
Šiluminių procesų analizė bulvių sluoksnyje laikino sandėliavimo metu

**Algirdas Raila,
Henrikas Novošinskas,
Egidijus Zvicevičius**

*Lietuvos žemės ūkio universitetas,
Studentų g. 11, Akademija,
LT-4324 Kauno rajonas*

Plečiantis bulvių perdirbimui šalyje, bulvės auginamos daugiausia specializuotuose ūkiuose. Taikant pažangiausias auginimo technologijas išauginami gausūs ir stabilūs bulvių derliai. Siekiant gaminti aukščiausios kokybės produktus ištisus metus, keliami nauji reikalavimai visoms bulvių auginimo–derliaus nuėmimo–laikymo technologijoms. Straipsnyje analizuojamos bulvių derliaus nuėmimo sąlygos, svarbią reikšmę turinčios perdirbamų bulvių kokybei, šiluminiai procesai, vykstantys bulvių sluoksnyje jas sandėliuojant laikinuose kaupuose ir pervežant iš augintojų į sandėlius, ilgalaikiam laikymui. Tyrimais nustatyta, kad tinkamai suformuotame laikino kaupo bulvių sluoksnyje greitai susidaro reikiamas mikroklimatas gumbų mechaninėms žaizdoms užgydyti ir luobelei galutinai susiformuoti.

Raktažodžiai: bulvės, derlius, kokybė, sandėliavimas, šiluminiai procesai, kondensatas, transportavimas

ĮVADAS

Bulvių auginimą telkiant ūkiuose, turinčiuose tam tinkamos žemės, diegiant pažangiausias auginimo technologijas, išauginami gausūs ir stabilūs bulvių derliai. Derlių nuimant našiais kombainais, bulvių gumbai pilami į laikinus kaupus tiesiog lauke ar lauko pakraštyje, kur patogiau privažiuoti specializuotam transportui. Tokiuose kaupuose bulves tenka laikyti nuo kelių dienų iki dviejų–trijų savaitių, kol jas perveža į stacionarius sandėlius. Derliaus nuėmimo ir laikino sandėliavimo metu dažnai kyla bulvių kokybės netekties pavojų. Šiuolaikinių produktų sandėliavimo technologijų uždavinys – išlaikyti sukauptą bioenergią išaugintuose produktuose taip, kad nepablogėtų jų kokybė – maistinės, sėklinės, technologinės savybės ir prekinė išvaizda.

Literatūroje patariama bulvių derlių baigti tvarkyti iki spalio 15 d., o kai kurie autoriai rekomenduoja bulviakasį baigti iki spalio 5 d. Uždelsus bulvių derliaus nuėmimą, pasunkėja darbo sąlygos ir patiriama didesnių derliaus nuostolių, nes pablogėja orai, įmirksta dirvos, taip pat krenta aplinkos temperatūra, dėl to gumbai tampa daug jautresni mechaniniams pažeidimams [2, 7, 8].

Yra žinoma, kad nukastas bulves nedelsiant reikia pradžiovinti, užgydyti mechaninių pažeidimų žaizdas, atšaldyti iki laikymo temperatūros, kuri priklauso nuo bulvių veislės bei paskirties ir toje temperatūroje išlaikyti iki vartojimo. Traškučių gamybai skirtų

bulvių optimali laikymo temperatūra yra 8–9°C [3, 5, 9, 12].

TYRIMŲ TIKSLAS IR UŽDAVINIAI

Tyrimų tikslas – bulvių sluoksnyje ištirti šiluminius procesus, turinčius įtakos bulvių kokybės pokyčiams derliaus nuėmimo, laikino sandėliavimo ir pervežimo metu.

Tikslui įgyvendinti reikėjo išspręsti šiuos uždavinius:

1. Išanalizuoti gamtines sąlygas bulvių derliaus nuėmimo metu;
2. Ištirti trumpalaikio bulvių laikymo kaupuose sąlygas;
3. Nustatyti bulvių temperatūros pokyčius pervežimų metu.

Tyrimų duomenys leis sudaryti apibendrintąjį bulvių laikymo matematinį modelį. Įdiegus tyrimų rezultatus pagerės išaugintų bulvių kokybė ir sumažės sandėliavimo nuostolių.

