

Оценка на добива и качеството на фураж от нови генотипи фий в условията на Централна Сърбия

Ясмина Миленкович^{1*}, Снежана Анджелкович¹, Йордан Маркович¹,
Миряна Петрович¹, Раде Станисавлевич², Драгослав Джокич³,
Владимир Зорнич¹

¹Институт по фуражни култури, 37251 Globoder, Крушевац, Република Сърбия

²Институт по растителна защита и околна среда Белград, Теодор Драйзер 1,
1000 Белград, Република Сърбия

³Селскостопански факултет, Крушевац, 37000 Крушевац, Република Сърбия

Evaluation of Forage Yield and Quality of New Vetch Genotypes in Climatic Conditions of Central Serbia

Jasmina Milenković¹, Snežana Andjelković¹, Jordan Marković¹, Mirjana Petrović¹, Rade Stanisavljević², Dragoslav Djokić³, Vladimir Zornić¹

¹Institute for forage crops Kruševac, 37251 Globoder, Serbia

²Institute for plant protection and the environment Belgrade, Teodora Drajzera 1 11000
Belgrade, Serbia

³Faculty for agriculture, Kruševac, 37000 Kruševac, Serbia

*E-mail: jasmina.milenkovic@ikbks.com

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Запазването на генетичната изменчивост е много важно, предвид изменението на климата и необходимостта от приспособяване на селскостопанското производство към новите условия.

Институтът по фуражни култури в Крушевац съхранява малка колекция от генотипи на фий (*V. sativa* L. и *V. vilosa* L.). Повечето генотипи са местни за Австралия, а останалите произхождат от Сърбия. В Сърбия, обикновеният фий се култивира като храна за преживни животни. Отглежда се и като самостоятелна култура или в

SUMMARY

Preservation of genetic variability is very important, especially due to climate change and the need to adapt agricultural production to new conditions.

Institute for forage crops Kruševac keeps a small collection of vetch genotypes (*Vicia sativa* L. and *Vicia vilosa* L.).

Most genotypes are native to South Australia and the rest originates from Serbia. In Serbia, common vetch is cultivated as a feed for ruminants and can be grown for different purposes as a

смески със зърнени култури. И за двете цели, качеството и добивът на свежа маса са много важни.

Опитът е проведен през 2018 и 2019 г. в опитното поле на Институт по фуражни култури в Крушевац, Сърбия. Изследвани са дванадесет перспективни генотипа обикновен фий (*Vicia sativa* L.) относно добив на сухо вещество и качество на фуража. Покосяването на свежата маса за всеки генотип бе в етап на пълен цъфтеж и формиране на първите шушулки. Проследени са показателите: добив на сухо вещество (ДСВ), съдържание на суров протеин (СП), сурова пепел, сурови влакнини (СВл), сурови мазнини (СМ), както и киселинно-детергентни влакнини (КДВ), и неутрално детергентни влакнини (НДВ).

Установена е значителна променливост във всички изследвани признаци, с изключение на съдържанието на мазнини и пепел. Изследванията на генетичната изменчивост при обикновения фий могат да бъдат основа в бъдещи програми за създаване и подобряване на нови сортове с желани характеристики.

Ключови думи: обикновен фий, променливост, качество на фуража, добив на фураж.

УВОД

Обикновеният фий (*Vicia sativa* L.) е високопротеинова бобова култура с потенциал като устойчив източник на храна (Nguyen et al., 2020). Като фураж за преживни животни, обикновеният фий има множество приложения: като свеж фураж, сено, силаж и сенаж (Caballero et al., 1995). Семената на обикновения фий са с високо съдържание на протеин (Buyukkartal et al., 2013; Saki et al., 2008), албумини и глобулини (Ribeiro et al., 2004). В района на Югоизточна Европа обикновеният фий се отглежда като

pure crop or in mixtures with cereals. The quality and yield of vetch green mass is very important for both purposes.

A small-plot trial was carried out in 2018 and 2019, at the experimental plot of Institute for forage crops in Kruševac, Serbia.

Twelve promising genotypes of common vetch (*Vicia sativa* L.) were examined for green forage dry matter yield and green mass quality. The moment of green mass cutting, for each genotype, was at the stage of full flowering and the formation of the first pods.

The following parameters of green mass were examined: forage dry matter yield (DMY), crude protein (CP), crude ash (CA), crude fiber (CF), crude fat (CF), as well as acid detergent fiber (ADF), and neutral detergent fiber (NDF). Significant variability was obtained for all tested traits, except for the fat and ash content. Investigations of genetic variability of common vetch can be a basis of further investigations and improvement of new cultivars with desirable characteristics.

Key words: common vetch, forage quality, forage yield.

INTRODUCTION

Common vetch (*Vicia sativa* L.) is a high protein legume crop with potential as a sustainable food source (Nguyen et al., 2020). As a ruminant feed, common vetch has multiple uses: green forage, dry forage, silage, and haylage (Caballero et al., 1995).

