

SKIRTINGŲ KRAFTINIO ALAUS RŪŠIŲ KOKYBĖS TYRIMAI LAIKYMO METU

Tadas PRIDOTKAS, Vytauto didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas tadas.pridotkas@vdu.lt

Aurelija PAULAUSKIENĖ, Vytauto didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas aurelija.paulauskiene@vdu.lt

Santrauka

Alus – tai alkoholinis gėrimas, gaminamas sucukrinant krakmolą ir fermentuojant susidariusį cukrų. Alus gali skirtis alkoholio kiekiu, kartumu, pH, drumstumu, spalva ir svarbiausia, skoniu. Šiuo metu galima įsigyti įvairiausių alaus rūšių ir daugumą jų priklauso vienai iš trijų grupių: aukštos (arba aukščiausios) fermentacijos, žinomos kaip ale, žemos (arba apatinės) fermentacijos, žinomos kaip lager ir nealkoholinis alus. Per pastarąjį dešimtmetį visame pasaulyje išaugo vartotojų susidomėjimas kraftiniu alumi, ypač tradiciniu alumi ir lageriu, kurie yra išskirtinio skonio, unikali kokybės ir juslinių savybių. Be to, tokie alūs gaminami nedideliais kiekiais, yra nepasterizuoti, nefiltruoti ir be pridėtinių azoto ar anglies dioksido dujų. Tokį alų gamina didelės ir mažos alaus daryklos bei regioninės kraft alaus daryklos.

Darbo tikslas – ištirti skirtingų rūšių kraftinio alaus kokybinius pokyčius laikymo metu. Tyrimų variantai: I – amerikietiškas šviesusis elio tipo alus (kontrolinis variantas), II – amerikietiškas šviesusis elio tipo alus, laikytas 6 mėnesius, III – lager tipo alus (kontrolinis variantas), IV – lager tipo alu, laikytas 6 mėnesius. Standartiniais metodais nustatyta alaus pH vertė, spalva ir kartumas. Po 6 mėnesių neesmingai pakito lager tipo alaus pH (nuo 4,52 iki 4,45), šviesiojo amerikietiškojo elio pH vertės išliko tokios pat (4,39). Laikymo metu alus patamsėjo, lager tipo alus – nuo 10 iki 11 EBC vnt., o amerikietiškas šviesusis elis – nuo 12 iki 13 EBC vnt. Abiejų rūšių alaus kartumas laikymo metu nepakito. Užtikrinant optimalias laikymo sąlygas (temperatūra 2–20 °C, santykinis drėgnis ne didesnis nei 85 %), kraftinio alaus kokybiniai rodikliai per 6 laikymo mėnesius pakito nežymiai. Laikymo metu labiausiai kito alaus spalva tiek lager tipo, tiek amerikietiško šviesiojo elio tipo.

Reikšminiai žodžiai: lager alus, amerikietiškas šviesusis elis, kraftinis alus, pH, spalva, kartumas.

Įvadas

Alus – tai alkoholinis gėrimas, gaminamas sucukrinant krakmolą ir fermentuojant susidariusį cukrų. Visas jame esantis etilo alkoholis ir visas anglies dioksidas ar jo dalis susidaro fermentuojant alaus misą alaus mielėmis. Etilo alkoholio koncentracija aluje gali būti ne didesnė kaip 9,5 tūrio proc. ir ne mažesnė kaip 1,0 tūrio proc. „Alaus ir alaus kokteilių apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techniniame reglamente“ (Alaus...reglamentas, 2020) nurodoma, kad pagal naudojamas žaliavas ir gamybos ypatumus alus skirstomas į alų, specialios technologijos alų, kvietinį alų, aromatizuotą alų, kaimišką alų ir nealkoholinį alų.

Alus gali skirtis alkoholio kiekiu, kartumu, pH, drumstumu, spalva ir svarbiausia skoniu. Šiuo metu galima įsigyti įvairiausių rūšių alaus ir daugumą jų priklauso vienai iš trijų grupių: aukštos (arba aukščiausios) fermentacijos, žinomos kaip ale, žemos (arba apatinės) fermentacijos, žinomos kaip lager, bei nealkoholiniam alui (Baiano, 2021).

Kraftinis alus yra ne masinės gamybos alus. Per pastarąjį dešimtmetį visame pasaulyje išaugo vartotojų susidomėjimas tokiu alumi, ypač tradiciniu bei lager tipo, kurie yra išskirtinio skonio, unikali kokybės ir juslinių savybių. Be to, tokie alūs gaminami nedideliais kiekiais, yra nepasterizuoti, nefiltruoti ir be pridėtinių azoto ar anglies dioksido dujų. Tokį alų gamina didelės alaus daryklos, mažos alaus daryklos ir regioninės kraft alaus daryklos (Salanta et al., 2020).