TYRIMŲ METODIKA

Buvo analizuotos agrometeorologinės sąlygos bulvių derliaus nuėmimo ir laikino sandėliavimo kaupuose laikotarpiu, naudojantis Kauno ir kitų meteorologijos stočių duomenimis. Tirtas mikroklimatas laikinuose kaupuose sandėliuojamų bulvių sluoksnyje ir autotransporte, įvertinant aplinkos sąlygas auginimo

vietose. Duomenys apdoroti žinomais matematinės statistikos metodais – statistine ir regresine analize.

Siekiant nustatyti, kaip greitai kinta bulvių gumbų temperatūra, pasikeitus juos supančios aplinkos sąlygoms, matuotas temperatūros kitimas bulvių gumbuose laboratorinėmis sąlygomis ir gamyboje. Į bulvių gumbų audinius, 2–3 mm gylyje nuo paviršiaus ir į centrą, įdėjome nichromo–nikelio termoporas [10, 11]. Taip paruoštus bulvių gumbus, išsilyginus temperatūrai juose, perkeldavome į aplinką, kurioje temperatūra skyrėsi nuo buvusiosios 10°C, ir kas keturias minutes fiksavome temperatūros kitimą gumbuose. Naujomis sąlygomis gumbai buvo laikomi, kol jų temperatūra priartėdavo prie aplinkos temperatūros.

Bulvių laikino sandėliavimo kaupų matmenys buvo parinkti derinantys prie derliaus nuėmimo ir krovos bei transportavimo technikos technologinių galimybių. Bulvių kaupo ilgis buvo nuo 25 iki 60 m, plotis – 4–4,5 m, aukštis – 1,3–1,5 m. Kaupo ilgis priklausė nuo lauko dydžio ir privažiavimo patogumo. Kaupai suformuojami, pilant bulves į sampilą tiesiog iš nuėmimo kombaino kaupimo bunkerio bulvių iškrovimo transporteriu. Tokį kaupą nesunku mechanizuotai supilti, patogų bulves iš kaupo paimti 2,7 m pločio traktoriniu krautuvu ir tiekti į transporterį krautuvą TZK-30, kuriuo pakraunamos į bulvių pervežimui paruoštas automašinas. Kaupai buvo dengiami šiaudais, o nuo kritulių apsaugomi polietileno plėvele. Polietileno plėvele kaupas dengiamas ištais (1 pav.) arba tik kaupo viršus kaupe supiltoms bulvėms nuo lietaus apsaugoti.

Bulvių temperatūrą kaupuose ir transporto priemonėse matavome elektroniniais termometrais FH A646-2 ir prietaisu ALMEMO 3290. Mikroklimato parametrus kaupuose matavome COX TRACER firmos jutikliais su automatinio duomenų kaupikliu. Temperatūros matavimų tikslumas $\pm 0,1^\circ\text{C}$, oro drėgnio – kai $\phi \leq 90\% \pm 1\%$ ir kai $\phi > 90\% \pm 2\%$. Duomenis (temperatūrą ir aplinkos oro santykinę drėgnį) fiksavome kas 15 minučių nepertraukiamai visą laikymo periodą. Termoporamis buvo matuota pavienių bulvių gumbų temperatūra ir jos kitimas laike.

Vizualiai stebint bulvių sandėliavimo eigą laikinuose kaupuose, visus pokyčius fiksavome stebėjimų žurnale: izoliacinės medžiagos būklę, bulvių drėkimą, kondensato atsiradimą ant polietileno plėvelės vidi-

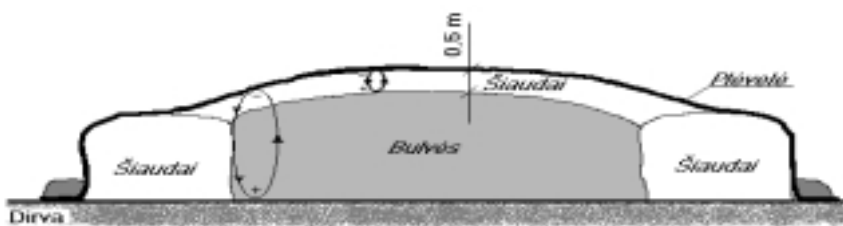
nio paviršiaus, plėvelės pažeidimus ir kitus. Be to, stebėjimo metu buvo matuojamas vėjo greitis ir kryptis anemometru Omegaalfa HH-600 model 615 M bei aplinkos oro ir dirvos temperatūros. Dirvos temperatūrą matavome 10 ir 20 cm gylyje.