Also, the common vetch seeds have a high protein content (Buyukkartal et al., 2013; Saki et al., 2008), and are rich in albumins and globulins (Ribeiro et al., 2004). In the region of southeast Europe, common vetch is cultivated as a pure

самостоятелна култура или в смеси със зърнени култури в съотношение 0.75 - обикновен фий и 0.25 - житни треви (Orak and Nizam, 2004). Обикновеният фий за производство на фураж при смесени системи на отглеждане с овес и ечемик може да даде по-висок добив от някои едногодишни бобови култури (Christiansen et al., 2000).

Обикновеният фий често е неразделна част от културите отглеждани за подобряване на почвения азот (Timko et al., 2008). Той фиксира до 100 kg/ha азот (Mueller and Thorup-Kristensen, 2001). Akhtar and Hussain (2009) посочват, че обикновеният фий може да се отглежда върху солени почви. От друга страна, Kebede et al. (2013) установяват, че обикновеният фий се отглежда в райони с кисели почви с pH 5.5-6.

В географско отношение, Сърбия принадлежи към региона на Югоизточна Европа, където отглеждането на пролетен фий в някои региони е ограничено поради неравномерното количество на валежите. Конвенционалните програми за отглеждане на обикновен фий се основават на връзките между компонентите на добива на фураж и икономически важните характеристики. Особено внимание е отделено на оценката на отделните елементи на продуктивността при тази култура, които определят нейния добив при променящите се условия на околната среда (Debelyi et al., 2011). Институтът по фуражни култури в Крушевац работи върху обновяването и увеличаването на колекцията от генотипи фий.

Целта на това проучване беше да се анализират основните химични показатели за качеството на фуража от някои често срещани генотипи на обикновен фий, с произход Южна Австралия възможността за

crop, or in mixtures with the cereals usually in ratio of 0.75 of common vetch and 0.25 of cereal (Orak and Nizam, 2004).

Common vetch for forage production in mixed cropping systems with oat and barley could give a higher yield than other annual legumes (Christiansen et al., 2000).

Common vetch is often an integral part of cropping systems for the improvement of soil nitrogen (Timko et al., 2008). It can fix up to 100 kg/ha of nitrogen (Mueller and Thorup-Kristensen, 2001).

Akhtar and Hussain (2009) states that common vetch can be grown on saline soils. On the other hand, Kebede et al. (2013) determined that common vetch has been grown in areas with acid soils with a pH of 5.5-6.

Serbia geographically belongs to the region of Southeast Europe, but spring vetch cannot be grown in all its areas due to the uneven amount of precipitation.

Conventional common vetch breeding programmes are based on relationships between forage yield components and economically important characteristics.

Considerable attention is paid to assessment of individual elements of productivity in this crop, which determine its yield in changing environmental conditions (Debelyi et al., 2011). Recently, Institute for forage crops Kruševac has been working on renewing and increasing the collection of vetch genotypes.

The aim of this study was to analyse the main chemical parameters of animal feed quality in some common vetch genotypes originating from South Australia in order to examine the possibility of growing in our ecological

отглеждането им в нашите екологични условия и приложението им в нашите развъдни програми.

conditions and application in our breeding programs.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Експериментът е заложен през 2018 г. и 2019 г. по рандомизиран блоков метод, с три повторения на опитно поле в Институт по фуражни култури в Крушевац (43°34'48" N/21°20'2"E; 137 m надморска височина) върху почвен тип - смолница. Опитът е проведен при неполивни условия и включва дванадесет линии фий, с произход Южна Австралия, от колекцията генотипи пролетен фий на Институт по фуражни култури в Крушевац. Сеитбата за двете опитни години е извършена рано напролет (края на февруари-март), веднага щом метеорологичните условия бяха благоприятни. При съпоставка на двете опитни години, (Таблицы 1 и 2), може да се определи, че 2018 г. е по-неблагоприятна поради количество валежи (над средното) през вегетацията и особено по време на сеитбата и узряването на растенията. Вегетационният период през 2018 г. и 2019 г. е с една и съща средна температура (12.4°C), която е с 0.8 градуса по-висока от средногодишната (11.6°C). Количеството на валежите през вегетационния период на 2018 г. е с 218.1 mm повече, а през 2019 г. е с 30.1 mm по-малко в сравнение със средната многогодишна стойност. Периодът, непосредствено преди сеитбата, както и по време на сеитбата, и покълването на семената през първата година (февруари и март - 2018 г.) се характеризира с по-ниски температури, което доведе до удължаване времето за поникване и забавяне на вегетацията. Валежите през март 2018 г. са неблагоприятни (110.3 mm). Количеството им е с 59.8 mm повече от средното за

MATERIAL AND METHODS

The experiment was set up during 2018 and 2019 as a randomized block design with three replicates on the experimental plot of the Institute for forage crops Kruševac (43°34'48" N/21°20'2"E; 137 m a.s.l.) on the smonitza soil type.

