



UTJECAJ TEMPERATURE SUŠENJA NA INTENZITET OBOJENJA CVATOVA NEVENA ZA POTREBE HRANE ZA ŽIVOTINJE

THE EFFECT OF DRYING TEMPERATURE ON THE COLORATION INTENSITY OF MARIGOLD INFLORESCENCES FOR ANIMAL FEED

Ana Matin, Tajana Krička, T. Majdak, Vesna Židovec, Vanja Jurišić, Magdalena Maričić, Mateja Grubor

Izvorni znanstveni članak – Original scientific paper
Primljeno – Received: 15. siječanj - January 2018

SAŽETAK

Neven (*Calendula officinalis* L.) se uzgaja zbog svoje ukrasne, ali i ljekovite vrijednosti, iako se u posljednje vrijeme sve više upotrebljava i u prehrambenoj industriji. U svježem stanju cvat nevena vrlo brzo gubi svoja svojstva, odnosno boju i kao takav treba se doraditi optimalnim postupcima dorade. Cilj ovog rada bio je istražiti utjecaj različitih temperatura konvekcijskog sušenja dehidriranjem na intenzitet obojenja cvatova u svrhu korištenja nevena kao komponente u hrani za životinje. U istraživanju su korišteni cvatovi nevena narančaste i žute boje. Sušeni su na tri različite temperature (40 °C, 50 °C i 60 °C), pri čemu su utvrđena i kvalitativna svojstva (sadržaj pepela, škroba i ulja), prije i nakon procesa sušenja u svrhu utvrđivanja iskoristivosti u hranidbi životinja prema zakonu NN 102/2016. Korištenjem polinomnih jednadžbi izrađene su krivulje otpuštanja vode iz cvatova u ovisnosti o temperaturi sušenja. Cvatovi žute boje brže su otpuštali vodu pri svim temperaturama te sadržavali bolji intenzitet boje. Sušenje je također utjecalo na sadržaj pepela u cvatovima nevena i učinkovitije je i bolje na nižim temperaturama. Porastom temperature zraka za sušenje porasli su i sadržaj škroba i ulja za obje boje cvatova. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da su cvatovi nevena nakon sušenja pogodna komponenta u hranidbi životinja, a najbolji rezultati su dobiveni sušenjem na temperaturi od 50 °C.

Ključne riječi: neven, boja, sušenje, hranidba životinja

UVOD

Od mnogih biljnih vrsta koje rastu na našoj planeti samo je njih nekoliko stotina zanimljivo u gospodarskom pogledu. Potrebe čovjeka oduvijek potiču razvoj pojedinih industrijskih grana, među ostalim industrije hrane, te farmaceutske i kozmetičke industrije. Tako se u posljednje vrijeme prednost daje uzgoju pojedinih vrsta ljekovitih i aromatičnih biljaka čiji su biološki aktivni sastojci osnovne sirovine za proizvodnju mnogih lijekova i kozmetičkih preparata, aroma za prehrambene proizvode te komponente u hrani za životinje (Šilješ i sur., 1992.).

Životinje u intenzivnom poljoprivrednom uzgoju često su izložene stresu, što je izazvano različitim čimbenicima, kao što su prehrana i okoliš (Frankič i sur., 2008.). Takve životinje slabijeg su imunog sustava, te stoga trebaju zaštitu, prvenstveno u nekom obliku antioksidansa, kako bi ostale zdrave i kako bi se osigurali njihovi stabilni proizvodi prikladni za preradu (Wood i sur., 2004.). Vitamin E, najčešće korišten antioksidans u prehrani životinjskog podrijetla, obično se dopunjuje sintetskim oblikom koji je manje učinkovit nego prirodni oblik (Azzi i Stocker, 2000.). Osim ograničene antioksidativne učinkovitosti vitamina E u slučaju visokog unosa

doc. dr. sc. Ana Matin, prof. dr. sc. Tajana Krička, doc. dr. sc. Vanja Jurišić, e-mail: vjurisic@agr.hr, Magdalena Maričić, mag. ing. agr. Mateja Grubor, mag. ing. agr. Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport; izv. prof. dr. sc. Vesna Židovec, Zavod za ukrasno bilje i krajobraznu arhitekturu, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb; Tugomir Majdak, mag. ing. agr., Ministarstvo poljoprivrede, Ulica grada Vukovara 78, 10000 Zagreb.

