

<https://doi.org/10.61308/IDGM4572>

Продуктивност и стабилност на нетрадиционни фуражни видове в условията на Централна Северна България

Валентин Косев, Наталия Георгиева*, Ина Стойчева

Институт по фуражните култури, 5800 Плевен, Селскостопанска академия – София, България

*E-mail: innatalia@abv.bg

Резюме: В настоящата статия се прави първоначална оценка на нетрадиционни за страната видове (*Trigonella foenum-graecum*, *Lablab purpureus*, *Carthamus tinctorius* и *Phalaris canariensis*) в условията на Централна Северна България. Използван е метода на дългите парцели, в 3-кратна повторност на вариантите. Растенията са отглеждани в условия на биологично производство, без използване на торове и пестициди. Установено е, че проучваните видове демонстрират висок продуктивен потенциал по отношение на формирана зелена и суха биомаса както следва: *C. tinctorius* (30.9 t GM/ha, 6971.7 kg DM/ha), *L. purpureus* (25 t GM/ha, 4484.6 kg DM/ha), *Ph. canariensis* (16 t GM/ha, 2797.3 kg DM/ha) и *Tr. foenum-graecum* (10.7 t GM/ha, 2339.8 kg DM/ha). По отношение продуктивност на зърно, с най-висок добив се характеризира *Tr. foenum-graecum* (2276.3 kg/ha), а с най-нисък – *Ph. canariensis* (284.4 kg/ha). Ранговият анализ на параметрите на екологичната стабилност (CVi, bi, Wi², σ², YSi) на добива суха маса и семена дават предимство съответно на *C. tinctorius* и *L. purpureus*, което се потвърждава и от извършеният GGE биplot анализ на данните. Необходими са допълнителни изследвания, при които в експерименти с животни да се установи апетитността и усвояемостта на проучваните видове, както и препоръчителното им процентното участие в хранителни дажби.

Ключови думи: нетрадиционни видове; стабилност; продуктивност; оценка

Productivity and stability of non-traditional forage species in the conditions of Central Northern Bulgaria

Valentin Kosev, Natalia Georgieva*, Ina Stoycheva

Institute of Forage Crops, 5800 Plevan, Agricultural Academy - Sofia, Bulgaria

*E-mail: innatalia@abv.bg

Citation: Kosev, V., Georgieva, N., & Stoycheva, I. (2025). Productivity and stability of non-traditional forage species in the conditions of Central Northern Bulgaria. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 62(3) 84-95 (Bg).

Abstract: In this article, an initial assessment of non-traditional species (*Trigonella foenum-graecum*, *Lablab purpureus*, *Carthamus tinctorius* and *Phalaris canariensis*) in the conditions of Central Northern Bulgaria is made. The method of long plots is used, in 3-fold replication of variants. The plants are grown in organic production conditions, without the use of fertilizers and pesticides. It was found that the studied species demonstrated a high productive potential in terms of formed green and dry biomass as follows: *C. tinctorius* (30.9 t GM/ha, 6971.7 kg DM/ha), *L. purpureus* (25 t GM/ha, 4484.6 kg DM/ha), *Ph. canariensis* (16 t GM/ha, 2797.3 kg DM/ha) and *Tr. foenum-graecum* (10.7 t GM/ha, 2339.8 kg DM/ha). In terms of grain productivity, it is characterized by the highest yield *Tr. foenum-graecum* (2276.3 kg/ha), and with the lowest – *Ph. canariensis* (284.4 kg/ha). The rank analysis of the parameters of ecological stability (CVi, bi, Wi², σ², YSi) of dry mass and seed yield favor *C. tinctorius* and *L. purpureus*, respectively, which is also confirmed by the performed GGE biplot analysis of the data. Additional research is needed to establish in animal experiments the palatability and digestibility of the studied species, as well as their recommended percentage participation in feed rations.

Keywords: unconventional species; stability; productivity; evaluation

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременното земеделие е изправено пред много предизвикателства като едни от основните са промените в климата и нарастващите изисквания на обществото да консумира екологично чиста продукция. В този смисъл, в бъдеще, все по-голям интерес ще представляват култури с повишена сухоустойчивост, продуктивност и стабилност, отглеждането на които е свързано с ниска консумация на енергия и е икономически ефективно. Не на последно място е, при възможност, тези култури да се отглеждат в условия на биологично земеделие. Интродукцията на нетрадиционни и алтернативни за даден регион видове е свързано с тяхното предварително проучване с оглед определяне на продуктивният им потенциал и адаптивност към условията на съответната среда. Като алтернативни фуражни култури, подходящи за условия на променящ се климат, се определят видове като *Trigonella foenum-graecum* L. (Kara & Surmen, 2023), *Lablab purpureus* (L.) Sweet (Ewansina et al., 2007), *Phalaris canariensis* L. (Pelikán, 2000) *Carthamus tinctorius* L. (Hashemi et al., 2020) и др. Посочените видове са едногодишни, като първите два се отнасят към семейство Fabaceae, третият към Poaceae, а последният към Asteraceae. *Tr. foenum-graecum* се използва за храна, фураж и медицински цели (Al-Maamari et al., 2020). Отличава се с адаптивност и устойчивост към воден дефицит и вредители (Petit-Aldana et al., 2014). Редица изследователи съобщават за широкото му използване в храненето на преживни животни (Shah & Mir, 2004; Acharya et al., 2008), водещо до повишаване на апетитността и млечността (Arga et al., 2023). Alemu & Doepel (2011) посочват, че *Tr. foenum-graecum* е добра алтернатива на люцерната в храненето на преживни животни. Едно от основни предимства на втората бобова култура, *L. purpureus*, е многостранното използване – в свежо състояние, като сено, силаж, концентриран фураж, за зелено торене, паша, като междинна и покровна култура. Друго ценно качество е високата

