

APLINKOS IR SANDĖLIAVIMO VEIKSNIŲ ĮTAKA ŽIEMINIŲ KVIEČIŲ GRŪDŲ KOKYBEI

Ieva PETKEVIČIŪTĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: ieva.petkeviciute2@vdu.lt

Skaidrė SUPRONIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, padalinys, el. paštas: skaidre.suproniene@vdu.lt

Santrauka

Siekiant įvertinti aplinkos veiksnių įtaką žieminių kviečių grūdų kokybiniams rodikliams, 2022 m. po derliaus nuėmimo buvo surinkti grūdų mėginiai iš skirtingus Lietuvos regionus atstovaujančių vietovių (iš viso 8 mėginiai). 3 kg masės mėginiai buvo paimti iš vietinių ūkininkų sandėlių. Mikotoksinų deoksivalenolio (DON), trichotecenų (TR), zearalenono (ZEN), aflatoksinų (AFL) Ochratoksinų (OCH) ir kritimo skaičiaus tyrimai atlikti Valstybinėje augalininkystės tarnyboje prie Žemės ūkio ministerijos, kiti kokybiniai rodikliai įvertinti analizatoriumi „Infratec“ bei naudojant vizualų identifikavimą ir standartą LST EN ISO 3093. Duomenys apie kritulių kiekį gauti iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos.

Apibendrinant tyrimus galima teigti, kad skirtingose Lietuvos regionuose užaugintų kviečių grūdų kokybės skirtumai matomi labai ryškūs, tai galėjo nulemti daug biotinių ir abiotinių veiksnių, tokių kaip agrotechninės sąlygos, dirvožemio savybės, meteorologinės sąlygos bei mikroorganizmų išplitimas ir įvairovė.

Reikšminiai žodžiai: kviečiai, mikromicetai, kokybė, mikotoksinai, sandėliavimo trukmė.

Įvadas

Pasaulyje ir Lietuvoje vartotojai vis intensyviau rūpinasi savo sveikata, propaguoja fizinį aktyvumą, atsisako žalingų įpročių ir ypač didelį dėmesį skiria savo mitybai. Pastangos kontroliuoti maisto produktų užterštumą mikotoksinais turėtų apimti visą pramonę – nuo žemės ūkio praktikos iki stalo (Ji ir kt., 2022). Vartojant didesnius kiekius augalinės kilmės maisto produktų arba žaliavų mikrobiologinė ir mikotoksikologinė tarša tampa opia problema. Grūdus pažeidžiančių mikromicetų įvairovė vis didėja, visų pirma dėl besikeičiančių aplinkos sąlygų, taip pat dėl to, kad vis daugiau įvežama grūdų, o kartu su jais atkeliauja ir naujos mikromicetų rūšys. Kai kurie grūdus pažeidžiantys mikromicetai gamina ir išskiria nuodingus metabolitus, kurie kenkia žmonių ir gyvulių sveikatai (Lugauskas ir kt., 2002; Sutkevičius, 2003; Černauskas, 2003).

Mikromicetai yra labai sudėtinga, įvairi, gyvybinga mikroorganizmų grupė, kuri gali net ir labai nepalankiomis sąlygomis sintetinti ir į aplinką išskirti įvairios cheminės prigimties toksiškus metabolitus. Grūduose sutinkami labai įvairios prigimties mikromicetai. Lietuvoje esant labai nepastovioms meteorologinėms aplinkos sąlygoms, migliniai javai dar kietosios brandos tarpsnyje dažniausiai jau yra užkręsti: *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria* ir kitų genčių mikromicetais (Lugauskas, 2006).

Kviečiai yra vieni iš jautriausių miglinių javų *Fusarium* genties pelėsiniais grybams (De Ruyck ir kt. 2021).

Fusarium genties grybai yra viena iš labiausiai įvairialypių saprofitinių, fitopatogeninių ir toksigeninių grybų grupių, kurią galima sutikti beveik visose pasaulio ekosistemose. Tačiau kai kurių rūšių vystymasis ir įvairovė gali priklausyti nuo daugelio sąlygų: regiono, klimato, temperatūrų kaitos, vandens aktyvumo, agrotechnikos (Leslie, 2006; Summerell, 2006). Šie pelėsiniai grybai įvairiuose moksliniuose šaltiniuose įvardijami kaip fitopatogenai, nes jie gali pažeisti augalus visuose augimo ir vystymosi etapuose nuo augimo iki sėklos subrandinimo (Moretti, 2014).

