

UPOTREBA JEČMENIH KLICA U HRANIDBI ŽIVOTINJA

THE USE OF BARLEY SPROUTS IN ANIMAL FEEDING

Ana Matin, Tajana Krička, I. Brandić, Mateja Grubor, Vanja Jurišić, A. Krnjak, T. Majdak, Ivana Tomić, A. Antonović, B. Matin, K. Špelić

Pregledni znanstveni članak - Review scientific paper

Primljeno - Received: 21. lipnja - June 2024

Revidirano - Revised: 17. srpnja - July 2024

Prihvaćeno - Accepted: 18. srpnja - July 2024

<https://doi.org/10.33128/k.66.2.3>

UDK 636.084:633.16

SAŽETAK

Prilikom uzgoja životinja hrana se smatra najosnovnijim i najskupljim elementom proizvodnje. Cijena stočne hrane višestruko je porasla na globalnoj razini, zbog čega je potrebno razviti alternativna krmiva s ekonomičnim cijenama. Također, ograničenje i nedostatak stočne hrane uobičajeni su problemi u mnogim napućenim dijelovima svijeta te intenziviraju potragu za mogućim alternativnim krmivima. Jedna od alternativa jest upotreba ječmenih klica, koje nastaju kao nusprodukt prilikom proizvodnje ječmenoga slada tijekom proizvodnje piva. U ovome radu obuhvaćeno je zrno pet sorata pivarskoga ječma, od čega su dvije jare sorte, *Quench* i *Planet*, tri ozime sorte, *Lukas*, *Casanova* i *Teppe*, te klice ječma koje su dobivene nakon proizvodnje piva iz tih sorata. Istraživanjem je utvrđeno da je sadržaj vlage klica bio oko 92 % kod jarih i ozimih sorata, dok je sadržaj pepela bio veći kod ozimih sorata. Sadržaj škroba u klicama bio je osam puta niži negoli u zrnu ječma, s višim vrijednostima škroba u zrnu kod jarih sorata, a u klicama kod ozimih sorata. Najviši sadržaj masti u zrnu zabilježen je kod ozime sorte *Teppe*, a u klicama kod ozime sorte *Lukas*. Klice ječma mogu se koristiti u hranidbi životinja jer povećavaju probavljivost hranjivih tvari, ali se preporučuju kao komponenta, a ne kao glavno krmivo.

Ključne riječi: ječam, klice, pivarska industrija, nusproizvodi, hranidba životinja

UVOD

Ječam (*Hordeum vulgare* L.) je jedna od najstarijih kultura korištenih u ljudskoj prehrani. U Egiptu je uzgajan prije 7 000 godina, a u Babilonu, Kini i Indiji prije 5 000 godina. Stari Grci i Rimljani također su uzgajali ječam, a iz područja današnje Italije proširio se u druge europske zemlje. To je žitarica s

najširim spektrom proizvodnje u svijetu. Uzgaja se na najvećim nadmorskim visinama Anda i Himalaje, u blizini pustinja Afrike, Bliskoga istoka, i Kine i blizu arktičkoga kruga u sjevernim dijelovima Azije, Europe i Sjeverne Amerike (Horlsey i sur., 2009.). Nova formulacija ječma ima najsjeverniju i najjužniju granicu uzgoja u odnosu na sve ostale žitarice (Pospišil i sur., 2014.). Prema morfološkim karakteristikama

izv. prof. dr. sc. Matin Ana, e-mail: amatin@agr.hr, orcid.org/0000-0002-9949-0278; prof. dr. sc. Tajana Krička, e-mail: tkricka@agr.hr, orcid.org/0000-0002-8044-4861; Ivan Brandić mag. ing. e-mail: ibrandic@agr.hr; dr. sc. Mateja Grubor, e-mail: mgrubor@agr.hr, orcid.org/0000-0001-6374-5753; izv. prof. dr. sc. Vanja Jurišić, e-mail: vjurisic@agr.hr, orcid.org/0000-0002-4071-8637; Antonio Krnjak mag. ing. e-mail: ankrnjak@gmail.com; Tugomir Majdak mag. ing.; Ivana Tomić, mag. chem, e-mail: izivkovic@agr.hr; Božidar Matin, mag. ing., e-mail: bmatin@sumfak.unizg.hr, Karlo Špelić, mag.ing., e-mail: kspelic@agr.hr, orcid.org/0009-0009-0467-054X; Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska; prof. dr. sc. Alan Antonović, e-mail: aantonovic@sumfak.unizg.hr, orcid.org/0000-0002-5579-0930, Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Svetošimunska cesta 23, 10000 Zagreb, Hrvatska