адаптивност и възможност да се отглежда в широк диапазон от условия на среда – температури, валежи, почвени типове и надморска височина (Murphy & Colucci, 1999). *L. purpureus* се характеризира с висока продуктивност (4-6 t суха маса/ha, 1-2.5 t зърно /ha), като фуражната маса е с висока апетитност и смилаемост (55-76%) (Deka & Sarkar, 1990). *P. canariensis* е сравнително нова фуражна култура (Mason et al., 2019). Тя е толерантна към засушаване, с бърз растеж, висока продуктивност и хранителна стойност (Ghandali et al., 2016). Тревната маса се използва в свежо състояние и като сено (Pelikán, 2000), силаж и пасищно (El-Houssini, 2006), а семената са подходяща храна за птици (Mason, 2019), овце (Magnuson et al., 2014), риби (Gutiérrez-Leyva et al., 2023) и други животни. След реколтиране, сламата се приема добре от животните и по химичен състав е близка до овесената слама (Dijkstra, 1957). Според някои изследователи (Gilbert et al., 2008; Jyothsna, 2013) *C. tinctorius* е култура с неизползван потенциал и широко приложение. Дълги години тя се е използвала предимно като суровина за фармацевтичната промишленост и заради растителното масло, извличано от семената (Sardouie-Nasab et al., 2013). Впоследствие, освен за производство на семена, листната маса и стъблата на *C. tinctorius* започват да се изхранват като зелен фураж, сено и силаж (Landau et al., 2005). Nanova (2012) определя вида като близък до слънчогледа, но значително по-толерантен към суша.

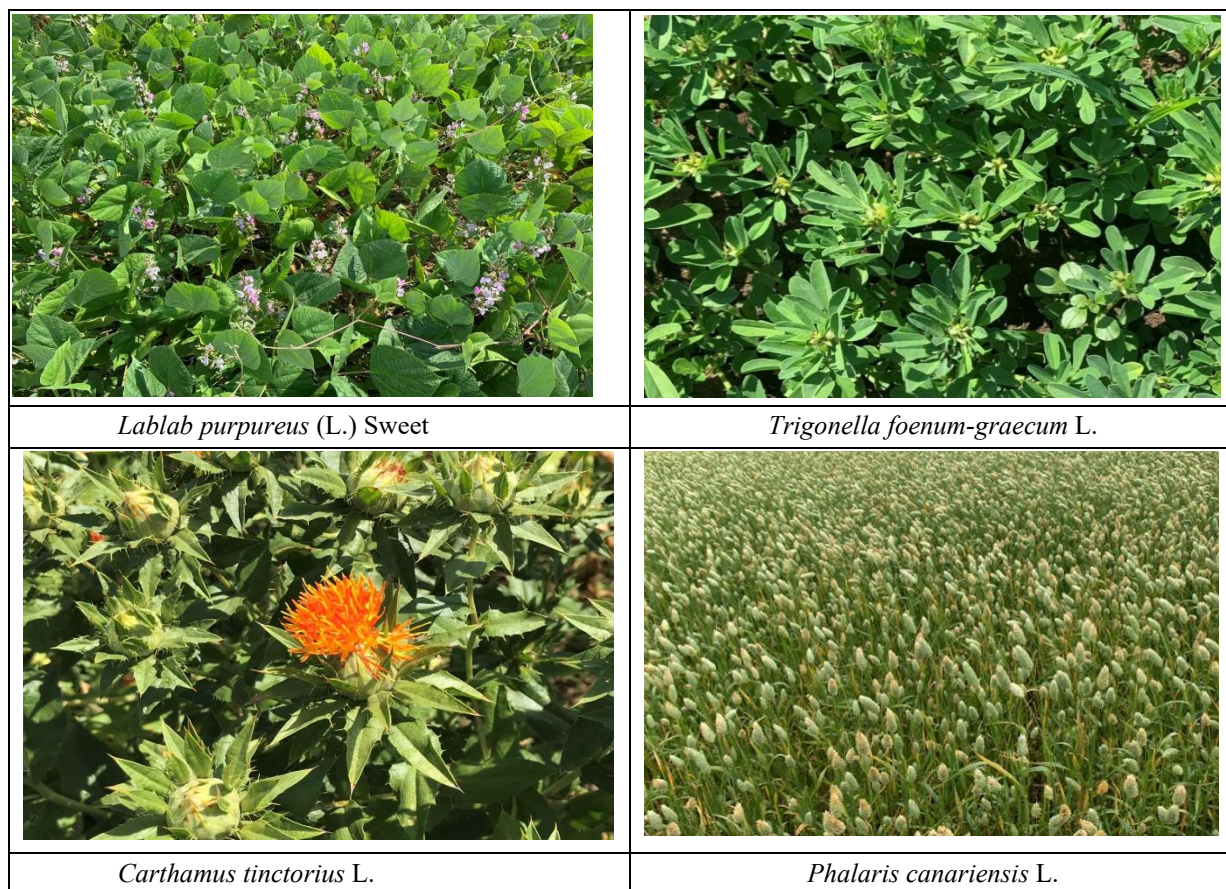
През последните години изучаването на взаимодействието генотип-среда е особено актуално на фона на установените трайни тенденции на промяна в климата (Kilianova & Safina, 2018; Turina, 2020). В допълнение, в агробиологичен и селекционен аспект, един от основните параметри за диференциране на растителните генотипове е оценка на стабилността на добива. Оценката на стабилността, като комплексен показател, дава възможност за по-пълноценно оползотворяване на наличните екологични фактори и реализиране по-висок потенциал на вида, което се свърз-

ва и с неговата адаптивност. Този показател зависи от вида (генотипа), неговата норма на реакция и от екологичните условия на средата (Desheva & Deshev, 2021). Различните методи за определяне на стабилността (параметрични и непараметрични) показват едно относително ранжиране в различни условия на средата. Често използвани са параметричните оценки на стабилност като регресионен коефициент, коефициент на вариране ековаленс и др. Непараметричните методи на стабилност са базирани на ранжиране на генотиповете във всяка среда. Такива с близко ранжиране в различните среди се класифицират като стабилни. За комплексна оценка се използват както параметрични, така и непараметрични методи.