Derliaus nuėmimo metu meteorologinių sąlygų įtaka yra tiesiogiai susijusi su sandėliuoti pervežamų arba jau sandėliuojamų grūdų kokybe. Lietingomis sąlygomis nuėmus derlių, susidaro palanki terpė toliau vystytis mikromicetams ir produkuoti šalutinius produktus – mikotoksinus (Lōiveke ir kt., 2004). Vienas iš netinkamų grūdų paruošimo būdų sandėliavimui yra netinkamai paruošti ir išvalyti grūdai. Prastai išvalyti grūdai ima kaisti. Juose taip pat atsiranda aruodiniai kenkėjai, kurie pažeidžia grūdą, sudarydami palankias sąlygas mikroorganizmų vystymuisi (Mostafa ir kt., 2011).

Tyrimo tikslas – palyginti skirtinguose Lietuvos regionuose užaugintų žieminių kviečių grūdų kokybę po derliaus nuėmimo ir įvertinti sandėliavimo trukmės įtaką kokybės rodiklių pokyčiui.

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Palyginti skirtingų aplinkos (auginimo) sąlygų įtaką žieminių kviečių grūdų kokybiniams rodikliams po derliaus nuėmimo.
2. Įvertinti sandėliavimo trukmės įtaką kviečių grūdų kokybiniams rodikliams.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas – žieminiai kviečiai (*Triticum aestivum*) – tai plačiausiai augintojų tarpe paplitusi kviečių rūšis, dar žinomi kaip duoniniai kviečiai.

Siekiant įvertinti aplinkos veiksnių įtaką žieminių kviečių grūdų kokybiniams rodikliams, 2022 m. po derliaus nuėmimo buvo surinkti grūdų mėginiai iš skirtingus Lietuvos regionus atstovaujančių vietovių (iš viso 8 mėginiai). 3 kg

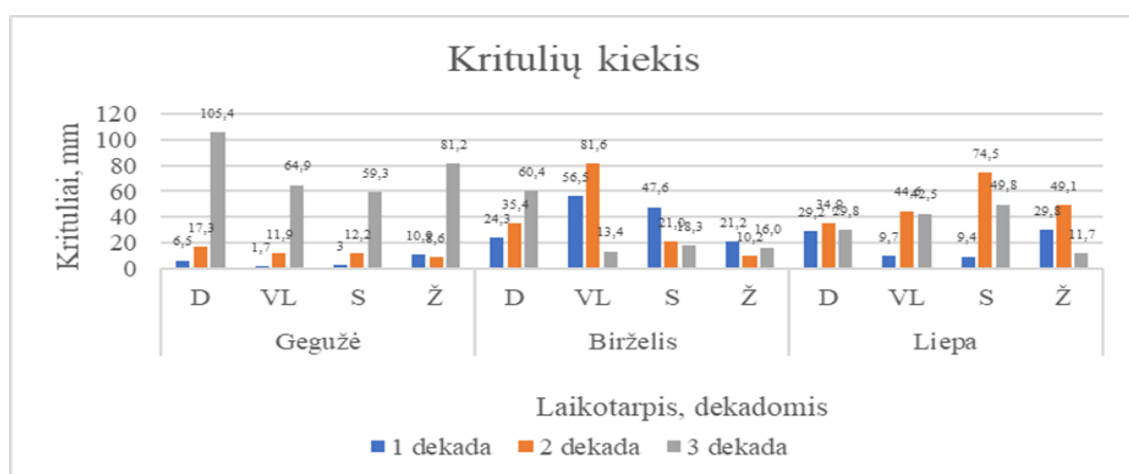
masės mėginiai buvo paimti iš vietinių ūkininkų sandėlių naudojant 2 m ilgio zondą, supilti į sterilius maišelius ir pristatyti tyrimams. Kiekvienam mėginiui suteiktas identifikacijos kodas: D1 – Dzūkija (Alytus), D2 – Dzūkija (Simnas), S1 – Suvalkija (Šakiai), S2 – Suvalkija (Marijampolė), VL1 – Vidurio Lietuva (Kėdainiai), VL2 – Vidurio Lietuva (Dotnuva), Ž1 – Žemaitija (Telšiai), Ž2 – Žemaitija (Plungė). Sandėliavimo trukmės įvertinimui kviečių grūdų mėginiai buvo laikomi 14 mėnesių įprastomis kambario temperatūros sąlygomis 20 °C (±3–4), sandariai užplombuotuose maišeliuose prie ~ 63 % aplinkos drėgnio. Po derliaus nuėmimo ir po 14 mėnesių sandėliavimo atlikti grūdų kokybinių rodiklių tyrimai.