polinezasićenih masnih kiselina (PUFA), postoje izvještaji o njegovoj prooksidativnoj aktivnosti kada se konzumira u velikim količinama ili u odsutnosti drugih antioksidansa (Mukai i sur., 1993.; Allard i sur. 1997.; Hasty i sur., 2007.). Zbog navedenih čimbenica i povećane svijesti potrošača, polako dolazi do zabrane hranjivih antibiotika u Europi te su se počeli sve više koristiti prirodni aditivi za hranu, uključujući antioksidanse. Njihova je korisna aktivnost vezana uz sadržaj različitih sekundarnih metabolita kao što su polifenoli, karotenoidi, triterpeni i eterična ulja (Kishimoto i sur., 2005.; Khalil i sur., 2007.). Proteklih je desetljeća sve veći interes za antioksidativna svojstva nevena (*Calendula officinalis* L.) zbog relativno visokog sadržaja polifenola, eteričnih ulja, flavonoida i karotenoida (Cvetković i sur., 2004.). Slijedom navedenog potaknuta su nova istraživanja korištenja ovog prirodnog antioksidansa u hranidbi životinja (Prethi i sur., 2006., 2009.).

Kod nevena se koristi suhi cvat jer sadrži aktivne tvari zbog kojih se koristi u različite svrhe. Suhi cvatovi sadrže triterpenske saponine (2-10%), osobito glikozide. Osim toga sadrži i triterpensi alkohol, osobito faradiol i 4-tarakstasterol. Boja cvata također je još jedno značajno svojstvo nevena. To je svojstvo određeno mnogim kemijskim spojevima, ali najvažniji su karotenoidi i antocijani. U jestivom cvijeću povećan sadržaj antocijana povezan je s većim sadržajem ukupnih flavonoida (Friedman i sur., 2007.). Cvjetovima žutu boju daju flavonoidi glikozidi (0,2-1%) i različiti karotenoidi (1,5-3%). U narančastim cvjetovima nalazi se više beta karotena i likopina, a u žutim više ksantofila (Friedman i sur., 2007.). Upravo zbog sadržaja flavonoida i karotenoida, neven se može upotrijebiti kao bojilo jer sadrži dvije vrste pigmenata koji se mogu koristiti kao žute i narančaste prirodne boje (Khalid i Silva, 2010.).

U svježem stanju cvat nevena vrlo brzo gubi svoja svojstva, odnosno boju i treba ga se doraditi optimalnim postupcima sušenja. Sušenje je najstariji, ali i najjednostavniji način konzerviranja proizvoda. Zadatak sušenja je smanjenje suviška vode, odnosno očuvanje samo one količine vode koja je sirovini potrebna za latentni život (Krička, 1994.; Niketić-Aleksić, 1988.). Sušenjem se poboljšava vrijednost sirovina te se smanjuju procesi enzimske i mikrobiološke aktivnosti (Pereira i sur., 2007.; Pan i sur., 1999.). Brzina i kvaliteta sušenja sirovine ovise o karakteristikama okoline, fizikalnim i kemijskim

osobinama sirovine koja se suši te o debljini sloja kroz koji voda isparava u režimu sušenja. Što je temperatura zraka kod prirodnog sušenja približna samoj temperaturi laticice to je proces sušenja sporiji. Ukoliko se povisi temperatura zraka kojom se suši, sušenje se odvija brže, ali kod toga se mora paziti na temperaturu materijala koji se suši (Krička i Plietić, 1994.; Krička i sur., 2007.). Sušenje osigurava proizvodu određeno vrijeme čuvanja bez promjene i omogućava njegovo korištenje tijekom cijele godine (McLean, 1980.; Krička i Plietić, 1994.; Krička i sur., 2001.; Krička i sur., 2003.; Matin i sur., 2007.; Matin i sur., 2013.). U inženjerskoj praksi i pored velikog broja različitih metoda sušenja najčešće se primjenjuju uređaji za konvekcijsko sušenje (Mujumdar, 1995.; Mujumdar, 2000.; Velić i sur., 2004.).

Temeljem svega navedenog cilj ovog rada je istražiti optimalne uvjete konvekcijskog sušenja cvatova nevena žute i narančaste boje na različitim temperaturama (40 °C, 50 °C i 60 °C). Također će se utvrditi kvalitativne karakteristike cvatova prije i nakon procesa konvekcijskog sušenja. Tako osušenim cvatovima će se utvrditi ukupan sadržaj pepela, škroba, masti te boja, kao i postoji li promjena u navedenim parametrima u ovisnosti o temperaturi sušenja.

MATERIJALI I METODE

Istraživanje je provedeno u Laboratoriju Završne poljoprivredne tehnologije, skladištenje i transport na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. U svrhu ovog istraživanja korišteni su žuto i narančasto obojeni cvatovi nevena (*Calendula officinalis* L.). Birane su čvršće i veće glavice te samo one koje su potpuno procvjetale. Sve provedene analize rađene su netom nakon berbe, najprije na svježim uzorcima, a zatim na uzorcima sušenim na tri različite temperature u 3 grupe uzoraka.