Maisto ir gėrimų pramonėje įprasta, kad gaminių kokybė gali keistis sandėliuojant. Alaus galiojimo laiką labiausiai lemia mikrobų dauginimasis, koloidinių komponentų stabilumas, puta, spalva ir skonis. Anksčiau alaus degeneracijos kriterijais buvo laikomas miglą sukeliančių dalelių atsiradimas ir alų gadinančių mikroorganizmų augimas. Šiais laikais, tobulėjant alaus gamybos technologijoms, šios problemos iš esmės buvo išspręstos, o dabar alaus skonis ir jo stabilumas tapo svarbiausiu rūpesčiu. Alaus skonis turi būti nuoseklus, tačiau sandėliuojant alų skonis ir aromatas gali keistis ir tai yra nepageidautina (Cao, et al., 2011).

Alaus skoniu įtakos turi keli veiksniai, kurie susiję su izo- α -rūgščių šviesos pažeidžiamumu ir izo- α -rūgščių oksidacija. Šie junginiai yra atsakingi už alaus kartumą ir jam būdingą skonį. Keletas būdų, kurie gali sumažinti izo- α -rūgščių skilimą: užtikrintos tinkamos laikymo sąlygos, tinka antioksidacinių savybių turinčių fenolinių junginių pridėjimas, grynų stereozomerų cis-izo- α -rūgščių arba jų sumažintų rūšių pridėjimas bei riboflavino naudojimas (Caballero, et al., 2012).

Pagal reglamentą (Alaus...reglamentas, 2020) kiekvienam konkrečiam pavadinimo alui turi būti parengta receptūra, kurioje turi būti nurodyti alaus jusliniai ir fizikiniai bei cheminiai rodikliai: sausųjų medžiagų kiekis pradinėje misoje

(masės proc.), faktinė etilo alkoholio koncentracija (tūrio proc.), spalva (EBC vnt.), pH vertė arba rūgštingumas (cm^3 1M NaOH tirpalo 100 cm^3 alaus), CO_2 kiekis buteliuose ($\text{g} (\text{dm}^3)^{-1}$).

Tyrimo tikslas – nustatyti skirtingų rūšių krafinio alaus kokybinius pokyčius laikymo metu.

Tyrimo uždaviniai:

1. Įvertinti alaus pH, spalvą ir kartumą;
2. Įvertinti laikymo trukmės įtaką alaus kokybiniais rodikliais.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimai vykdyti 2022–2023 metais VDU ŽŪA AF Maisto žaliavų kokybės laboratorijoje bei Nacionaliniame maisto ir veterinarijos rizikos vertinimo institute.

Alaus gamybai naudotos žaliavos: ekologiškas miežių salyklas, miežių salyklas, ekologiški ryžių dribsniai, mielės, ekologiški apyniai. Žaliavos įsigytos specializuotoje parduotuvėje.

Alaus gamyba pradėta mentalo užmaišymu – sumaltas salyklas sumaišytas su $\sim 66^\circ\text{C}$, o lager tipo alus – su 45°C temperatūros vandeniu. Mentalo užmaišymo metu pasigamina rauginami cukrūs, dekstrinai, skyla baltymai, proceso trukmė – 1–1,5 val. Tada mentalas buvo filtruotas. Filtravimo tikslas – atskirti misą ir išgauti kuo didesnę ekstrakcinių medžiagų kiekį. Nufiltravus gauta misa virta 100°C temperatūroje, virimo metu sudėti apyniai. Po virimo misa atšaldyta iki fermentacijai reikalingos temperatūros ir aeruota. Į atšaldytą misą sudėtos alaus mielės. Proceso metu iš tirpių sausųjų ekstrakcinių medžiagų mielės pagamina etilo alkoholį ir išskiria CO_2 dujas, formuojasi skonis ir aromatas. Fermentacijos trukmė – nuo savaitės iki mėnesio. Pasibaigus fermentacijai vyksta alaus brandinimas. Alus buvo atšaldytas, į amerikietiško elį sudėti apyniai, vykdomas sausasis apyniavimas. Paruoštas alus buvo išpilstytas į skardines ir kekus. Alaus laikytas gerai vėdinamame, apsaugotame nuo tiesioginių saulės spindulių sandėlyje, $2\text{--}20^\circ\text{C}$ temperatūroje, santykinis drėgnumas ne didesnis nei 85 %.