The trial was conducted in rainfed conditions and included twelve vetch lines, originated from the South Australia, from the collection of spring vetch genotypes of the Institute for forage crops Kruševac.

Sowing for both years of testing was done in early spring (late February-March) as soon as the meteorological conditions allowed. If we compare the two years of research (Table 1, Table 2), it can generally be said that 2018 was more unfavourable due to above-average high precipitation during the vegetation season, and especially during the sowing and maturation of plants (Table 1).

The growing season in 2018 and 2019 (Table 1) had the same average temperature (12.4°C), which is 0.8 degrees warmer than the long-term average (11.6°C).

The amount of precipitation in the vegetation period of 2018 was 218.1 mm higher, and in 2019 was 30.1 mm lower than the multi-year average for that period (Table 2).

The period immediately before sowing, as well as during the sowing and seed germination of the first year (February and March 2018) was somewhat colder (Table 1), which resulted in prolongation of the time for germination and delayed vegetation. It is unfavourable that the amount of precipitation in March 2018

дългогодишен период и с 86.2 mm повече от месец март 2019 г. Това допълнително допринесе за охлаждането на почвата и последващото поникване. Освен това, жътвеният период се характеризираше с голямо количество валежи (109.1 mm през юни и 149.3 mm през юли), което допълнително повлия качеството на фуража През 2019 г. валежите са значително по-малко по време на сеитбата и покълването на семената с благоприятни температури, което допринесе за по-бързото покълване на семената.

was as much as 110.3 mm, which is 59.8 mm more than the multi-year average, and as much as 86.2 mm more than in March 2019.

This further contributed to the cooling of the soil and the subsequent emergence. Also, during the harvest, a large amount of precipitation fell (109.1 mm in June; and 149.3 mm in July), which additionally affected the forage quality. In 2019, precipitation was significantly lower at the time of sowing and seed germination with favorable temperatures contributed to faster germination.

Таблица 1. Средномесечни температури през вегетационния период на обикновен фий в сравнение с 20-годишни средни месечни температури
Table 1. Monthly average temperatures during the growing season of common vetch comparing with 20-years average monthly temperatures

	Февруари February	Март March	Април April	Май May	Юни June	Юли July	Средно Average
2018	2.1	6.6	16.5	18.9	20.9	21.6	12.4
2019	4.2	9.2	13.0	14.9	22.6	22.7	12.4
1993-2017	2.3	6.8	12.0	16.8	20.6	22.6	11.6

Хидрометеорологичен институт, Метеорологичен годишник 2008-2018.
 Republic Hydro meteorological Institute, Meteorological Yearbook 2008-2018.

Таблица 2. Сума на месечните валежи през вегетационния период на обикновен фий в сравнение със средната сума на валежите за период от 20 години

Table 2. Sum of monthly precipitations during the growing season of common vetch comparing with 20-years average sum of precipitations

	Февруари February	Март March	Април April	Мей May	Юни June	Юли July	Средно Sum
2018	72.5	110.3	41.2	74.4	109.1	149.3	556.8
2019	37.2	24.1	59.2	73.5	67.5	47.1	308.6
1993-2017	42.3	50.5	52.1	71.3	65.0	57.5	338.7

Хидрометеорологичен институт, Метеорологичен годишник 2008-2018
 Republic Hydro meteorological Institute, Meteorological Yearbook 2008-2018

Образците са покосявани в етап на пълен цъфтеж и образуване на първите шушулки. Този етап представлява равновесие между най-голямата част и най-високия добив на неразградения суров протеин в надземната биомаса (Alzueta et al., 2001). Добивът на фураж е измерен от всеки парцел след косене. Пробите от свежа биомаса са изсушени до достигане на постоянно тегло, за да се определи съдържанието на сухо вещество и качествените показатели. Добивът на фураж е представен като добив на сухо вещество (ДСВ) от единица площ в $t\ ha^{-1}$. Съдържанието на суров протеин (СП, %) е изчислено въз основа на азотното съдържание $\times 6.25$ (по Kjeldahl). Суровата пепел (%) е определена чрез AOAC Official Method 942.05. Суровите мазнини (СМ, %) са определени по AOAC Official Method 2003.05., а суровите влакнини (СВл, %) чрез последователно кипене в разтвор на NaOH, последвано от разреждана сярна киселина (Đorđević et al., 2003). НДВ (%) са определени гравиметрично като остатъкът след екстракция (Van Soest et al., 1991). КДВ (%) се определя гравиметрично като остатъкът след екстракция (AOAC Official Method 973.18).

