отношение на процента първа класа е голяма - близо два пъти и половина между този с най-ниска (Плиска 2002) и с най-висока такава (Линия 1527) (Таблица 2). Генотипните разлики са по-слабо изразени по отношение на процента втора класа сух тютюн. При всички изследвани генотипи, процентът на втората класа е по-голям от този на първа класа. С най-нисък процент III класа (5,0%) се отличава Линия 1527, а с най-висок – Плиска 2002.

С най-благоприятни стопански показатели (добив и качество), средно за периода на изследване, се характеризира Линия 1527, която дава най-висок добив, най-висок процент първа класа и най-нисък процент трета класа сух тютюн. С много добри показатели се представя също сорт Бърлей 1344, който се нарежда на второ място както по добив, така и по процент първа класа. Добри резултати са получени също от Линия 1543, Линия 1535 и Линия 1531.

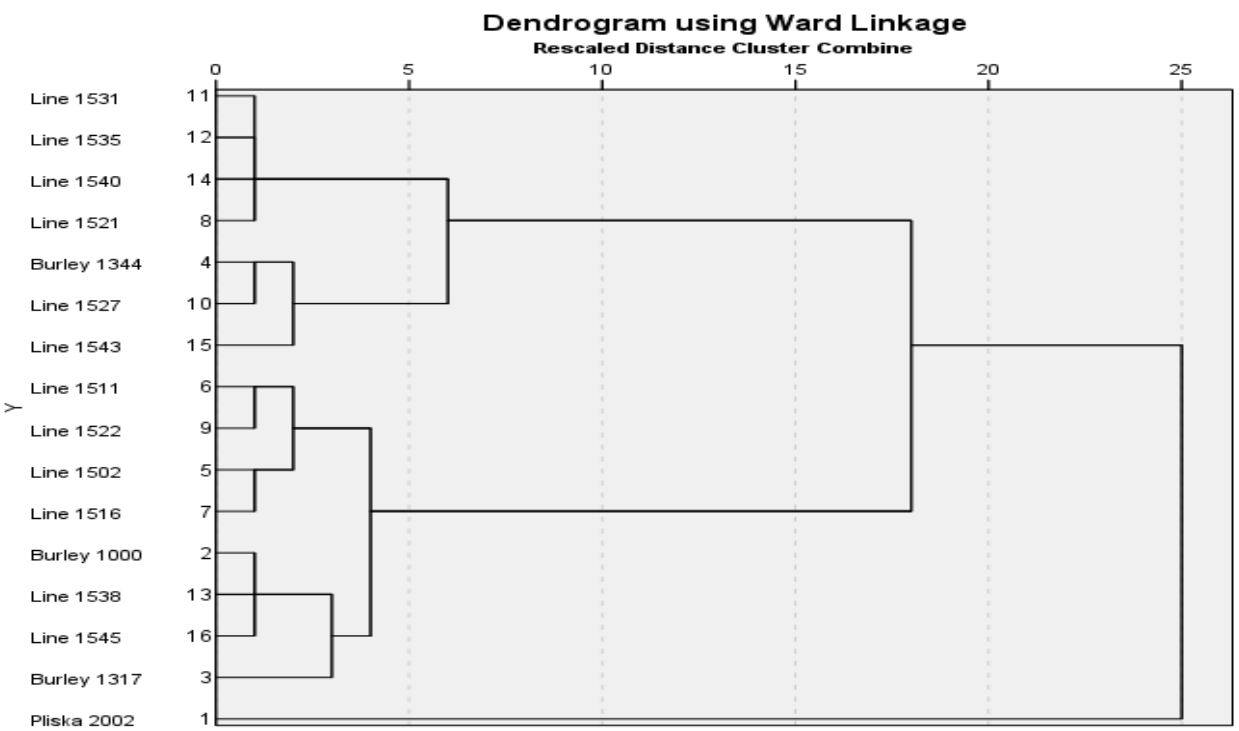
Подреждането на проучваните генотипи по стопански показатели (добив и класи) се различава от групирането по комплекса от биометрични показатели, въпреки че добивът сух тютюн до голяма степен е функция от височината на растенията, броят и размерите

на листата. Относно стопанските показатели, генотипите се групират в две големи групи, които от своя страна се разделят на две подгрупи (Фигура 2). В първата група са Линия 1531, Линия 1535, Линия 1540, Линия 1521, Линия 1527, Линия 1543 и Бърлей 1344. Останалите генотипи попадат във втората група, в която сорт Плиска 2002 заема обособена позиция - главно поради съществено по-ниския си добив и процент първа класа сух тютюн.

Резултатите от изследването показват, че (като се изключи сорт Плиска 2002), различията между сортовете и линиите във всяка от двете групи са несъществени и кръстоските между всеки два представителя на тези групи ще доведат до съпоставимо обогатяване на генетичното разнообразие.

И в двете дендрограми стандартният сорт Плиска 2002 се обособява като (относително) самостоятелен генотип, като това е по-силно изразено по отношение на стопанските показатели – добив и процент на класите. Това може да се обясни с факта, че този сорт е единствения образец, който не е създаден в ИТТИ, тоест той е най-отдалечен генетично от останалите генотипи и получените дендрограми ясно го потвърждават. Това, както и резултати от други изследвания, показва, че този сорт не е напълно подходящ за стандарт при тютюн от сортова група Бърлей в България.

Крайните резултати от ранкирането по показатели показват, че не може да се определи тенденция по подреждане на генотипи по различните проучвани показатели. При едни от тях, проучваните варианти попадат в едни групи и подгрупи, а при други показатели - в съвсем други групи. По-слаба генетична дивергентност имат генотиповете по отношение на биометричните показатели. Най-разнородни позиции заема Линия 1531, а най-стабилен в подреждането е Бърлей 1344.



Фигура 2. Дендограма - клъстериране на генотипи тютюн Бърлей по комплекс от стопански показатели (добив и класи)

Figure 2. Dendrogram for the clustering of Burley tobacco genotypes according to economic indicators (yield and grades)

Все пак получените резултати позволяват да се отличат генотипи, които имат по-голяма или по-малка генетична отдалеченост. Освен тези, които вече са споменати при отделните показатели, като комплекс от всички проучвани показатели с най-голяма дивергентност от една страна се отличават Линия 1502 и Линия 1540, а от друга страна това са Бърлей 1317 и Линия 1538. Съгласно селекционните практики може генотипите от тези две групи да се кръстосват помежду си с оглед на създаване на хибриди между генетично разнородни родители.

ИЗВОДИ

С най-благоприятни биометрични показатели се отличават Бърлей 1344, Линия 1527, Линия 1543 и отчасти Линия 1521. Тези генотипи се очертават като добри донори за хибридизация за увеличаване на броя и размерите на листата, както и за съкращаване на дължината на вегетационния период.

С най-благоприятни стопански показатели се оформя Линия 1527, която дава най-висок добив и най-висок процент първа класа сух тютюн. С много добри показатели се представят също Бърлей 1344, Линия 1543, Линия 1535 и Линия 1531.

Изследваните генотипи, според биометричните показатели, се групират в два клъстера. В зависимост от стопанските показатели, изследваните генотипи се групират отново в два клъстера.

Стандартният сорт Плиска 2002 заема сравнително самостоятелна позиция, като това е по-силно изразено по отношение на стопанските показатели. Това показва, че този сорт е с най-голямо генетично различие от останалите генотипи.

Като комплекс от всички проучвани показатели с най-голяма генетична дивергентност се отличават Линия 1502, Линия 1540 от една страна, и сорт Бърлей 1317 и Линия 1538 от друга, които може да се препоръчат да се кръстосват помежду си, с оглед на създаване на хибриди между генетично разнородни родители, съгласно нуждите на селекционната практика.

Конфликт на интереси: Авторите декларират, че няма наличие на конфликт на интереси.

ЛИТЕРАТУРА

Aleksoski, J. (2023). Heterothic effect of some quantitave traits in F1 diallel hybrids of various tobacco types. *Journal of agriculture and plant science*, *21*(1), 9-16.

Aleksoski, J., Ilieva, V., & Korubin-Aleksoska, A. (2023). Tobacco Breeding for Leaves and Yield. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research (IJIAAR)*, *7*(4), 413-421.

Atanasov, D., & Nestorov, A. (1981).*Tobacco Production and Curing*. Hristo G. Danov, Plovdiv (Bg).

Bojinov, B. (2013). *General genetics*. Academic Publishing House of the Agricultural University, Plovdiv (Bg).

Butorac, J., Vasilj, Đ., Kozumplik, V., & Beljo, J. (2004). Quantitative parameters of some burley tobacco traits. *Rostlinná výroba*, *45*, 149-156.

Dyulgerski, Yo. (2022). Comprehensive evaluation of new lines Burley tobacco. *Rastenievadni nauki*, *59*(2), 48-54 (Bg).

Genchev, G., & Vazvazov, I. (1973). *General selection and seed production*. Hristo G. Danov, Plovdiv (Bg).

Gyuzelev, L. (1983). *Stick science of tobacco*. Hristo G. Danov, Plovdiv (Bg).

Gyuzelev, L., & Peeva, S. (1984). Physical indicators of tobacco. *Bulgarian tobacco*, *11*, 24-27 (Bg).

Kınay, A., & Kurt, D. (2022). Heterosis and inheritance studies on morphological and chemical characters of tobacco affecting the yield and quality. *Agronomy Journal*, *114*(2), 927-934.

Kurt, D. (2021). Impacts of environmental variations on quality and chemical contents of oriental tobacco. *Contributions to Tobacco & Nicotine Research*, *30*(1), 50-62.

Kurt, D. (2023). Adaptability and stability models in promising genotype selection for hybrid breeding of sun cured tobacco. *South African Journal of Botany*, *154*, 190-202.

Maleki, H. H., Karimzadeh, G., Darvishzadeh, R., & Sarrafi, A. (2011). Correlation and sequential path analysis of some agronomic traits in tobacco (*Nicotiana tabaccum* L.) to improve dry leaf yield. *Australian Journal of Crop Science*, *5*(12), 1644-1648.

Masheva, V., Nikolov, E., & Hristeva, Ts. (2005). Genetic distance of parental oriental tobacco varieties and

their hybrids of some breeding traits. *Scientific Works of the Agricultural University, Plovdiv*, 1(5), 151-154 (Bg).

Minimum quality requirements for Bulgarian raw tobacco, industrially manipulated. State Gazette, no. 62/13.07.2001 (Bg).

Mitreski, M., Aleksoski, J., & Korubin – Aleksoska, A. (2017). Morphological properties and variability in some Burley tobacco varieties. *Тутун/Tobacco*, *67*(1-6), 31-40.

Mohammadi, S. A., & Prasanna, B. M. (2003). Analysis of genetic diversity in crop plants - salient statistical tools and considerations. *Crop science*, *43*(4), 1235-1248.

Pearce, B., Miller, B., Walker, E., Vann, M., & Whitley, S. (2019). *Selecting Burley Tobacco Varieties, Burley and Dark Tobacco Production*. Guide 2019-2020. University of Kentucky and University of Tennessee, USA.

Risteski, I., Kocoska, K., & Pelivanoska, V. (2017a). Results of investigations of genotype and its influence on the yield, quality and economic effect of Virginia tobacco in R. Macedonia. *Poljoprivreda i Sumarstvo*, *63*(1), 205-210.

Risteski, I., Kososka, K., & Pelivanoska, V. (2017b). Stusy of some morphological characters of Burley tobacco varieties and lines. *Тутун/Tobacco*, *67*(1-6), 23-30.

Roychev, V., & Keranova, N. (2021). Application of cluster analysis and principal component analysis in ampelographic research of seedless vine cultivars. *Rastenievadni nauki*, *58*(4) 68-77 (Bg).

Roychev, V., Dimova, D., & Bojinov, B. (2007). Application of the cluster analysis and analysis of the main components in the creation of new vine varieties. *Plant Sciences*, *44*(4) 376-382 (Bg).

Sarala, K., & Rao, S. (2008). Genetic diversity in Indian FCV and burley tobacco cultivars. *Journal of Genetics*, *87*(2), 159-163.

Shabanov, D., Boykinov, A., Balev, G., Parshikova, A., & Georgiev, Z. (1989). *Guide to tobacco production*. Zemizdat, Sofia (Bg).

Spasova-Apostolova V., Masheva V., Kasheva M., & Velinov I., (2023), Study of morphological and qualitative indicators of new oriental tobacco lines from ecotype Krumovgrad, *Bulgarian Journal of Crop Science,* 60(6), 19-26

Stoyanov, B., & Apostolova, E. (1999). New variety Burley 1317. *Bulgarian tobacco*, *6*, 15-17 (Bg).

Sufan, Q., Khoury, B., & Moalla, N. (2023). The Determination of Heterosis and Combining Ability for Qualitative Characteristics in Tobacco Using Half-Diallel Cross. *Scientific Journal for King Faisal University*, *24*(1), 55-59.

Tsaliki, E., Moysiadis, Th., Toumpas, E., Kalivas, A., Panoras, I., & Grigoriadis, I. (2023). Evaluation of Greek Tobacco Varieties (*Nicotiana tabacum* L.) Grown in Different Regions of Greece. *Agriculture*, *13*(7), 1394.

Ward, J. H. (1963). Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *Journal of the American Statistical Association*, *58*, 236-244.

Yankulov, M. (1996). *Principles and methods for genetic selection and seed production for plants*. Sofia (Bg).

Zapryanov, Z., & Dimova, D. (1995). *Practical Guide for Exercise Testing in Biometrics*. Zemizdat, Sofia (Bg).

Received: November, 07, 2025; *Approved:* December, 08, 2025; *Published:* December, 2025