Temperatūros pokyčius bulvėse, jas pervežant iš augintojų į sandėlius, matavome jutikliais COX TRACER, juos dedant į automobilių kėbule supiltų bulvių sluoksnį. Bulvės iš augintojų į sandėlius buvo pervežamos specializuotu transportu. Specializuotas transportas – tai tentu dengtos sandarios automobilinės puspriekabės su kėbulo dugne įrengtu bulvių iškrovimo juostiniu transporteriu. Puspriekabių keliamoji galia buvo 25–35 t. Du COX TRACER jutiklius talpinome bulvių sluoksnyje automobilio kėbulo priekyje 15 cm gylyje ir 15 cm atstumu nuo priekinio borto: vieną iš jų apie 15 cm nuo šoninio borto, antrą – apie 30 cm nuo šoninio borto. Trečiasis jutiklis fiksavo temperatūrą kėbulo viduryje apie 20 cm gylyje, o ketvirtuoju jutikliu fiksuota aplinkos oro temperatūra kelionės metu. Automobilio pakrovimas truko 20–30 minučių, pervežimų trukmė – 1–1,5 valandos.

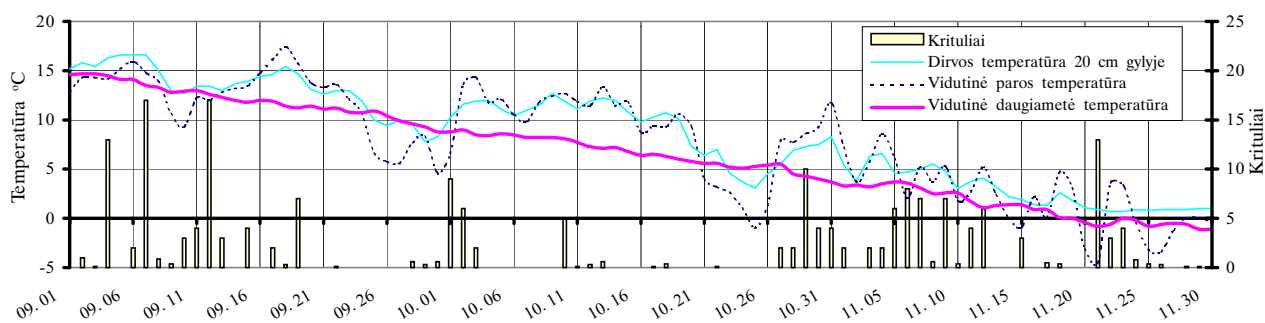
TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ ANALIZĖ

2001 m. bulvių derlių iš ūkininkų į sandėlius buvo baigta vežti spalio 25 d. Tai apie dvi savaites vėliau nei rekomenduojama. Kaip matyti 2 ir 3 paveiksluose, meteorologinės sąlygos buvo gana palankios. Bulviakąsi apsunokino rugsėjo pirmoje pusėje iškritęs didesnis kritulių kiekis (nuo rugsėjo 1 iki 15 d. iškrito 65,4 mm kritulių, tuo tarpu per visą rugsėjį 76,3 mm, nuo spalio 1 iki 25 d. – 23,6 mm). Vis dėlto rugsėjo pabaigoje daugiadieniai lietūs baigėsi ir padėtis laukuose stabilizavosi. Galima teigti, kad beveik visą bulvių derliaus kasimo ir pervežimo laikotarpį aplinkos oro temperatūra buvo palanki. Vidutinė rugsėjo mėnesio paros oro temperatūra buvo $12,2 \pm 3,4^\circ\text{C}$, t. y. $0,1^\circ\text{C}$ aukštesnė už vidutinę daugiametę temperatūrą. Pirmosios žymesnės šalnos prasidėjo rugsėjo pabaigoje: 25 d. naktį temperatūra nukrito iki $-0,8^\circ\text{C}$, o 29 d. naktį – iki $-2,4^\circ\text{C}$. Tačiau dienomis oro temperatūra vis dar būdavo aukštesnė nei 10°C . Gana palankios buvo spalio mėnesio pirmosios dvi dekados (2 pav.): vidutinė paros oro temperatūra 1–19 d. buvo $3,6^\circ\text{C}$ aukštesnė už daugiametę temperatūrą ir siekė $11,2 \pm 1,8^\circ\text{C}$. Naktimis per šias 19 parų temperatūra tik 3 kartus nukrito žemiau kaip 5°C , t. y. buvo lygi vidutiniškai $8,5 \pm 2,4^\circ\text{C}$.