Целта на настоящото проучване е да се направи първоначална оценка на някои нетрадиционни за страната видове (*Trigonella foenum-graecum* L., *Lablab purpureus* (L.) Sweet, *Carthamus tinctorius* L., *Phalaris canariensis* L.) по отношение на тяхната продуктивност и стабилност в условията на Централна Северна България.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експерименталната дейност е осъществена през периода 2022-2023 г. в Институт по фуражните култури-Плевен. В проучването са включени 4 нетрадиционни за страната растителни вида – *Trigonella foenum-*



Фигура 1. Снимки на проучваните нетрадиционни за България фуражни видове (*Trigonella foenum-graecum*, *Lablab purpureus*, *Carthamus tinctorius* и *Phalaris canariensis*)

Figure 1. Photos of the studied non-traditional for Bulgaria forage species (*Trigonella foenum-graecum*, *Lablab purpureus*, *Carthamus tinctorius* and *Phalaris canariensis*)

graecum L. (фенугрик) (сорт Ханка), *Phalaris canariensis* L. (фаларис) (местна популация) *Carthamus tinctorius* L. (сафлор) (сорт Ара), *Lablab purpureus* (L.) Sweet (лаблаб) (сорт Робин), които са познати като фуражни и продоволствени култури (Фигура 1). Сортите са интелектуална собственост на Изследователски институт за фуражни култури-Трубско, Чешка Република. Използван е метода на дългите парцели, в 3-кратна повторност на вариантите и обща площ 60 m². Семената са засяти през първата десетдневка на месец март, при преизчисляване на сеитбените норми както следва: *Tr. foenum-graecum* (2.5 kg/da), *C. tinctorius* (2.5 kg/da), *Ph. canariensis* (1.5 kg/da) и *L. purpureus* (10 kg/da). Растенията са отглеждани в условия на биологично производство, без използване на торове и пестициди. Основен показател на проучването е добив на зелена маса (t/ha), суха маса (kg/ha) (във фаза по BVCH 60-61) и на семена (kg/ha). Данните по отношение на продуктивността са обработени математически чрез двуфакторен дисперсионен анализ. Разликите между средните на вариантите са оценени чрез теста за най-малка допустима разлика (LSD) при нива на статистическа значимост: $p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$ и $p \leq 0.001$ (Lidanski, 1988). Изчислени са следните параметри на стабилност: ековаленс (W_i^2) (Wricke, 1962), регресионен коефициент (b_i) (Finlay & Wilkinson, 1963), вариант на стабилност σ^2 (Shukla, 1972), коефициент на вариране (CV_i) (Francis & Kannenberg, 1978) и индекс на продуктивност и стабилност (ранг-сума) (YS_i) на Kang (1988). За изчисляване на посочените параметри е използвана статистическа програма Stabilitysoft. Статистико-математическата обработка на данните е извършена с помощта на програмата Statgraph 1.2.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Метеорологична характеристика

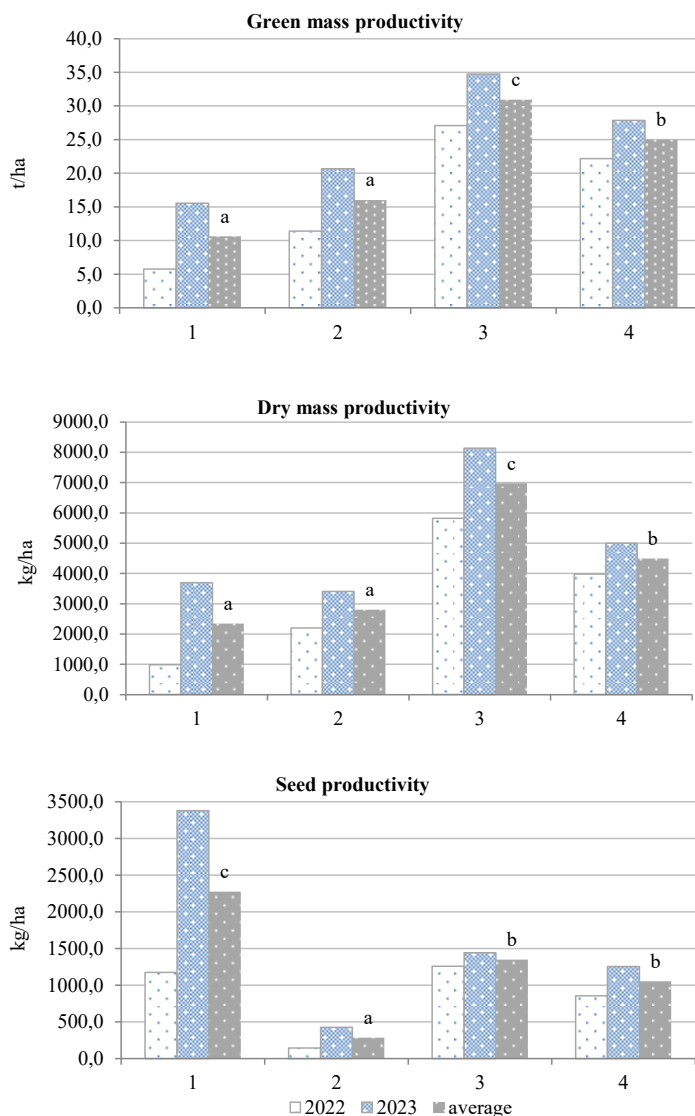
Първата експериментална година се характеризира със средноденоношна температура

на въздуха от 14.2 °C, относителна влажност 63% и сума на валежите 148 mm за периода на активна вегетация. Условията през втората година са значително по-благоприятни в сравнение с първата година – относителната влажност и количеството на валежите са съответно с 11 и 51% по-високи, а температурата е идентична.