Mikotoksinų deoksinivalenolio (DON), trichotecenų (TR), zearalenono (ZEN), aflatoksinų (AFL) ochratoksinų (OCH) kiekio bei kritimo skaičiaus tyrimai atlikti Valstybinėje augalininkystės tarnyboje prie Žemės ūkio ministerijos, kiti kokybiniai rodikliai įvertinti analizatoriumi „Infratec“, taikant vizualų identifikavimą ir standartą LST EN ISO 3093. Duomenys apie iškritusį kritulių kiekį gauti iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos (žr. 1 pav.). Didžiausias kritulių kiekis 2022 m. gegužės–liepos mėn. iškrito gegužės trečią dekadą Dzūkijoje (105,4 mm) ir Žemaitijoje (81,2 mm), birželio antrą dekadą Vidurio Lietuvoje (81,6 mm) ir liepos antrą dekadą Suvalkijoje (74,5 mm). Bendras kritulių kiekis per 3 mėnesių laikotarpį buvo didžiausias Dzūkijoje (343,2 mm), mažesnis – Vidurio Lietuvoje (326,8 mm) ir Suvalkijoje (295,1 mm) bei mažiausias – Žemaitijoje (238,7 mm).

Mikotoksinų (DON, TR, ZEN, AFL, OCH) kiekių grūduose tyrimai buvo atlikti naudojant imunofermenčinį metodą ELISA. Imunofermenčinio testo pagrindas yra antigeno–antikūno reakcija (Wilkinson ir kt., 1992). Mikotoksinų kiekis grūduose išreikštas $\mu\text{g kg}^{-1}$. Šis metodas pasirinktas todėl, kad yra pakankamai tikslus ir padeda greitai įvertinti mikotoksinų kiekį žemės ūkio žaliavose ir maisto produktuose (Butkutė, Mankevičienė, 2007). Grūdų mėginiai homogenizuojami, tada sumalami, atsveriamas reikiamas kiekis tiriamosios medžiagos (kiekvieno mikotoksino analizei individualiai, pagal darbo aprašą). Skirtingo mikotoksino analizė yra labai specifiška, nes yra naudojami skirtingi tirpikliai: DON – distiliuotas vanduo, ZEN – 70 % metanolis, T2 toksinui – 50 % metanolis. Parinktas reikiamo tirpiklio kiekis sumašomas su jau paruoštais miltais ir plakamas didelio greičio pustyklėje 3 min., tuomet atliekamas filtravimas. Paruošiami kontrolės ir mėginių ekstraktai. Gautas tirpalas perkeliamas ant juostelių su antikūniais ir inkubuojamas 5 min. Supilstomas substratas ir vėl inkubuojamas 5 min. Sulašinamas „Redstop“ tirpalas, vykdomas rezultatų nuskaitymas.

Analizatoriumi „Infratec“ buvo nustatyti pagrindiniai kokybės rodikliai: baltymų kiekis (%), drėgnis (%), glitimo kiekis (%), sedimentacijos rodiklis (%), krakmolos (%), hektolitro masė (kg hl^{-1}). Tiriami grūdai supilami į prietaise esančią pakrovimo angą ir laikantis prietaiso gamintojų nurodymų atliekami infraraudonosios spindulių energijos matavimai, per mėginį skleidžiant spindulius. Šio prietaiso privalumai yra tai, kad nereikia išankstinio bandinio paruošimo, t. y. sumalimo, skaldymo, nes analizuojami sveiki grūdai, analizė trunka apie 1 min. Šio prietaiso privalumas yra tai, kad specialistas neturi jokios įtakos kokybei, taip pat tiriama medžiaga po analizės išlieka nepakitusi, kurią galima vėl panaudoti. Kritimo skaičius (s) įvertintas remiantis standartu LST ISO 3093. Varpų fuzariozės pažeistų grūdų tyrimas atliktas remiantis vizualių vertinimų, kai naudojant papildomą apšvietimą yra apžiūrimi grūdai ir nustatoma, ar jie neturi specifinių pažeidimų. Fuzariozės pažeistais grūdais laikomi grūdai, kurių apyvaisis yra pasidengęs *Fusarium* grybų miceliu. Tokie grūdai atrodo apdžiūvę, susitraukę ir turi rožinių arba baltų difuzinių lopinėlių neryškiais kontūrais. Pažeisti grūdai atskiriami ir svėrimo būdu apskaičiuojamas fuzariozės pažeistų grūdų kiekis (%).