Всички статистически анализи са извършени с помощта на софтуер STATISTICA 10 (Stat Soft Inc).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Изследваните образци регистрират значителни разлики в 2-годишните средни стойности относно добива на сухо вещество във фуража. Средният двугодишен добив на сухо вещество от единица площ за всички изследвани образци е $9.33\ t\ ha^{-1}$. Най-висок ДСВ е получен от образец 9 ($9.76\ t\ ha^{-1}$), а най-нисък от образец 2 ($8.74\ t\ ha^{-1}$). Образец 11 също е със значително висок добив на СВ от

Each accession was cut at its own stage of full flowering and formation of the first pods. This stage represent a balance between the largest proportion and the highest yield of un-degraded crude protein in the above-ground biomass (Alzueta et al., 2001).

Forage yield was measured from each plot after cutting. Samples were taken from fresh biomass and dried to constant weight to determine the dry matter content of fresh forage and other quality parameters.

Forage yield is presented as dry matter yield (DMY) per unit area in $t\ ha^{-1}$. The crude protein content (CP, %) was calculated on the basis of nitrogen content $\times 6.25$ (according to Kjeldahl). The crude ash (%) was determined by AOAC Official Method 942.05. Crude fat (%) was determined by AOAC Official Method 2003.05. and The crude fiber (CF, %) was determined by sequentially refluxed in dilute NaOH, followed by dilute acid (Đorđević et al., 2003). NDF (%) is determined gravimetrically as the residue remaining after extraction (Van Soest et al., 1991). ADF (%) determination is gravimetrically as the residue remaining after extraction (AOAC Official Method 973.18).

All statistical analyses were done using STATISTICA 10 software (Stat Soft Inc).

RESULTS AND DISCUSSION

Among the investigated accessions, there were significant differences in 2-year average values of forage dry matter yield. The two-year average dry matter yield of forage per unit area for all investigated accessions was $9.33\ t\ ha^{-1}$. The highest DMY was obtained in accession 9 ($9.76\ t\ ha^{-1}$), and the lowest DMY was in accession 2 ($8.74\ t\ ha^{-1}$). Accession 11 also had a significantly high DM yield per unit area

единица площ (9.66 t ha⁻¹).

| (9.66 t ha⁻¹).

Таблица 3. Двугодишни средни* стойности за добив на фураж и качествени показатели на генотипи фий

Table 3. Two year average* values of forage yield and quality parameters of vetch genotypes

	ДСВ, t ha ⁻¹ DMY, t ha ⁻¹	Пепел, % Ash, %	СП, % CP, %	СВл, % CF, %	Мазнини, % Fat, %	КДВ, % ADF, %	НДВ, % NDF, %
1	9.28 ^{bcd}	12.03 ^{bcd}	18.40 ^e	24.97 ^{fg}	2.39 ^{bcd}	36.43 ^{bc}	52.80 ^{bcd}
2	8.74 ^a	12.54 ^{ab}	19.71 ^{cd}	25.64 ^{abcd}	2.65 ^a	35.47 ^d	53.55 ^{ab}
3	9.12 ^d	11.64 ^{bcd}	20.37 ^{ab}	25.77 ^{abc}	2.51 ^{abcd}	36.51 ^{bc}	56.83 ^a
4	9.34 ^{bc}	12.03 ^{abc}	19.22 ^d	25.28 ^{cdef}	2.53 ^{abcd}	35.42 ^d	50.29 ^{cd}
5	9.18 ^{cd}	12.21 ^{cde}	18.33 ^e	25.45 ^{cdef}	2.49 ^{abcd}	36.55 ^b	54.56 ^{ab}
6	9.31 ^{bc}	11.83 ^{cde}	19.60 ^{cd}	25.57 ^{bcdde}	2.36 ^{cd}	36.19 ^{bc}	56.11 ^{ab}
7	9.42 ^b	11.58 ^{de}	19.79 ^c	25.20 ^{def}	2.57 ^{abc}	37.39 ^a	55.60 ^{ab}
8	9.33 ^{bc}	12.75 ^a	19.92 ^{abc}	25.15 ^{def}	2.33 ^d	35.92 ^{bcd}	49.61 ^d
9	9.76 ^a	11.33 ^e	20.46 ^a	26.10 ^a	2.54 ^{abcd}	36.18 ^{bc}	53.21 ^{abcd}
10	9.42 ^b	11.94 ^{bcdde}	19.84 ^{bc}	26.04 ^{ab}	2.61 ^{ab}	36.48 ^{bc}	56.93 ^a
11	9.66 ^a	11.94 ^{bcdde}	19.76 ^{cd}	25.06 ^{ef}	2.48 ^{abcd}	35.84 ^{cd}	52.82 ^{bcd}
12	9.36 ^b	11.71 ^{cde}	19.54 ^{cd}	24.46 ^g	2.61 ^{ab}	36.07 ^{bcd}	56.40 ^{ab}
M	9.33	11.96	19.58	25.39	2.51	36.20	54.06
Se	0.33	0.71	0.95	0.86	0.25	0.80	4.29

Средните стойности в рамките на колоната с различни горни индекси се различават значително (P < 0.05); ДСВ = добив на сухо вещество за фураж (t ha⁻¹), СП = съдържание на суров протеин (%), СВл = съдържание на сурови влакнини (%), КДВ = киселинно-детергентни влакнини (%), НДВ = неутрално детергентни влакнини (%), M = средно, Se = стандартно отклонение; *За анализа е използвана трансформация на квадратен корен.