Spalio mėn. 1–19 d. vidutinė dirvos temperatūra 20 cm gylyje buvo $11,2 \pm 0,8^\circ\text{C}$, t. y. tik $2,1^\circ\text{C}$ žemesnė nei rugsėjį (2 pav.).



1 pav. Bulvių kaupo uždengimo schema



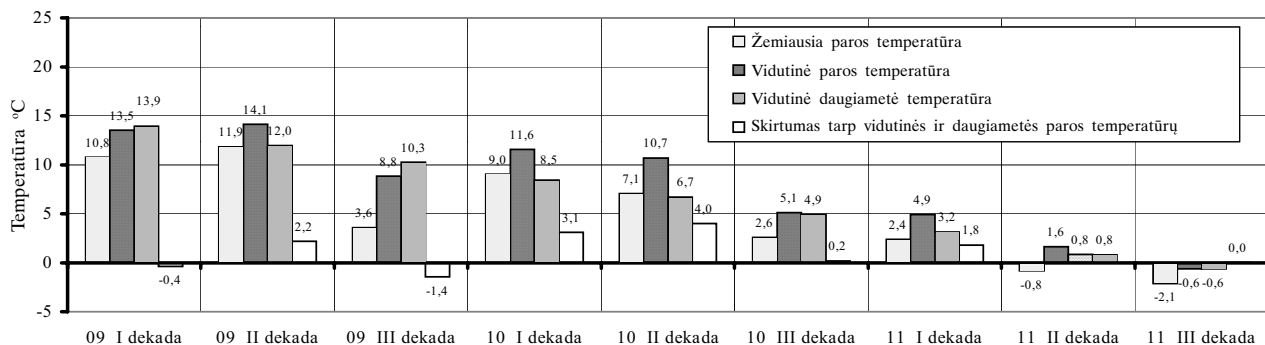
2 pav. Vidutinė paros, vidutinė paros daugiametė, dirvos 20 cm gilyje temperatūros ir iškritę krituliai 2001 m. rudenį

Staigus oro atšalimas prasidėjo spalio 20 d. ir tęsėsi iki 25 d. Per šias penkias paras vidutinė paros oro temperatūra nuo 10,6°C (10.19) nukrito iki -1°C (10.25), o naktimis – netgi žemiau kaip -5°C (10.24). Šis atšalimas priartino spalio III dekados vidutinę paros oro temperatūrą prie daugiametės šio periodo temperatūros ($4,9 \pm 0,7^\circ\text{C}$). Dirvos temperatūra 20 cm gilyje sumažėjo 7°C: nuo 10,1°C spalio 19 d. iki 3,1°C spalio 25 d. Tuo metu bulvės jau buvo nukastos ir supiltos į kaupus. Tačiau į sandėlius pervežant perdirbimui skirtas bulves nepavyko išvengti spalio mėn. 20–25 d. šalnų. Spalio 25 d. aplinkos oro temperatūra nukrito žemiausiai per visą derliaus nuėmimo laikotarpį, stebėtos pervežamos bulvės ir fiksuotas jų temperatūros kitimas.

Šviežiai nukastos bulvės intensyviai kvėpuoja išskirdamos drėgmę ir šilumą. Tokias bulves supylus į kaupą, sluoksnyje greitai nusistovi tam tikras temperatūros režimas. Tuo laikotarpiu aplinkos oro temperatūra dažniausiai esti žemesnė nei kaupo centre, ypač naktimis, taip susidaro temperatūrų skirtumai tarp kaupo centre ir kaupo paviršiuje esančių bulvių gumbų. Susidarius temperatūros gradientams, kaupe formuojasi oro srautai, lemiantys šilumos masės mainus bulvių sampile [1, 4, 6, 11], didysis – nukreipiantis bulvių išskiriamą šilumą ir drėgmę iš bulvių sluoksnio ir mažasis – poringame šiaudų sluoksnyje. Kai dengiančių šiaudų sluoksnio storis yra pakankamas, t. y. apie 0,5 m