Vertinant aplinkos veiksnių įtaką, gauti tyrimų duomenys matematiškai apdoroti naudojant vieno veiksnio statistinę duomenų analizę, programoje ANOVA. Dviejų veiksnių statistinė duomenų analizė taikyta vertinant sandėliavimo trukmės ir aplinkos veiksnių sąveiką, kur veiksnys A – sandėliavimo trukmė (0 mėn. ir 14 mėn. įprastomis kambario temperatūros sąlygomis), veiksnys B – skirtingomis sąlygomis užauginti kviečių grūdai (8 skirtingi variantai).



1 pav. Kritulių kiekio pasiskirstymas skirtingose Lietuvos vietovėse. D – Dzūkija, VL – Vidurio Lietuva, S – Suvalkija, Ž – Žemaitija.
Fig. 1. The distribution of the amount of precipitation in different areas of Lithuania

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Kokybiniai žieminių kviečių rodikliai labai priklausė nuo auginimo sąlygų, vis tirti rodikliai skyrėsi tarp mėginių surinktų skirtingose vietovėse (žr. 1 lentelę). Didžiausias grūdų drėgnis (14,1–14,2%) buvo nustatytas mėginiuose D2 ir

Ž1, mažiausias (13,5–13,6%) – VL1, S2, S1. Didžiausias baltymų kiekis (14,1 %) buvo nustatytas mėginyje S1, mažiausias (10,5 %) – D1 ir D2. Didesni glitimo kiekiai (28,5 %) nustatyti S1, S2 gūdų mėginiuose, mažiausi – mėginiuose iš Dzūkijos – D1 ir D2 (19,8–20,1 %). Mažiausias krakmolo kiekis (58,8–59,0 %) rastas Ž1 ir Ž2 grūdų mėginiuose, o didžiausias (68,1–68,3 %) – D1, ir S1. D1, D2, S1 grūdų mėginiuose sedimentacijos rodikliai buvo mažiausi (35,6–36,8 %), o VL1, VL2 ir Ž1 – didžiausi (39,9–40,3 %). Hektolitro masė didžiausia (73,1–73,4 kg hl⁻¹) S1, S2 ir VL1 mėginių, o mažiausia D1, Ž1 ir Ž2 (71,0–71,4 kg hl⁻¹). Kritimo skaičius didžiausias (309–314 s) nustatytas D1, D2, VL1 mėginiuose ir mažiausias (283–298 s) – Ž1 ir Ž2.

Moksliniai šaltiniai teigia, kad grūdų kokybinių rodiklių skirtumai gali būti tiesiogiai susiję tiek su biotinių, tiek su abiotinių veiksnių įtaka. Ankstesnių tyrimų rezultatai rodo, kad krakmolo kiekio sumažėjimas grūduose susijęs su *Fusarium* genčiai priklausančių mikroskopinių grybų sukeltu grūdų susiraukšlėjimu (Schwarz, 2001). Grūdus pažeidžiantys mikroskopiniai grybai yra tiesiogiai susiję su angliavandenių (daugiausia krakmolo) hidrolize, tokie grūdai tampa smulkesni, plonesni, juose yra mažiau endospermo, kurio pagrindinė sudedamoji dalis – krakmolas (Fuchs, 2008).

1 lentelė. Žieminių kviečių grūdų kokybinių rodiklių vertės skirtingose auginimo sąlygose

Table 1. Dependence of quality indicators of winter wheat grain at different growth conditions

| Mėginio Nr. | Drėgnis, % | Baltymai, % | Glitimas, % | Krakmolas, % | Sedimentacija, % | Hektolitro masė, kg hl ⁻¹ | Kritimo skaičius, s |
|-------------|------------|-------------|-------------|--------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|
| D1 | 14,0 ± 0,2 | 10,5 ± 0,1 | 20,1 ± 0,2 | 68,1 ± 0,6 | 36,8 ± 1,0 | 71,4 ± 0,5 | 309 ± 5,6 |
| D2 | 14,1 ± 0,2 | 10,5 ± 0,2 | 19,8 ± 0,1 | 65,5 ± 0,1 | 36,5 ± 0,9 | 72,4 ± 0,4 | 314 ± 4,5 |
| S1 | 13,6 ± 0,2 | 14,1 ± 0,2 | 28,5 ± 0,1 | 68,3 ± 0,1 | 35,6 ± 0,2 | 73,4 ± 0,1 | 305 ± 7,0 |
| S2 | 13,6 ± 0,1 | 13,8 ± 0,1 | 28,5 ± 0,1 | 66,2 ± 1,8 | 38,1 ± 0,3 | 73,3 ± 0,2 | 302 ± 3,6 |
| VL1 | 13,5 ± 0,1 | 13,4 ± 0,2 | 27,7 ± 0,1 | 64,9 ± 0,5 | 39,9 ± 0,2 | 73,3 ± 0,2 | 310 ± 2,1 |
| VL2 | 13,8 ± 0,1 | 13,5 ± 0,1 | 27,6 ± 0,2 | 63,9 ± 0,8 | 40,3 ± 0,2 | 73,1 ± 0,2 | 298 ± 3,8 |
| Ž1 | 14,2 ± 0,2 | 12,3 ± 0,2 | 26,0 ± 0,2 | 58,8 ± 0,5 | 39,9 ± 0,2 | 71,0 ± 0,8 | 287 ± 3,0 |
| Ž2 | 13,9 ± 0,5 | 12,4 ± 0,1 | 25,9 ± 0,4 | 59,0 ± 0,6 | 38,7 ± 0,9 | 71,3 ± 0,5 | 283 ± 4,7 |
| Vid. | 13,8 | 12,6 | 25,5 | 64,3 | 38,2 | 72,4 | 301,0 |
| Max. | 14,2 | 14,1 | 28,5 | 68,3 | 40,3 | 73,4 | 313,7 |
| Min. | 13,5 | 10,5 | 19,8 | 58,8 | 35,6 | 71,0 | 282,7 |