Within column means with different superscripts differ significantly (P < 0.05); DMY = forage dry matter yield (t ha⁻¹), CP = crude protein content (%), CF = crude fiber content (%), ADF = acid detergent fiber (%), NDF = neutral detergent fiber (%), M = average, Se = standard deviation; *Square root transformation was used for analysis. Представените данни са нетрансформирани средни стойности.

Съдържанието на сурова пепел варира от 11.33% (образец 9) до 12.75% (образец 8). Като цяло съдържанието на пепел във всички изследвани образци е над 11%, което може да е показател за по-добра минерална концентрация (Kebede et al. 2014). Концентрацията на минерали във фуража варира поради различни фактори в зависимост от растенията и почвата (Jukenvicius and Sabiene, 2007). Larbi et al. (2010) предполагат, че качеството на фуража се влияе от взаимодействието между видовете и етапа на растеж. Те съобщават за разлики в качеството на фуража при различните видове, отглеждани в една и съща среда и на идентичен етап в растежа.

За двегодишният период на

The ash content varied from 11.33% (accession 9) to 12.75% (accession 8). In general, the ash content of all tested accessions was over 11%, which could be an indicator of better mineral concentration (Kebede et al. 2014). Concentration of minerals in forage varies due to different factors depending both, plants and soil (Jukenvicius and Sabiene, 2007).

Larbi et al. (2010), suggested that forage quality is affected by interaction between species and stage of growth. They also reported differences in terms of forage quality among various species grown in the same environment and with the same growth stage.

In 2-year average values of CP

изследване са установени значителни разлики в средните стойности относно съдържанието на СП при изследваните образци. Стойностите на показателя варират в интервала от 18.33 до 20.46%, но в повечето образци е над 19%. Само образци 5 (18.33%) и 1 (18.40%) са със стойности под 19% и. Съдържание на суров протеин в образци 9 (20.46%) и 3 (20.37%) е над 20%. Съдържанието на сурови влакнини е от 24.46% (образец 12) до 26.10% (образец 9). Съдържанието на сурови мазнини варира от 2.33% (образец 8) до 2.65% (образец 2).

Киселинно-детергентните влакнини (КДВ) са бавно смилаеми и силно несмилаеми вещества във фуража или подхранката (включват целулоза, лигнин и пектин). Ниското съдържание на КДВ в сухото вещество на фуража е по-желателно. Резултатите показват, че двугодишното средно съдържание на КДВ е 36.20% и варира от 35.42% (образец 4) до 37.39% (образец 7). Съдържание на КДВ под 36% има в образец 2 (35.47%).

Концентрацията на неутрални детергентни влакнини (НДВ) във фуража е важен фактор за определяне на качеството му. Hoffman et al. (2001), посочват, че съдържанието на НДВ над критична стойност от 60% води до понижаване качеството на фуража. В нашето изследване, установеното съдържание на НДВ при всички изследвани образци е под това ниво и варира от 49.61% (образец 8) до 56.93% (образец 10), което предполага по-висока смилаемост на фуража от изследваните образци. С най-ниска стойност относно съдържанието на НДВ е образец 4 (50.29%).

content there were significant differences between investigated accessions.

CP content was in the interval from 18.33 - 20.46%, but it was over 19% in most accessions. Only two accessions had CP lower than 19%. Accessions 5 and 1 had CP respectively 18.33% and 18.40%. The crude protein content of more than 20% had the accessions 9 (20.46%) and 3 (20.37%). The content of the crude fiber was from 24.46% (accession 12) to 26.10% (accession 9). The crude fat content ranged from 2.33% (accession 8) to 2.65% (accession 2).

Acid detergent fiber (ADF) is the content of slowly digestible and highly indigestible materials in forage or feed (includes cellulose, lignin and pectin), and lower ADF is more desirable.

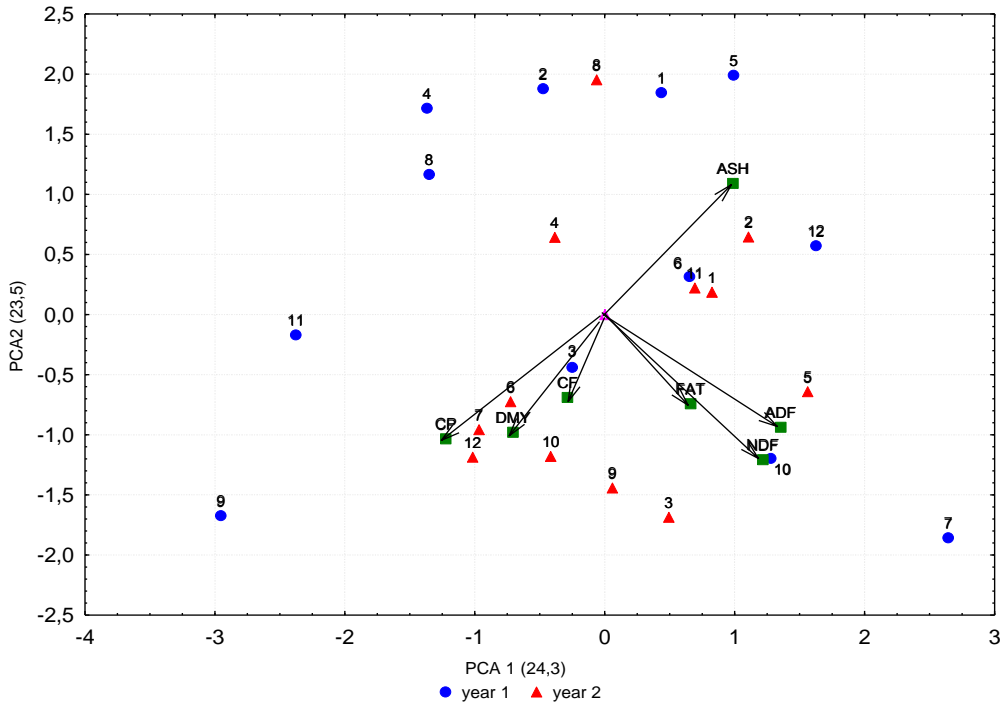
The results indicated two-year average ADF content was 36.20% and ranged from 35.42% (accession 4) to 37.39% (accession 7).

The ADF content under 36% also had the accession 2 (35.47%). For forage, neutral detergent fiber (NDF) concentration is an important factor in determine forage quality.

Hoffman et al., 2001, stated the NDF contents above the critical value of 60% resulted in decreasing feed quality. In our investigation, NDF content of all the tested accessions was found below this level and ranged from 49.61% (accession 8) to 56.93% (accession 10).

This could indicate higher digestibility of investigated accessions. The lowest value of NDF content had the accession 4 (50.29%).

Биплот (оси PCA 1 и PCA 2: 47.8 %)
Biplot (axes PCA 1 and PCA 2: 47.8 %)



Фиг. 1: Графика на основния компонент на PCA 1 и PCA 2, описваща вариациите между образци на обикнове фий, оценени с помощта на набора от данни за агрономически характеристики; ДСВ=добив на сухо вещество от фураж; Пепел; СП = съдържание на суров протеин; СВл = съдържание на сурови влакнини; Мазнини; КДВ = киселинно- детергентни влакнини; НДВ = неутрално детергентни влакнини; зелени квадратчета = агрономически признаци; сини точки = образци през година 1; червен триъгълник = образци през година 2.

Fig 1. Principal component score plot of PCA 1 and PCA 2 describing the variation among common vetch accessions estimated using the data set of agronomic traits; DMY=forage dry matter yield; ASH; CP = crude protein content; CF = crude fiber content; FAT; ADF = acid detergent fiber; NDF = neutral detergent fiber; green squares = agronomic traits; blue dots = accessions in year 1; red triangle = accessions in year 2.

За двете години на изследване, биплот PCA (фиг. 1) показва, че образците обикновен фий са разпръснати на случаен принцип в целия квадрант. Причината е широкият диапазон от генетична изменчивост и влиянието на условия на околната среда при различните генотипи. Позициите на образците са въз основа на асоциации предвид агрономическите им признаци. Образци 3 и 6 (от първата година) и образци 1 и 11 (от втората година) са

The PCA biplot (Fig. 1) showed that common vetch accessions were scattered randomly across the entire quadrant in both years of investigation. This indicates a wide range of genetic variability among them and, also, how different environmental conditions impact different accessions. The positions of accessions were based on their agronomic trait associations.

Accessions 3 and 6 from the first year, and accessions 1 and 11 from the second

групирани близо до произхода, което показва, че имат сходна генетична връзка за голяма част от признаците. Образците, разположени далеч от произхода, имат уникално проявление на признаците във връзка с други оценени образци през годините (образци 1, 2, 4, 5, 7 и 9 от първата година и образец 8 от втората година). Генотипите са свързани с признаци въз основа на тяхната близост, което показва, че имат подобни стойности за тези специфични признаци.

Коефициентите на линейна корелация между изследваните характеристики са показани в Таблица 4. ДСВ има значима положителна корелация със съдържанието на СП ($r=0.68$) и СВл ($r=0.61$) и слаба положителна корелация със суровите мазнините ($r=0.04$). При други изследвани признаци, ДСВ има значителна отрицателна корелация с КДВ ($r=-0.44$) и слаба отрицателна корелация с пепелта и НДВ. Съдържанието на пепел има същата незначима положителна корелация с КДВ и НДВ ($r=0.14$). Съдържанието на пепел показва незначима и слаба отрицателна корелация с всички други изследвани признаци. Съдържанието на СП има положителна корелация с СВл ($r=0.39$).

year were grouped close to the origin, indicating these accessions had a similar genetic relationship for most of the traits. Accessions which were positioned far from the origin, indicating they had unique manifestation of traits in relation to others evaluated accessions in the years 1 and 2 (accessions 1, 2, 4, 5, 7, and 9 from the first year, and accession 8 from the second year).

Genotypes were associated to traits based on their closeness, indicating they had similar values for those specific traits.

The linear correlation coefficients between the investigated features are shown in Table 4. DMY had very significant positive correlation with CP ($r=0.68$) and CF ($r=0.61$), and weak positive correlation with fat ($r=0.04$). With other investigated traits, DMY had very significant negative correlation with ADF ($r=-0.44$) and weak negative correlation with ash, and NDF. The ash content had the same non-significant positive correlation with ADF and NDF ($r=0.14$).

The ash content showed non-significant and weak negative correlation with all other investigated traits. CP content had positive correlation with CF ($r=0.39$).

Таблица 4. Коефициенти на корелация между 7 количествени признака на образци на обикновен фий.

Table 4. Correlation coefficients among 7 quantitative traits of tested common vetch accessions.

Показатели Parameters	Пепел Ash	СП CP	СВл CF	Мазнини Fat	КДВ/ADF	НДВ/NDF
ДСВ / DMY	-0.08	0.68**	0.61**	0.04	-0.44*	-0.10
Пепел / Ash	-	-0.22	-0.25	-0.05	0.14	0.14
СП / CP		-	0.39	-0.15	-0.76**	-0.41*
СВл / CF			-	-0.42*	-0.26	-0.26
Мазнини / Fat				-	0.47*	0.60**
КДВ / ADF					-	0.55*

* значим при $p < 0.05$; **много значим при $p < 0.01$.

* significant at $p < 0.05$; **very significant at $p < 0.01$.

ДСВ = добив на сухо вещество от фураж; Пепел; СП = съдържание на суров протеин; СВл = съдържание на сурови влакнини; Мазнини; КДВ = киселинно-детергентни влакнини; НДВ = неутрално-детергентни влакнини.

DMY = forage dry matter yield; Ash; CP = crude protein content; CF = crude fiber content; Fat; ADF = acid detergent fiber; NDF = neutral detergent fiber.

СП има отрицателна корелация с мазнините ($r=-0.15$), КДВ ($r=-0.76$) и НДВ ($r=-0.41$). Съдържанието на СВл има значима отрицателна корелация с мазнините ($r=-0.42$) и същата отрицателна корелация с КДВ и НДВ ($r=-0.26$). Суровите мазнини имат положителна корелация с КДВ и НДВ (съответно $r=0.47$ и 0.60), а КДВ има значителна положителна корелация с НДВ ($r=0.55$).

ИЗВОДИ

Резултатите от 2-годишно проучване върху дванадесет образци на обикновен фий с произход от Южна Австралия показват значителна променливост в добива и качеството на фуража. Проучването потвърди, че обикновеният фий може да бъде надежден източник на качествен фураж за регионите на Югоизточна Европа. Оценката на 12-те образци с произход от обикновен фий от Южна Австралия е важна, за да се намерят източници на генетична изменчивост, които могат да се използват в селекция на растения и подобряването на нови сортове при нашите екологични условия. Повечето генотипи, с произход Южна Австралия, са с добра приспособимост към условията на Централна Сърбия. Получените резултати ще бъдат полезни в бъдещите програми за отглеждане на растения и ще помогнат за създаването на нови сортове с желани характеристики.

БЛАГОДАРНОСТИ

Изследването е финансирано от Министерство на образованието, науката и технологичното развитие, Република Сърбия, проект (451-03-68/2022-14)

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Alzueta, C., R. Caballero, A. Rebole, J. Trevino and A. Gil**, 2001. Effect of vetch (*Vicia sativa* L.) fresh forage during pod filling. *Journal of Animal Science*, 79, 2449-2455.
2. **AOAC Official Method 942.05**. Ash of animal feed. Official Methods of

CP negatively correlated with fat ($r=-0.15$), ADF ($r=-0.76$), and NDF ($r=-0.41$). CF content had negative significant correlation with fat ($r=-0.42$), and the same negative correlation with ADF and NDF ($r=-0.26$). Fat positively correlated with ADF and NDF ($r=0.47$ and 0.60 , respectively). Finally, ADF had significant positive correlation with NDF ($r=0.55$).

CONCLUSIONS

The results of a 2-year study on twelve common vetch accessions origin from South Australia showed significant variability in yield and quality of forage. The study confirmed that the common vetch could be a reliable source of quality forage for regions such as southeast Europe. Evaluation of the 12 accessions of common vetch origin from South Australia are important in order to find sources of genetic variability that can be used in plant breeding and improvement of new varieties in our ecological conditions.