Tyrimų variantai:

- I – amerikietiškas šviesusis elio tipo alus (kontrolinis variantas);
- II – amerikietiškas šviesusis elio tipo alus, laikytas 6 mėnesius;
- III – lager tipo alus (kontrolinis variantas);
- IV – lager tipo alus, laikytas 6 mėnesius.

Standartiniais metodais šviežiame aluje ir po 6 laikymo mėnesių nustatyta alaus pH vertė, spalva ir kartumas.

pH vertė nustatyta pH matuokliu F-21 (Horiba, Japonija). pH matuokliui kalibruoti naudoti komerciniai buferiniai tirpalai, kurių pH vertės – 4,01 ir 7,01. Į 100 cm^3 stiklinaitę įpilta 50 ml degazuoto tiriamo alaus mėginio. Mėginio temperatūra buvo 20°C . Į stiklinaitę su tiriamu mėginiu įstatytas distiliuotu vandeniu nuplautas elektrodas ir įjungta magnetinė maišyklė, ant kurios pastatyta stiklinaitė su mėginiu. Nusistovėjęs pH reikšmei, užrašyti gauti tyrimo rezultatai. Po matavimo elektrodas nuplautas distiliuotu vandeniu ir patalpintas į stiklinę su KCl (3 mol/l) (AOAC).

Spalva nustatyta spektrofotometru 6300 VIS (Jenway, JK). Alaus absorbcija matuota 10 mm kvarcinėje kiuvetėje prie 430 nm bangos ilgio. Spalva išreiškta EBC vienetais (LST 1490:2006). Reglamente nurodoma, kad pagal spalvą alus skirstomas taip: šviesusis alus (iki 15 EBC vnt.), pusšviesis alus (15–38 EBC vnt.) ir tamsusis alus (38–60 EBC vnt.) (Alaus...reglamentas, 2020). Alaus mėginys degazuotas ir nufiltruotas naudojant filtrinį popierių. Mėginio temperatūra 20°C . Jei tiriamojo mėginio optinio tankio reikšmė esant 430 nm bangos ilgiui nepatenka į spektrofotometro tiesiškumo ribas, mėginys turi būti skiedžiamas distiliuotu vandeniu ir filtruojamas per membraninį filtrą (filtruoti nėra būtina, jei alaus drumstumas nesiekia 1 EBC vnt.). Spektrofotometru matuotas mėginio optinis tankis. Tiriamo alaus spalva apskaičiuota pagal šią formulę:

$$\text{Alaus spalva (EBC)} = A_{430} \times f \times 25,$$

čia A_{430} – optinis tankis esant 430 nm bangos ilgiui (10 mm kiuvetėje); f – praskiedimo faktorius.

Kartumas nustatymas. Karčiosios medžiagos iš parūgštinto alaus ekstrahuojamos izooktanu. Kartumas išreiškiamas IBU (International bittering units) – tarptautiniais kartumo matavimo vienetais (Banevičius, 2000). Tiriamas alaus mėginys pašildytas iki 20°C ir degazuotas (degazuojant svarbu neprarasti putų, nes jose yra daug karčiųjų medžiagų). Į 50 ml plokščiadugnę kolbą įpilta 10 ml degazuoto tiriamojo mėginio, 0,5 ml HCl (6 mol/l) ir 20 ml izooktano (analizinio grynumo). Kolba užkimšta kamščiu, įdėta į mechaninę purtyklę ir purtyta 10 minučių. Po purtymo mėginys paliktas nusistovėti. Tuomet į mėgintuvėlį surinktas skaidrus izooktano sluoksnis, mėgintuvėlis užkimštas ir apie 30 minučių laikytas tamsoje. Izooktaninio sluoksnio optinis tankis išmatuotas esant 275 nm bangos ilgiui. Dviejų matavimų optinio tankio skirtumas neturi būti didesnis nei 0,02. Kontroliniame variante naudotas grynas izooktanas. Matavimai atlikti spektrofotometru 6300 VIS (Jenway, JK). Tiriamo alaus kartumas apskaičiuotas pagal šią formulę:

$$\text{Alaus kartumas (IBU)} = 50 \times A_{275},$$

čia A_{275} – dviejų matavimų optinio tankio vidurkis esant 275 nm bangos ilgiui. Rezultatas IBU vienetais išreikštas suapvalinus skaičių iki sveiko skaičiaus.

Tyrimų duomenys įvertinti dispersinės analizės metodu (ANOVA), naudojant kompiuterinę programą STATISTICA. Apskaičiuoti bandymo duomenų aritmetiniai vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai. Statistinis patikimumas įvertintas Fišerio (LSD) testu. Skirtumai statistiškai patikimi, kai $p \leq 0,05$.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Lagerių gamybai yra naudojamos žemutinės fermentacijos mielės (*Saccharomyces pastorianus*), o elių – viršutinės fermentacijos mielės (*Saccharomyces cerevisiae*). Fermentacijos temperatūra taip pat skiriasi, viršutinės fermentacijos alus fermentuojamas aukštesnėje temperatūroje nei žemutinės fermentacijos alus. Viršutinės fermentacijos mielės papildomai pagamina įvairių cheminių junginių, suteikdamos alui skirtingą skonį ir aromatą. Skirtingi skoniai ir aromatai nulemia didesnę elių įvairovę. Žemutinės fermentacijos būdu gaunamų lagerų skonis yra gaivesnis ir švaresnis, tačiau įvairovė mažesnė, bet populiarumas gerokai didesnis nei elių (Mosher et al., 2017).

Atlikus alaus kokybinius tyrimus nustatyta, kad, užtikrinus reikiamas laikymo sąlygas (temperatūra 2–20 °C, santykinis drėgnis 85 %), alaus kokybė laikymo metu kito nežymiai. Tirtų lager tipo alaus mėginių (III ir IV) pH vertės buvo esmingai didesnės (4,52 ir 4,45), lyginant su amerikietiško šviesiojo elio tipo alaus (4,39 ir 4,39). Po 6 laikymo mėnesių lager tipo alaus pH vertės pakito neesmingai (0,06). Alus, kurio pH vertės mažesnės, yra gyvesnio ir švelnesnio skonio, kai alaus pH vertės yra didesnės, alus yra rūgštesnis. Įprastam salykiniam alui pH riba yra 4,25–4,60, o rūgštesnių alaus pH reikšmės dar mažesnės. Mūsų tirtu alaus pH vertės neviršijo nurodytų ribų.

1 lentelė. Alaus kokybės rodikliai, VDU ŽŪA, 2023 m.

Table 1. Beer quality indicators, VDU ŽŪA, 2023 year

Variantas Variant	pH	Spalva, EBC Colour, EBC	Kartumas, IBU Bitterness, IBU
I – amerikietiškas šviesusis elio tipo (kontrolinis variantas) I – <i>american pale ale type (control variant)</i>	4,39 b	12 b	30 a
II – amerikietiškas šviesusis elio tipo alus laikytas 6 mėnesius II – <i>american pale ale type beer storage for 6 months</i>	4,39 b	13 a	30 a
III – lager tipo alus (kontrolinis variantas) III – <i>lager-type beer (control variant)</i>	4,52 a	10 d	15 b
IV – lager tipo alus laikytas 6 mėnesius IV – <i>lager-type beer storage for 6 months</i>	4,45 a	11 c	15 b

*- tame pačiame stulpelyje esantys vidurkiai pažymėti skirtingomis raidėmis statistškai patikimai skiriasi, kai $p \leq 0,05$.

*- means located on the same column and marked with different letters reliably, when $p \leq 0,05$.

pH sumažėjimas (kai pH = 4,2–4,4) skatina oksidaciją – dekarbonizacijos mielių ląstelių išorėje metu iš acetohidroksi rūgšties formuojasi vikinaliniai diketonai: diacetilai ir pentadionas (Bamforth, 2009). Statistinė analizė parodė, kad tiriama alaus pH pokyčiams 6 mėnesių laikymas šaltai įtakos neturėjo (1 lentelė).

Tirtų alaus mėginių spalvos rezultatai parodė, kad šviesnis (10 EBC vnt.) buvo lager tipo alus. Tiek amerikietiškas šviesusis elis, tiek lager tipo alus laikymo metu skaidrėjo ir šiek tiek patamsėjo (lager tipo alus nuo 10 iki 11 EBC vnt., o amerikietiškas šviesusis elis nuo 12 iki 13 EBC vnt. Jeigu laikymo metu alus pradeda drumstis, vadinasi, yra neužtikrintos reikiamos laikymo sąlygos, pastovi temperatūra. Tokiame aluje gali pradėti formotis įvairūs polifenoliai, kurie, susijungdami su proteinais, sukuria miglą primenančias daleles (Vanderhaegen et al., 2006).

Ištirus alaus kartumo rodiklius, gauta, kad dvigubai kartesnis buvo amerikietiškas šviesusis elis (30 IBU). Laikymo metu nei vieno, nei kito alaus kartumas nepakito.

Išvados

1. Po 6 mėnesių neesmingai pakito lager tipo alaus pH (nuo 4,52 iki 4,45), šviesiojo amerikietiškojo elio pH vertės išliko tokios pat (4,39). Laikymo metu alus patamsėjo, lager tipo alus – nuo 10 iki 11 EBC vnt., o amerikietiškas šviesusis elis – nuo 12 iki 13 EBC vnt. Abiejų rūšių alaus kartumas laikymo metu nepakito.

2. Užtikrinant optimalias laikymo sąlygas (temperatūra 2–20 °C, santykinis drėgnis ne didesnis nei 85 %), krafinio alaus kokybiniai rodikliai per 6 laikymo mėnesius pakito nežymiai. Laikymo metu labiausiai kito alaus spalva tiek lager tipo, tiek amerikietiško šviesiojo elio tipo.

Literatūra

1. Alaus ir alaus kokteilių apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninis reglamentas. Patvirtinta LR žemės ūkio ministro 2002 m. gruodžio 11 d. įsakymu Nr. 487 (Galiojanti suvestinė redakcija nuo 2020-04-01).
2. AOAC 945.10. Alus. pH nustatymas potenciometrinio metodu.
3. Baiano, A. 2021. Craft beer: An overview. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, Vol. 20(2), p. 1829–1856.
4. Banevičius J. *Alus ir stiprūs gėrimai*. Enciklopedija. 2000. Lietuvos nepriklausomų žurnalistų sąjunga: Kaunas, 272 p.
5. Bamforth, C. W. 2000. Current perspectives on the role of enzymes in brewing. *Journal of Cereal Science*, Vol. 50, iss. 3, p. 353–357.
6. Caballero, I., Blanco, C. A., Porras, M. 2012. Iso- α -acids, bitterness and loss of beer quality during storage. *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 26(1), p. 21–30.

7. Cao, L., Zhou, G., Guo, P., Li, Y. 2011. Influence of pasteurising intensity on beer flavour stability. *Journal of the Institute of Brewing*, Vol. 117(4), p. 587–592.
8. LST 1490:2006. Alaus misa ir alus. Spalvos nustatymas spektrofotometriiniu metodu.
9. Mosher, M., Trantham, K. 2017. *Brewing science: A Multidisciplinary Approach*. Springer, p. 35–61.
10. Salanță, L. C.; Coldea, T. E.; Ignat, M. V.; Pop, C. R.; Tofană, M.; Mudura, E.; Borsa, A.; Pasqualone, A.; Zhao, H. 2020. Non-alcoholic and Craft Beer Production and Challenges. *Processes*. Vol. 8, iss. 11, p. 1–23.
11. Vanderhaegen, B., Neven, H., Verachtert, H., Derdelinckx, G. 2006. The chemistry of beer aging—a critical review. *Food Chemistry*, Vol. 95, iss. 3, p. 357–381.

STUDIES ON THE QUALITY OF DIFFERENT TYPES OF CRAFT BEERS DURING STORAGE

Summary

Beer is an alcoholic beverage made by saccharifying starch and fermenting the resulting sugar. Beer can vary in alcohol content, bitterness, pH, cloudiness, color, and most importantly, taste. A wide variety of beers are available today, and most fall into one of three groups: top (or top) fermentation known as ale, bottom (or bottom) fermentation known as lager, and non-alcoholic beer. Over the past decade, consumer interest in craft beer, especially traditional beers and lagers, which have distinctive flavors, unique qualities and sensory properties, has grown worldwide. In addition, such beers are produced in small quantities, are unpasteurized, unfiltered and without added nitrogen or carbon dioxide gases. This type of beer is produced by large breweries, small breweries and regional craft breweries.

The aim of the work: to study the qualitative changes of different types of craft beer during storage. Research variants: I – American pale ale (control variant), II – American pale ale stored for 6 months, III – lager beer (control variant), IV – lager beer stored for 6 months. Beer pH, color and bitterness were determined by standard methods. Beer pH after 6 months slightly changed in lager type beer (from 4.52 to 4.45), in light American ale the pH values remained the same (4.39). Bitterness did not change in both types of beer, lager type beer (15 IBU), American pale ale (30 IBU). The beer darkened slightly during storage (lagers from 10 EBC to 11 EBC, and American pale ales from 12 EBC to 13 EBC). By ensuring optimal storage conditions (temperature 2-20° C, and relative humidity does not exceed 85%), the quality indicators of craft beer changed slightly during 6 months of storage.

Keywords: pH, color, bitterness, lager beer, American pale ale, craft beer.