Pastaba: D1 – Dzūkija (Alytus), D2 – Dzūkija (Simnas), S1 – Suvalkija (Šakiai), S2 – Suvalkija (Marijampolė), VL1 – Vidurio Lietuva (Kėdainiai), VL2 – Vidurio Lietuva (Dotnuva), Ž1 – Žemaitija (Telšiai), Ž2 – Žemaitija (Plungė)

Ištyrus fuzariozės pažeistų grūdų kiekį ir mikotoksinų koncentracijas grūduose nustatyti skirtumai tarp vietovių (žr. 2 lentelę). Didžiausias fuzariozės pažeistų grūdų kiekis (0,8–0,9 %) nustatytas D1, D2, Ž1 mėginiuose, mažiausias (0,3–0,5 %) – S1, S2 ir VL1. Didžiausi kiekiai DON (73,3–96,7 μg kg⁻¹) rasti D1, Ž1, Ž2 grūdų mėginiuose, mažiausi kiekiai (16,7–50,0 μg kg⁻¹) nustatyti S1, S2, VL1. Trichotecenų daugiausia (17,3–22,0 μg kg⁻¹) nustatyta VL1, VL2, Ž2 mėginiuose, o mažiausiai (1,0 – 6,7 μg kg⁻¹) – D1, S1, S2 ir Ž1. Zearalenono koncentracijos taip pat nebuvo tolygios, didžiausias kiekis (28,3 μg kg⁻¹) nustatytas mėginyje Ž1, o mažiausias (3,0 μg kg⁻¹) – VL1. Aflatoksinų daugiausiai (0,7 – 0,9 μg kg⁻¹) nustatyta mėginiuose D1 ir D2, mažiausiai (0,1 – 0,2 μg kg⁻¹) – S1, VL1 ir VL2. Ochratoksinų pasiskirstymas visuose mėginiuose buvo labai tolygus (0,2 μg kg⁻¹), išskyrus VL1, čia aptiktas mažiausias kiekis (0,1 μg kg⁻¹).

2 lentelė. Žieminių kviečių grūdų mikotoksikologinis užterštumas skirtingose auginimo sąlygose

Table 2. Mycotoxicological contamination of winter wheat grain at different growth condition

| Mėginio Nr. | Pažeisti fuzariozės, % | DON, μg kg ⁻¹ | Trichotecenai, A gr. μg kg ⁻¹ | Zearalenonas, μg kg ⁻¹ | Aflatoksinais, μg kg ⁻¹ | Ochratoksinai, μg kg ⁻¹ |
|-------------|------------------------|--------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| D1 | 0,9 ± 0,1 | 96,7 ± 11,5 | 6,7 ± 11,5 | 17,7 ± 6,0 | 0,7 ± 0,2 | 0,2 ± 0,3 |
| D2 | 0,8 ± 0,1 | 53,3 ± 15,3 | 13,7 ± 4,2 | 17,7 ± 3,5 | 0,9 ± 0,3 | 0,2 ± 0,2 |
| S1 | 0,4 ± 0,1 | 16,7 ± 5,8 | 6,3 ± 2,1 | 22,7 ± 16,2 | 0,1 ± 0,1 | 0,2 ± 0,3 |
| S2 | 0,3 ± 0,1 | 20,0 ± 10,0 | 1,0 ± 1,0 | 26,0 ± 29,5 | 0,3 ± 0,1 | 0,2 ± 0,2 |
| VL1 | 0,5 ± 0,1 | 50,0 ± 10,0 | 20,7 ± 3,1 | 3,0 ± 2,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,2 |
| VL2 | 0,6 ± 0,2 | 60,0 ± 10,0 | 22,0 ± 4,6 | 22,0 ± 0,6 | 0,2 ± 0,2 | 0,2 ± 0,2 |
| Ž1 | 0,9 ± 0,1 | 73,3 ± 11,5 | 6,0 ± 4,1 | 28,3 ± 3,5 | 0,4 ± 0,2 | 0,2 ± 0,2 |
| Ž2 | 0,6 ± 0,1 | 73,3 ± 17,3 | 17,3 ± 3,5 | 25,7 ± 1,5 | 0,5 ± 0,3 | 0,2 ± 0,2 |
| Vid. | 0,6 | 55,4 | 11,7 | 17,8 | 0,4 | 0,2 |
| Max. | 0,9 | 96,7 | 22,0 | 28,3 | 0,9 | 0,3 |
| Min. | 0,3 | 16,7 | 1,0 | 1,7 | 0,1 | 0,2 |