Konvekcijsko sušenje je provedeno u dehidratoru (Exalibur dehydrator 4926T, USA). Brzina zraka bila je održavana na 0,5 m s⁻¹, a uzorci su bili sušeni na temperaturi od 40, 50 i 60 °C. Neposredno prije sušenja određen je sadržaj vode u cvjetovima oba obojenja. Svakih 5 minuta gubitak mase određivan je pomoću digitalne vage do ravnotežne vlažnosti od 12%.

Prema standardnim metodama određen je sadržaj vode u laboratorijskoj sušnici (INKO ST-40, Hrvatska) (HRN ISO 6540:2010), pepela u mufolnoj peći Nabertherm B170 (Lilienthal, Njemačka) (HRN ISO 2171:2010), ukupnog škroba na polarimetru (KRÚSS, P3001, Njemačka) (HRN ISO 6493:2001) te ulja na ekstratoru Soxhlet R 304 (Behr Labor-technik GmbH, Njemačka) (HRN ISO 6492:2001). Jednako tako praćena je promjena boje pomoću kolorimetra (Colortec PMC) po sustavu boja CIE LAB.

Nakon prikupljanja podataka laboratorijskih istraživanja, provela se statistička obrada dobivenih podataka statističkim programskim paketom SAS verzije 9.3 (SAS Institute, Cary, NC, USA) uz uporabu procedure GLM i Tukey-evog testa višestrukih usporedbi uz nivo značajnosti $P \geq 0.05$.

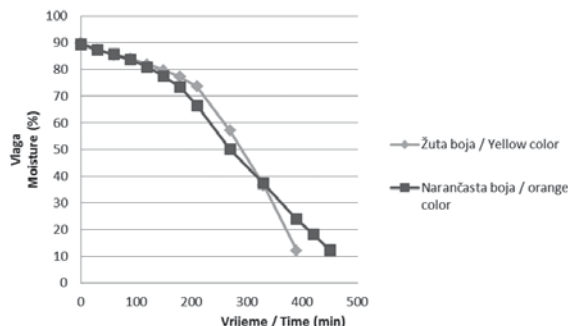
REZULTATI I RASPRAVA

Na slici 1 prikazana je krivulja otpuštanja vode iz cvatova obje boje nevena pri temperaturi od 40 °C, na slici 2 krivulja otpuštanja vode iz cvatova obje boje nevena pri temperaturi od 50 °C, a na slici 3 krivulja otpuštanja vode iz cvatova obje boje nevena pri temperaturi od 60 °C do ravnotežne vlažnosti od 12%. U tablici 1 prikazane su polinomne jednadžbe sušenja.

Analizom podataka iz tablice 1. utvrđen je, za obje boje, visoki koeficijent determinacije između 0,97 i 0,99 koji pokazuje da su istraživanja otpuštanja vode iz cvatova nevena vođena precizno. Slične rezultate, prilikom sušenja nevena, navode Buser i sur. (1999.), kod kojih je koeficijent determinacije sušenja nevena iznosio od 0,88 do 0,98. Iz krivulja je utvrđeno da cvatovi nevena žute boje brže otpuštaju vodu na sve tri temperature sušenja u odnosu na narančaste. Sadržaj vode, pepela, proteina, škroba i ulja u prirodnim i sušenim cvatovima nevena žute i narančaste boje prikazan je u tablicama 2 i 3.

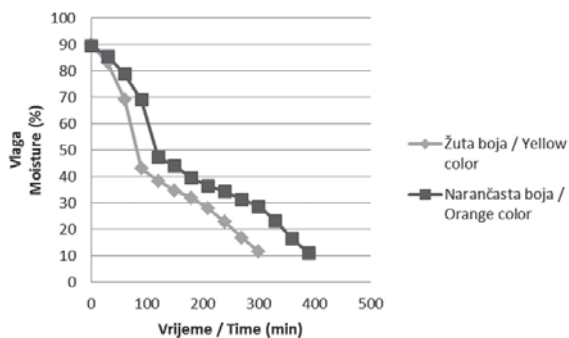
Prema rezultatima iz tablica 2 i 3 uočava se da su svi istraživani parametri signifikantno različiti, osim sadržaja masti kod cvatova obje boje nevena. Nakon sušenja, vrijednosti sadržaja vode i pepela padaju, dok vrijednosti sadržaja škroba i ulja rastu, kod obje boje, što je pozitivna karakteristika.

Sadržaj pepela u nevenu kretao se od 6,5% do 10,72%, dok se sadržaj ulja kretao od 6,5% do 9,6%.