Продуктивност на зелена маса, суха маса и семена

На Фигура 2 са представени данни относно продуктивността на проучваните видове. С най-висок добив свежа маса както по години, така и средно за периода се отличава *C. tinctorius* (30.9 t/ha), следван от *L. purpureus* (25 t/ha) и *Ph. canariensis* (16 t/ha). Добивът при *Tr. foenum-graecum* е най-нисък, средно с 55% в сравнение с предходните три вида. Подобна зависимост се установява и по отношение продуктивността на суха маса. С биомаса от 6971.7 kg/ha *C. tinctorius* значително надвишава останалите видове, следван от *L. purpureus*. Формираната от *Tr. foenum-graecum* и *Ph. canariensis* суха маса е с близки стойности, съответно 2339.8 и 2797.3 kg/ha. По отношение продуктивност на семена, най-висок продуктивен потенциал демонстрира *Tr. foenum-graecum* (2276.3 kg/ha), а най-нисък – *Ph. canariensis* (284.4 kg/ha). Междинно положение заемат *L. purpureus* и *C. tinctorius*, с добиви от 1054.3 и 1348.5 kg/ha.

Данните в научната литература относно продуктивността на проучваните видове варират в широки граници в зависимост от географско положение, технология на отглеждане, сортове и др. Rafat et al. (2017) посочват средни добиви при *Tr. foenum-graecum* от 1.19 до 1.82 t DM/ha и от 6.90 до 7.53 t FM/ha, а Islam (2013) - от 1075 до 4677 kg DM/ha. При същата култура Montgomery (2009) установява добив от 2.5-2.9 t DM/ha при изключително сухи условия на средата (34 mm за целия период на вегетация). Според Ghandali et al. (2016) биологичният потенциал на *P. canariensis* е много висок – съобщават се добиви на зелена маса от 18.42 до 24.92 t/ha и на суха маса



1-*Trigonella foenum-graecum*, 2-*Phalaris canariensis*, 3-*Carthamus tinctorius*, 4-*Lablab purpureus*

Фигура 2. Продуктивност (зелена маса, суха маса, семена) при нетрадиционни фуражни видове
Figure 2. Productivity (green mass, dry mass, seeds) in non-traditional forage species

– от 4.80 до 7.07 t/ha, за което определящи са екологичните условия. Handrilova et al. (2015) отчита добив на зелена и суха маса от 2.69-8.88 и 0.61-1.16 t/ha съответно, при отглеждане на вида като междинна култура. При *L. purpureus*, обобщавайки данни от различни части на света, Heuzé et al. (2016) посочват добиви суха маса и семена съответно от 6 до 9 t/ha и от 450 до 1500 kg/ha. Значително по-ниски стойности съобщават други автори – от 2123 до 2745 kg DM/ha (Amole et al., 2013), и от 1 до 2.5 t DM/ha и от 0.5 до 1 t семена/ha

(Chakoma et al., 2016). Проучванията на различни изследователи по отношение семенната продуктивност на *C. tinctorius* в зависимост от различни фактори (сортове, торене, технология на отглеждане) показват следното вариране: 15843-1585 kg/ha (Beyyavas et al., 2011), 2.02-2.11 t/ha (Vozhehova et al., 2018), 550-4500 kg/ha (Omidi et al., 2012). Използването на биомасата на *C. tinctorius* като фураж е сравнително по-слабо проучено, като в литературата се посочват добиви от 4.5 до 11.6 t DM/ha (Corleto et al., 2008).

Дисперсионен анализ

Анализът на варианса по отношение на добива показва, че факторът вид оказва най-силно влияние върху този показател – от 46.76 до 63.47% от общото вариране (Таблица 1). Това се определя от нееднаквата реакция на видовете към промяна в условията на средата. Силата на влияние на фактора среда (година), макар и по-слабо проявена, е значителна – в границите 33.09-35.82%. Влиянието на годините и видовете е добре доказано при ниво на вероятност $p \leq 0.1$. Взаимодействието на двата фактора (A×B) е най-слабо проявено (от 1.58 до 17.23%) и доказано ($p \leq 0.1$) само по отношение на добив суха маса и семена. Резултатите от настоящото изследване подкрепят установеното от Arega et al. (2023) силно вариране на добива при сортове *L. purpureus* под влияние на фактора генотип. При същата култура други изследователи (Jabessa et al., 2023) съобщават за по-силно въздействие на средата върху количеството на формираната биомаса. Дисперсионният анализ, извършен от Yadav et al., (2020), на сортове *Tr. foenum-graecum* по отношение на семенна продуктивност показва, че средната сума на квадратите за генотиповете е значителна, което предполага широк диапазон на вариабилност между тях. Авторите установяват силно влияние на фактора среда и доказано взаимодействие генотип × среда, което предполага различно представяне в разнообразни условия на средата.

Оценка на стабилността

Според Tsenov & Gubatov (2018) използването на параметри като регресионен коефициент (b_i), отклонение от регресионната права (σ^2) или коефициент на вариране (CV_i) при оценка на стабилността на добива по ефективност се доближава до възможностите на големите статистически програми, създадени специално за тези цели. При оценка на стабилността и адаптивността на видовете от особено значение за достоверността на получените резултати е наличието на доказано взаимодействие генотип × среда (Desheva & Deshev, 2021). В настоящото изследване, доказаното влияние на взаимодействието генотип (вид) × среда (година) по отношение на суха маса и семена е основание да се извърши оценка на видовете за стабилност по тези признаци. Според стойностите на вариационния коефициент варирането при проучваните видове е от средно (при *L. purpureus* и *C. tinctorius*) до силно (*Ph. canariensis* и *Tr. foenum-graecum*) (Таблица 2). Съгласно параметричната оценка на стабилността и коефициентът на линейна регресия b_i (Finlay & Wilkinson, 1963), *L. purpureus* и *Ph. canariensis* се определят като стабилни, а *C. tinctorius* и *Tr. foenum-graecum* като екологично нестабилни. Трябва да се отбележи, че последните два вида са съответно най-високо и най-ниско продуктивни на суха маса. Параметрите, основани на ековаленса Wi^2 на Wricke (1962) и варианса на стабилност

Таблица 1. Дисперсионен анализ за продуктивност
Table 1. Analysis of variance for productivity

Source of variation	DF	Green mass		Dry mass		Seeds	
		Mean square	Influence of factor, %	Mean square	Influence of factor, %	Mean square	Influence of factor, %
Factor A - Species	3	4919681**	63.47	263610**	60.04	40668.8**	46.76
Factor B - Years	2	2565106**	33.09	155319**	35.37	31156.6**	35.82
Rep × Years	6	71856.2	0.93	1217.11	0.28	80.94	0.09
A × B	6	122618	1.58	17699.4**	4.03	14991.1**	17.23
Error	18	72171	0.93	1232.04	0.28	84.71	0.10
CV, %		13		8.46		6.12	

* $p \leq 0.5$ ** $p \leq 0.1$ *** $p \leq 0.01$

σ^2 на Shukla (1972), определят *C. tinctorius* и *Ph. canariensis* като най-стабилни, като *C. tinctorius* получава и аналогична оценка и по критерия YSi (+1) на Kang (1993).