Pastaba: D1 – Dzūkija (Alytus), D2 – Dzūkija (Simnas), S1 – Suvalkija (Šakiai), S2 – Suvalkija (Marijampolė), VL1 – Vidurio Lietuva (Kėdainiai), VL2 – Vidurio Lietuva (Dotnuva), Ž1 – Žemaitija (Telšiai), Ž2 – Žemaitija (Plungė)

Mikroskopinių grybų plitimo intensyvumas priklauso nuo daugelio veiksnių, ypač drėgmės ir temperatūros bei dirvožemio savybių, tokių kaip pH ir substrato cheminė sudėtis. Atlikto tyrimo duomenys rodo, kad grūdų mėginiai pasižymėję didesniu drėgniu (D1, D2, Ž1 ir Ž2), taip pat pasižymėjo ir didesniu fuzariozės pažeistų grūdų kiekiu bei DON koncentracija. Tai leidžia daryti prielaidą, kad tam įtakos turėjo didesnis kritulių kiekis žieminių kviečių vegetacijos metu. Dzūkijoje ir Žemaitijoje paskutinį gegužės dešimtadienį aplinkos sąlygos buvo ženkliai drėgesnės (žr. 1 pav.) nei kituose regionuose. Įvairūs šaltiniai teigia, kad jeigu javų žydėjimo metu 48–72 val. laikosi drėgni (santykinis oro drėgnis ≥80%) ir šilti (temperatūra apie 22–24 °C) orai, pasėliuose galima prognozuoti varpų fuzariozės protrūkį. Lietuvoje žieminiai

kviečiai įprastai žydi nuo gegužės mėn. pabaigos iki birželio vidurio, priklausomai nuo oro sąlygų ir žieminių kviečių veislės ankstyvumo. Šios palankios aplinkos sąlygos yra tiesiogiai susijusios su *Fusarium* mikromicetų plitimu ir DON bei kitų mikotoksinų gamyba. Vieni pagrindinių DON ir ZEN producentų yra *Fusarium graminearum* ir *Fusarium culmorum* grybai (Bhat, 2010). Su trichotecenų gamyba dažniausiai siejami *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium Poae* ir *Fusarium tricinctum* (Garalevičienė, 2004). Aflatoksinais ir ochratoksinais dažniausiai siejami su *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus pseudotamarii* ir *Penicillium verrucosum* grybų išplitimu (Weidenborner, 2001).

Atlikti sandėliavimo tyrimai leidžia teigti, kad sandėliuojant grūdus kambario temperatūroje 20 °C (±3–4) 14 mėn. mažai keičiasi grūdų cheminė sudėtis (žr. 3 lentelę). Kitų autorių teigimu, sandėliuojami grūdai praranda savo išvaizdą (pakinta jų spalva), atsiranda sausųjų medžiagų nuostoliai, prarandamos maistinės medžiagos, sumažėja daigumas, jie tampa prastesnės kokybės (Magan, Aldred, 2007).