postoje dva tipa ječma, i to dvoredni i višeredni, ozimoga i jarog tipa. Za potrebe industrije slada i piva koriste se dvoredni ječmovi jaroga i ozimog tipa (Martinčić i Kolak, 1993.). Višeredni ječmovi potječu iz Istočne Azije, a iz Etiopije i Eritreje potječu različite sorte i varijeteti jaroga ječma. Iz Sirije i Palestine potječe dvoredni divlji ječam (Gagro, 1997.).

U 2023. godini ukupno je proizvedeno 142.87 milijuna tona ječma, od čega Europska unija sudjeluje sa 47,5 milijuna metričkih tona (Statista, 2024.). U Hrvatskoj je ukupna proizvodnja bila 286 000 tona, što je zanemariva količina u ukupnoj proizvodnji Europske Unije. Zadnjih se desetljeća oko dvije trećine uroda ječma koristi u hranidbi životinja, jedna trećina za proizvodnju slada i oko 2 % izravno za ljudsku prehranu (Gangopadhyay i sur., 2015.; Assamere i sur., 2021.).

Kao što je već navedeno, zrno ječma se najviše koristi u hranidbi životinja i dodaje se u koncentrirane krmne smjese, posebice u hranidbi svinja u tovu, jer popravljiva kakvoću slanine i mesnih proizvoda. Također je pogodan i za tov ovaca te goveda, a manje je pogodan u hranidbi peradi (Krnjak, 2019.). Zrno ječma uzimalo se kao energetska jedinica, odnosno mjerilo krmne energetske vrijednosti u usporedbi s ostalim krmivima. Jedna ječmena jedinica iznosi 0,7 škrobnih jedinica, odnosno 6,87 MJ NEL/ kg, kojom se okvirno namiruje potreba za energijom za proizvodnju 2,1 kg mlijeka s 4,0 % mliječne masti (Moore, 2020.). Ječam je bolja hrana za svinje negoli za perad, i to osobito mladu, zbog 4-9 % beta-glukana u svojem sastavu. Za vrijeme suše, što je zbog klimatskih promjena sve češći slučaj, događa se prisilno sazrijevanje zrna, pri čemu koncentracija beta-glukana može narasti na 12-15 %. Iz toga razloga svakoj hranidbi pilića koja sadrži više od 15 – 20 % ječma potrebno je dodavati enzime β -gluka-naza (Blake i sur., 2011.). Na osnovi navedenoga, ječam se uključuje u kompletne krmne smjese brojlera u količinama do 20 %. Ostale životinje, osobito svinje, mogu dobivati ječam kao jedini izvor energije, ali ga je bolje miješati s drugim žitaricama. Tako kokoši nesilice i svinje mogu dobivati do 70 % ječma u smjesi. Kravama se ne daje više od 6 – 8 kg ječma na dan (Poulsen, 2020.).

Osim za hranidbu životinja, ječam je vrlo važan i u industriji piva te viskija, jer se od njega dobiva kvalitetan slad, koji pivu i viskiju daje jačinu i osobito kakvoću. Sladni sirup upotrebljava se u pekarskoj, konditorskoj, farmaceutskoj i tekstilnoj indus-

triji, kao i u proizvodnji alkohola, octa, kvasca i drugih proizvoda (Springham i sur., 2020.).

Na svjetskoj razini pivo je važnije od viskija zbog svoje popularnosti. U Hrvatskoj se godišnje prosječno popije 82 litre piva po stanovniku. Osnovne sirovine za proizvodnju piva su voda, pivarski slad, hmelj i kvasac, koji fermentiraju dva do tri tjedna (Kunze, 2014.). Proizvodnja piva uključuje stvaranje različitih nusproizvoda kao što su otpadne vode, pivski trop, ostatci žitarica, istrošeni hmelj i kvasac. Uz ove dobro poznate nusproizvode i otpad unutar proizvodnje, vrlo važan otpad u samoj proizvodnji su spomenute ječmene klice, koje također ostaju nakon procesa proizvodnje slada. S obzirom na to da se godišnje u svijetu proizvede ogromna količina piva, nastali nusproizvodi, a poglavito klice, dostupni su u velikim količinama tijekom cijele godine.