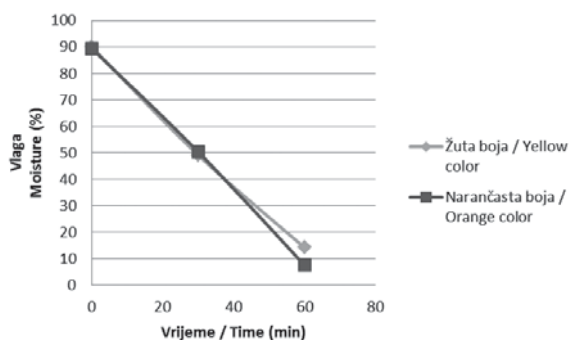
Slika 1. Krivulja otpuštanja vode iz cvatova obje boje nevena pri temperaturi od 40 °C do ravnotežne vlažnosti od 12%

Figure 1 Water release rate from inflorescence of both observed colors of marigold at temperature of 40 °C to the equilibrium moisture of 12%



Slika 2. Krivulja otpuštanja vode iz cvatova obje boje nevena pri temperaturi od 50 °C do ravnotežne vlažnosti od 12%

Figure 2 Water release rate from inflorescence of both observed colors of marigold at temperature of 50 °C to the equilibrium moisture of 12%



Slika 3. Krivulja otpuštanja vode iz cvatova obje boje nevena pri temperaturi od 60 °C do ravnotežne vlažnosti od 12%

Figure 3 Water release rate from inflorescence of both observed colors of marigold at temperature of 60 °C to the equilibrium moisture of 12%

Slične rezultate, ali u cvjetovima lavande, dobili su Al-Niaame i Aziz (2013.). Prema njihovom navodu sadržaj masti u lavandi iznosio je 6,7%, dok se sadržaj pepela kretao oko 9,2%.

Vrijednosti obojenja prirodnih i sušenih cvatova nevena žute i narančaste boje, prikazane su u tablicama 4 i 5.

Tablica 1. Polinomne jednadžbe otpuštanja vode iz cvatova obje boje nevena

Table 1 Polynomial equations of water release from inflorescence of both observed colors of marigold

Temperatura zraka za sušenje Air drying temperature	Boja nevena Marigold color	Jednadžba otpuštanja vode Water release drying equation	Koeficijent determinacije Determination coefficiente (R ²)
40 °C	Žuta Yellow	$y = 0.0006x^2 + 0.0509x + 86.706$	0,99
	Narančasta Orange	$y = 0.0003x^2 + 0.0688x + 90.998$	0,99
50 °C	Žuta Yellow	$y = 0.0008x^2 + 0.4961x + 91.381$	0,96
	Narančasta Orange	$y = 0.0007x^2 + 0.4174x + 94.937$	0,97
60 °C	Žuta Yellow	$y = 0.0086x^2 + 1.7309x + 90.737$	0,99
	Narančasta Orange	$y = 0.0086x^2 + 1.7309x + 90.737$	0,99

Tablica 2. Sadržaj vode, pepela, škroba i ulja u prirodnom i sušenom cvatu nevena žute boje cvatova

Table 2 Water, ash, starch and oil content of natural and dried yellow colored marigold inflorescences

Boja nevena Marigold color	Tretman Treatment	Voda (%) Water (%)	Pepeo (%) Ash (%)	Škrob (%) Starch (%)	Ulje (%) Oil (%)
Žuta Yellow	Prirodni uzorak Row sample	89,97 ^a ± 0,48	8,54 ^b ± 0,23	0,35 ^a ± 0,02	6,57 ^a ± 0,08
	40°C	12,78 ^b ± 0,18	7,83 ^b ± 0,18	1,04 ^a ± 0,09	7,73 ^a ± 0,12
	50°C	12,49 ^b ± 0,21	7,58 ^a ± 0,26	1,25 ^b ± 0,12	9,51 ^a ± 0,18
	60°C	11,59 ^c ± 0,18	6,27 ^a ± 0,18	2,24 ^a ± 0,14	8,18 ^a ± 0,23

Srednje vrijednosti ± SD, s istim slovom nisu signifikantno različite (p<0,05)

Mean values ± SD values marked with identical letter are not significantly different (p<0.05)

Tablica 3. Sadržaj vode, pepela, škroba i ulja u prirodnom i sušenom cvatu narančaste boje nevena

Table 3 Water, ash, starch and oil content of natural and dried orange colored marigold inflorescences