ir daugiau, iš bulvių išsiskirianti drėgmė kondensuojasi šilumą izoliuojančio šiaudų sluoksnio viršuje ant polietileno plėvelės vidinio paviršiaus, drėkindama su plėvele besiliečiančius šiaudus. Taip izoliacinis šiaudų sluoksnis drėksta, didėja poringo šiaudų sluoksnio tankis, mažėja šiluminė varža. Kadangi bulvių sluoksnio ir jį dengiančio šiaudų sluoksnio poringumas ir temperatūros gradientai juose yra skirtingi, lygiagrečiai didžiajam natūraliosios konvekcijos oro srautui formuojasi ir mažasis – kaupą dengiančiame šiaudų sluoksnyje. Ši oro judėjimą lydintys šilumos masės mainai nukreipia šilumą ir drėgmę nuo bulvių sluoksnio paviršiaus. Iš bulvių sluoksnio šalinami vandens garai kondensuojasi prie kaupo dengiančios plėvelės ir drėkina paviršinius šiaudų sluoksnius. Todėl, esant palankioms oro sąlygoms, būtina: nudengti kaupą dengiančią plėvelę, kaupą pravedinti kartu pradžiovinant sudrėkusius šiaudus, kad būtų išlaikytas jų poringumas, atstatytos šiluminės savybės, o besikondensuojanti drėgmė nedrėkintų kaupe laikomų bulvių.

Supiltą bulvių kaupą uždengus plonu sluoksniu šiaudų (0,1–0,15 m), toks sluoksnis šiaudų greitai sudrėksta nuo besikondensuojančios bulvių išskiriamos drėgmės, sumažėja šiaudų poringumas ir šiluminė varža, padidėja laidumas šilumai, drėgmė pradeda kondensuotis ne tik sutankėjusiame šiaudų sluoksnyje, bet ir ant bulvių sluoksnio paviršiuje esančių gumbų. Tai ypač nepageidautinas reiškinys,



3 pav. Vidutinės dekadų temperatūros 2001 m. rudenį

nes sutrinka bulvių gumbų kvėpavimas, susidaro palankios sąlygos ligoms plisti.

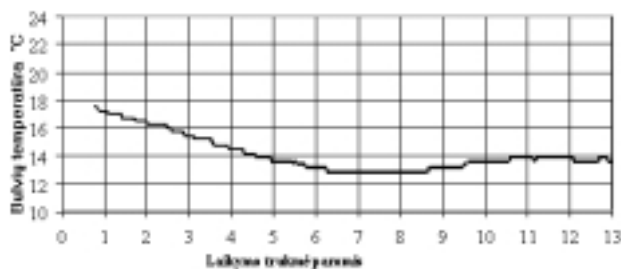
Polietileno plėvele uždengus tik kaupo viršų – iki šiaudų ritinių, kaupuose stebimas didelis temperatūros gradientas bulvių sampile. Pučiant vėjui, šaltas aplinkos oras skverbiasi per kaupo šonuose sudėtus šiaudus. Vėjo pusėje bulvių sampilo temperatūra greitai susilygina su aplinkos oro temperatūra, taip neleistinai atšaldome kaupe laikomas bulves. Matuojant temperatūras kaupe, laikomų bulvių sluoksnyje, nustatyta, kad pastarasis kaupų dengimo būdas nėra tinkamas, nes sunku palaikyti reikiama temperatūros režimą bulvių sluoksnyje.

Patogu polietileno plėvelę iš viršaus prispausti senomis automobilių padangomis, o iš šonų – maišais su žemėmis. Šitaip prispaudus plėvelę, temperatūros–drėgmės režimas kaupe reguliuojamas nudengiant plėvelę pavėjinėje pusėje. Taip kartu pradžiūsta bulvių sluoksnį dengiantys šiaudai ir iš kaupo pašalinama perteklinė drėgmė. Tinkamai suformuotame ir gerai šiaudais uždengtame bulvių kaupe, šonuose dedant šiaudų ritinius, kaupo viršuje – palaidų šiaudų apie 0,5 m sluoksnį, greitai susidaro pakankamai geros sąlygos kasimo metu padarytoms mechaninėms žaizdoms užgyti ir gumbų luobelei galutinai susiformuoti (4 pav.).

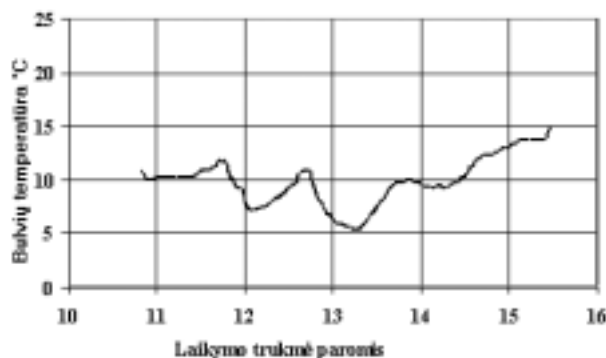
Kasant bulves šaltu laikotarpiu, kai aplinkos oro temperatūra iki 2°C, dirvos – iki 8°C, ir jas pilant į laikinus kaupus, tinkamai uždengtame kaupe mikroklimatas greitai stabilizavosi ir atitiko technologinius reikalavimus. Buvo sudarytos palankios sąlygos užgydyti mechaninius gumbų pažeidimus.

Tačiau nepakankamai uždengus kaupą, temperatūra bulvių sluoksnyje nukrisdavo iki 6–5°C (5 pav.). Ypač svarbu tinkamai užsandarinti kaupo šonus nuo žvarbaus rudeninio vėjo. Neišlaikant reikiamo temperatūros–drėgmės režimo kaupe ne tik blogai gyja gumbų mechaniniai pažeidimai, bet ir kaupiasi redukuotas cukrus, menkėja iš tokių bulvių pagamintų traškučių kokybė.

Kaip buvo pažymėta, gerai įrengtame laikinajame kaupe supiltų bulvių sluoksnyje greitai formuojasi reikiamas mikroklimatas. Į kaupus be aktyvio-



4 pav. Bulvių temperatūra kaupe, 0,1 m gylyje nuo sampilo viršaus, dengiant 0,4–0,5 m šiaudų sluoksniu



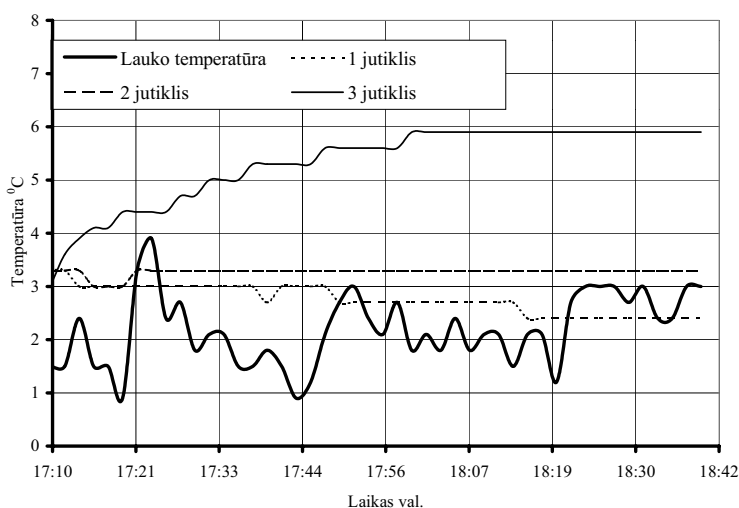
5 pav. Bulvių temperatūra kaupe, 0,1 m gylyje nuo sampilo viršaus, dengiant 0,1–0,15 m šiaudų sluoksniu

sios ventilacijos jokių būdu negali patekti šlapios bulvės, sulytos nuimant ar pervežant derlių. Derliaus nuėmimo metu bulvių sampilą kaupe būtina tuojau pat dengti šiaudais ir polietileno plėvele arba bent polietileno plėvele, kad bulvių sampilas būtų apsaugotas nuo galimo lietaus.

Atidengus kaupą, kai lauke 2,1°C, bulvių gumbai sluoksnio paviršiuje buvo sausi. Zondu matuojant bulvių temperatūrą kaupo viduryje 1 m gylyje nuo sluoksnio paviršiaus, temperatūra kito nuo 8,9 iki 10,1°C, 0,4 m gylyje – nuo 10,1 iki 10,4°C. Kaupo šonuose apie 30–50 cm atstumu nuo krašto temperatūra buvo 4–5,4°C. Tik ką nudengto kaupo paviršiuje termoporomis išmatavus bulvių gumbų temperatūrą, nustatyta, kad sluoksnio paviršiuje esantys gumbai sparčiai vėsta ir jų temperatūra greitai tampa artima lauko temperatūrai. Esant vėjo greičiui iki 0,5 m/s, nudengto kaupo paviršiuje ir laboratorinių tyrimų metu bulvių gumbų vėsimo greitis buvo panašus.

Laboratorijoje ištyrus pavienių bulvių gumbų šilumos mainus su aplinka, nustatyta, kad temperatūra gumbo centre keitėsi inertiškiau nei jo paviršiuje, tačiau temperatūros kitimo pobūdis išliko analogiškas. Laboratoriniais tyrimais nustatyta, kad vidutinis bulvių gumbų temperatūros kitimo greitis buvo nuo 6 iki 4°C/h (gumbo masė 75–95 g).

Į specializuotą autotransporto priemonę bulvės pakrautos maždaug per 30 min., bulves imant iš kaupo traktoriniu krautuvu ir į puspriekabės kėbulą kraunant transporteriu TZK-30. Bulvės iš lauko į sandėlius pervežtos per 1 val. 20 min. Matavimo rezultatai parodyti 6 paveiksle. Vidutinė aplinkos oro temperatūra per visą kelionę buvo lygi $2,2 \pm 0,7^\circ\text{C}$. Visi į pervežamų bulvių sluoksnį sudėti jutikliai fiksavo apie 3,4°C. Oro temperatūra pervežamų bulvių sluoksnyje nukrito 0,9°C tik kėbulo priekyje, arčiausiai puspriekabės kampo, antrojo jutiklio fiksuota temperatūra išliko stabili per visą kelionę, o trečiojo jutiklio, esančio puspriekabės centre, – per pirmąsias 50 min. pakilo 2,9°C ir, pasiekusi 5,9°C, stabilizavosi.



6 pav. Bulvių temperatūra pervežant

Kaupuose laikomas bulves pervežant, kai aplinkos oro temperatūra žemesnė kaip 8°C, labai svarbu gerai organizuoti darbus lauke, nes atidengus kaupą esant žemai aplinkos oro temperatūrai ir pučiant vėjui, greitai atšąla paviršinės bulvės. Tokios bulvės ne tik labiau pažeidžiamos kraunant ir rūšiuojant, bet ir žemesnės temperatūros gumbams patekus į šiltesnę aplinką sandėlyje ant jų paviršiaus pradeda kondensuotis oro drėgmė. Kraunant į sandėlį įvairios temperatūros bulves, ant šaltesnių gumbų paviršiaus besikondensuojanti drėgmė gali trukdyti laisvoms žemėms tolygiai pasiskirstyti sluoksnyje, o tai gali virsti gedimo židinių susidarymo priežastimi [1, 11].

Esant aplinkos oro temperatūrai žemesnei kaip 8°C, kaupus būtina atidengti tik prieš pat kraunant bulves. Nuėmus kaupą dengiantį šiaudų sluoksnį, kaupą vėl uždengti plėvele ir krovimo metu ją nuolatos pakelti tik tiek, kiek būtina krovos darbams.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Meteorologinių sąlygų analizė rodo, kad 2001 metų bulvių derliaus nuėmimo sąlygos buvo artimos daugiamečioms šalies klimato sąlygoms.

2. Ilgalaikiam laikymui bulves galima paruošti lauke laikinajame kaupe. Tuomet jos pilamos 1,2–1,5 m storio sluoksniu, šonuose dedant sausų šiaudų rišulius, o viršuje 0,5 m storio palaidų šiaudų sluoksnį, ir kaupas ištisai dengiamas polietileno plėvele.

3. Laikinajame kaupe laikomų, bulvių išskiriami metaboliniai produktai (šiluma, vanduo ir CO₂) iš sluoksnio pašalinami bei gumbai aprūpinami deguonimi bulvių sampile ir jį dengiančiame šiaudų sluoksnyje vykstant natūraliai konvekcijai. Bulvių išskirta drėgmė kondensuojasi ant kaupą dengiančios plėvelės vidinio paviršiaus drėkindama viršutinį šiaudų sluoksnį, todėl kas antrą dieną kaupą reikia pravėdinti, kelioms valandoms nudengiant plėvelę, taip

pradžiovinant bulvių sampilo viršuje esančius šiaudus.

4. Esant aplinkos oro temperatūrai žemesnei kaip 8°C, kaupus būtina atidengti tik prieš pat kraunant bulves į transporto priemonės arba, nuėmus bulvių sampilą dengiantį šiaudų sluoksnį, kaupą vėl uždengti plėvele ir tik kraunant ją nuimti.

5. Pervežant bulves sandariai dengtose 25–35 t talpos automobilinėse puspriekabėse, kai aplinkos oro temperatūra apie 2°C, transportavimo trukmė 1–1,5 val., stebimi bulvėse vykstantys temperatūros gradientų išsilyginimo procesai, o vidutinė gumbų temperatūra išlieka artima pradinėi.

Gauta
2002 05 02

Literatūra

1. Bejan A. Convection heat transfer. New York. P. 623.
2. Bulvių laikymas sandėliuose bei kaupuose. Vilnius: Žemės ūkio ministerija, 1991. 52 p.
3. Cigr Handbook of Agricultural Engineering. Vol. IV. Agroprocessing Engineering Published by the American Society of Agricultural Engineers. New York, 1999. P. 527.
4. Loewer O. J., Bridges T. C., Bucklin R. A. On farm Drying and Storage Systems. New York, 1994. P. 559.
5. Makaravičiūtė A. Trešimo ir laikymo temperatūros įtaka bulvių traškučių kokybei // Maisto chemija ir technologija. 2002. T. 36. P. 41–47.
6. Nield D. A., Bejan A. Convection in Poraus Media. New York, 2001. P. 546.
7. Novošinskas H., Raila A., Steponaitis V. Augininkystės produktų laikymo technologijos, sandėliai ir įrengimai. Metodiniai patarimai konsultantams, ūkininkams ir studentams. LŽŪU, 1999. 60 p.
8. Novošinskas H., Raila A., Zvicevičius E. Modeling of potato's storage process. // Žemės ūkio inžinerija: Mokslo darbai / LŽŪI; LŽŪU. 2000. T. 32(3). P. 79–88.
9. Ražukas A., Jundulas J., Čeponienė S. Bulvių veislės įtaka gumbų kokybiniams rodikliams // Maisto chemija ir technologija. 2002. T. 36. P. 57–66.
10. Жадан В. З. Влагообмен в плодовоохранительных. Москва: Агропромиздат, 1985. 197 с.
11. Жадан В. З. Теплофизические основы хранения сочного растительного сырья на пищевых предприятиях. Москва: Пищевая промышленность. 1976. 238 с.
12. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий по хранению и плодово-овощной продукции. Москва: Министерство плодово-овощного хозяйства СССР, 1985. 141 с.

Algirdas Raila, Henrikas Novošinskas,
Egidijus Zvicevičius

**ANALYSIS OF THERMAL PROCESSES IN POTATO
PILE DURING THE PERIOD OF TEMPORARY
STORAGE**

S u m m a r y

As potato processing is developing in the country, the growing of potato concentrates in specialized farms. Application of progressive growing technologies results in rich and stable potato yields. To produce highest quality products all year round, new requirements are made to all potato growing–harvesting–storage technologies. The article analyses the potato harvesting conditions, thermal processes in the potato layer during storage in temporary heaps and during transportation to storehouses for long-term storage that are of significant importance for the quality of processed potato. The investigations have shown that in a properly formed potato layer of temporary heap, the microclimate necessary for healing mechanical injuries and for the final formation of the peel is quickly developed.

Key words: potato, yield, quality, storage, thermal processes, condensate, transportation

Альгирдас Райла, Генрикас Новошинкас,
Эгидиус Звицявичюс

**ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ
ПРИ ВРЕМЕННОМ ХРАНЕНИИ КАРТОФЕЛЯ
В БУРТАХ**

Р е з ю м е

В настоящее время выращивание картофеля концентрируется в специализированных хозяйствах, где применяются передовые технологии, позволяющие получать высокий урожай данной сельскохозяйственной культуры.

Однако с увеличением количества и повышением качества готового продукта перед производителями встают новые задачи по выращиванию, уборке и технологии хранения картофеля.

В статье дается анализ тепловых процессов, происходящих при временном – в ходе уборки – хранении картофеля в буртах и при последующей транспортировке продукта с поля до хранилища.

Установлено, что в правильно сформированных буртах быстро устанавливается оптимальный микроклимат, помогающий заживить повреждения картофеля, причиненные во время уборки, создать прочную кожуру, защищающую картофель от проникновения микроорганизмов и от потери влаги.

Ключевые слова: картофель, урожай, качество, хранение, тепловые процессы, конденсат, транспортировка