Ječmeni slad proizvodi se procesom namakanja vodom, pri čemu je vlažnost oko 40 %. U takvim uvjetima zrno ječma počinje klijati nakon četiri do pet dana. Klijanje je jednostavan i učinkovit način poboljšanja nutritivne vrijednosti zrna za ljudsku prehranu i hranidbu životinja (Ortiz i sur., 2021.). Godišnja svjetska proizvodnja slada procjenjuje se na 17 milijuna tona, od čega sladne klice čine 4–5 % proizvedene mase, jer se na 100 kg slada, uz zrnasti otpad, proizvede od 4 do 5 kg sladnih klica. Prema tome, u jednoj hrvatskoj sladari proizvede se oko 2 000 tona sladnih klica.

Osim klica koje se dobivaju kao nusproizvod ječmenoga slada, klice se mogu uzgajati i različitim tehnikama, a najvažnija je klijanje u komorama. Kod svih načina klijanja potreban je kontroliran proces u dobro definiranim okolinskim uvjetima kako bi se ispoštovala tri koraka: (a) natapanje, kako bi se osiguralo dobro upijanje vode po zrnu (oko 40 – 42 %); (b) klijanje, za održavanje rasta embrija, sinteze enzima i ograničeno propadanje endosperma, i (c) sušenje, kako bi se osigurala stabilnost proizvoda (Guiga i sur., 2008.).

Tijekom procesa klijanja dolazi do promjena u sastavu sjemena zbog metaboličkih i fizioloških procesa, koji započinju kada sjeme izađe iz faze latencije. Budući da se sjemene bjelančevine pretvaraju u esencijalne aminokiseline, ugljikohidrati se pretvaraju u šećere, a masti se mijenjaju u esencijalne masne kiseline (Kim i sur., 2005.; Nonagaki i sur., 2010.). U procesu klijanja razgrađuju se polisaharidi stanične stijenke, što omogućuje enzimima pristup sadržaju stanice. Klijanje utječe na koncentraciju

minerala, vitamina te na sadržaj polifenola, fitinske kiseline, inhibitora enzima i glukozinolata (Miyahira i sur., 2021.). Ove promjene u sadržaju hranjivih tvari tijekom klijanja zrna ovise o više čimbenika, uključujući vrstu i sortu, vlažnost, temperaturu, svjetlost, dostupnost kisika za aerobno disanje i vrijeme klijanja. Proizvodnja svježih klica može biti važan dio cjelokupnoga obroka za životinje, jer je dokazano da klice poboljšavaju zdravlje životinja te smanjuju toplinski stres (Aloo i sur., 2021.).

U pravilu, klice su dobar izvor bjelančevina, vitamina i minerala, kao i hranjivih tvari koje održavaju dobro zdravlje, poput fenolnih spojeva i selen (Paško i sur., 2009.). Budući da se klice konzumiraju na početku faze rasta, njihova koncentracija hranjivih tvari ostaje vrlo visoka (Donkor i sur., 2012.; Pajak i sur., 2014.). Štoviše, klijanjem se smanjuje razina fitinske kiseline u sjemenkama, koja stvara netopljive komplekse s mineralima. Osim toga, enzimi tijekom klijanja mogu eliminirati druge antinutritivne čimbenike (Girma i Gebremariam, 2018.). Međutim, ponekad se tijekom klijanja može pojaviti hordenin (Smith i sur., 1977.). To je alkaloid koji djeluje slično epinefrinu, odnosno stimulira rad srca, te sužava krvne žile. Hordenin i drugi alkaloidi povezani su sa smanjenim ukusom i unosom hrane, kao i sa slabim prirastom mase kod preživača (Marten i sur., 1976.).

Proizvodnja klica može biti posebno važna u zemljama u kojima je proizvodnja hrane za životinje vrlo ograničena zbog velikoga broja stanovnika (Mohsen i sur., 2015.). Nadalje, takav proces obično zahtijeva posebnu kontrolu količine vode i hranjivih otopina kako bi se izbjegli sve veći troškovi komerci-

jalnih hranjivih otopina, što može smanjiti očekivanu dobit. Međutim, Naik i sur. (2015.) dokazali su da zrno može uspješno klijeti samo s vodom iz slavine bez ikakvih hranjivih dodataka, ali pritom treba posebnu pozornost posvetiti uzgoju.

Na osnovi navedenoga, cilj rada je utvrditi hranidbenu vrijednost klica ječma dobivenih preradbom u ječmeni slad za potrebe pivarske industrije. Na taj način istražiti će se mogućnosti korištenja otpadne sirovine pivarske industrije za potrebe hrane za životinje.

MATERIJALI I METODE

Istraživanja upotrebe ječmenih klica u hranidbi životinja provedena su na dvije jare (*Quench* i *Planet*) i tri ozime sorte pivskoga ječma (*Lukas*, *Casanova* i *Teppe*). Analize su provedene na zrnu pivskoga ječma prije proizvodnje slada te na klicama koje su dobivene iz privatne pivovare. Pritom su korištene standardne metode za određivanje sadržaja vode u laboratorijskoj pećnici (*Memmert UN55plus*, Njemačka) (HRN ISO 6540:2010), pepela u mufnoj pećnici *Nabertherm B170* (Lilienthal, Njemačka) (HRN ISO 2171:2010), ukupnoga škroba polarimetrom (KRÚSS, P3001, Njemačka) (HRN ISO 6493:2001) te sirovih masti ekstraktorom *Soxhlet R 304* (Behr Labortechnik GmbH, Njemačka) (HRN ISO 6492:2001). Nakon laboratorijskih istraživanja dobiveni su podatci statistički obrađeni korištenjem verzije 9.3 statističkoga programa SAS (SAS Institute, Cary, NC, SAD). Statistička analiza uključivala je izračun srednje vrijednosti i standardne devijacije.

Tablica 1. Sadržaj vlage zrna i klica ječma u odnosu na kategoriju usjeva (%)

Table 1 Moisture content of barley grain sprouts depending on the cultivation category (%)

Vlaga / Moisture		
Sorta ječma / Barley variety	Zrno / Grain	Klica / Sprouts
Jare sorte / Spring varieties		
<i>Quench</i>	10,07±0,13 ^b	91,80±0,01 ^a
<i>Planet</i>	10,09±0,15 ^b	92,63±0,14 ^b
Ozime sorte / Winter varieties		
<i>Lukas</i>	9,70±0,02 ^a	92,20±0,04 ^{ab}
<i>Casanova</i>	9,77±0,02 ^a	92,68±0,09 ^b
<i>Teppe</i>	9,99±0,43 ^a	92,90±0,33 ^b

Mean values ± SD values marked with identical letter are not significantly different ($p < 0.05$)
Srednje vrijednosti ± SD vrijednosti označene identičnim slovom ne razlikuju se značajno ($p < 0.05$)

REZULTATI I RASPRAVA

Podatci o sadržaju vlage, pepela, škroba i masti u zrnu ječma te klicama prikazane su u Tablicama 1 do 4.

Podatci o sadržaju vlage zrna i klica ječma prikazani su u Tablici 1. Sadržaj vlage bio je devet puta veći u klicama negoli u zrnu i kretao se oko 92 % kod jarih i ozimih sorata, što je u skladu s istraživanjima Fazelijaja i sur. (2012.). Ovako visoka vlažnost kod klica može se pripisati velikom unosu vode tijekom klijanja sjemena, na što utječu brojni čimbenici, koji uključuju veličinu, propusnost ovojnice sjemena, kemijski sastav i raspoloživu vodu tijekom klijanja.

Tablica 2. prikazuje rezultate sadržaja pepela u zrnu i klicama ječma. Sadržaj pepela kao indikator

sadržaja minerala bio je veći u klicama u usporedbi sa sirovim zrnom, posebice kod ozimih sorata. Kod zrna je bio najviši kod sorte *Lucas* (2,88 %), a kod klica kod sorte *Teppi* (4,03 %). Ovaj je rezultat u skladu s istraživanjima Islama i sur. (2019.). Ovakvi naizgled specifični rezultati mogu se pripisati učinku različitih čimbenika, uključujući sortu i okolišne uvjete tijekom klijanja.

U Tablici 3. prikazani su rezultati sadržaja škroba u zrnu i klicama ječma. Sadržaj škroba bio je osam puta niži u klicama u odnosu na zrno ječma. Više vrijednosti škroba u zrnu zabilježene su kod jarih, a u klicama kod ozimih sorata. O smanjenim vrijednostima škroba tijekom klijanja zrna žitarica izvješćuju i drugi istraživači (Santa Senhova i sur.,

Tablica 2. Sadržaj pepela zrna i klica ječma u odnosu na kategoriju usjeva (%)

Table 2 Ash content of barley grain sprouts depending on the cultivation category (%)

Pepeo / Ash		
Sorta ječma / Barley variety	Zrno / Grain	Klica / Sprouts
Jare sorte / Spring varieties		
<i>Quench</i>	2,36±0,04 ^a	3,87±0,18 ^a
<i>Planet</i>	2,32±0,08 ^a	3,96±0,17 ^a
Ozime sorte / Winter varieties		
<i>Lukas</i>	2,88±0,41 ^b	3,91±0,16 ^a
<i>Casanova</i>	2,28±0,02 ^a	3,94±0,18 ^a
<i>Teppi</i>	2,33±0,09 ^a	4,03±0,13 ^b

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

Srednje vrijednosti ± SD vrijednosti označene identičnim slovom ne razlikuju se značajno ($p < 0,05$)

Tablica 3. Sadržaj škroba zrna i klica ječma u odnosu na kategoriju usjeva (%)

Table 3 Starch content of barley grain sprouts depending on the cultivation category (%)

Škrob / Starch		
Sorta ječma / Barley variety	Zrno / Grain	Klica / Sprouts
Jare sorte / Spring varieties		
<i>Quench</i>	51,26±1,99 ^c	6,20±0,26 ^a
<i>Planet</i>	52,45±0,99 ^c	7,59±0,28 ^b
Ozime sorte / Winter varieties		
<i>Lukas</i>	50,54±0,85 ^b	7,82±0,65 ^b
<i>Casanova</i>	47,03±1,17 ^a	8,88±0,55 ^c
<i>Teppi</i>	50,63±0,88 ^b	7,88±0,30 ^b

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

Srednje vrijednosti ± SD vrijednosti označene identičnim slovom ne razlikuju se značajno ($p < 0,05$)

2016.; Tian i sur., 2010.). Pad udjela škroba u škrobnim zrnima i sjemenkama tijekom klijanja može se pripisati činjenici da se energija tijekom klijanja i početnoga rasta uglavnom osigurava razgradnjom škroba kao rezultat povećane aktivnosti enzima koji razgrađuju škrob.

Sadržaj masti bio je nešto viši u klicama negoli u zrnu ječma (Tablica 4.). Najviši sadržaj masti u zrnu zabilježen je kod ozime sorte *Teppe*, a kod klica kod ozime sorte *Lukas*. O povećanju udjela masti tijekom klijanja ječma također su izvijestili i drugi istraživači (Fazeli i sur., 2012.; Ortiz i sur., 2021.). Ovaj porast masti mogao bi biti i posljedica povećanja proizvodnje strukturnih lipida povezanih s rastom klijanaca i promjena sastava koje se javljaju nakon razgradnje drugih kemijskih sastojaka.

ZAKLJUČAK

Na temelju vlastitih istraživanja dokazano je da se sadržaj vlage klica kretao oko 92 % kod jarih i ozimih sorata, dok je sadržaj pepela bio veći kod ozimih sorata. Sadržaj škroba bio je osam puta niži u klicama u odnosu na zrno ječma, dok su više vrijednosti škroba u zrnu zabilježene kod jarih, a u klicama kod ozimih sorata. Najviši sadržaj masti u zrnu zabilježen je kod ozime sorte *Teppe*, a kod klica kod ozime sorte *Lukas*. Dokazano je da se klice ječma kao nusprodukt proizvodnje piva mogu koristiti u hranidbi životinja, i to poglavito peradi, prasadi i goveda, te da mogu povećati stupanj probavljivosti hranjivih tvari, iako je preporuka da ih se koristi kao komponente u hrani za životinje, a ne kao glavno krmivo.

LITERATURA

1. Aloo, S.O., Ofosu, F.K., Kilonzi, S.M., Shabbir, U., Oh, D.H. (2021.): Edible plant sprouts: Health benefits, trends, and opportunities for novel exploration. *Nutrients*, 13(8): 2882.
2. Assamere, A., Mamuye, A., Amare, K., Fiseha, M. (2021.): Diversity, distribution, agronomic and post-harvest management of local barley (*Hordeum vulgare* L.) variety in South Wollo, Ethiopia. *Plos one*, 16(5): e0250899.
3. Blake, T., Blake, V. C., Bowman, J. G., Abdel-Haleem, H. (2011.): Barley feed uses and quality improvement. *Barley: production, improvement, and uses*, 522-531.
4. Donkor, O.N., Stojanovska, L., Ginn, P., Ashton, J., Vasiljevic, T. (2012.): Germinated grains—Sources of bioactive compounds. *Food chemistry*, 135(3): 950-959.
5. Fazaeli, H., Golmohammadi, H.A., Tabatabayee, S.N., Asghari-Tabrizi, M. (2012.). Productivity and nutritive value of barley green fodder yield in hydroponic system. *World Applied Sciences Journal*, 16(4): 531-539.
6. Gagro, M. (1997.): Ratarstvo obiteljskog gospodarstva: žitarice i zrnate mahunarke. Hrvatsko agronomsko društvo.
7. Gangopadhyay, N., Hossain, M.B., Rai, D.K., Brunton, N.P. (2015.): A review of extraction and analysis of bioactives in oat and barley and scope for use of novel food processing technologies. *Molecules*, 20(6): 10884-10909.
8. Girma, F., Gebremariam, B. (2018.): Review on hydroponic feed value to livestock production. *Journal of Scientific and Innovative Research*, 7(4): 106-109.

Tablica 4. Sadržaj masti zrna i klica ječma u odnosu na kategoriju usjeva (%)

Table 4 Fat content of barley grain sprouts depending on the cultivation category (%)

Mast / Fat		
Sorta ječma / Barley variety	Zrno / Grain	Klica / Sprouts
Jare sorte / Spring varieties		
<i>Quench</i>	3,55±0,28 ^b	3,61±0,03 ^b
<i>Planet</i>	2,82±0,35 ^a	3,75±0,05 ^b
Ozime sorte / Winter varieties		
<i>Lukas</i>	3,43±0,69 ^b	3,78±0,04 ^b
<i>Casanova</i>	2,81±0,85 ^a	2,89±0,06 ^a
<i>Teppe</i>	3,83±0,42 ^b	2,78±0,07 ^a

Mean values ± SD values marked with identical letter are not significantly different ($p < 0.05$)
Srednje vrijednosti ± SD vrijednosti označene identičnim slovom ne razlikuju se značajno ($p < 0,05$)

9. Guiga, W., Boivin, P., Ouarnier, N., Fournier, F., Fick, M. (2008.): Quantification of the inhibitory effect of steep effluents on barley germination. *Process Biochemistry*, 43(3): 311-319.
10. Horsley, R.D., Franckowiak, J.D., Schwarz, P.B. (2009.): *Barley. Cereals*, 227–250.
11. HRN EN ISO 2171:2010 (2010): Determination of ash yield by incineration. Croatian Standards Institute.
12. HRN EN ISO 6540:2010 (2010): Determination of moisture content. Croatian Standards Institute.
13. HRN ISO 6492:2001 (2001): Determination of fat content. Croatian Standards Institute.
14. HRN ISO 6493:2001 (2001): Determination of starch content -- Polarimetric method. Croatian Standards Institute.
15. Islam, M.Z., Yu, D.S., Lee, Y.T. (2019.): The effect of heat processing on chemical composition and antioxidative activity of tea made from barley sprouts and wheat sprouts. *Journal of food science*, 84(6): 1340-1345.
16. Kim, S.Y., Lim, J.H., Park, M.R., Kim, Y.J., Park, T.I., Seo, Y.W., Choi, K.G., Yun, S.J. (2005.): Enhanced antioxidant enzymes are associated with reduced hydrogen peroxide in barley roots under saline stress. *BMB Reports*, 38(2): 218-224.
17. Krnjak, A. (2019.): Upotreba ječmenih sladnih klica u hranidbi životinja, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
18. Kunze, W. (2014.): *Technology brewing and malting. 5 th revised English edition.* VLB Berlin.
19. Marten, G.C., Jordan, R.M., Hovin, A.W.(1976.): Biological Significance of Reed Canarygrass Alkaloids and Associated Palatability Variation to Grazing Sheep and Cattle 1. *Agronomy Journal*, 68(6): 909-914.
20. Martinčić, J., Kolak, I. (1993.): Ječam-Hordeum vulgare L. Conv. Distichum, sirovina za potrebe industrije slada i piva. *Sjemenarstvo*, 10(3-4): 163-172.
21. Miyahira, R.F., Lopes, J.D.O., Antunes, A.E.C. (2021.): The use of sprouts to improve the nutritional value of food products: A brief review. *Plant foods for human nutrition*, 76(2): 143-152.
22. Mohsen, M.K., Abdel-Raouf, E.M., Gaafar, H.M.A., Yousif, A.M. (2015.): Nutritional evaluation of sprouted barley grains on agricultural by-products on performance of growing New Zealand white rabbits. *Nat. Sci*, 13: 35-45.
23. Moore, S. (2020). Negative energy balance of dairy cows: Association with behavior and minimizing risk (Doctoral dissertation, University of Guelph).
24. Naik, P.K., Swain, B.K., Singh, N.P. (2015.): Production and utilisation of hydroponics fodder. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 32(1): 1-9.
25. Nonogaki, H., Bassel, G.W., Bewley, J.D. (2010.): Germination – still a mystery. *Plant Science*, 179(6): 574-581.
26. Ortiz, L.T., Velasco, S., Treviño, J., Jiménez, B., Rebolé, A. (2021): Changes in the nutrient composition of barley grain (*Hordeum vulgare* L.) and of morphological fractions of sprouts. *Scientifica*, 1-7.
27. Pająk, P., Socha, R., Gałkowska, D., Rożnowski, J., Fortuna, T. (2014.): Phenolic profile and antioxidant activity in selected seeds and sprouts. *Food chemistry*, 143: 300-306.
28. Paško, P., Bartoń, H., Zagrodzki, P., Gorinstein, S., Fołta, M., Zachwieja, Z. (2009.): Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. *Food chemistry*, 115(3): 994-998.
29. Pospíšil A., Pospíšil M., Gvozdić D. (2014.): Specijalno ratarstvo: udžbenik za srednje poljoprivredne škole, Zrinski d.d., Čakovec.
30. Poulsen, D.M. (2020.): Optimising the use of barley as an animal feed. In *Achieving sustainable cultivation of barley.* Burleigh Dodds Science Publishing, 427-466.
31. Santa Senhofa, T.Ķ., Galoburda, R., Cinkmanis, I., Martins Sabovics, I. (2016.): Effects of germination on chemical composition of hull-less spring cereals. *Research for rural development*, 1: 91-97.
32. SAS 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
33. Smith, T.A., Best, G.R. (1978.): Distribution of the hor-datines in barley. *Phytochemistry*, 17(7): 1093-1098.
34. Springham, M., Williams, S., Waldron, M., Burgess, D., Newton, R.U. (2020.): Large reductions in match play physical performance variables across a professional football season with control for situational and contextual variables. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2: 570937.
35. Statista (2024): <https://www.statista.com/statistics/254305/global-barley-production-by-country>
36. Tian, B., Xie, B., Shi, J., Wu, J., Cai, Y., Xu, T., Xue, E., Deng, Q. (2010.): Physicochemical changes of oat seeds during germination. *Food Chemistry*, 119(3): 1195-1200.

SUMMARY

In animal husbandry, feed is considered to be the most basic and most expensive production element. The animal-feed prices have risen many times worldwide, which is why it is necessary to develop the alternative, reasonably priced feedstuffs. Also, the scarcity of feed is a common problem in many parts of the world with large populations, what increases a search for possible alternative feeds. One of the alternatives is the use of barley sprouts, which are a by-product of the production of barley malt in beer production. The paper deals with the grain of five malting barley varieties, including the two spring varieties, *Quench* and *Planet*, respectively, and the three winter varieties, *Lukas*, *Casanova*, and *Teppe*, as well as with the barley sprouts obtained from the same varieties after beer production. It was detected that the moisture content of the sprouts was about 92% in the spring and winter varieties, while the ash content was higher in the winter varieties. The starch content of the sprouts was eight times lower than that of the barley grain, with the starch content being higher in the grain of the spring varieties and in the sprouts of the winter varieties. The highest fat content was determined in the grain of the *Teppe* winter variety and in the sprouts of the *Lukas* winter variety. Barley sprouts can be used in animal feed to increase the digestibility of nutrients, but they are recommended as a component and not as the main feed.

Keywords: barley, sprouts, brewing industry, waste, animal feed