Boja nevena Marigold color	Tretman Treatment	Voda (%) Water (%)	Pepeo (%) Ash (%)	Škrob (%) Starch (%)	Ulje (%) Oil (%)
Narančasta Orange	Prirodni uzorak Row sample	89,45 ^a ± 0,54	10,72 ^a ± 0,26	0,37 ^a ± 0,06	6,48 ^a ± 0,09
	40°C	12,42 ^b ± 0,23	10,27 ^a ± 0,21	1,12 ^a ± 0,08	7,78 ^a ± 0,21
	50°C	12,25 ^c ± 0,18	9,50 ^b ± 0,22	1,31 ^a ± 0,08	9,62 ^a ± 0,21
	60°C	12,01 ^c ± 0,16	6,53 ^a ± 0,16	2,29 ^a ± 0,12	8,04 ^a ± 0,19

Srednje vrijednosti ± SD, s istim slovom nisu signifikantno različite (p<0,05)

Mean values ± SD values marked with identical letter are not significantly different (p<0.05)

Istraživanje boje cvatova nevena proveli su Sowbhagya i sur. (2004.) i dobili su nešto niže vrijednosti koeficijenta obojenja kod žutih (L=43,9; a=18,5; b=24,7) i narančastih (L=39,0; a=25,2; b=20,0) nevena od vrijednosti dobivenih ovim istraživanjem, što može biti zbog sortnih karakteristika cvatova nevena te lokacije uzgoja.

Temperatura tijekom sušenja je jedan od uzroka degradacije boja u sušenim proizvodima (Lozano i Ibarz, 1997.). Harbourne i sur. (2009.) utvrdili su da je metoda sušenja imala značajan učinak na promjenu boje. Temperatura i relativna vlažnost tijekom sušenja također su utjecali na boju osušenog cvijeća (Krokida i sur., 1998.; Lozano i Ibarz, 1997.). Do promjene boje prilikom termičke dorade dolazi uz ne-enzimske reakcije i uništenjem pigmenta prisutnih u laticama (Wanyo i sur., 2011.), što je i ovim istraživanjem potvrđeno.

ZAKLJUČAK

Nakon izrađenih krivulja otpuštanja vode i dobivenih polinomnih jednadžbi na temperaturama od 40 °C, 50 °C i 60 °C, može se zaključiti da je dehidracija odgovarajuća metoda sušenja cvatova nevena za potrebe hrane za životinje. Sukladno očekivanom oba obojenja cvatova su najbrže otpuštala vodu pri temperaturi od 60 °C, međutim povišenje temperature je imalo utjecaja na boju nevena. Kod obje boje cvatova najveća koncentracija pepela zabilježena je na prirodnim uzorcima, a udio škroba se nakon postupka dehidracije povećao. S porastom temperature povećavao se i sadržaj masti. Općenito, neven žute boje cvatova pokazao se kao kvalitetnija sirovina za proizvodnju hrane za životinje, dok se temperatura od 50 °C, pokazala kao optimalna temperatura dorade cvatova nevena.

Tablica 4. Vrijednost koeficijenta obojenja cvatova žute boje nevena u prirodnom i sušenom uzorku

Table 4 Value of color coefficient in natural and dried sample of yellow colored marigold inflorescences

Uzorak Sample	Tretman Treatment	L	a	b	C	c	H
Prirodni uzorak Raw sample	40°C	77,03	9,38	26,47	394,41	28,09	70,49
	50°C	79,63	9,07	10,60	97,38	13,96	49,45
	60°C	65,83	2,34	1,99	4,718	3,07	40,38
Sušeni uzorak Dried sample	40°C	82,20	0,41	4,17	8,79	4,19	84,38
	50°C	77,21	1,06	2,10	2,76	2,35	63,22
	60°C	63,55	1,02	1,12	0,58	0,23	47,68

Legenda: L = koeficijent obojenosti, A = komponenta odnosa zeleno/crvena, b = žuto/plava komponenta, C = intenzitet boje, c = zasićenost boje
Legend: L = color coefficient, A = green / red ratio component, b = yellow / blue component, C = color intensity, c = color saturation

Tablica 5. Vrijednost koeficijenta obojenja cvatova narančaste boje nevena u prirodnom i sušenom uzorku

Table 5 Value of color coefficient in natural and dried sample of orange colored common marigold inflorescences

Uzorak Sample	Tretman Treatment	L	a	b	C	c	H
Prirodni uzorak Raw sample	40°C	71,49	22,79	28,08	653,76	36,16	50,94
	50°C	80,91	6,71	0,85	22,89	6,77	7,22
	60°C	76,67	17,19	7,12	173,13	18,61	22,50
Sušeni uzorak Dried sample	40°C	80,50	5,19	-0,05	13,49	5,19	-0,55
	50°C	68,94	5,43	2,82	18,73	6,12	27,44
	60°C	75,78	3,43	2,64	9,38	4,33	37,58

Legenda: L = koeficijent obojenosti, A = komponenta odnosa zeleno/crvena, b = žuto/plava komponenta, C = intenzitet boje, c = zasićenost boje
Legend: L = color coefficient, A = green / red ratio component, b = yellow / blue component, C = color intensity, c = color saturation