Most genotypes originating from South Australia have shown good adaptability to the conditions of central Serbia. Obtained results will be helpful in the future breeding programmes and should assist in making new cultivars with desirable characteristics.

ACKNOWLEDGEMENTS

The research was financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development Republic of Serbia (451-03-68/2022-14).

Analysis of AOAC International. 18th edition. Gaithersburg, MD, USA: AOAC International, 2005, p. 8 (Chapter 4).

3. AOAC Official Method 2003.05. Crude fat in feeds, cereal grains and forages. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th edition, Arlington, VA, USA: AOAC International, 2005, 40-42 (Chapter 4).

4. AOAC Official Method 973.18. Fiber (acid detergent) and lignin in animal feed. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th edition. Arlington, VA, USA: AOAC International, 1997, 28-29 (Chapter 4).

5. Akhtar, P. and F. Hussain, 2009. Growth performance of *Vicia sativa* L. under saline conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 41, 3075-3080.

6. Buyukkartal, H. N., H. Colgecen, N. M. Pinar and N. Erdogan, 2013. Seed coat ultrastructure of hard-seeded and soft-seeded varieties of *Vicia sativa*. *Turk. J. Bot.*, 37, 270-275.

7. Caballero, R., E. I. Goicoechea and P. J. Hernaiz, 1995. Forage yields and quality of common vetch and oat sown at varying seeding ratios and seeding rates of vetch. *Field Crop research*, 41, 135-140.

8. Christiansen, S., M. Bounejmate, F. Bahhady, E. Thomson, B. Malwawi and M. Singh, 2000. On-farm trials with forage legume-barley compared with fallow-barley rotations and continuous barley in northwest Syria. *Experimental Agriculture*, 36, 195-204.

9. Debelyi, G. A., A. G. Goncharov and A. V. Mednov, 2011. Estimation of adaptability and stability in spring vetch genotypes on height of plants in monospecies and mixed sowing. *Agricultural biology*, 2, 90-92.

10. Đorđević, N., G. Grubić, and Z. Jokić, 2003. Osnovi ishrane domaćih životinja – Praktikum. Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun.

11. Hoffman, P., D. R. Shaver, D. K. Combs, D. J. Undersander, L. M. Bauman and T. K. Seeger, 2001. Understanding NDF Digestibility of Forages. *Focus on forage*, 3 (10), 1-3.

12. Jukenvicius, S. and N. Sabiene, 2007. The content of mineral elements in some grasses and legumes. *Ekologija*, 53, 44-52.

13. Kebede, G., G. Assefa, A. Mengistu and H. Mohammed, 2013. Evaluation of vetch species and their accessions for agronomic performance and nutritive value in the central highlands of Ethiopia. *Ethiop. J. Agric. Sci.*, 24, 99-121.

14. Kebede, G., G. Assefa, A. Mengistu and F. Feyissa, 2014. Forage nutritive values of vetch species and their accessions grown under nitosol and vertisol conditions in the central highlands of Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development. Volume 26, Article #20.* Retrieved October 13, 2022, from <http://www.lrrd.org/lrrd26/1/kebe26020.htm>..

15. Larbi, A., S.Hassan,G. Kattash, A. M. Abd El-Moneim, B. Jammal, H. Nabil and H. Nakkul, 2010. Annual feed legume yield and quality in dryland environments in north-west Syria: 1. Herbage yield and quality. *Anim. Feed Sci. Tech*, 160, 81-89

16. Mueler, T. and K. Thorup-Kristensen, 2001. N-fixation of selected green manure plants in an organic crop rotation. *Biological Agriculture and Horticulture*, 18, 345-363.

17. Nguyen, V., S. Riley, S. Nagel, I. Fisk and R. Searle, 2020. Common vetch: a drought tolerant, high protein neglected leguminous crop with potential as a sustainable food source. *Frontiers in plant science*, 11, DOI: 10.3389/fpls.2020.00818.

18. Orak, A. and I. Nizam, 2004. Agronomic and morphological characters of common vetch (*Vicia sativa* L.) genotypes under Trakya region conditions (Turkey).

Journal of Agronomy, 3, 72-75.

19. Ribeiro, A. C., A. R. Teixeira and R. B. Ferreira, 2004. Characterization of globulins from common vetch (*Vicia sativa* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 4913-4920.

20. Saki, A. A., G. Pourhesabi, A. Yaghobfar, M. A. Mosavi, M. M. Tabatabai and M. Abbashinezhad, 2008. Effect of different levels of the raw and processed vetch seed (*Vicia sativa*) on broiler performance. *Journal of Biological Sciences*, 8, 663-666.

21. Timko, M. P. and B. B. Singh, 2008. Cowpea, a multifunctional legume. *Genomics of Tropical Crop Plants*, Springer, New York.

22. Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis, 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74, 3583-3597.