3 lentelė. Vidutinis pagrindinių grūdų kokybinių rodiklių kiekis prieš ir po sandėliavimo

Table 3. Average amount of main grain qualitative indicators before and after storage

| Mėginio Nr. | Drėgnis, % | Baltymai, % | Glitimas, % | Krakmolai, % | Sedimentacija, % | Hektolitro masė, kg hl ⁻¹ | Kritimo skaičius, s |
|-------------|------------|-------------|-------------|--------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Vid. prieš | 13,8 ± 0,3 | 12,6 ± 1,4 | 25,5 ± 3,6 | 64,3 ± 3,7 | 38,2 ± 0,4 | 72,4 ± 0,8 | 301,0 ± 5,7 |
| Vid. po | 13,9 ± 0,2 | 12,5 ± 1,4 | 25,5 ± 3,5 | 64,4 ± 3,9 | 38,1 ± 1,5 | 72,0 ± 1,1 | 293,0 ± 12,1 |

Vertinant *Fusarium* genčiai priklausančių mikromicetų priklausomybę nuo sandėliavimo trukmės (žr. 4 lentelę) galima teigti, kad mikotoksinų, tokių kaip ZEN, TR, AFL ir OCH, kiekis kito nežymiai. Tačiau tikėtina, kad pasikeitus drėgmės režimui pokyčiai būtų žymiai didesni, todėl sandėliavimo tyrimai yra tęsiami. Grūduose, kurių drėgnis siekia mažiau nei 13,0 %, toksinų kaupimosi tikimybė labai stipriai sumažėja net ir esant toksinus produkuojantiems mikromicetams (Butkutė ir kt., 2009). Atlikto tyrimo metu vienintelio DON kiekio pokytis per 14 mėn. buvo didžiausias, kuris padidėjo per 22,5 %.

4 lentelė. Vidutinis fuzariozės pažeistų grūdų ir mikotoksinų kiekis prieš ir po sandėliavimo

Table 4. Average fusarium head blight damaged grain and mycotoxin levels before and after storage

| Mėginio Nr. | Pažeisti fuzariozės, % | DON, μg kg ⁻¹ | Trichotecenai, μg kg ⁻¹ | Zearalenonas, μg kg ⁻¹ | Aflatoksinais, μg kg ⁻¹ | Ochratoksinais, μg kg ⁻¹ |
|-------------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Vid. prieš | 0,6 ± 0,1 | 55,4 ± 3,1 | 11,7 ± 3,2 | 17,8 ± 10,0 | 0,4 ± 0,1 | 0,2 ± 0,1 |
| Vid. po | 0,6 ± 0,2 | 67,9 ± 28,6 | 13,3 ± 10,3 | 17,3 ± 12,2 | 0,5 ± 0,3 | 0,3 ± 0,2 |

Išvados

1. Palyginus skirtingų aplinkos sąlygų įtaką žieminių kviečių grūdų kokybiniais rodikliams po derliaus nuėmimo galima teigti, kad visi rodikliai: drėgnis, baltymai, glitimas, krakmolai, sedimentacija, hektolitro masė, kritimo skaičius, fuzariozės pažeistų grūdų kiekis, taip pat mikotoksinų deoksinivalenolio, trichotecenų, zearalenono, aflatoksinų, ochratoksinų kiekiai buvo priklausomi nuo augimo vietovėse buvusios aplinkos sąlygų.

2. Įvertintus 14 mėn. sandėliavimo įprastomis kambario sąlygomis (+20 ±3–4 °C temperatūra; ~ 63 % santykinis drėgnis) įtaką kviečių grūdų kokybiniais rodikliams, galima teigti, kad labai stipraus pokyčio nebuvo galima matyti, tačiau net ir esant minimaliems skirtumams galima daryti išvadą, kad laikymo metu mikotoksinų koncentracijos kito didėjimo linkme.

Literatūra

- Bhat, R., Rai, R. V., Karim, A. A. 2010. Mycotoxins in Food and Feed: Present Status and Future Concerns. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, Vol. 9, p. 57–81.
- Butkutė, B., Cesevičienė, J. 2009. Lygčių kūrimas kviečių grūdų kokybę vertinant spektrometru NIRS–6500. II Lygčių skaičiavimo modelių palyginimas. *Žemdirbystė–Agriculture*. Nr. 4, p. 78–96.
- Butkutė, B., Mankevičienė, A. 2007. Mikotoksinų kiekio įvertinimas grūduose ELISA metodu, naudojant skirtingus fotometrus. *Žemdirbystė*, T. 94, Nr. 2, p. 18–35.
- De Colli, L., De Ruyck, K., Abdallah, M. F., Finnan, J., Mullins, E., Kildea, S., Spink, J., Elliott, C., Danaher, M. 2021. Natural co-occurrence of multiple mycotoxins in unprocessed oats grown in Ireland with various production systems. *Toxins*, Vol. 13(3), 88.
- Fuchs, S. ir kt. 2008. Detoxification of Patulin and Ochratoxin A, Two Abundant Mycotoxins, by Lactic Acid Bacteria. *Food and Chemical Toxicology*, Vol. 46, Nr. 4, p. 1398–1407.
- Garalevičienė, D. 2004. Trumpai apie mikotoksinius. Nr. 9, p. 7–22.
- Ji, X., Xiao, Y., Wang, W., Lyu, W., Wang, W., Li, Y., Deng, T., Yang, H. 2022. Mycotoxins in Cereal–Based Infant Foods Marketed in China: Occurrence and Risk Assessment. *Food Control*, Vol. 138, 108998.
- Leslie, J. F., Summerell, B. A. 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. – Blackwell Publishing, Iowa, USA Oxford, UK: Blackwell Publishing.

9. Lõiveke, H., Ilumäe, E., Laitamm, H. 2004. Microfungi in grain and grain feeds and their potential toxicity. *Agronomy Research*, Vol. 1, p. 195–206.
10. LST EN 15948:2021 Grūdai. Drėgmės ir baltymų nustatymas. Metodas naudojant viso grūdo artimosios infraraudonojo spektro srities. Prieiga per internetą: <https://lsd.lrv.lt/lt/standartu-terminu-baze/> (žiūrėta 2024 02 20).
11. LST EN ISO 24333:2010 Grūdai ir jų produktai. Ėminių ėmimas. Prieiga per internetą: <https://lsd.lrv.lt/lt/standartu-terminu-baze/> (žiūrėta 2024 02 19).
12. LST EN ISO 3093:2007, Kviečiai, rugiai ir jų miltai, kietieji kviečiai ir kietųjų kviečių kruopmilčiai. Kritimo skaičiaus nustatymas pagal Hagbergą–Perteną. Prieiga per internetą: <https://lsd.lrv.lt/lt/standartu-terminu-baze/> (žiūrėta 2024 02 19).
13. Lugauskas, A. 2006. Mikotoksinų kaupimosi maiste dėsningumai ir prevencinių saugos priemonių paieška. *Maisto chemija ir technologija*, Vol. 40, p. 16–27
14. Lugauskas, A., Stakėnienė, J., Kemėža, V. 2002. Toksinus gaminančių rūšių mikromicetai žuvų pašaruose. *Ekologij.*, Nr. 3, p. 3–13.
15. Magan, N., Aldred, D. 2007. Post-harvest control strategies: minimizing mycotoxins in the food chain. *International Journal of Food Microbiology*, Vol. 119, p. 131–139.
16. Moretti, A., Panzarini, G., Somma, S., Campagna, C., Ravaglia, S., Logrieco, A. F., Solfrizzo, M. 2014; Systemic Growth of *F. graminearum* in Wheat Plants and Related Accumulation of Deoxynivalenol. *Toxins*, Vol. 6, p. 1308–1324.
17. Mostafa, T. A., Kazem, S. S., Mohammad, S., Rokouei, M. 2011. Determination of Wheat Grain Mycoflora in Store–Pits Golestan Province. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, Vol. 5, p. 1070–1076.
18. Schwarz, P., ir kt. 2001. Effect of Fusarium Graminearum and F. Poae Infection on Barley and Malt Quality. *Monatsschrift Für Brauwissenschaft*, Vol. 54, Nr. 3, p. 55–63.
19. Sutkevičius, J., Černeckas, A. 2003. Pelėsių grybų įtaka karvių sveikatai ir kai kurioms kepenų funkcijoms. *Veterinarija ir zootechnika*, Nr. 23, p. 51–54.
20. Weidenborner, M. 2001 *Encyclopedia of Food Mycotoxins*. Springer–Verlag. Berlin, p. 139–146.
21. Wilkinson, A. P., Ward, C. M., Morgan, M. R. A. 1992. Immunological analysis of mycotoxins. *Plant toxin analysis*, p. 185–225.

THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL AND STORAGE FACTORS ON THE QUALITY OF WINTER WHEAT GRAINS

Summary

To assess the influence of environmental factors on the quality indicators of winter wheat grains, in 2022, after harvesting, grain samples were collected from areas representing different regions of Lithuania (8 samples in total). Samples weighing 3 kg were taken from local farmers' warehouses. Mycotoxins deoxynivalenol (DON), trichothecenes (TR), zearalenone (ZEN), aflatoxins (AFL) ochratoxins (OCH), studies on the determination of the number of drops were carried out at the State Crop Production Service under the Ministry of Agriculture, other qualitative indicators were evaluated with the analyzer "Infratec" and using visual identification and LST EN ISO 3093.

In summary, it can be said that in different regions of Lithuania, the differences in the quality of wheat grains can be seen very clearly, this could be determined by many biotic and abiotic factors, such as agrotechnical conditions, soil properties, meteorological conditions, and distribution and diversity of microorganisms.

Keywords: wheat, micromycetes, quality, mycotoxins, storage duration