LITERATURA

- Allard, J. P.; Kurian, R.; Aghdassi, E.; Muggli, R.D.R. (1997.): Lipid peroxidation during n-3 fatty acid and vitamin E supplementation in humans. *Lipids* 32, 535–541.
- Al-Niaame, A. E.; Aziz, R. A. (2013.): Study of *Lavandula officinalis* L. buds of flowers extracts activity against some species of multi-drug resistant clinical isolates of bacteria. *Iraqi J. Biotech*, 12(2), 82-91.
- Azzi, A.; Stocker, A. (2000.): Vitamin E: non-antioxidant roles. *Progress in Lipid Research* 39, 231–255.
- Buser, M.D.; Stone, M.L.; Bruswitz, G.H.; Maness, N. O.; Whitelock, D.P. (1999.): Thin-layer drying of marigold flowers and flower components for petal removal. *Transactions of the ASAE*, 42(5), 1367.
- Četković, G.S.; Djilas, S.M.; Čanadanović-Brunet, J.M.; Tumbas, V.T. (2004.): Antioxidant properties of marigold extracts, *Food. Res. Int.*, 37: 643-650.
- Frankič, T.; Salobir, K.; Salobir, J. (2009.): The comparison of in vivo antigenotoxic and antioxidative capacity of two propylene glycol extracts of *Calendula officinalis* (marigold) and vitamin E in young growing pigs. *Journal of Animal physiology and Animal nutrition*, 93(6), 688-694.
- Friedman, H.; Rot, I.; Agami, O.; Vinokur, Y.; Radov, V.; Reznick, N.; Umiel, N.; Dori, L.; Ganot, L.; Shumel, D.; Matan E. (2007.): Edible flowers: New crops with potential health benefits, *ISHS Acta Horticulture* 755: International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals, str. 283-289.
- Harbourne, N.; Marete, E.; Jacquier, J.C.; O’Riordan, D. (2009.): Effect of drying methods on the phenolic constituents of meadowsweet (*Filipendula ulmaria*) and willow (*Salix alba*). *Food Sci. Technol.*, 42: 1468-1473.
- Hasty, A.H.; Gruen, M.L.; Terry, E.S.; Surmi, B.K.; Atkinson, R.D.; Gao, L.; Morrow, J.D. (2007.): Effects of vitamin E on oxidative stress and atherosclerosis in an obese hyperlipidemic mouse model. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 18, 127–133.
- HRN EN ISO 2171:2010 (2010.): Determination of ash yield by incineration. Croatian Standards Institute.
- HRN EN ISO 6540:2010 (2010.): Determination of moisture content. Croatian Standards Institute.
- HRN ISO 6492:2001 (2001.): Determination of fat content. Croatian Standards Institute.
- HRN ISO 6493:2001 (2001.): Determination of starch content -- Polarimetric method. Croatian Standards Institute.
- Khalid, K.A.; Da Silva, J.A.T. (2010.): Yield, essential oil and pigment content of *Calendula officinalis* L. flower heads cultivated under salt stress conditions. *Scientia horticulturae*, 126(2), 297-305.
- Khalil, M.Y.; Moustafa, A.A.; Naguib, N.Y. (2007.): Growth, phenolic compounds and antioxidant activity of some medicinal plants grown under organic farming conditions. *World Journal of Agricultural Sciences* 3, 451–457.
- Kishimoto, S.; Maoka, T.; Sumitomo, K.; Ohmiya, A. (2005.): Analysis of Carotenoid Composition in Petals of *Calendula* (*Calendula officinalis* L.), *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 69:11, 2122-2128.
- Krička, T. (1994.): Promjena brzine sušenja zrna kukuruza u zavisnosti o hibridu, *Agronomski glasnik*, 57 (5/6): 449 – 459, Zagreb.
- Krička, T.; Jukić, Ž.; Voća N.; Sigfild, N.; Zanuškar, J.; Voća, S. (2003.): Nutritional characteristics of soybean after thermal processing by toasting, *Acta Veterinaria* 53: 191-197.
- Krička, T.; Plietičić, S. (1994.): Promjene brzine sušenja zrna kukuruza u zavisnosti o hibridu, *Agronomski glasnik*, 57 (5/6): 449 – 459.
- Krička, T.; Voća, N.; Jukić, Ž. (2001.): Technological and nutritional characteristics of a kernel of maize exposed to a “cooking treatment”, *Czech Journal of Animal Science*, 46 (5): 213 -216. 33.
- Krička, T.; Voća, N.; Matin, A.; Janušić, V. (2007.): Utjecaj konvekcijskog sušenja na fizikalna svojstva zrna kukuruza hibrida Bc 462 uzgojenih na dvije različite agrotehnikе, *Zbornik radova, “42 Hrvatski i 2. Međunarodni simpozij agronoma”* 341 – 345, Zagreb.
- Krokida, M.K.; Tsami, E.; Maroulis, Z.B. (1998.): Kinetics on color changes during drying of some fruits and vegetables. *Drying Technology*, 16(3-5), 667-685.
- Lozano, J.E.; Ibarz, A. (1997.): Colour changes in concentrated fruit pulp during heating at high temperatures. *Journal of Food Engineering*, 31(3), 365-373.
- Matin, A.; Krička, T.; Jurišić, V.; Bilandžija, N.; Kuže, I.; Voća, N.; Landeka, M. (2013.): Kvalitativne i energetske promjene ploda lješnjaka u procesu konvekcijskog sušenja. *Krmiva* 55, 1: 11-19.
- Matin, A.; Krička, T.; Voća, N.; Jukić, Ž.; Janušić, V. (2007.): Utjecaj uparavanja na fizikalna svojstva zrna kukuruza, *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 72(3): 205-209.
- McLean, K.A. (1980.): *Drying and Storing Combina-ble Crops*, Farming Press, Alexandria Bay, New York, SAD, str. 147.