Извършеният рангов анализ (Таблица 3) на параметрите на екологичната стабилност на добива суха маса дава предимство на *C. tinctorius* поради по-ниския ранг и формираното най-голямо количество биомаса. *Ph. canariensis* и *L. purpureus* си поделят следващата позиция в ранжирането, но предимството на *L. purpureus* е в по-високата продуктивност.

Получените резултати в Таблица 4 определят като стабилни по отношение на добив семена видовете *C. tinctorius* ($bi=0.24$), *Ph. canariensis* ($bi=0.36$) и *L. purpureus* ($bi=0.52$). *Tr. foenum-graecum*, въпреки че се отличава с най-висок добив на семена, е с много силно изразена вариационност ($bi=2.87$), която се потвърждава и от стойността на вариацион-

ния коефициент (48.49%). В противовес, с най-нисък вариационен коефициент се характеризира *C. tinctorius* (6.86%). Проучваните видове получават сходни оценки според показателите на Wricke (1962) и Shukla (1972), които определят *L. purpureus* като стабилен, а *C. tinctorius* като отзивчив към промените в условията на средата. Много важна информация за видовете дава параметъра на Kang (1988) за едновременна оценка по добив и стабилност, който се основава на достоверността на разликите в добива и варианса на взаимодействие със средата. Ценността на този критерий е, че използвайки непараметрични методи и статистическа доказаност на разликите, дава обобщена оценка, подреждаща видовете в низходящ ред според тяхната стопанска ценност. Непараметричният метод на Kang (1988) определя *Tr. foenum-graecum* като най-балансиран по отношение на стабилност и продуктивност.

Таблица 2. Параметри на стабилност по отношение на добив суха маса

Table 2. Stability parameters in terms of dry mass yield

Вид/ Species	CVi	bi	Wi ²	σ^2	YSi
<i>Tr. foenum-graecum</i>	57.92	1.50*	4045.52	8822.69	-10
<i>Ph. canariensis</i>	21.50	0.66	1848.61	3330.41	-9
<i>C. tinctorius</i>	16.60	1.28	1270.42	1884.95	+1
<i>L. purpureus</i>	11.32	0.56 *	3164.28	6619.6	-1

CVi - variance coefficient (Francis & Kannenberg, 1978), bi - regression coefficient (Finlay & Wilkinson (1963),

σ^2 - variance of stability (Shukla, 1972), Wi² - ecovalence (Wricke, 1962), YSi - yield and stability index (Kang, 1988)

Таблица 3. Рангов анализ на параметрите на стабилност за добив суха маса

Table 3. Rank analysis of stability parameters for dry mass yield

Вид/ Species	CVi	bi	Wi ²	σ^2	YSi	Среден аритметичен ранг/ Average arithmetic rank
<i>Tr. foenum-graecum</i>	4	4	4	5	4	4
<i>Ph. canariensis</i>	3	2	2	3	3	3
<i>C. tinctorius</i>	2	1	1	2	1	1
<i>L. purpureus</i>	1	3	3	4	2	3

CVi - variance coefficient (Francis & Kannenberg, 1978), bi - regression coefficient (Finlay & Wilkinson (1963), σ^2 - variance of stability (Shukla, 1972), Wi² - ecovalence (Wricke, 1962), YSi - yield and stability index (Kang, 1988)

В Таблица 5 е представено ранжирането на проучваните видове въз основа на изчислените параметри на стабилност по отношение на добив семена. Най-нисък ранг, респективно първа позиция, получава *L. purpureus*, който очевидно проявява най-висока стабилност. Следващите позиции се заемат от съответно *Tr. foenum-graecum*, *C. tinctorius* и *Ph. canariensis*. Трябва да се подчертае, че като цяло, тестваните видове са сравнително слабо проучени по отношение параметри на адаптивност и стабилност. Извършени са изследвания, въз основа на които при всеки от проучваните видове са определени образци (сортове, линии) с повишена стабилност на добива, предимно въз основа на стойностите на регресионен и вариационен коефициенти – *C. tinctorius* (Prahova & Kshnikatkina, 2020), *L. purpureus* (Shukla et al., 1993; Satish et al., 2017), *Tr. foenum-graecum* (Meena et al., 2015), *Ph. canariensis* (Pelikan, 2000).

GGE biplot анализ

Графичното изображение на GGE biplot анализа показва общото вариране на даден признак, дължащо се на взаимодействието на генотипа със средата (Фигура 3) и представено посредством първия и втория главни компоненти (PC1 и PC2). GGE biplot анализа за продуктивност на суха маса определя като най-ценен вид *C. tinctorius*, чиято висока продуктивност е съчетана и с висока стабилност на добива (Фигура 2). Съгласно графичния анализ, ако се направи компромис със стабилността, следващия по ценност растителен вид е *L. purpureus*, заемащ втора позиция по добив на суха маса. С добра фенотипна стабилност по този признак е и *Ph. canariensis*, но той формира значително по-малко количество суха маса.

GGE biplot анализа за добив семена потвърждава резултатите, получени от оценките на стабилността, съгласно които *L.*

Таблица 4. Параметри на стабилност по отношение на добив семена

Table 4. Stability parameters in terms of seed yield

Вид/ Species	CVi	bi	Wi ²	σ ²	YSi
<i>Tr. foenum-graecum</i>	48.49	2.87	10358.3	24154.7	+1
<i>Ph. canariensis</i>	49.11	0.36	1194.51	1245.28	-10
<i>C. tinctorius</i>	6.86	0.24	1699.88	2508.72	-1
<i>L. purpureus</i>	19.00	0.52	675.19	53.01	-1

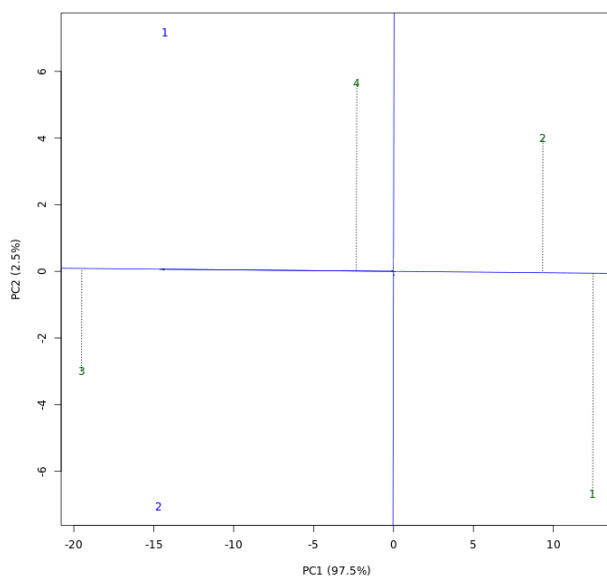
CVi - variance coefficient (Francis & Kannenberg, 1978), bi - regression coefficient (Finlay & Wilkinson (1963), σ² - variance of stability (Shukla, 1972), Wi² - ecovalence (Wricke, 1962), YSi - yield and stability index (Kang, 1988)

Таблица 5. Рангов анализ на параметрите на стабилност за добив семена

Table 5. Rank analysis of stability parameters for seed yield

Вид/ Species	CVi	bi	Wi ²	σ ²	YSi	Среден аритметичен ранг/ Average arithmetic rank
<i>Tr. foenum-graecum</i>	3	4	4	4	1	3
<i>Ph. canariensis</i>	4	2	2	2	4	3
<i>C. tinctorius</i>	1	3	3	3	2	3
<i>L. purpureus</i>	2	1	1	1	2	1

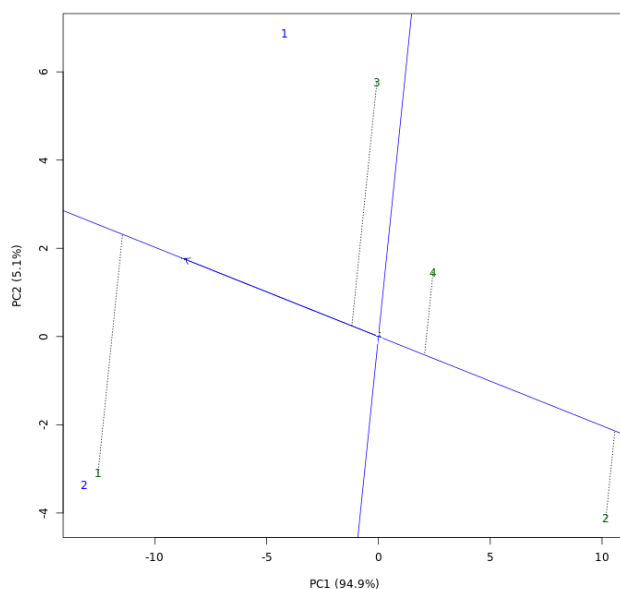
CVi - variance coefficient (Francis & Kannenberg, 1978), bi - regression coefficient (Finlay & Wilkinson (1963), σ² - variance of stability (Shukla, 1972), Wi² - ecovalence (Wricke, 1962), YSi - yield and stability index (Kang, 1988)



1-*Trigonella foenum-graecum*, 2-*Phalaris canariensis*, 3-*Carthamus tinctorius*, 4-*Lablab purpureus*

Фигура 3. GGE biplot анализ за добив суха маса

Figure 3. GGE biplot analysis for dry mass yield



1-*Trigonella foenum-graecum*, 2-*Phalaris canariensis*, 3-*Carthamus tinctorius*, 4-*Lablab purpureus*

Фигура 4. GGE biplot анализ за добив семена

Figure 4. GGE biplot analysis for seed yield

purpureus проявява най-висока стабилност. Дължината на вектора на *Ph. canariensis* показва, че той също е стабилен, но същият не представлява интерес поради ниската про-

дуктивност (Фигура 4). От друга страна *Tr. foenum-graecum* се характеризира с най-висок добив на семена, но разположението му близо до втория главен компонент показва, че

той проявява ниска адаптивност и е с висока отзивчивост при промяна на условията на средата. *C. tinctorius*, който е втори по добив на зърно, е оценен по сходен начин и също е с ниска стабилност. Извършената оценка на нетрадиционните фуражни видове, базирана само върху продуктивност и стабилност на добива е обнадеждаваща, но недостатъчна, за да се препоръча интродуциране на видовете. Необходими са допълнителни изследвания, при които в експерименти с животни да се установи апетитността и усвоимостта на проучваните видове, както и възможното им участие в хранителни дажби.

ИЗВОДИ

Въз основа на осъществената оценка на нетрадиционните за страната видове *Trigonella foenum-graecum*, *Lablab purpureus*, *Carthamus tinctorius* и *Phalaris canariensis* в условията на Централна Северна България могат да се направят следните по-важни изводи:

-Проучваните видове демонстрират висок продуктивен потенциал по отношение на формирана зелена и суха биомаса както следва: *C. tinctorius* (30.9 t GM/ha, 6971.7 kg DM/ha), *L. purpureus* (25 t GM/ha, 4484.6 kg DM/ha), *Ph. canariensis* (16 t GM/ha, 2797.3 kg DM/ha) и *Tr. foenum-graecum* (10.7 t GM/ha, 2339.8 kg DM/ha). По отношение продуктивност на зърно, с най-висок добив се характеризира *Tr. foenum-graecum* (2276.3 kg/ha), а с най-нисък – *Ph. canariensis* (284.4 kg/ha).

-Ранговият анализ на параметрите на екологичната стабилност (CV_i , b_i , Wi^2 , σ^2 , YS_i) на добива суха маса и семена дават предимство съответно на *C. tinctorius* и *L. purpureus*, което се потвърждава и от извършеният GGE биplot анализ на данните.

-Необходими са допълнителни изследвания, при които в експерименти с животни да се установи апетитността и усвоимостта на проучваните видове, както и препоръчителното им процентното участие в хранителни дажби.

Благодарности

Изследването е представено на юбилейната научна конференция с международно участие „Устойчиво и конкурентноспособно земеделие в условията на глобални климатични промени“, проведена на 03-04 септември 2024 г. в Института по царевичата – Кнежа, България

ЛИТЕРАТУРА

- Acharya, S. N., Thomas, J. E. & Basu, S. K. (2008). Fenugreek, an alternative crop for semiarid regions of North America. *Crop Science*, 48, 841-853.
- Alemu, A. W. & Doepel, L. (2011). Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) as an alternative forage for dairy cows. *Animal*, 5(9), 1370-1381.
- Al-Maamari, I. T., Khan, M. M., Al-Sadi, A. M., Iqbal, Q. & Al-Saady, N. (2020). Morphological characterization and genetic diversity of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) accessions in Oman. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26(2), 375-383.
- Amole, T. A., Oduguwa, B. O., Shittu, O., Famakinde, A., Okwelum, N., Ojo, V. O. A., Dele, P. A., Idowu, O. J., Ogunlolu, B. & Adebisi, A. O. (2013). Herbage yield and quality of *Lablab purpureus* during the late dry season in Western Nigeria. *Slovak Journal of Animal Science*, 46(1), 22-30.
- Arya, P., Kumari, N., Wani, S. A. & Kumar, P. (2023). *Trigonella foenum graecum*. In: Herbs, Spices and Their Roles in Nutraceuticals and Functional Foods (Amalraj A., Kuttappan S., Karthik Varma A.C., Matharu A.(Eds)). Academic Press, 133-148. ISBN 9780323907941
- Beyyavas, V., Haliloglu, H., Copur, O. & Yilmaz, A. (2011). Determination of seed yield and yield components of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars, lines and populations under the semi-arid conditions. *African Journal of Biotechnology*, 10 (4), 527-534.
- Chakoma, I., Manyawu, G., Gwiriri, L., Moyo, S. & Dube S. (2016). The agronomy and use of *Lablab purpureus* in smallholder farming systems of southern Africa. 2016. <https://core.ac.uk/reader/132687630>
- Corleto, A., Cazzato, E., Tufarelli, V., Dario, M. & Laudadio, V. (2008). The effect of harvest date on the yield and forage quality of ensiling safflower biomass In: Proceedings of the 7th International Safflower Conference (Knights, S.E. and Potter, T.D.(Eds)) "Safflower: Unexploited potential and world adaptability". 3-6 November, Wagga Wagga, New South Wales, Australia.

- Deka, R. K. & Sarkar C. R.** (1990). Nutrient composition and anti-nutritional factors of *Dolichos lablab* L seeds. *Food Chemistry*, 38, 239-246.
- Desheva, G., & Deshev, M.** (2021). Evaluation of the stability and adaptability of yield in varieties and breeding lines of common winter wheat. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 58(1), 3-13.
- Dijkstra, N. D.** (1957). Feeding value of the straw of canary grass (*Phalaris canariensis*). *Landbouwkundig Tijdschrift*, 69, 410-412.
- Eberhart, S. A. T. & Russell, W. A.** (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6, pp.36–40.
- El-Houssini, A. A.** (2006). Potential forage yield of canary grass (*Phalaris canariensis* L.) in relation to bio-fertilizer and some micronutrients under reclaimed soil conditions. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 14(1), 205-212.
- Ewansina, S. U., Chiezey, S. A., Tarawali, S. A. & Iwuafor E. N. O.** (2007). Morpho-phenological variation in *Lablab purpureus*. *Tropical Grasslands*, 41, 277-284.
- Finlay, K. W., & Wilkinson, G. N.** (1963). Adaptation in a plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14, 742–754.
- Francis, T. R. & Kannenberg, L. W.** (1978). Yield stability studies in short-season maize: I. A descriptive method for grouping genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 58, 1029–1034.
- Ghandali, V.V., Moghaddam, P. R. & Khoramdel, S.** (2016). Investigation of Yield and Yield Components of Canary Seed Forage (*Phalaris canariensis* L.) in Response to Different Levels of Irrigation, Organic and Chemical Fertilizers and their integration. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 14(3), 526-538.
- Gilbert, J., Knights, S. E. & Potter, T. D.** (2008). International safflower production – an overview. *Agri-MC Marketing and Communication*, 1–7.
- Gutiérrez-Leyva, R., Rodríguez-González, H., Carrillo-Domínguez, S., Ulloa, J. A., Ramírez-Ramírez, J. C., Rosas-Ulloa, P., Bautista-Rosales, P. U. & Civera-Cerecedo, R.** (2023). Canary seed, *Phalaris canariensis*, has higher nutritional value than giant kelp seaweed, *Macrocystis pyrifera*, as feed ingredient in diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 54(3), 666–685.
- Handrilova, M., Lukas, V., Prochazkova, B. & Smuthy, V.** (2015). Estimation of above ground biomass of catch crops using NDVI measurements. *MENDEL-NET 2015*. https://mnet.mendelu.cz/mendelnet2015/articles/59_handrilova_1117.pdf
- Hashemi, A., Sharifzadeh F., Amiri, R. & Afsh, R.** (2020). Evaluation of germination of safflower seed (*Carthamus tinctorius* L.) farman cultivar, under water deficit stress and determination of cardinal germination temperatures. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 9(3), 73-83.
- Heuzé, V., Tran, G., Sauvant, D., Renaudeau, D., Bastanelli, D. & Lebas, F.** (2016). *Lablab* (*Lablab purpureus*). Feedipedia, a programme by INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. <https://www.feedipedia.org/node/297>.
- Jabessa, T., Tesfaye, G. & Bekele, K.** (2023). Evaluation of genotypes with environmental interactions of lablab (*Purpureus* L.) and its dry matter yields stability in the midland of guji zone, southern Oromia, Ethiopia. *Bangladesh journal of multidisciplinary scientific research* 8(1), 34-42.
- Jyothsna, M.** (2013). Growth and yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as influenced by varied moisture regimes. Dissertation, Ranga Agricultural University, Rajendra Nagar, Hyderabad, India.
- Kang, M. S.** (1988). A rank-sum method for selecting high-yielding, stable corn genotypes. *Cereal Research Communication*, 16, 113–115.
- Landau, S., Molle, G., Fois, N., Friedman, S., Barkai, D., Decandia, M. & Sitzia, M.** (2005). Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as a novel pasture species for dairy sheep in the Mediterranean conditions of Sardinia and Israel. *Small Ruminant Research*, 59(2), 239-249.
- Kara, E. & Surmen, M.** (2023). Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). In: Alternative Forage Crops – II (Gülcan Demiroglu Topçu, Editor). Iksad Publishing House, Ankara, Turkiye. DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10409879>
- Kilianova, T.V. & Safina, N.V.** (2018). Production of safflower seeds in the Ulyanovsk region. *Agromir Povolzh'ya*, 1 (29), 29-32.
- Lidanski, T.** (1988). Statistical methods in biology and agriculture. Zemizdat, Sofia.
- Magnuson, B. A., Patterson, C. A., Hucl, P., Newkirk, R. W., Ram, J. I. & Classen, H. L.** (2014). Safety assessment of consumption of glabrous canary seed (*Phalaris canariensis* L.) in rats. *Food and Chemistry Toxicology*, 63, 91-103.
- Mason, E.** (2019). Nutritional and bioactive properties of glabrous canaryseed (*Phalaris canariensis* L.). Dissertation, McGill University Montreal, Canada
- Meena, S. K., Divakara, E. V., Rajput, S. S. & Pandey, Y.** (2015). Stability of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) genotypes for terminal heat and water stress. *Legume Research*, 38(5), 689-697. DOI: 10.18805/lr.v38i5.5934.
- Montgomery, J.** (2009). The potential of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) as a forage for dairy herds in central Alberta. MSc, University of Alberta, AB, Canada.
- Murphy, A. M. & Colucci, P. E.** (1999). A tropical forage solution to poor quality ruminant diets: A review

- of *Lablab purpureus*. *Livestock Research for Rural Development*, 11(2), Article #21. <http://www.lrrd.org/lrrd11/2/colu112.htm>
- Nanova, M.** (2012). Safflower. NSSZ Informational bulletin.
- Omidi, A. H., Khazaei, H., Monneveux, P. & Stoddard, F.** (2012). Effect of cultivar and water regime on yield and yield components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Turk J Field Crops*, 17(1), 10-15.
- Pelikan, J.** (2000). Evaluation of yields in canary grass (*Phalaris canariensis* L.) varieties. *Roslinna Vyroba*, 46(10), 471-475.
- Petit-Aldana, J., Noguera-Savelli, E., Cetzal-Ix, W., Solorio-Sanchez, F. & Infante-Cruz A.** (2014). Productive potential of fenugreek (Fabaceae: *Trigonella foenum-graecum* L.). *American Journal of Social Issues and Humanities*, Special Issue March/April, 96-108.
- Prahova, T. Ya. & Kshnikatkina, A. N.** (2020). Yield properties and adaptability of safflower (*Carthamus tinctorius*) varieties in the conditions of forest-steppe of the middle Volga region. *Volga Region Farmland*, 2(55), 46-51.
- Rafat, J. G., Muhamad, S. R. & Ahmad, R. M.** (2017). Effect of cutting dates on vegetative yield and its components of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Euphrates Journal of Agriculture Science*, 9(4), 13-17.
- Sardouie-Nasab, S., Zareie, S. & Mohammadi-Nejad, G.** (2013). Stability of performance in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes in Iran. *International Journal of Agriculture: Research and Review*, 3(4), 809-813.
- Satish, D., Jagadeesha, R. C., Rohini, K. P. & Dileepkumar, M.** (2017). Genotype $\times$ environment interaction and stability analysis in recombinant inbred lines of French bean for growth and yield components. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(5), 216-219.
- Shah, M. A. & Mir, P. S.** (2004). Effect of dietary fenugreek seed on dairy cow performance and milk characteristics. *Canadian Journal of Animal Science*, 84, 725-729.
- Shukla, G. K.** (1972). Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity*, 29, 237-245.
- Shukla, G. P., Hazra, C. R., & Arya O. N.** (1993). Stability parameters in field bean (*Lablab purpureus* L.) under rainfed situation. *Range Management & Agroforestry*, 14 (2), 147-150.
- Tsenov, N., & Gubatov, T.** (2018). Comparison of basic methods for estimating the size and stability of grain yield in winter wheat. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 55(5), 9-19.
- Turina, E. L.** (2020). *Carthamus tinctorius* L. value and the relevance of the research with this crop in the Central Steppe of the Crimea (review). *Tauride Bulletin of Agrarian Science*, 1(21), 100-121. - DOI: 10.33952/2542-0720-2020-1-21-100-121.
- Vozhehova, R., Ushkarenko, V., Fedorchuk, M., Lykhovoyd, P., Kokovikhin, S. & Vozhehov, S.** (2018). Safflowers yields and quality depending on cultivation technology in the irrigated conditions. *AgroLife Scientific Journal*, 7(2), 163-172.
- Wricke, G.** (1962). Übereine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite in Feldversuchen. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung*, 47, 92-96.
- Yadav, P., Tehlan, S. K. & Kumar, M. N.** (2020). Stability analysis under diverse environments of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) genotypes by AMMI model. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 90 (3), 528-32.

Received: December, 11, 2024; Approved: March, 16, 2025; Published: June, 2025