27. Mujumdar, S. (1995.): Handbook of Industrial Drying. Marcel Decker Inc. New York, Basel, Hong – Kong, 2nd. Vol. 1, 605 – 739.
28. Mujumdar, S. (2000.): Drying Technology in Agriculture and Food Sciences. Science Publishers, Inc., Enfield (NH), USA, str. 61-73.
29. Mukai, K.; Sawada, K.; Kohno, Y.; Terao, J. (1993.): Kinetic study of the prooxidant effect of tocopherol: hydrogen abstraction from lipid hydroperoxides by tocopheroxyls. Lipids 28, 747–752.
30. Narodne Novine 102/2016: Pravilnik o sigurnosti hrane za životinje. Ministarstvo poljoprivrede, 9.11.2016.
31. Niketić–Aleksić, G. (1988.): Tehnologija voća i povrća, Naučna knjiga, Poljoprivredni fakultet, Beograd, str. 121.
32. Pan, Y.K.; Zhao, L.J.; Dong, Z.X.; Mujumdar, A.S.; Kudra, T. (1999.): Intermittent drying of carrot in a vibrated fluid bed: effect on product quality. Drying Technology, 17(10), 2323-2340.
33. Pereira, N.R.; Marsaioli, A.; Ahrné, L.M. (2007.): Effect of microwave power, air velocity and temperature on the final drying of osmotically dehydrated bananas. Journal of Food Engineering, 81(1), 79-87.
34. Preethi, K. C.; Kuttan, G.; Kuttan, R. (2009.): Anti-inflammatory activity of flower extract of *Calendula officinalis* Linn. and its possible mechanism of action. Indian Journal of Experimental biology. 47, 113-120.
35. Preethi, K.C.; Kuttan, G.; Kuttan, R. (2006.): Antioxidant potential of an extract of *Calendula officinalis* flowers in vitro and in vivo. Pharmaceutical Biology 44, 691–697.
36. SAS 9.3: SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
37. Sowbhagya, H.B.; Sampathu, S.R.; Krishnamurthy, N. (2004.): Natural colorant from marigold-chemistry and technology. Food Reviews International, 20(1), 33-50.
38. Šilješ, I.; Grozdanić, D.; Grgesina I. (1992.): Poznavanje, uzgoj i prerada ljekovitog bilja. Školska knjiga, Zagreb, str. 18.
39. Velić, D.; Planinić, M.; Tomas, S.; Bilić, M. (2004.): Influence of airflow velocity on kinetics of convection apple drying. Journal of Food Engineering, 64(1), 97-102.
40. Wanyo, P.; Siriamornpun, S.; Meeso, N. (2011.): Improvement of quality and antioxidant properties of dried mulberry leaves with combined far-infrared radiation and air convection in Thai tea process. Food and bioproducts processing, 89(1), 22-30.
41. Wood, J.D.; Richardson, R.I.; Nute, G.R. Fisher, A.V.; Campo, M. M.; Kasapidou, E.; Enser, M. (2004.): Effects of fatty acids on meat quality: a review. Meat science, 66(1), 21-32.

SUMMARY

Marigold (*Calendula officinalis* L.) is grown for its decorative and medicinal properties but in recent years its use in the food industry has increased. Fresh marigold inflorescences very quickly lose their properties, are a color and as such should be processed in optimum drying processes. The aim of this study was to investigate the influence of different drying temperatures on the color intensity of inflorescences in order to use marigold as animal feed compound. In the investigation orange and yellow calendula inflorescences were used. Inflorescences were dried at three different temperatures (41 °C, 52 °C and 63 °C), and qualitative properties (ash, fat starch and protein content), before and after the drying process were determined for the purpose of animal nutrition utilization according to the law NN 102/2016. By using the exponential equations, curves of water release from the inflorescences depending on the drying temperature were made. Yellow petals cultivar released water faster at all temperatures. The color intensity was better in yellow flowers. Dehydration affected on the ash content of marigold inflorescences, and it was more effective and better at lower temperatures. With higher temperature fat and starch content in both color inflorescences was higher. From the results it can be seen that the inflorescences of calendula after drying are suitable components in animal feed and the best results were obtained by drying at a temperature of 50 °C.

Keywords: marigold, color, drying, animal feed



Globalna dostupnost – pouzdana opskrba

Sigurnost opskrbe i logistika na svjetskoj razini imaju smisla samo ako možete računati i na kompetentne stručnjake s iskustvom u hranidbi životinja, analitici i u rukovanju proizvodom. Sve to objedinjuje MetAMINO®.

Simply Efficient™

MetAMINO®

Evonik Nutrition & Care GmbH
Podružnica Zagreb
Animal Nutrition Business Line

PHONE 00385 1 3033-220
ivan.velikanovic@evonik.com

www.evonik.com/animal-nutrition

Evonik. Power to create.



SAŽETAK

Količina proizvedenog mlijeka i postotak mliječne masti u mlijeku, uz genetsku predispoziciju ovise i o opskrbi muznih krava energijom i bjelančevinama. U ovom istraživanju željeli smo utvrditi hranjivost uzoraka fermentiranih travnih masa (FTM) na 5 obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava (OPG) sjeverozapadne Hrvatske, većih proizvođača mlijeka, tijekom 4 godine (2013. - 2016.). U ukupno 130 uzoraka FTM-a utvrđen je sadržaj suhe tvari (ST), a NIR spektroskopijom procijenjen sadržaj korigirane ST (KST), sirovih proteina (SP), razgradivih SP, neutralnih detergent vlakana (NDV), metaboličke energije (ME), organske tvari (OT), rezidua šećera, probavljivosti OT u ST (D-vrijednosti), kiselost (pH vrijednost) i sadržaj amonijskog dušika ($\text{NH}_3\text{-N}$). Analizirani uzorci FTM-a ukazuju na osrednju do nisku kvalitetu i visoku varijabilnost svih kemijskih parametara hranjivosti i kvalitete fermentacije. Fermentirana travna masa je visokovarijabilnog kemijskog sastava radi niza čimbenika koji utječu na njenu kvalitetu. Analizom istraživanih parametara hranjivosti FTM-a i poznavajući i vremenske prilike SZ Hrvatske, kao osnovno ograničenje proizvodnje prvog otkosa FTM-a visoke hranjivosti, može se zaključiti da je opisana hranjivost FTM-a rezultat košnje tratine u kasnijoj fazi fitofenološke zrelosti od optimalne za proizvodnju FTM-a visoke hranjivosti koja je značajna za održavanje visoke proizvodnje mlijeka.

Ključne riječi: fermentirana travna masa, NIR spektroskopija, OPG, hranidbena vrijednost

UVOD

Genetski potencijal muznih krava te hranidba i zdravlje stada su najznačajniji čimbenici koji utječu na količinu i kemijski sastav proizvedenog mlijeka. Hranidba životinja je u izravnoj kontroli proizvođača mlijeka, ima značajan utjecaj na proizvodnju, lako se mijenja i predstavlja najveći pojedinačni varijabilni trošak (Chamberlain and Wilkinson, 1996.). Visoka konzumacija suhe tvari (ST) krme je ključni čimbenik za postizanje visoke proizvodnje mlijeka

muznih krava. Da bi dala svoj maksimum u proizvodnji mlijeka, muzna krava treba konzumirati 2 - 4 kg ST na svakih 100 kg tjelesne mase (Haluška, 2004.). Svaka vrsta voluminozne krme koja se koristi u hranidbi visokoproduktivnih muznih krava (svježa biljna masa, sijeno, silaža, fermentirana travna masa) treba biti visoke hranjivosti i dostupna *ad libitum*. Vlastitom proizvodnjom kvalitetne voluminozne krme moguće je ostvariti visoku i racionalnu proizvodnju mlijeka na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu (OPG).

Božica Lukšić, mag. ing., izv. prof. dr. sc. Krešimir Bošnjak, e-mail:kbosnjak@agr.hr, Ivana Čačić, dipl ing, prof. dr. sc. Marina Vranić, Zavod za specijalnu proizvodnju bilja Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb;