



EUROPOS ŽEMĖS ŪKIO FONDAS KAIMO PLĖTRAI:  
EUROPA INVESTUOJA Į KAIMO VIETOVES  
PROJEKTĄ REMIA LIETUVOS RESPUBLIKA



Žemės ūkio rūmai - Jūsų sėkmės raktas!

„TIESIOGINĖS SĖJOS TECHNOLOGIJOS PRITAIKYMAS  
DIRBAMOSE ŽEMĖSE IR GANYKLOSE, SIEKIANT EKOSISTEMŲ  
BIOĮVAIROVĖS IŠSAUGOJIMO“

## REKOMENDACIJOS

„Tiesioginės sėjos technologijos pritaikymas dirbamosiose žemėse ir ganyklose, siekiant ekosistemų bioįvairovės išsaugojimo" NR. 14PA-KK-19-1-08716-PR001 vykdomo pagal Lietuvos kaimo plėtros 2014 – 2020 metų programos priemonės „Žinių perdavimas ir informavimo veikla“ veiklos sritį „Parama parodomiesiems projektams ir informavimo veiklai“



[www.zur.lt](http://www.zur.lt)

[www.facebook.com/zemesukioumai](https://www.facebook.com/zemesukioumai)

## Turinys

Pratarmė	3
Įžanga	4
Įgyvendinto projekto esmė	5
Parodomąjo bandymo aktualumas	7
Gamybinių parodomųjų bandymų įrengimas augalininkystės ir gyvulininkystės ūkiuose	12
Bandymų rezultatų apibendrinimas	32
Energetinis, aplinkosauginis ir ekonominis technologijų vertinimas	51
Išvados	56
Rekomendacijos	57
Užsienio ūkininkų patirtis naudojant tiesioginės sėjos technologijas	58
Literatūros sąrašas	59

## Pratarmė

Šis leidinys skirtas skaitytojams, žemdirbiams ir ūkio subjektams, ieškantiems inovatyvių ir novatoriškų sprendimų, leidžiančių užtikrinti optimaliausias žemės dirbimo technologijas, mažinant sąnaudas, didinant augalų produktyvumą ir derliaus priedą.

Leidinyje parengtas ir išleistas įgyvendinus Lietuvos Respublikos žemės ūkio rūmų projektą "Tiesioginės sėjos technologijos pritaikymas dirbamose žemėse ir ganyklose, siekiant ekosistemų bioįvairovės išsaugojimo" Nr. 14PA-KK-19-1-08716-PR001, vykdomo pagal Lietuvos kaimo plėtros 2014 – 2020 metų programos priemonės „Žinių perdavimas ir informavimo veikla“ veiklos sritį „Parama parodomiesiems projektams ir informavimo veiklai“.

Leidinyje pristatomi projekto įgyvendinimo laikotarpiu įrengtų ir atliktų gamybinių parodomųjų bandymų 10-tyje skirtingo intensyvumo augalininkystės ir gyvulininkystės ūkių rezultatai: palankiose ir mažiau palankiose ūkininkauti Lietuvos regionuose. Bandymai buvo atliekami su pupinių (sėjamųjų žirnių ir pupų), kukurūzų bei žolinių augalų kultūromis, auginamomis Lietuvoje.

Ūkiuose įdiegti inovatyvios tiesioginės sėjos technologijų sistemas ūkininkai ar žemės ūkio veikla užsiimančios organizacijos galėtų racionaliai optimizuojanti laiko bei energetinių išteklių sąnaudas, taip prisidedant prie aplinkos tausojimo bei bioįvairovės didinimo. Planuojama, kad bandymo metu gauti rezultatai įrodys, kad įmanoma sumažinus gamybos kaštus atliekant tiesioginę sėją bei padidinti ūkių konkurencingumą rinkoje nesumažinant pagrindinių kultūrų derlingumo.

Nuoširdžiai dėkojame projekte dalyvavusiems ūkininkams, žemės ūkio bendrovių ir kooperatyvų vadovams geranoriškai ir aktyviai bendradarbiavusiems įrengiant parodomuosius bandymus ir demonstruojant bandymų rezultatus visiems besidomintiems. Taip pat dėkojame pasidalinimo patirtimi grupių nariams susitikimų metu atvirai diskutavusiems ir išsakiusiems savo mintis bei pastebėjimus atliekant parodomuosius bandymus ir analizuojant gautus rezultatus.

## Ižanga

Žemės dirbimas yra vienas svarbiausių agrotechnologinių procesų, turinčių didžiausią įtaką kultūrinių augalų sėjai, sudygimui, augimui, derliui ir jo kokybei. Tuo pačiu žemės dirbimas yra ir vienas iš brangiausių ir energijai imliausių kultūrinių augalų auginimo agrotechnologinių procesų. Įprastinio žemės dirbimo technologijos, kuriose naudojamos verstuvinės ir intensyviai dirvą purenantys žemės dirbimo agregatai, greta teigiamo poveikio augalų sėklų guoliavietės paruošimui, yra pakankamai žalingos aplinkai, dirvos savybėms, biologinei įvairovei, vandens telkinių taršai ir t.t. Arimas yra vienas sunkiausių ir brangiausių žemės dirbimo būdų. Siekiant mažinti gamybos kaštus pradėti tirti mažiau išlaidų reikalaujantys žemės dirbimo būdai. Vienas iš jų yra neariminis žemės dirbimas. Neariminis žemės dirbimas – tai dirbamo žemės sluoksnio įdirbimas, kai dirva purenama, bet ne ariama. Tokį dirvos dirbimą rekomenduojama naudoti prieš jautrių suslėgimui augalų auginimą (cukriniai runkeliai, aliejiniai augalai, žirniai), arba atsiradus poreikiui į dirvą įmaišyti didelį kiekį organinių atliekų. Tiesioginė sėja į neįdirbtą dirvą, lyginant su įprastiniu arimu, reikalauja mažiau laiko. Supaprastintas žemės dirbimas yra naudingas, nes:

- sumažinamos darbo bei energijos sąnaudos. To pasekoje sumažėja gautos produkcijos savikaina;
- padidinamas dirvožemio biologinis efektyvumas (į paviršiaus sluoksnius įterpiant augalų liekanas, mėšlą, šiaudus) – biologizuojama žemdirbystė;
- sumažinama dirvos erozija, maisto medžiagų išplovimas, struktūros nykimas, humuso oksidacija ir drėgmės nuostoliai. Lietuvoje ir užsienio šalyse atliktais tyrimais nustatyta kad, dirvožemio fizikinės savybės iš esmės nepakinta taikant supaprastintas (nearimines) žemės dirbimo sistemas ar žemės visai neįdirbant (ražieninė sėja), gaunamas beveik toks pat augalų derlingumas, kaip ir taikant tradicinį žemės dirbimą.

Plėtojant inovacijų diegimo žemės ūkyje galimybes ir skatinant ūkininkus įgyvendinti novatoriškus sprendimus, buvo įrengti parodomieji bandymai ūkiuose, siekiant pademonstruoti inovatyvių žemės dirbimo ir tiesioginės sėjos technologinius privalumus ir optimizuoti ūkio sąnaudas. Bandymai buvo įrengti įvairiuose Lietuvos regionuose, skirtingo intensyvumo augalininkystės ir gyvulininkystės ūkiuose. Bandymai buvo atliekami su Lietuvoje plačiai auginamomis kultūromis – žirniais, pupomis, kukurūzais ir pašarinių žolių mišiniais, siekiant parodyti, kad galima taikyti supaprastinto ar tiesioginės sėjos technologijas daugumoje auginamų kultūrų.

## Igyvendinto projekto esmė

**Projekto tikslas** - sujungus mokslo ir žemės ūkio veiklos subjektų žinias, galimybes bei patirtį, diegiant inovatyvias žemės dirbimo ir tiesioginės sėjos technologijas, padedančias augalininkystės ir gyvulininkystės ūkiuose optimizuoti gaminamos produkcijos savikainą bei prisidedančias prie tvaraus ūkininkavimo besikeičiančio klimato sąlygomis. Projekto įgyvendinimo metu siekiama įvertinti panaudotos tiesioginės sėjos technologijas sumažinti cheminių medžiagų ir trąšų kiekius bei padidinančius kultūrinių augalų atsparumą nepalankioms augimo sąlygoms. Šiandieninis žemės ūkis be saiko alindamas dirbamos žemės resursus susiduria su daugybe iššūkių bioįvairovės išsaugojimo ir klimato kaitos srityje. Didėjantis gyventojų skaičius ir sparčiai augantis kokybiško maisto poreikis pasiekė pavojingus mastus. Šie nesuvaldomi populiacijos veiksniai gerokai viršija aplinkos numatytąsias galimybes, o sukeliama padariniai dažnai būna visiškai netikėti ir kelia grėsmę pačiai žmogaus egzistencijai.

Žemės ūkio sektorius siekdamas kiek įmanoma sušvelninti neigiamą poveikį aplinkai bei atitikti vis griežtėjančius aplinkosauginius reikalavimus nuolat ieško būdų kaip sumažinti nuolat brangstančių energetinių išteklių kaštus. Tradicinė žemės dirbimo sistema, paremta rudeniniu giliu dirvų arimu verstuviniiais plūgais, iki šiol yra vyraujanti tiek Lietuvoje, tiek ir kitose pasaulio šalyse. Pastaruoju metu mūsų šalyje pastebimas didėjantis susidomėjimas supaprastintu žemės dirbimu. Nemažai šalies ūkio subjektų jau dirba žemę supaprastintai. Todėl tyrimai, analizuojantys alternatyvias įprastiniam žemės dirbimui sistemas, yra aktualūs.

Ūkiuose labai svarbu pasėlio vystymosi vientisumas, kad panaudotų augalų apsaugos priemonių įsisavinimas būtų optimaliausias. Dirvožemio drėgmės tausojimas, užtikrina tolygų sudygimą dirvoje bei greitą augalų vystymąsi. Tausojančios žemės dirbimo technologijos, kuriose neatliekamas gilus arimas plūgu, leidžia, išsaugoti dirvos pagrindines fizikines-mechanines savybes ir pasiekti optimalių derliaus rezultatų, sumažinti darbo laiko ir degalų sąnaudas bei atpiginti žemės ūkio produkcijos gamybą. Tuo pačiu tausojančios žemės dirbimo technologijos mažina neigiamą poveikį aplinkai, mažindamos šiltnamio efektą sukeliančių CO<sub>2</sub> dujų emisijas iš dirvos į aplinką.

Mažinant žemės dirbimo intensyvumą, mažinamas technologinių operacijų ir važinėjimų po dirvą skaičius, taupomas žemdirbių darbo laikas ir nuolat brangstantys energijos ištekliai. Taip pat mažinama neigiama įtaka dirvožemio degradacijai, tausojama aplinka. Tradicinis žemės

dirbimas, kai giliai ariama plūgu ir dirva sėjai ruošiama pasyviųjų arba aktyviųjų darbinių dalių kultivatoriais, lėkštiniais padargais arba kombinuotais agregatais, pasaulyje tampa vis mažiau populiarus.

Bandymo metu siekiama optimizuoti dirvožemių ekosistemų apsaugą, panaudojant inovatyvias tiesioginės sėjos technologijas intensyvios gamybos bei gyvulininkystės ūkiuose. Manoma, kad įvertinus tiesioginės sėjos privalumus ir palyginus su tradicinėmis ūkiuose taikomomis technologijomis, ūkiuose bus galima nustatyti laiko bei darbų sąnaudų ekonominius skirtumus, taip prisidedant prie draugiškų aplinkai sprendimų.

#### **Parodomųjų bandymų uždaviniai:**

1. Atlikti gamybinius parodomuosius bandymus skirtingo intensyvumo augalininkystės ir gyvulininkystės ūkiuose: įvairiuose Lietuvos regionuose pagal patvirtintą metodiką ir matavimo metodus;
2. Atlikti gamybinių parodomųjų bandymų su pagrindinėmis pupinių augalų, kukurūzų bei žolinių augalų kultūromis auginamomis Lietuvoje;
3. Vykdyti įrengtų pupinių augalų, kukurūzų ir žolinių augalų parodomųjų bandymų technologinės priežiūros tyrimus siekiant nustatyti tiesioginės sėjos ir supaprastinto žemės dirbimo bei tradicinio žemės dirbimo privalumus ar trūkumus;
4. Apibendrinti bandymų rezultatus remiantis: morfologiniais, biometriniais bei derliaus kokybiniais ir kiekybiniais tyrimais.

## 1. PARODOMOJO BANDYMO AKTUALUMAS

Plėtodami inovacijų diegimo žemės ūkyje galimybes ir skatindami žemdirbius įgyvendinti novatoriškus sprendimus įrengti parodomieji bandymai ūkiuose, siekiant pademonstruoti inovatyvią tiesioginę sėją į ražienas, optimizuojant ūkio sąnaudas. Bandymai buvo įrengti skirtingo intensyvumo augalininkystės bei gyvulininkystės ūkiuose įvairiuose Lietuvos regionuose. Bandymai atlikti su Lietuvoje auginamomis kultūromis – žirniais, pupomis, kukurūzais bei žolių mišinių sėklomis, siekiant įrodyti, kad taikant tiesioginės sėjos technologijas galima sutaupyti nuolat brangstančius energetinius išteklius optimizuojant važinėjimų po dirvą skaičių, taip tausojant aplinką, bei prisidedant prie bioįvairovės didinimo ir klimato kaitos reguliavimo.

Žemės ūkio sektorius siekdamas kiek įmanoma sušvelninti neigiamą poveikį aplinkai bei atitikti vis griežtėjančius aplinkosauginius reikalavimus nuolat ieško būdų kaip sumažinti nuolat brangstančių energetinių išteklių kaštus. Tradicinė žemės dirbimo sistema, paremta rudeniniu giliu dirvų arimu verstuviniaisiais plūgais, iki šiol yra vyraujanti Lietuvoje ir kitose šalyse. Pastaruoju metu mūsų šalyje pastebimas didėjantis susidomėjimas supaprastintu žemės dirbimu. Nemažai šalies ūkio subjektų jau dirba žemę supaprastintai. Todėl tyrimai, analizuojantys alternatyvias įprastiniam žemės dirbimui sistemas, yra aktualūs.

Mažinant žemės dirbimo intensyvumą, mažinamas technologinių operacijų ir važinėjimų po dirvą skaičius, taupomas žemdirbių darbo laikas ir nuolat brangstantys energijos ištekliai. Neariamų dirvų plotai kasmet padidėja vidutiniškai 6 mln. ha. Prieš du ar tris dešimtmečius, neariamųjų technologijų iniciatorės buvo JAV, Lotynų Amerikos šalys, Australija. Pastaruoju metu vis dažniau dirvą, aplinką ir energiją tausojančias technologijas taiko Europos ir Azijos šalių ūkininkai. Ne išimtis ir Rytų Europos valstybės, tarp jų ir Lietuva. Nors tikslios statistikos ir nėra, tačiau važiuojant per Lietuvą, diskutuojant su žemdirbiais, ypač turinčiais didesnius ūkius, galima daryti išvadą, kad neariamosios žemės dirbimo technologijos vis populiarėja.

Vieni žemdirbiai taiko neariamąsias gilias, kiti - seklaus, tretieji - kombinuotas žemės dirbimo technologijas, ketvirtieji - sėją tiesiai į ražieną. Neariamųjų žemės dirbimo technologijų tendencijas labai gerai atspindi pasaulinės žemės ūkio technikos parodos.

Pagrindiniai ištisinio tradicinio gilias bei seklaus žemės dirbimo, kai įdirbamas visas dirvos plotas, privalumai yra šie:

- mechaninėmis priemonėmis sunaikinamos piktžolės, kai kurie augalų ligų ir kenkėjų pradai;
- į dirvą įterpiama velėna, ražiena, kitos augalų liekanos;
- keičiami dirvos drėgmės, oro, šilumos ir mikrobiologiniai procesai;
- išlyginamas dirvos paviršius arba suformuojamas jo mikroreljefas;
- paruošiama dirva sėjai;
- atstatomos nesukultūrintų žemių savybės ir kita.

Tačiau vertinant poveikiu dirvai ir aplinkai bei energiniais ir ekonominiais aspektais, ištisinis, ypač tradicinis, žemės dirbimas yra imlus energijai, brangus, gana žalingas dirvai ir aplinkai. Ilgalaikiais tyrimais nustatyta, kad nuolatinis gilus arimas neigiamai veikia humusą, nes giliai vartant dirvos sluoksnius pagerėja aeracija, dėl to humusas intensyviau skaidosi, mažėja jo kiekis. Suarto lauko paviršiuje lieka mažiau kaip 5 proc. augalų biomasės liekanų. Iš dirvožemio sparčiau garuoja drėgmė, sumažėja sliekų populiacija. Dėl intensyvaus žemės dirbimo, veikiant vandens ar vėjo erozijai, mažėja dirvožemio našumas. Taip pat slegiamas gilesnis dirvožemio sluoksnis, dėl to mažėja vandens infiltracija, šaknims sunkiau įsiskverbti gilyn, sumažėja organinių medžiagų dalis dirvožemyje, o dėl organinių medžiagų oksidacijos padidėja šiltnamio efektą sukeliančių CO<sub>2</sub> dujų emisija į aplinką.

Visiška priešingybė tradicinei ištisinio žemės dirbimo sistemai yra neariamasis minimalus žemės dirbimas ir tiesioginė sėja. Taikant supaprastintą žemės dirbimą, labiau atsiperka realizuota produkcija, daroma mažesnė žala dirvožemiui ir aplinkai. Įvairių šalių mokslininkų tyrimai rodo, kad nuolat ariant įprastiniu gyliu neigiamai veikiamos daugelis dirvožemio savybių, taip pat skatinamas susidaryti sutankėjęs dirvožemio sluoksnis armens ir poarmenio sandūroje.

Beariminio žemės dirbimo privalumai:

- Mažesnės laiko ir energijos sąnaudos žemės dirbimui;
- Mažesnės kuro sąnaudos;
- Mažiau važinėjama ir suspaudžiama dirva;
- Mažiau reikia padargų žemės dirbimui;
- Mažesnis erozijos pavojus;



- Geriau naudojami vandens ir maisto medžiagų ištekliai, mažiau jų išplaunama;
- Nereikia laiko dirvoms susigulėti po žemės dirbimo, todėl daugėja žiemkenčiams tinkamų priešsėlių;
- Daugėja sliėkų;
- Stabilesnis augalų derlingumas.

Taigi arimas ne visada geriausia agrotechninė priemonė, todėl plinta vis modernesni, reguliuojamais parametrais ir vienodai gerai visu darbiniu gyliu ir pločiu žemę įdirbantys padargai. Padargai, galintys pakeisti verstuvinį arimą, yra skutikliai, gerai pakertantys daugiamečių piktžolių šaknis ir kartu purenantys bei maišantys tik viršutinį armens sluoksnį. Kartu su už noragėlių sumontuotais sferiniais diskais jie sumaišo šį sluoksnį su šiaudais bei kitomis liekanomis. Dažniausiai modernių ražieninių ir velėninių dirvų įdirbimo padargų gale prikabinti ardeliniai, spiraliniai ar net sunkieji volai. Jie reikalingi dirvai lyginti ir suslėgti, leidžia tausoti drėgmės išteklius, dirvoje greičiau pradedami ardyti sekliai įterpti šiaudai ir ražienų liekanos. Dirbant tokiu padargu kuro sąnaudos yra net 45 % mažesnės, lyginant su arimu plūgu 25 cm gyliu. Moksliniais tyrimais nustatyta, jog gilusis arimas ekonomiškai neefektyvus ir intensyviame ūkyje nebūtinai. Gilųjį arimą pakeitus sekliuoju, laiko sąnaudos sumažėja maždaug puse valandos, arba 31,5 – 39,5 %, o išlaidos – 12,3 – 25,0 %. Ekonominiu atžvilgiu efektyviausia sėti moderniomis sėjamosiomis į neįdirbtą dirvą. Laiko sąnaudos žemės dirbimui sumažėja 7 kartus, o išlaidos – 1,5 karto. Taigi neariminis žemės dirbimas daug našesnis, leidžia sumažinti žemės dirbimo kaštus ir padidinti ūkių rentabilumą bei konkurencingumą, kartu daroma mažesnė žala aplinkai ir dirvožemiui.

Lietuvoje ir kitose pasaulio šalyse atliktų supaprastinto žemės dirbimo tyrimų rezultatai dažnai gerokai skiriasi, o kartais netgi vieni kitiems prieštarauja. Tai dažniausiai atsitinka dėl to, kad tyrimai vykdomi skirtingais metodais, nevienodomis klimatinėmis sąlygomis ir įvairiuose dirvožemiuose. Žemės dirbimo sistemos poveikis priklauso ir nuo dirvos sukultūrinimo laipsnio, naudojamų cheminių augalų apsaugos priemonių, tręšimo intensyvumo ir auginamų žemės ūkio augalų biologinių savybių. Supaprastinant žemės dirbimą ir sėjant į neįdirbtą dirvą, keičiasi dirvožemio savybės. Dauguma dirvožemio savybių tampriai siejasi. Kintant vienai savybei, keičiasi ir kitos.

Tiesioginės sėjos ar supaprastinto žemės dirbimo technologijos turi daug pranašumų, nes tausoja dirvą ir aplinką, taupo darbo laiką ir energijos išteklius. Šios žemės dirbimo technologijos

naudojamos dėl įvairių priežasčių. Pagrindinės iš jų - mažesnė įtaka dirvos erozijai, mažesnės degalų ir darbo laiko sąnaudos, galima sparčiau paruošti dirvą ir pasėti, reikia mažiau traktorių ir kitų žemės ūkio mašinų. Be privalumų tiesioginė sėja turi ir nemažai trūkumų. Vienas iš pagrindinių šios technologijos trūkumų yra ta, kad neįdirbant dirvos prieš sėją, augalų biomasės derliaus liekanos lieka dirvos paviršiuje ir trukdo tiesioginės sėjos noragėliams įsmigti reikiamu gyliu, kad tinkamai įterptų augalų sėklas. Kadangi nėra nė vienos technologijos, kuri neturėtų trūkumų, ieškoma naujų žemės dirbimo būdų, modeliuojamos įvairios skirtingo intensyvumo žemdirbystės technologijos. Siekiama rasti optimalių variantų, kurie išsaugotų bei sujungtų ištisinio žemės dirbimo ir tiesioginės sėjos privalumus. Ieškoti racionalesnių žemės dirbimo būdų verčia ir ekonominės sąlygos, nes tradiciniam žemės dirbimui, t. y. giliai arimui, reikia didelių degalų sąnaudų, kurios ne visuomet sugrįžta realizavus produkciją. Panaudojant tiesioginės sėjos technologijų teigiamas puses, galima išspręsti nemažai inžinerinių, agronominių, ekonominių ir aplinkosauginių problemų.

Naujos žemės dirbimo technologijos sudaro puikias galimybes tausoti dirvožemį, saugoti aplinką, taupyti darbo laiką ir nuolat brangstančius degalus. Tačiau taip pat reikia prisiminti, kad tai, kas nauja ir neįprasta, ne visur gali būti pritaikyta. Diegiant naujoves, negalima tikėtis geriausių rezultatų jau nuo pat pirmųjų metų. Daugelio šalių mokslininkai teigia, kad perėjimas nuo vienos technologijos prie kitos dažniausiai trunka nuo 3 iki 5 metų. Be to, rekomenduojama naujas žemdirbystės sistemas diegti palaipsniui ir ne visuose laukuose vienu metu. Pirmiausia būtina gerai išsiaiškinti kuo daugiau agronominių, inžinerinių, aplinkosauginių ir ekonominių naujos technologijos aspektų, kurie patvirtintų arba paneigtų galimą sėkmę ar nesėkmę.

Tiesioginės sėjos sėjamosios paskirtis – įterpti sėklą tiesiai į ražienas iškart po derliaus nuėmimo rudenį arba pavasarį į minimaliai įdirbtą dirvožemį. Šis būdas gali turėti daug privalumų, kurių reikšmė gali keistis, priklausomai nuo esamų sąlygų.

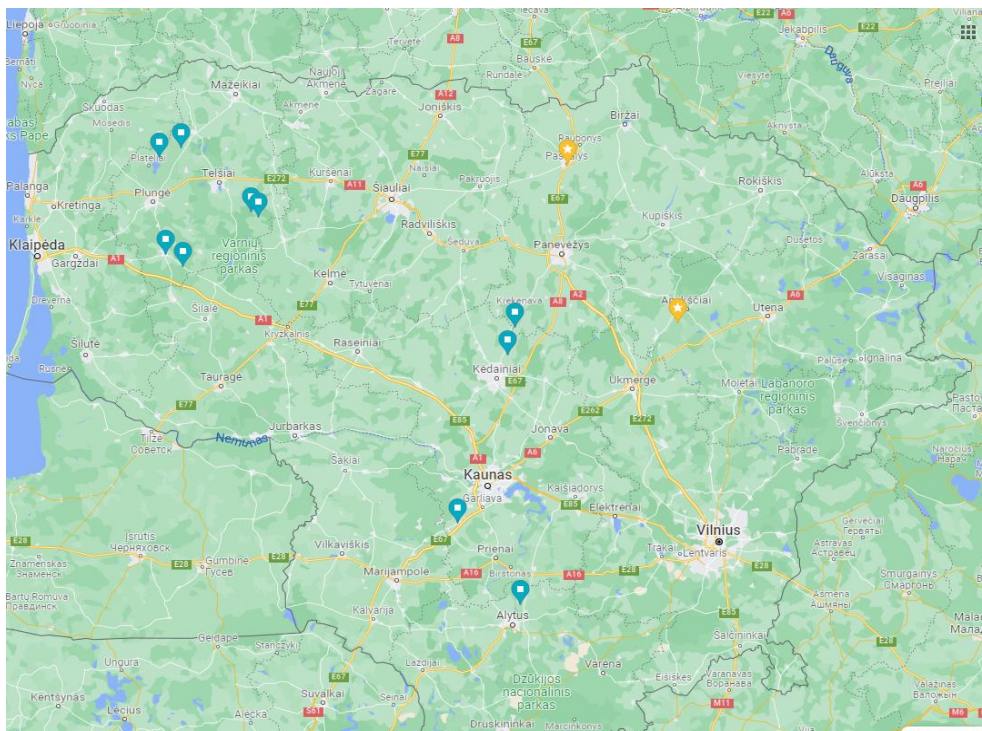
Dideliuose pasaulio sausumos plotuose, nepakankami vandens ištekliai yra derlių ribojantis veiksnys. Tiesioginė sėja sutaupo drėgmę pasėtų augalų dygimui, neišjudindama dirvožemio ir palikdama ankstesnio derliaus atliekas ant dirvos paviršiaus, kaip apsaugą nuo drėgmės išgarinimo. Daugelyje zonų, kur vandens stygius yra ribojantis derliaus veiksnys, įdirbti dirvą būna tiesiog neefektyvu, nei ekonominiiais, nei finansiniais išskaičiavimais.

Moksliniais tyrimais nustatyta, kad neariminio žemės dirbimo sistemose ir sėjant tiesiogiai į ražieną po kviečių sėjos 5 – 10 cm sluoksnyje buvo nustatytas iš esmės

mažesnis drėgmės kiekis. Mažinant žemės dirbimo intensyvumą, drėgmė mažėjo nuo 14,08 iki 13,68 %. Iš esmės dirvožemio drėgmė mažėjo ir 10 – 15 cm sluoksnyje seklaus skutimo ir tiesioginės sėjos laukeliuose. Šiuose laukeliuose, taip pat nustatyta, kad drėgmės kiekis buvo atitinkamai 1,41 ir 1,10 % vnt. mažesnė nei giliai artuose laukeliuose. Kai kurie užsienio tyrėjai teigia, kad sliėkų urveliai gerina dirvožemio fizikines savybes: tankį, vandens infiltraciją į dirvą. Vienas iš pagrindinių žemės dirbimo supaprastinimo ir tiesioginės sėjos į neįdirbtą dirvą galimybes ribojančių veiksnių buvo padidėjęs piktžolėtumas, kadangi atsisakius arimo bei gilaus purenimo, neišvengiamai padidėja piktžolių kiekis. Norint, kad piktžolės neišplistų supaprastinus žemės dirbimą, visus javus būtina sėti optimaliu laiku, taip pat naudoti herbicidus. Norvegijoje gauti tyrimų rezultatai rodo, kad supaprastintas žemės dirbimas, palyginti su giliu arimu, padidino dirvinių usnių, paprastųjų varpučių, bekvapių šunramunių, vienmečių miglių ir dirvinių žliūgių išplitimą. Lietuvos žemdirbystės institute (Dotnuvoje) atlikti tyrimai rodo, kad žieminių kviečių, vasarinių rapsų ir vasarinių miežių derlingumas priklausė nuo pagrindinio ir priešsėjinio žemės dirbimo. Derlingumas iš esmės mažėja taikant tiesioginę sėją. Dvejų tyrimų metų (auginant žieminius kviečius) rezultatai parodė priešingai – pašalinant iš lauko javų šiaudus, žieminių kviečių derlingumas, sėjant juos tiesiai į ražieną, nesumažėjo.

## 2. Gamybinių parodomųjų bandymų įrengimas augalininkystės ir gyvulininkystės ūkiuose

Gamybiniai parodomieji bandymai buvo įrengti skirtingo intensyvumo augalininkystės ir gyvulininkystės ūkiuose: palankiose ir mažiau palankiose ūkininkauti Lietuvos vietovėse (1 pav.).



1 pav. Parodomųjų bandymo laukų išsidėstymas

Reikiamai duomenų imčiai gauti bei bandymų tikslams įgyvendinti atlikta 10 parodomųjų bandymų skirtinguose ūkiuose, atrinktų pagal apimtį ir intensyvumą (1 lentelė):

**I grupė.** Ūkiai, vykdantys veiklą palankiose ūkininkauti vietovėse, ir kurių bandomoji kultūra žolės.

**II grupė.** Ūkiai, kurių bandomoji kultūra žirniai

**III grupė.** Ūkiai, kurių bandomoji kultūra pupos

**IV grupė.** Ūkiai, vykdantys veiklą nepalankiose ūkininkauti vietovėse, ir kurių bandomoji kultūra žolės

**V grupė.** Ūkiai, kurių bandomoji kultūra kukurūzai

1 lentelė. Parodomųjų bandymų ūkiai ir grupės nariai

I grupė. Ūkiai, vykdančys veiklą palankiose ūkininkauti vietovėse, ir kurių bandomoji kultūra žolės.	II grupė. Ūkiai, kurių bandomoji kultūra žirniai	III grupė. Ūkiai, kurių bandomoji kultūra pupos	IV grupė. Ūkiai, vykdančys veiklą nepalankiose ūkininkauti vietovėse, ir kurių bandomoji kultūra žolės	V grupė. Ūkiai, kurių bandomoji kultūra kukurūzai
<u>Vilma Živatkauskienė</u>	<u>Aušra Babenskienė</u>	<u>Ramūnas Jurkus</u>	<u>Tomas Vitkevičius</u>	<u>Rimantas Šerlinskas</u>
<u>Dainius Ramonas</u>	<u>Šarūnas Bernatavičius</u>	<u>Arvydas Mikalauskas</u>	<u>Jonas Kuzminskas</u>	<u>ŽŪKB „Maldutis“</u>
Vaidas Juška	Deimantas Sušinskas	Augustas Jurkus	Antanas Janušas	Albinas Butikis
Jūratė Antanavičienė	Daiva Kmieliuvienė	Artūras Jurkus	Darius Kupstys	Marijus Butikis
Viktorija Švedienė	Vladas Kmielius	Vytautas Jonušas	Blažiejus Šimkus	Aurelijus Šerlinskas
Laima Čepkauskienė	Martynas Sabaitis	Tomas Stancelis	Povilas Sobutas	Vaida Stanytė

Bandymui atlikti su pagrindinėmis pupinių augalų (sėjami žirniai ir pupos), kukurūzų ir žolinių augalų kultūromis auginamomis Lietuvoje. Ūkiai tarpusavyje skiriasi auginamomis kultūromis, dydžiu bei veiklos intensyvumu.

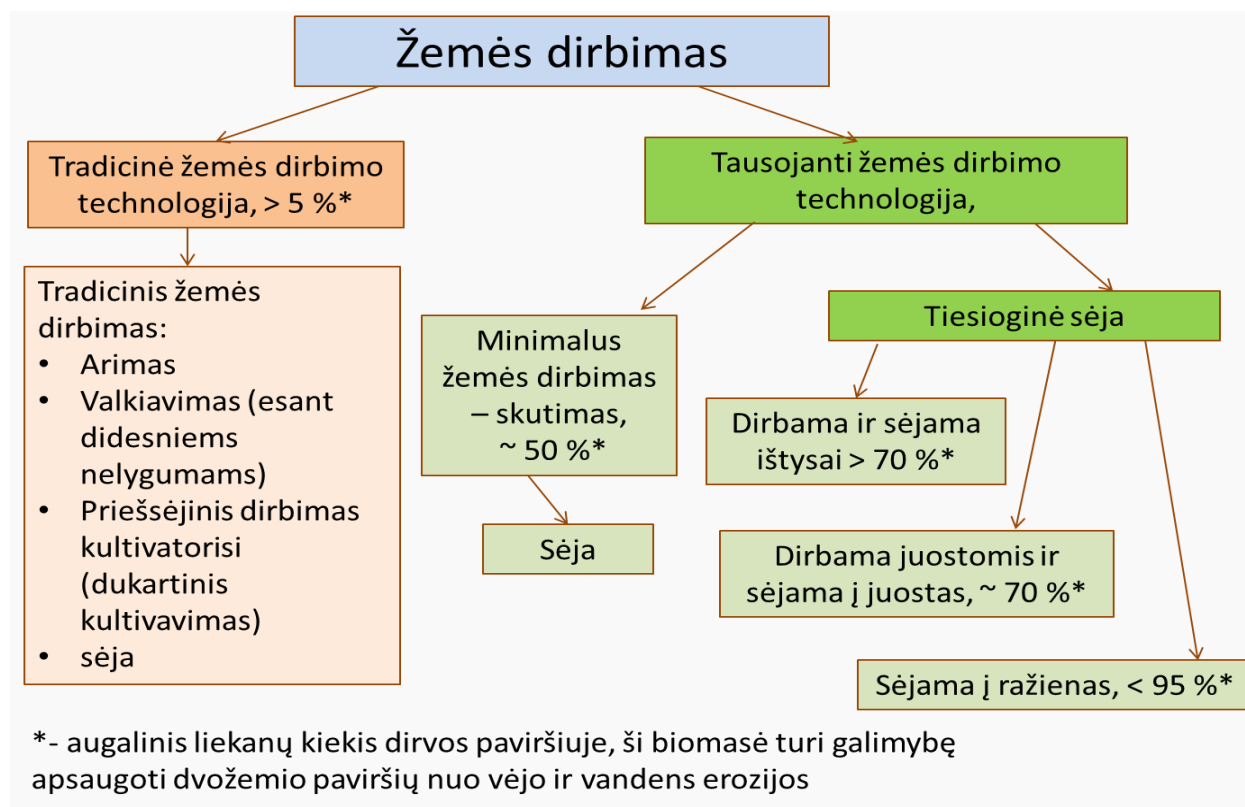
## 2.1. Inovatyvios sėjos technologijos koncepcija

Brangstantys energijos ištekliai, klimato kaita, derlingo dirvos sluoksnio praradimai, drėgmės išsaugojimas, darbo laiko taupymas ir kiti veiksniai yra vieni svarbiausių motyvų, verčiančių tobulinti žemdirbystės sistemas. Aplinką ir energiją tausojančių žemės dirbimo technologijų plėtra yra vienas iš svarbiausių šiuolaikinės žemdirbystės pažangos siekių. Diegiant tausojančias žemdirbystės technologijas gerinama dirvos struktūra ir fitosanitarinė jos būklė, efektyviai panaudojamos augalų liekanos trąšai ir dirvožemio apsaugai, naudojama tikslaus žemės dirbimo technika, mažinanti jos darbo technologinių procesų neigiamą įtaką aplinkai, mažinamos darbo, energijos ir žemės ūkio produkcijos gamybos sąnaudos. Griežtėjant aplinkosauginiams reikalavimams ir stiprėjant ūkių konkurencingumui ūkininkai nuolat ieško inovatyvių technologijų, kad optimizuotų darbo technologinius procesus.

## 2.2. Inovatyvios sėjos technologijos veikimo principas

Pagrindinė sėklų guoliavietės užduotis – sudaryti sėklai sąlygas greitai ir vienodai sudygti. Tam reikia vandens, oro, šilumos ir ligomis neužkrėstos aplinkos. Optimali sėklų guoliavietė gali duoti tinkamą startą didesniai augalų produktyvumui. Sėklų guoliavietė vykdo inkubatoriaus funkciją dygstančioms sėkloms ir turi sudaryti tinkamas sąlygas, kad pasėliai sudygtų greitai ir vienodai.

Sėjamųjų paskirtis – suformuoti vagutes sėklai, įterpti į dirvą vienodą sėklų kiekį tolygiu gyliu, užžerti įterptas sėklas paviršiniu dirvos sluoksniu bei jas prispausti (Väderstad, 2017). Sėja skirstoma į įprastinę - tradicinę, supaprastintą, kai sėjama į skustas ražienas, tiesioginę (2 pav.), kai sėjama į neįdirbtą augalinėmis liekanomis padengtą dirvą, bei juostinę, kai prieš sėklų įterpimą tuo pačiu važiuoju įdirbama dirva (Frazier, 2015).



2 pav. Žemės dirbimo technologijų sistema.

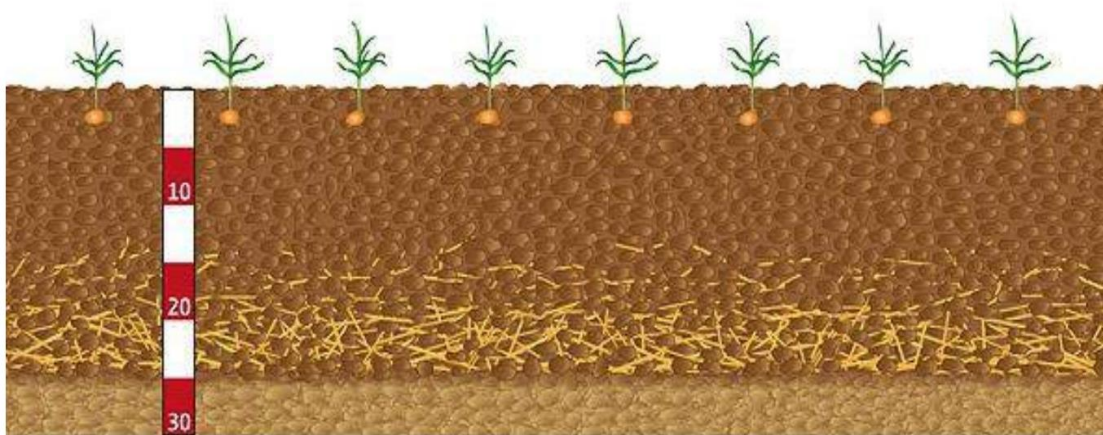
Šiuolaikinė žemės ūkio plėtra yra tiesiogiai susijusi su naujų technologijų diegimu ir naudojimu. Pagal agrotechnikos reikalavimus sėjamoji sėkla turi būti nepažeista ir pasėta tolygiai. Visi sėjamosios aparatai turi išberti vienodą sėklų kiekį, o leistinas išsėjamų sėklų kiekio nukrypimas nuo normos negali būti didesnis nei 3 proc. Sėjamųjų noragėliai turi įterpti sėklas nustatytu gyliu, neturi likti neįterptų sėklų, o laukas turi būti lygus. Sėjos kokybei užtikrinti svarbu žinoti ir suprasti sėjamųjų konstrukcijas, veikimą, panaudojimo galimybes, mokėti pasirinkti mašinas ir sureguliuoti jas įvairių augalų sėjai skirtingomis sąlygomis.

Renkantis sėjamąją pirmiausia būtina atsižvelgti į tai, kokios dirvožemio fizinės savybės ir kokius pasėlių plotus teks apšėti. Svarbiausias sėjos technologinio proceso uždavinys - tolygiai nustatytame gylyje ir pageidaujama atstumais įterpti augalų sėklas. Jeigu nesilaikoma šių reikalavimų ir sėjama neteisingai pasirinkta arba nereguluota sėjamoji, sėkla gali būti išbarstoma žemės paviršiuje arba išsėjama per giliai. Reikia nepamiršti ir to, kad sėjos gylis tiesiogiai priklauso ir nuo dirvos įdirbimo, tai yra nuo sėklų guoliavietės paruošimo. Esant sekliam arba per giliam dirvos įdirbimui, arba esant dirvos paviršiuje neįterptomoms augalų liekanoms, tinkamos sėjos kokybės užtikrinti neįmanoma. Dirvožemio fizinės savybės turi didelę reikšmę pasirenkant sėjamąją. Pavyzdžiui, sunkiuose ir akmenuotuose dirvožemiuose sėja rekomenduojama atlikti sėjamosiomis su diskiniiais noragėliais. Laukų dydis tiesiogiai proporcingas traktoriaus galiai ir sėjamųjų užgriebio pločiui, tačiau renkantis plataus užgriebio sėjamasias, reikia atsižvelgti į lauko reljefą, nes sėjamosios kopijavimo funkcija turi poveikį sėjimo gyliui.

#### *Įprastinė - tradicinė žemės dirbimo technologija.*

Pagrindinio verstuvinio žemės dirbimo metu visas viršutinis dirvos sluoksnis verčiamas į vagos dugną, o apatinis sluoksnis iškeliamas į paviršių. Taip užverčiama velėna, piktžolės ir kitos augalų liekanos, įterpiamos organinės trąšos (3 pav.). Į gilesnius sluoksnius įterpiamos ant dirvos paviršiaus išbyrėjusios piktžolių sėklos, kurios iš gilesnių dirvos sluoksnių nebegali išdygti ir, jeigu nebepatenka į viršutinius sluoksnius, ilgainiui praranda gyvybingumą. Įprastinė – tradicinė sėjos technologija šiomis dienomis yra labiausiai paplitęs sėjos būdas. Taikant šią sėjos technologiją į dirvą, kuri prieš tai buvo arta, kultivuota, voluota arba akėta, įterpiamos sėklos. Lengvose dirvose plūgas palieka paviršių, kurį reikia tik šiek tiek išlyginti, dėl struktūros atstatymo, kad suformuoti gerą sėklų guoliavietę, tačiau molinguose dirvožemiuose plūgas

palieka paviršių, kurį reikia valkiuoti, norint išlyginti susidariusias vagas, bei kultivuoti, kad būtų tinkamai paruoštas sėjimui.



3 pav. Pagrindinio žemės dirbimo schematinis modelis (Šarauskis ir kt. 2015)

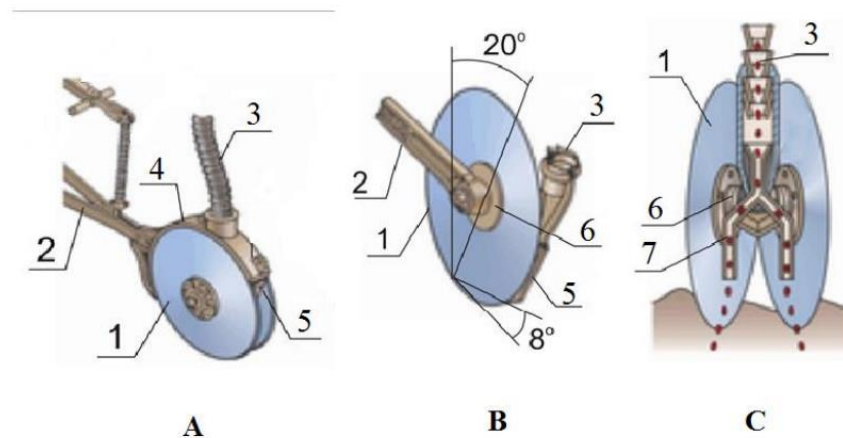
Dažnai pasitaikanti problema ariant – arimo pado susidarymas (suslėgtas sluoksnis žemiau arimo gylio). Todėl, reikėtų kaitaloti arimo gylį. Jei lauke paliekami dideli kiekiai šiaudų, yra pavojus, kad vagos apačioje susidarys šiaudų pasluoksnis (4 pav.). Šią problemą iš dalies galima spręsti atliekant dirvos skutimą po derliaus nuėmimo, taip paskatinant šiaudų mineralizaciją.



4 pav. Esant didesnei augalinių liekanų daliai dirvos paviršiuje, susidaro biomasės pasluoksnis, kurį užvertus prasideda anaerobinė jų mineralizacija.



Mechaninės diskinės, noraginės ar kombinuotos sėjamosios pasižymi paprasta ir nesudėtinga konstrukcija kuriomis sėjama į paruoštą dirvą. Sėjamosios su diskiniiais noragėliais yra labiau skirtos sėjai į kietą dirvą, kadangi diskiniai noragėliai geriau sminga į dirvą ir sėklos į dirvą įterpiamos tolygiau, taip pat naudojant diskines mechanines sėjamasias kur yra daugiau augalinių liekanų ant dirvos paviršiaus, sėklą į dirvą įterpiama tolygiau ir sėjamosios noragėliai mažiau kemšasi nei sėjant su noragine sėjamąją (5 pav.). Taikant įprastinę sėjos technologiją dažniausiai yra pasirenkama mechaninės diskinės sėjamosios.



5 pav. Įprastinės sėjos sėjamųjų diskinių noragėlių tipai: A – dvidiskis vienaeilis noragėlis; B – viendiskis noragėlis; C – dvidiskis dveielis noragėlis; 1 – diskas; 2 – pavadėlis; 3 – sėklavamzdis; 4 – korpusas; 5 – valytuvas; 6 – stebulė; 7 – sėklų skyriklis.

Įprastinės – tradicinės sėjos trūkumai (Sárdi Katalin, 2011):

- gadinama dirvos struktūra;
- naikinama dirvos fauna;
- suardomos vertikalios dirvos poros - kapiliarai;
- organinės trąšos ir augalų liekanos įterpiamos sluoksniais;
- gali susidaryti “armens padas”;
- didelės degalų, darbo laiko sąnaudos;
- didėja dirvos erozija.

Įprastinės – tradicinės sėjos privalumai (Sárdi Katalin, 2011):

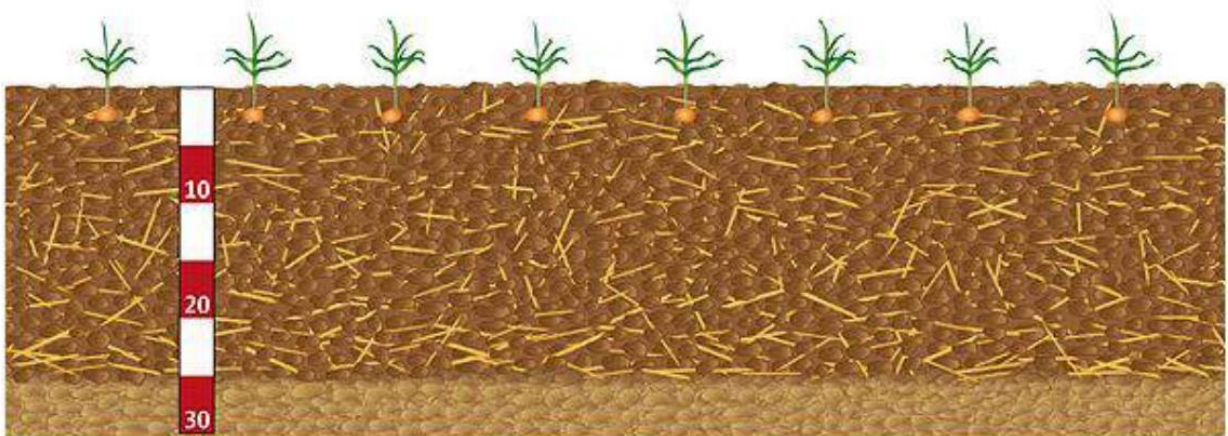
- sėklos įterpiamos mechaninėmis sėjamosiomis;

- šiuo būdu galima sėti visus augalus visose dirvose;
- gera piktžolių kontrolė;
- prieš sėją į dirvą įterpiamos organinės trąšos bei augalinės liekanos, kurios netrukdo sėjai;
- galima vystyti ekologinį ūkį.

Intensyvus verstuvinis žemės dirbimas turi nemažai neigiamų pasekmių dirvai, aplinkai – gadinama natūraliai susiformavusi dirvos trupininė struktūra, pažeidžiami biologiniai procesai dirvoje, didinamas erozijos pavojus, cheminių medžiagų išplovimas į gruntinius vandenis ir t. t. Žemę ariant plūgu susidaro plūgo darbinių dalių sutankintas dirvos sluoksnis (dirvos „padas“), kuris sugadina nusistovėjusią kapiliarinę sistemą. Be to, dažniausiai arimo metu plūgas augalines derliaus liekanas užverčia giliai ir sudaro augalinių derliaus liekanų sluoksnį, kuris taip pat trukdo augalų šaknims įsisavinti mitybos elementus bei jas nuodija.

*Beverstuvinė - supaprastinta žemės dirbimo technologija.*

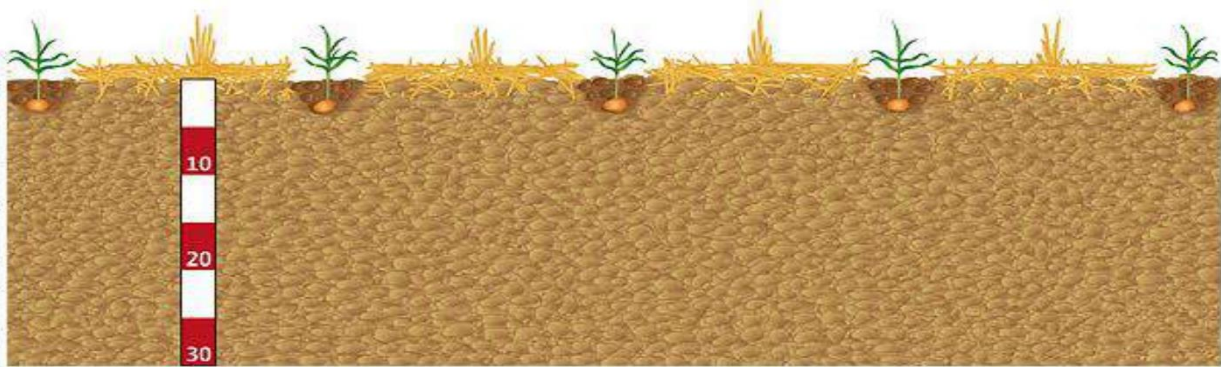
Nuolat brangstant energetiniams ištekliams pradėta taikyti neverstuvinio žemės dirbimo technologijas, kurioms naudojamos įvairios žemės dirbimo mašinos: lėkštinės akėčios, pasyvių darbinių dalių ir aktyvūs rotoriniai kultivatoriai, gilaus purenimo kultivatoriai, giluminiai parentuvai (iki 50 cm), kombinuoti agregatai ir t.t. Kai neatliekamas dirvos sluoksnių apvertimas, tai augalinės liekanos po žemės dirbimo dažniausiai pasiskirsto visame dirbtame sluoksnyje (6 pav.).



6 pav. Supaprastinto žemės dirbimo schematinis modelis (Šarauskis ir kt. 2015)

### *Tiesioginė sėja su specialia sėjama*

Kitas pakankamai ekstremalus neverstuvinio žemės dirbimo būdas yra tiesioginė sėja. Tiesiogine sėja vadinamas tokia žemdirbystės technologija, kai augalų sėklos įterpiamos į visiškai neįdirbtą dirvą, nes po derliaus nuėmimo paliekama ražiena ir kitos augalinės liekanos ant dirvos paviršiaus (7 pav.). Sėjant specialiomis sėjamųjų darbinėmis dalimis suformuojama reikiamo gylio vagutė, įterpiama ir užžeriama sėkla. Tiesioginės sėjos sėjamosios paskirtis – įterpti sėklą tiesiai į ankstesnio derliaus atliekas, minimaliai įdirbant dirvožemį (kultivuojama tik 5–20% dirvos paviršiaus). Šis būdas gali turėti daug privalumų, kurių reikšmė gali keistis, priklausomai nuo esamų sąlygų.



7 pav. Tiesioginės sėjos schematinis modelis (Šarauskis ir kt. 2015)

Dideliuose pasaulio sausumos plotuose, nepakankami vandens ištekliai yra derlių ribojantis veiksnys. Tiesioginė sėja taupo drėgmę augalų dygimui, neišjudindama dirvožemio ir palikdama ankstesnio derliaus atliekas ant dirvos paviršiaus, kaip apsaugą nuo drėgmės išgarinimo. Reikėtų nepamiršti ir ekonominių išskaičiavimų, nes daugelyje pasaulio zonų, kur vandens stygius yra derlių ribojantis veiksnys, įdirbti dirvą tiesiog neperspektyvu finansiškai. Paliekant dirvos paviršių nejudintą po šiaudų danga, ženkliai pagerėja apsauga nuo vėjo ir vandens erozijos. Dirvožemio ir augalų maistinių medžiagų nuostoliai, atsidadantys dėl erozijos padarinių turi ir neigiamą ekonominę bei aplinkosauginę poveikį.

Praleidžiant kitus dirvos įdirbimo darbus, natūraliai sumažinamas darbo laiko poreikis ir išlaidos vienam hektarui. Sumažėjęs darbo laiko poreikis – svarbi aplinkybė dideliuose ūkiuose.

Neįdirbant dirvą augalininkystės sistemoje, kyla tam tikrų problemų:

- augalinės liekanos dirvos paviršiuje gali platinti per šiaudus plintančias ligas;

- neįmanoma ištaisyti netolygaus derliaus atliekų paskleidimo;
- savaime įsisėjančių augalų sėklas reikia naikinti cheminėmis priemonėmis;
- gali daugintis kenkėjai, pvz., šliužai ir javiniai amarai;
- neįmanoma mechaniškai panaikinti ratų provėžų ir dirvožemio suslėgimo.

Svarbiausia priemonė, kovojant su problemomis, kylančiomis tiesioginės sėjos sistemose, – gera sėjomaina. Tačiau kai kurioms problemoms spręsti, kaip šliužų arba savaime įsisėjančių piktžolių sėklų, būtinos cheminės augalų apsaugos priemonės. Iš esmės tiesioginė sėja su dirvą įdirbančia sėjama turi tokį patį poveikį, kaip ir sekus beariminis dirbimas. Tiesioginė sėja su dirvožemį įdirbančia sėjama retai kada naudojama kaip vienintelė priemonė. Ji naudojama ūkiuose, kuriuose ariama arba taikomas beariminis dirbimas, esant palankioms sąlygoms.

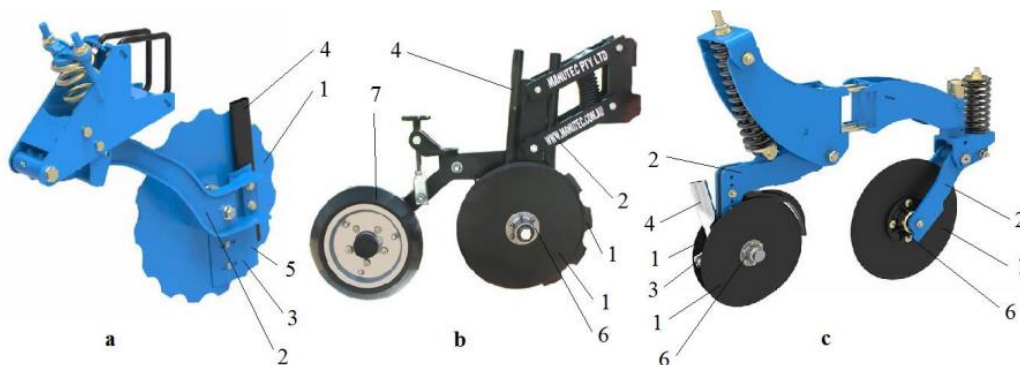
Tiesioginė sėja (8 pav.), tai kai sėkla įterpiama be jokio išankstinio dirvos įdirbimo į prieš tai augintos kultūros ražieną, tai ganėtinai naujas sėjos būdas (Martin, 2016). Tiesiogiai į ražieną daugiausiai sėjama sausringuose augalininkystės regionuose esančios šalys, nors jų naudojimo apimtis nuolatos plinta, kad prisidėti prie žaliojo kurso nusimatytų tikslų įgyvendinimo. Užsienio literatūros duomenimis tiesioginė sėja su dirvą įdirbančia sėjama turi tokį patį poveikį, kaip ir sekus supaprastintas žemės dirbimas (Lopez-Fando et al., 2012; Yuqiong, et al. 2020). Ji naudojama ūkiuose, kuriuose ariama arba taikomas supaprastintas dirbimas, esant palankioms sąlygoms. Tiesioginės sėjos sėjamųjų pagrindinės darbinės dalys (8 pav.) augalinių liekanų prispaudimo rato 1, trąšų įterpimo disko 2, sėklų įterpimo disko 3, sėklų prispaudimo ratuko 4 (Karayel ir et al., 2007).



8 pav. Tiesioginės sėjamosios pagrindinės darbinės: 1) augalinių liekanų prispaudimo ratas, 2) trąšų įterpimo diskas, 3) sėklų įterpimo diskas, 4) sėklų prispaudimo ratukas dalys (Sky-agriculture, 2018).

Sėjamosiose skirtose tiesioginei ir į minimaliai įdirbtą dirvą sėjoms, sėjamųjų noragėliai skirstomi į diskinius, kaltinius, strėlinius, ir sudėtinius (9 pav.).

Sėjamųjų su viendiskiu sėjimo noragėliu, sėjimo noragėlį sudaro sėklų vagutę brėžiantis vienas diskas pakreiptas dažniausiai apie  $8^\circ$  važiavimo kryptį, kuris yra tvirtinamas prie stebulės, kuri sukasi ant ašelės pritvirtintos prie noragėlio pavadėlio.



9 pav. Tiesioginės sėjamosios noragėlių pavyzdžiai.

Sėjamosiose su dvidiskiais noragėliais, sėjimo noragėlis yra sudarytas iš dviejų tarpusavyje pastatytų  $10^\circ$  kampu diskų, kurie pjauna dirvos paviršius ir formuoja vagutę ir iš diskų stebulių, ašių ir jų tvirtinimo pavadėlio. Sėjamosiose su dvidiskiais dvieiliais noragėliais, sėjimo noragėlį sudaro tvirtinimo pavadėlis, ašelės, stebulės ir du diskai tarpusavyje pastatyti dažniausiai apie  $18^\circ$  kampu, kurie formuoja sėkloms atskiras vagutes.

#### *Tiesioginės sėjos technologijos taikymo tendencijos pasaulyje.*

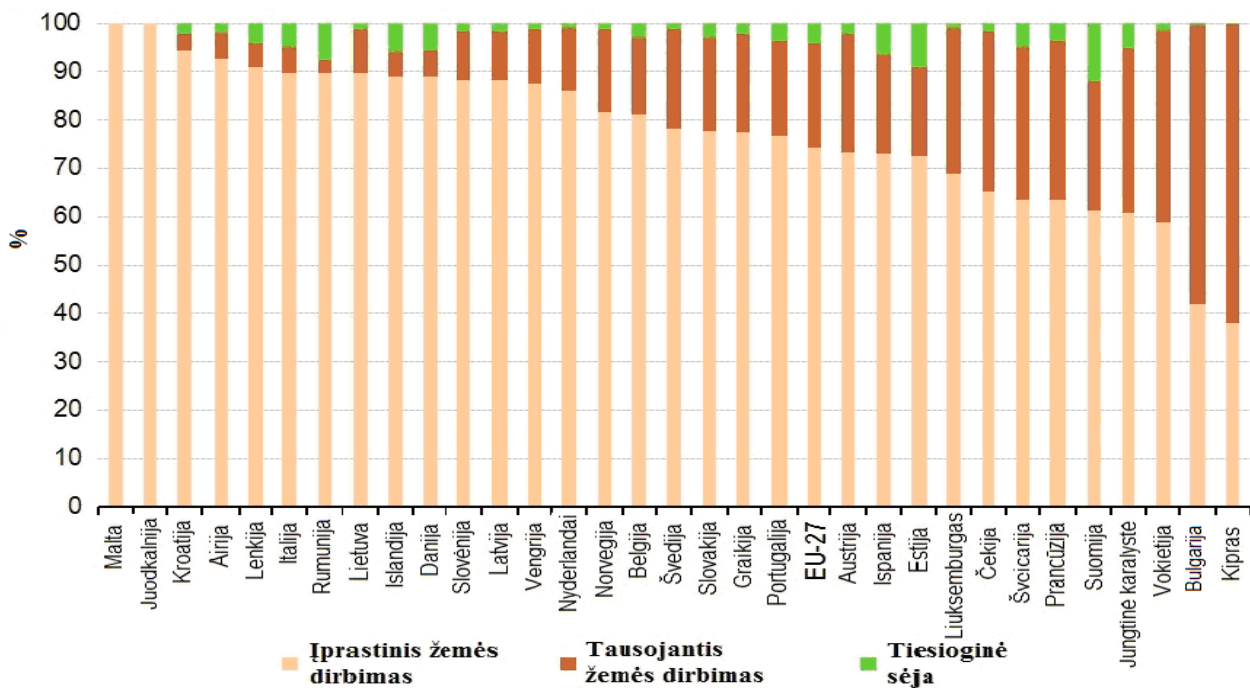
Įvairių Europos šalių mokslininkai nurodo nemažai tiesioginės sėjos pranašumų lyginant su tradiciniu žemės dirbimu (Linke, 1998; Bakasėnas, 2006; Šarauskis, 2009): nesusidaro dirvos „padas“; geresnė dirvos struktūra, didesnis biologinis bioaktyvumas; mažesnis dirvos paviršiaus suvažinėjimas ir suslėgimas; taikant nearimines žemės dirbimo technologijas ženkliai mažėja dirvos erozija, kurios daroma žala labai įvairi: derlingojo dirvožemio sluoksnio išplovimas, švaresni vandens telkiniai, mažesnis griovių vagų užnešimas ir vandens telkinių dumblių dumblėjimas. Derlingesnė dirva, švaresni vandens telkiniai; didesnis dirvos tankis ir dirvos grumstelių (agregatų) stabilumas. Dirva geriau atlaiko didesnes apkrovas; daugėja organinių medžiagų

dirvos viršutiniame sluoksnyje; geresnė vandens filtracija. Gerėja kritulių vandens sugėrimas (infiltracija); dirva gali sukaupti daugiau drėgmės. Mažesnis stresas augalams esant sausoms klimato sąlygoms; mažesni fosforo ir azotinių medžiagų išplovimo nuostoliai. Efektyvesnis mitybos elementų panaudojimas, švaresni vandens telkiniai; mažinant žemės dirbimo intensyvumą, t. y. dirvos sluoksnių vartymą, maišymą, mažinama ir iš dirvos išsiskiriančių CO<sub>2</sub> dujų emisija. Dėl mažesnio žemės dirbimo technologinių operacijų skaičiaus ir mašinųvažinėjimo po dirvą, ženkliai sumažėja CO<sub>2</sub> dujų išmetimas iš traktorių, todėl tampa švaresnis oras; daugiau slielių bei didesnė jų masė. Greitesnė augalinių derliaus liekanų mineralizacija, šaknų vystymasis; nesuartose ražienose yra geresnės maitinimosi sąlygos žiemojantiems gyvūnams ir paukščiams; didesnis mašinų našumas; mažesnės darbo laiko ir energijos sąnaudos.

Pastaruosius 25 metus pasaulyje labai sparčiai plinta aplinką tausojančios žemės dirbimo ir sėjos technologijos. Jų taikymą taip pat skatina ir mažesni energetiniai bei darbo kaštai. Ypač daug dirvosauginių, ekonominių ir aplinkosauginių privalumų turi nulinio žemės dirbimo technologija.

Daugiausiai tiesioginės sėjos technologiją taiko JAV (26,5 mln. ha), Brazilija (25,5 mln. ha), Argentina (19,7 mln. ha), Kanada (13,5 mln. ha), Australija (12,0 mln. ha) ir kitos šalys, kuriose labai stipriai pasireiškia dirvos erozija. Europos Sąjungoje žemdirbystei naudojamas plotas sudaro apie 161,6 mln. ha. Tiesioginė sėja Europoje taikoma apie 1,3 mln. ha, pagrinde Vokietijoje, Ispanijoje, Prancūzijoje, Suomijoje, Jungtinėje Karalystėje, Šveicarijoje. Tiesioginės sėjos plotai Europoje dar nėra dideli, tik kai kuriose šalyse sudaro nuo 2 iki 12 %. Lietuvoje tausojančios žemės dirbimo technologijos taip pat jau plačiai taikomos. Eurostat duomenimis (10 pav.) tiesioginės sėjos technologijos Lietuvoje sudaro apie 5 % viso kultūriniais augalams auginti skirto ploto.

Nors daugelyje Europos šalių arimas plūgu vis dar yra pagrindinis žemės dirbimo būdas (Eurostat, 2010; Arvidsson et al., 2013), tačiau pastarųjų 20 metų tendencijos rodo, jog vis dažniau atsisakoma tradicinio žemės dirbimo ir pereinama prie įvairių tausojančio žemės dirbimo technologijų. Tokiose technologijose dirva neariama, bet įdirbama minimaliai įvairiais supaprastinto žemės dirbimo padargais. Kai kuriuose pasaulio šalyse tokios tausojančios žemės dirbimo technologijos sudaro apie 70 %, o Europoje – iki 60 % (Eurostat, 2020).



10 pav. Skirtingų žemės dirbimo technologijų taikymas Europos šalyse.

Tausojantis žemės ūkis, nors ir nevienodai tinka visoms Europos agroekosistemoms, tačiau yra puiki priemonė tausoti vandenį ir dirvą, siekiant užtikrinti ilgalaikį ekologinį, socialinį ir ekonominį tvarumą. Tinkamai pasirinktas ir kontroliuojamas ūkininkavimas gali eliminuoti daugelį neigiamų žemės ūkio mašinų ir žemdirbystės sistemų sukeltų padarinių, o tai reiškia, kad naujos žemdirbystės sistemos ir technologijos yra reikalingos ir turi būti praktiškai įgyvendinamos daugelyje šalių. Tausojančių žemės dirbimo technologijų ekonominė sėkmė labai priklauso nuo vietovės ir klimato veiksnių.

### *Juostinio žemės dirbimo ir sėjos technologinis įrenginys.*

Lietuvos mokslininkai taip pat neatsilieka nuo pasaulinių inovacijų, kurių dėka yra sprendžiamos aplinkosauginės ir energijos sąnaudų mažinimas (11 pav.). Jau 2014 m VDU žemės ūkio akademijoje priimtas patentas, kurio autoriai E. Šarauskis, A. Sakalauskas, K. Vaitauskienė, E. Vaiciukevičius, G. Kačinas.

Patento santrauka: Išradimas priklauso žemės ūkio technikos sričiai ir gali būti naudojamas augalų auginimui juostomis, sprendžiant aplinkosauginės, energijos sąnaudų mažinimo, darbinių dalių kimšimosi augalinėmis liekanomis problemas. Juostinio žemės dirbimo ir sėjos technologinis įrenginys sudarytas iš rėmo, prie kurio tvirtinami augalinių liekanų diskiniai nužertuvai, kaltinis noragėlis, diskinės purenimo lėkštės išpjaustytais ašmenimis, sėklų guoliavietės formavimo pavažinis noragėlis, sėkladėžė, sėklų dozavimo aparatas, sėklų užžerimo lėkštės, sėklų prispaudimo volelis. Įrenginio diskiniai nužertuvai nužeria augalų liekanas nuo įdirbamos dirvos juostos paviršiaus, kurį giliai purena kaltinis noragėlis, o sekliai – diskinės lėkštės išpjaustytais ašmenimis. Išpurentoje dirvos juostoje pavažinis noragėlis suformuoja sėklų guoliavietę, į kurią dozavimo aparatas išberia augalų sėklas, kurios lėkštėmis užžeriamos ir prispaudžiamos voleliu, tenkinant augalų auginimo agrotechnikos reikalavimus.



11 pav. Juostinio žemės dirbimo ir sėjos technologinio įrenginio demonstravimas.



### 2.3. Parodomąjio bandymo įrengimas ir vykdymas

Vienam parodomajam bandymui skirta nuo 0,5 ha iki 3 ha. Parenkant eksperimento vietas lauke buvo atsižvelgta į lauko sukultūrinimą, reljefo tolygumą, granulimetrinės sudėties vienalytiškumą ir dirvožemio grupės panašumą, kuriame nebūtų išplitusios specifinės daugiametės piktžolės, neužmirkęs bei panašaus maisto medžiagų kiekio fono. Sklypas bandymui parinktas su patogiu privažiavimu. Sklypo bandymų ribos ženklinamos gairėmis, o bandymo pavadinimas paskelbiamas gerai matomoje bandymo etiketėje (12 pav.).



12 pav. Bandomasis laukas Kėdainių r. lauko dienos metu.

Pupinių augalų sėja atliekama kai dirva yra fizinėje brandoje. Sėjamieji žirniai ir pupos sėjami balandžio pirmoje pusėje, išsėjant 0,8 - 1,0 mln. ir 0,4 - 0,6 mln. daigų sėklų hektare. Kiti nenurodyti darbai atliekami pagal įprastą agrotechniką.

Kukurūzai sėjami pirmoje gegužės dekadaje arba kai vidutinė paros temperatūra yra didesnė kaip 15 °C. Sėjos tankis parenkamas priklausomai nuo kukurūzų veislės, auginimo tikslo, dirvos drėgmės, sėjos laiko ir svyruoja nuo 7 iki 16 daigų/m<sup>2</sup>.

Žoliniai augalai sėjami ganyklų ir daugiamečių pievų atnaujinimui, sėklų mišinys ir jo sąstatas, pasirenkamas kiekviename ūkyje individualiai.

Pasirinktuose parodomojo bandymo ūkiuose buvo taikoma standartinė pasėlių priežiūra. Herbicidais purškama, atsižvelgiant į piktžolių išplitimą, jų rūšinę sudėtį, dirvos tipą, drėgmę, sėjos laiką, augalų bei piktžolių vystymosi fazę. Purškimas atliekamas hidrauliniiais vamzdiniais purkštuvais, važiuojant sėjimo metu suformuotomis technologinėmis vėžėmis. Važiavimo greitis, pagal spidometro rodmenis nustatomas nuo 8 iki 13 km/h. Prieš kiekvieną purškimą, purkštuvai turi būti išplaunamas ir nustatomas bei patikrinamas reikiamai cheminio preparato normai paskleisti pagal purkštovo instrukcijoje pateiktą metodiką. Neturi likti augalų apsaugos priemonėmis neapdorotų plotų. Atliekant purškimo darbus turi būti laikomasi šiam darbui nustatytų aplinkos ir darbo saugos reikalavimų.

Tyrimų plotuose su kukurūzų ir žolinių augalų pasėlių priežiūra ir derliaus nuėmimas pasirenkamas kiekviename ūkyje individualiai pagal turimas technologijas.

Inovacijų nauda yra akivaizdi, tačiau jų diegimas ir taikymas šalies ūkiuose vykdomas labai atsargiai ir pamatuotai. Planuodami investicijas žemdirbiai pirmenybę teikia praktikoje patikrintoms technologijoms, turinčioms ilgalaikę reikšmę ūkio plėtroje. Parodomojo bandymo metu bus bandoma tiesioginės sėjos technologija, optimizuojanti laiko bei energetinių išteklių sąnaudas, taip prisidedant prie aplinkos tausojimo bei bioįvairovės didinimo. Planuojama, kad bandymo metu gauti rezultatai įrodys, kad įmanoma sumažinus gamybos kaštus atliekant tiesioginę sėją, nesumažinanti pagrindinių kultūrų derlingumo, bei padidinti ūkių konkurencingumą rinkoje.

Pasirinktuose parodomojo bandymo ūkiuose buvo taikoma standartinė pasėlių priežiūra. Herbicidais purškama, atsižvelgiant į piktžolių išplitimą, jų rūšinę sudėtį, dirvos tipą, drėgmę, sėjos laiką, augalų bei piktžolių vystymosi fazę. Purškimas atliekamas hidrauliniiais vamzdiniais purkštuvais, važiuojant sėjimo metu suformuotomis technologinėmis vėžėmis. Važiavimo greitis, pagal spidometro rodmenis nusistatomas nuo 8 iki 13 km/h. Prieš kiekvieną purškimą, purkštuvai turi būti nustatomas ir patikrinamas reikiamai cheminio preparato normai paskleisti pagal purkštovo instrukcijoje pateiktą metodiką. Neturi likti augalų apsaugos priemonėmis neapdorotų plotų. Atliekant purškimo darbus turi būti laikomasi šiam darbui nustatytų aplinkos ir darbo saugos reikalavimų.

Parodomojo bandymo vykdymo metu buvo numatyta atlikti antžeminės augalo dalies įvertinimus skirtinguose augimo etapuose. Augalams sudygus skaičiuojamas augalų sudygimas bei tankumas, o augalams esant brandos tarpsnyje, skaičiuojami produktyvūs stiebai. Sausosiomis medžiagomis (SM) sėklose nustatytos derliaus nuėmimo metu. Sausa augalinė žaliava ruošama džiovinant augalus 24 val. 105 °C temperatūroje (iki nekintamos masės) džiovinimo spintoje (13 pav.). Augalų derlingumas nustatytas svėrimo metodu, atmetus šiukšlingumą, pateiktas absoliučiai sausosiomis medžiagomis Mg ha<sup>-1</sup>. Kokybiniais rodikliais nustatyti derliaus nuėmimo metu buvo paimami mėginiai iš pagrindinės produkcijos. Žalioji ir sausoji augalinės žaliavos masės nustatomos gravimetrijos metodu, naudojant elektronines analitinės svarstyklės (14 pav.).



13 pav. Augalinės biomasės džiovinimo spinta



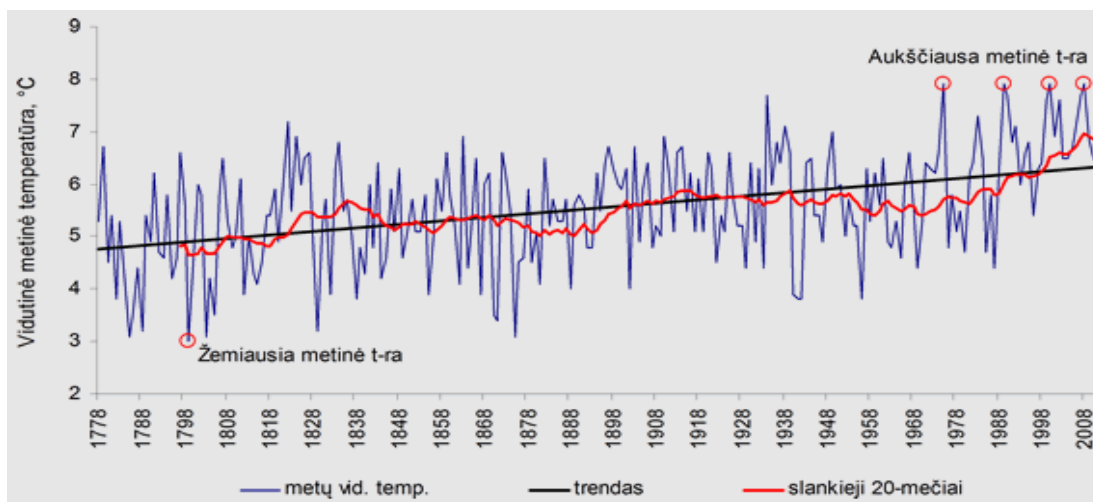
14 pav. Elektroninės svarstyklės

### *Klimato kaitos priežastys ir pasekmės*

Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos duomenimis yra skelbiama, kad Geologinėje Žemės istorijoje klimatas keitėsi dėl natūralių procesų: planetos orbitos parametrų kaitos, atmosferos sudėties pokyčių, tektoninių plokščių dreifo, Saulės aktyvumo ciklų, ugnikalnių išsiveržimų. Paskutinius 200 metų fiksuojami klimato pokyčiai išsiskiria tuo, kad pagrindinė kaitos priežastis - žmonių veikla. Žmogus nuo industrializacijos pradžios pradėjo keisti atmosferos cheminę sudėtį ir taip sustiprino šiltnamio efektą Žemės atmosferoje. Įvairios dujos, kurias išmeta transportas, pramonė ir žemės ūkis, kaupiasi atmosferoje. Atmosferoje susikaupusios antropogeninės dujos praleidžia Saulės spindulius, tačiau sulaiko šilumą, sklindančią nuo Žemės paviršiaus. Natūraliomis sąlygomis ši šiluma būtų išspinduliuota į kosmosą. Šiltnamio dujų gausėjimą lėmė neapgalvoti žmonijos veiksmai: miškų kirtimas, urbanizacija, ekstensyvi ir intensyvi žemės ūkio plėtra. Naikinant miškus ir keičiant Žemės paviršių sutrinka deguonies ir anglies dioksido pusiausvyra atmosferoje, keičiasi Žemės albedas. Dėl nuolatinio pramonės, žemės ūkio ir transporto augimo į atmosferą išmetama vis daugiau ir daugiau šiltnamio efektą sukeliančių dujų.

Klimato kaitos padariniai: spartus vandenyno lygio kilimas, vegetacijos kaita, sausrų intensyvėjimas, kritulių kiekio pasikeitimas, dažnesni upių potvyniai. Taip pat fiksuojama daugiau ekstremalių reiškinių - viesulų, liūčių, speigų, karščio bangų ir t. t.

Lietuvoje oro temperatūros stebėjimų pradžia Vilniuje siekia 1770 m. Daugiau nei 240 metų trunkantys matavimai leidžia įvertinti natūralius ir žmogaus veiklos sukeltus klimato svyravimus. Labai ryškų vidutinės metinės temperatūros kilimą galima stebėti per pastaruosius 30 metų (15 pav.).

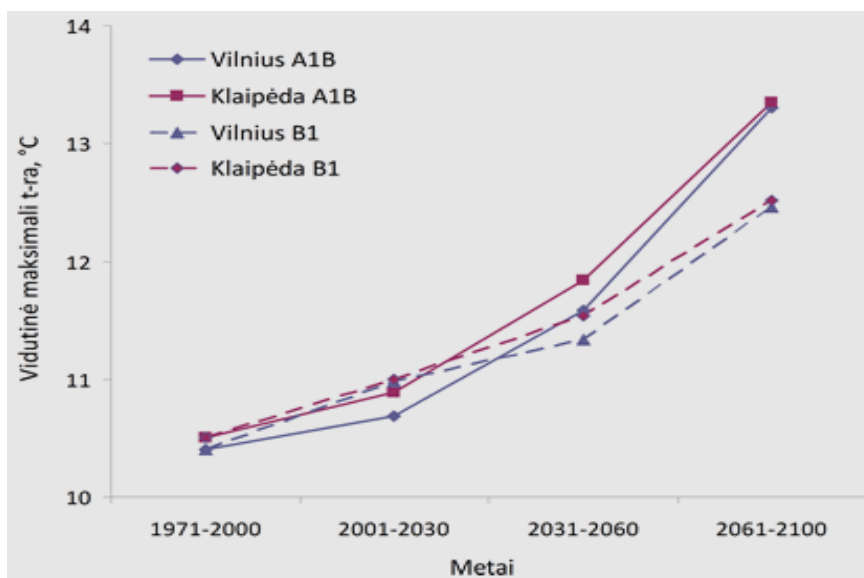


15 pav. Vidutinės metinės temperatūros kaita Vilniuje 1778–2014 m.

Lyginant su XX a. pradžia Lietuvoje vidutinė metinė temperatūra pakilo 0,7–0,9 °C. Nors Lietuva yra perteklinio drėkinimo zonoje, vis dažniau kartojasi vasaros sausras (1992, 1994, 2002, 2006). Kritulių kiekis Lietuvos teritorijoje keičiasi nevienodai - vienur kritulių mažėja, kitur didėja (tačiau šie pokyčiai nėra labai dideli). Galima pastebėti tendenciją, kad Lietuvoje didėja kritulių kiekis šaltuoju metų laiku ir mažėja šiltuoju. Vis didesnę dalį šaltojo laikotarpio kritulių sudaro skystieji krituliai.

Klimato prognozės XXI amžiui sudaromos remiantis skaitmeniniais modeliais. Kadangi klimatas vis labiau priklauso nuo žmonių veiklos, klimato kaitos prognozės sudaromos pagal socialinės-ekonominės raidos scenarijus. Jie įvertina žmonių populiacijos augimą, ekonomikos vystymąsi ir su tuo susijusius šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimus.

Lietuvoje, Vilniaus Universitete, klimato kaitos tyrimuose ir prognozėse naudoti COSMO-CLM ir HadCM3 ir ECHAM5 klimato modelių išvesties duomenys. Remiantis modeliavimo rezultatais, prognozuojama, kad vidutinė maksimali ir minimali oro temperatūra XXI amžiuje Lietuvoje augs. Didžiausi pokyčiai numatomi šaltuoju metų laiku. Vilniuje vidutinė maksimali ir vidutinė minimali oro temperatūra iki 2100 m. gali pakilti 4 °C (16 pav.), o atskirais mėnesiais 7 °C.



16 pav. Prognozuojama vidutinė metinė maksimali oro temperatūra (°C) Vilniuje ir Klaipėdoje XXI amžiui, remiantis skirtingais emisijų scenarijais.

*Agrometeorologinės sąlygos tiriamuoju laikotarpiu.* 2021 m. balandžio mėnuo pasižymėjo permainingais orais (2 ir 3 lentelės). I-ąjį dešimtadienį vyravę orai buvo vėsesni nei įprastai, o iškritęs kritulių kiekis buvo artimas vidutiniam daugiamečiam vidurkiui. II-oji dekada buvo gerokai šiltesnė, bet sausa, o trečioji vėsesnė ir drėgnesnė nei įprastai. Meteorologiniai stebėjimai parodė, kad saulės spindėjimas buvo 36 valandomis mažesnis nei įprastai. Gegužės mėnuo taip pat prasidėjo vėsesniais orais su gausiu (33,1 mm, kai norma tik 13 mm) kritulių kiekiu. Antrąjį gegužės dešimtadienį orai sušilo, tačiau išliko lietingi. Gegužės pabaiga išliko lietinga ir su žemesnėmis temperatūromis nei įprastai. Bendras kritulių kiekis gegužės mėnesį siekė 100,9 mm, o tai yra beveik du kartus daugiau nei įprastai būna. Birželio mėnesį meteorologinės sąlygos pasikeitė kardinaliai – atskiromis dekadomis vidutinė oro temperatūra buvo aukštesnė nuo 2,7 iki 3,3°C nei vidutinė daugiametė, keletą dienų iš eilės laikėsi aukštos temperatūros – dienomis termometro stulpelis pakildavo aukščiau nei 30°C padala.

**2 lentelė. Vidutinė oro temperatūra tiriamuoju laikotarpiu skirtingose Lietuvos zonose, 2021 m.**

Vidutinė mėnesio oro temperatūra, °C						
Mėnesiais	Šiaurinė Lietuva	<i>30-ies metų klimato normos vidurkis</i>	Vidurio Lietuva	<i>30-ies metų klimato normos vidurkis</i>	Pietinė Lietuva	<i>30-ies metų klimato normos vidurkis</i>
Balandis	8,6	<b>6,2</b>	6,0	<b>7,0</b>	6,2	<b>6,1</b>
Gegužė	13,7	<b>12,3</b>	11,4	<b>12,8</b>	11,5	<b>12,3</b>
Birželis	23,5	<b>15,6</b>	19,6	<b>15,7</b>	19,5	<b>15,6</b>
Liepa	25,2	<b>17,2</b>	22,8	<b>18,1</b>	22,6	<b>17,6</b>
Rugpjūtis	17,6	<b>17,1</b>	16,3	<b>17,2</b>	16,5	<b>16,6</b>
Rugsėjis	13,2	<b>12,0</b>	11,7	<b>12,2</b>	11,6	<b>12,2</b>

Kritulių per visą mėnesį susidarė mažiau nei pusė daugiamečio vidurkio – tik 30,1 mm. Tokios sąlygos spartino augalų vystymąsi, o tuo pačiu drėgmės stygius limitavo produktyvumo potencialo išnaudojimą. Liepos mėnuo taip pat buvo sausas ir karštas – vidutinė mėnesio temperatūra buvo 5 °C aukštesnė nei įprasta, o bendras kritulių kiekis per mėnesį siekė tik apie 28 proc. įprasto kiekio. Tokios

sąlygos tapo nepalankios augalų vegetacijai – dienomis augalai buvo apvytę, o tai mažino derlingumo potencialą.

**4 lentelė. Kritulių kiekis tiriamuoju laikotarpiu skirtingose Lietuvos zonose, 2021 m.**

Mėnesiai	Krituliai, mm						
	Šiaurinė Lietuva	30-ies metų		30-ies metų		30-ies metų	
		<i>klímato</i> <i>normos</i> <i>vidurkis</i>	Vidurio Lietuva	<i>klímato</i> <i>normos</i> <i>vidurkis</i>	Pietinė Lietuva	<i>klímato</i> <i>normos</i> <i>vidurkis</i>	
Balandis	18,4	<b>37,4</b>	26,4	<b>32,0</b>	33,7	<b>38,4</b>	
Gegužė	137,2	<b>45,6</b>	100,9	<b>47,0</b>	121,6	<b>53,8</b>	
Birželis	69,7	<b>59,4</b>	30,1	<b>61,0</b>	40,3	<b>62,6</b>	
Liepa	32,9	<b>69,2</b>	21,4	<b>70,0</b>	48,4	<b>81,2</b>	
Rugpjūtis	176,0	<b>67,9</b>	150,8	<b>62,0</b>	122,2	<b>80,3</b>	
Rugsėjis	34,7	<b>57,9</b>	28,2	<b>47,0</b>	129,5	<b>52,6</b>	

Rugpjūčio mėnesį vyravusios sąlygos priešingybė liepos mėnesiui – vidutinės dekados temperatūros buvo 0,4 – 1,4°C mažesnės nei daugiametis vidurkis, o kritulių iškrito dukart daugiau nei įprastai. Gausus kritulių kiekis galėjo pagelbėti atsigaivinti po sausringo periodo tik ilgesnė vegetacijos augalams, bei pagerinti dirvos ruošimo sąlygas žieminių augalų sėjai. Rugsėjo mėnesio temperatūros buvo permainingos I ir III-ioji dekados buvo vėsesnės, o II-oji artima daugiametiam vidurkiui. I-oji rugsėjo dekada buvo sausa – kritulių tebuvo tik 8% normos, o likusiomis dekadomis kritulių kiekis buvo artimas daugiametiam vidurkiui. Didžioji dalis vyravusios temperatūros spalio mėnesį buvo artima daugiametiam vidurkiui, tik paskutinė dekada buvo šiltesnė nei įprastai. I-osios dekadės pabaigoje naktimis pasireiškė pirmosios rudeninės šalnos. Nors lietingų dienų buvo visomis dekadomis, tačiau didesnis kritulių kiekis buvo tik paskutinę dekadą, o bendras kritulių kiekis per mėnesį tesiekė tik 70 proc. daugiametio vidurkio. Nors pakankamai šilti orai ir paskatino ankstyvą sėją, maždaug dviem savaitėms anksčiau nei įprasta, tačiau dėl dirvožemio drėgmės stygiaus, dygimo sąlygos nebuvo palankios, pupos ir žirniai dygo ilgiau nei įprasta.

### 3. Bandymų rezultatų apibendrinimas

*Pasėlių produktyvumo rodikliai ir augalų derlingumas.* Šio projekto metu atlikti gamybiniai bandymai leido praktiškai patikrinti supaprastintos ir tiesioginės sėjos technologijos privalumą. Gamybiniuose ūkiuose sėja buvo atliekama atsižvelgiant į ūkiuose taikomas technologijas. Intensyvios gamybos ūkiuose labai svarbu pasėlio vystymosi vientisumas, kad panaudotų augalų apsaugos priemonių ir trąšų įsisavinimas būtų optimaliausias, o gyvulininkystės ūkiuose, šis pasėlių vientisumas reikalingas, dėl tinkamos vidurūšinės konkurencijos. Pasėlyje augančių augalų konkurencija, t.y. augalų tarpusavio sąveika, silpninanti visų ar tik kai kurių individų augimą, lyginant su tokiose pačiose sąlygose augančiais atskirais augalais.

Lietuvoje ir kitose pasaulio šalyse atliktų supaprastinto žemės dirbimo tyrimų rezultatai dažnai gerokai skiriasi, o kartais netgi vieni kitiems prieštarauja. Tai dažniausiai atsitinka dėl to, kad tyrimai vykdomi skirtingais metodais, nevienodomis klimatinėmis sąlygomis ir įvairiuose dirvožemiuose. Žemės dirbimo sistemos poveikis priklauso ir nuo dirvos sukultūrinimo laipsnio, naudojamų cheminių augalų apsaugos priemonių, tręšimo intensyvumo ir auginamų žemės ūkio augalų biologinių savybių. Supaprastinant žemės dirbimą ir sėjant į neįdirbtą dirvą, keičiasi dirvožemio savybės. Dauguma dirvožemio savybių tampriai siejasi. Kintant vienai savybei, keičiasi ir kitos.

Vis dėl to, 2021 m. nebuvo išvengta pagrindinio derlių ribojančio faktoriaus, tai – sausra. Meteorologinių aikštelių duomenimis (Šiaurėje, Vidurio bei Pietinėje Lietuvos dalyje) po pupinių augalų sėjos, kuomet yra pats didžiausias drėgmės poreikis kritulių kiekis buvo labai menkas. Esant sausiems bei šaltiems orams buvo paankstinta augalų sėja, maždaug dviem savaitėms anksčiau nei įprasta, tačiau dėl dirvožemio drėgmės stygiaus, dygimo sąlygos nebuvo palankios, pupiniai augalai dygo ilgiau nei įprasta.

Parodomąjį bandymo vykdymo metu buvo atlikti sėklų dygimo energijos tyrimai. Yra žinoma, kad pupinių augalų sėklų sudygusių per 10-13 dienų po sėjos, derlingumas yra apie 20 proc. didesnis negu sudygusių po 15 ir daugiau dienų.



*Pupų produktyvumo rodiklių ir derlingumo tyrimas.*

Atlikus pupų dygimo stebėseną, nustatyta, kad esminiai didesniu dygimo energijos efektu išsiskyrė tiesioginės sėjos ir supaprastinto žemės dirbimo technologijų pasėliai, tai sudarė 50 % ir 30 % daugiau, palyginus su laukais, kuriuose taikyta tradicinis žemės dirbimas. Tarpusavyje palyginus supaprastinto žemės dirbimo ir tiesioginės sėjos technologijas esminių skirtumų nebuvo (5 lentelė ir 17 pav.).



17 pav. Pupų bandomasis laukas, Rietavo r. sav.

**5 lentelė. Skirtingo žemės dirbimo įtaka pupų dygimo dinamikai**

Žemės dirbimo sistemos	Daigų skaičiavimai		
	10 dienų po sėjos	15 dienų po sėjos	20 dienų po sėjos
	daigų skaičius vnt. m <sup>-2</sup>		
1. Įprastinė technologija	10±1,0	15±2,0	30±1,5
2. Supaprastinta technologija	13±1,2	18±2,4	32±0,5
3. Tiesioginė sėja	15±1,5	19±3,1	35±1,3
R <sub>05</sub>	0,9868	0,9231	0,9868

Atlikus tolimesnius daigų dygimo dinامينius tyrimus nustatyta, kad pupų sėjai taikant tiesioginę ar supaprastintą sėją, sudygusių sėklų kiekis išliko didėjimo tendencija, tai sudarė 26 % ir - 20 %, palyginus su įprastine technologija. Atlikus dinامينius tyrimus, laukuose kuriuose naudota tiesioginės sėjos technologija, 20 dienų po sėjos, buvo 16 % didesnis augalų kiekis, palyginus su laukais, kuriuose naudota įprastinė technologija. Galime daryti prielaidą, kad tai galėjo įtakoti didesnis drėgmės kiekis dirvožemyje.

Vidutiniškai tiriamuosiuose ūkiuose, laukuose kuriuose buvo panaudotas supaprastintas žemės dirbimas, nuo pat daigų sudygimo ir per visą vegetacijos periodą išliko pranašesni, už laukus, kuriuose naudota įprastinė technologija. Tai galėjo įtakoti tinkamas augalų išsivystymas vegetacijos pradžioje, kuomet dar nesijuto tokio didelio drėgmės deficito, o tai iš dalies atsispindėjo ir derliaus rezultatuose. Esant tokioms nepalankioms vegetacijos periodo sąlygoms, dalis augalų išviso neužmegzdavo nei vienos ankšties. Pupų derlius buvo neįprastai menkas. Kai kuriuose ūkiuose vos perlipo 2 t/ha ribą.

Tęsiantis nepalankioms agroklimatinėms sąlygoms stipriai nukentėjo pupų pasėliai, vyko spartus augalų nykimas, sterilizavosi žiedai, ankštyse maži užmegztų pupų kiekiai, pupos neįprastai smulkios, dažna ankštis išvis tuščia. Prieš derliaus nuėmimą atlikus produktyvių augalų apskaitą, nustatyta, kad jų kiekis nesiekia optimalaus skaičiaus (6 lentelė).

**6 lentelė. Skirtingo žemės dirbimo įtaka pupų produktyvumo rodikliams ir derliui.**

Frakcijos	Produktyvus 1000 grūdų		Derlius	Energetinė vertė	Sant. sk.
	stiebai	masė			
	vnt./m <sup>2</sup>	g	t/ha	MJ kg <sup>-1</sup>	%
1. Įprastinė technologija	35±2,1	650	<b>2,50±0,6</b>	<b>8373,3</b>	100
2. Supaprastinta technologija	39±1,2	650	<b>2,60±0,2</b>	<b>8708,0</b>	116
3. Tiesioginė sėja	40±1,5	650	<b>2,70±0,3</b>	<b>9043,1</b>	120
R <sub>05</sub>	3,12	3,71	0,8929		

Taikant supaprastintas žemės dirbimo technologijas pranašumas išliko teigiamas iki pat derliaus nuėmimo. Laukuose, kuriuose taikyta tiesioginės sėjos technologijos, nustatytas - 14 % didesnę augalų skaičių, palyginus su laukais kuriuose taikyta tradicinė žemės dirbimo

technologija; laukuose, kuriuose taikyta supaprastinta technologija pranašumas siekė 11 %. Įvertinus 1000 sėklų masę, kad šis pranašumas atsispindėjo ir derliuje.

Tyrimuose nustatyta, kad per abu bandomuosius ūkius laukuose, kuriuose taikytos tiesioginės sėjos technologijos, gautas derliaus priedas sudarė apie 8 %, supaprastintas žemės dirbimas taip pat turėjo teigiamas derliaus priedo tendencijas, palyginus su gautais derliais įprastose technologijose. Priklausomai nuo derliaus, atitinkamai buvo apskaičiuota ir gaunama energija iš kiekvienos technologijos.

#### *Žirnių produktyvumo ir derlingumo rodiklių tyrimas.*

2021 m pavasaris pasižymėjo neįprastu sausringumu ir šiluma. Taikant inovatyvias sėjos technologijas nevertomas dirvožemio ariamasis sluoksnis puikiai išlaiko drėgmę, todėl ne visiškai išnaudoti drėgmės resursai dirvožemyje skirtingai įtakojo žirnių sudygimą, tik vėlesniais periodais prasidėjusi sausra pakenkė žirnių vystymuisi (18 pav.). Pavasario pabaigoje žirniai stipriai išretėjo, tankumas buvo mažesnis už optimalų, vidutiniškai buvo 65 - 85 vnt. augalų m<sup>2</sup> ribose. Šiluma skatino augimo procesus, tačiau sausiems orams tęsiantis daugelis žirnių pasėlių ėmė vargti dėl drėgmės trūkumo dirvoje. Pagal daugiamečius augalų veislių tyrimo stočių duomenis, žirniai žydėti pradeda birželio pabaigoje. Šiais metais jie pražydo dviem savaitėmis anksčiau nei įprastai.



18 pav. Žirnių parodomasis laukas Prienų r.

Pirmuoju etapu, tarp tirtųjų technologijų, atlikus žirnių dygimo stebėseną, nustatyta, kad didesne dygimo sparta pasižymėjo tiesioginės sėjos technologijos pasėliai, palyginus su laukais, kuriuose taikyta įprastinė technologija. Tarpusavyje palyginus inovatyvias technologijas esminių skirtumų nebuvo (7 lentelė).

7 lentelė. Skirtingų sėjos technologijų įtaka žirnių dygimo dinamikai

Frakcijos	Daigų skaičiavimai		
	10 dienos po sėjos	15 dienų po sėjos	20 dienų po sėjos
	daigų skaičius vnt. m <sup>-2</sup>		
1. Įprastinė technologija	40,0±5,0	50±3,2	70±7,2
2. Supaprastinta technologija	43,3±7,1	52±2,6	75±4,1
3. Tiesioginė sėja	45,5±8,2	57±3,7	75±10,3
	R <sub>05</sub>	0,854	0,9423
			9643

Atliekant tolimesnius daigų dygimo dinaminis tyrimus nustatyta, kad taikant tiesioginės sėjos technologijas žirnių sudygusių sėklų sparta buvo nežymiai didesnė, tai atitinkamai sudarė 8 ir 14 %, palyginus su įprastine technologija. Vėlesniuose dinaminuose tyrimuose inovatyvios technologijos pranašumu neišsiskyrė.

Antroje augalų vegetacijos pusėje, vyravusios sausros stipriai įtakoję žirnių išretėjimą. Tęsiantis nepalankioms meteorologinėms sąlygoms vyko spartus augalų nykimas, sterilizavosi žiedai, ankštyse maži užmegztų žirnių kiekiai, patys žirniai neįprastai smulkūs. Prieš derliaus nuėmimą atlikus produktyvių augalų apskaitą, nustatyta, kad jų kiekis nesiekia optimalaus skaičiaus (8 lentelė). Taikant inovatyvias sėjos technologijas pranašumas išliko teigiamas. Laukuose, kuriuose sėta taikant tiesiogines technologijas produktyvių stiebų skaičius buvo 8 % didesnį, palyginus su laukais, kuriuose taikytos įprastinės technologijos. Įvertinus 1000 sėklų masę, nustatyta, kad derliuje iš laukų, kuriuose buvo taikytos inovatyvios technologijos išliko teigiamos tendencijos. Vidutiniškai tiriamuosiuose ūkiuose, kuriuose naudota tiesioginės sėjos technologijas, nuo pat daigų sudygimo ir per visą vegetacijos periodą išliko pranašesni, už laukus kuriuose taikyta įprastinė technologija. Tai galėjo įtakoti tinkamas augalų išsivystymas vegetacijos pradžioje, ši teigiama tendencija atsispindėjo ir derliaus rezultatuose.

8 lentelė. Inovatyvių žemės dirbimų technologijų įtaka žirnių produktyvumo ir derliaus rodikliams

Frakcijos	Produktyvus stiebai	1000 grūdų masė	Derlius	Energetinė vertė	Sant. sk.
	vnt./m <sup>2</sup>	g	t/ha	MJ kg <sup>-1</sup>	%
1. Įprastinė technologija	63±1,2	227	<b>2,10±0,1</b>	7033,5	100
2. Supaprastinta technologija	67±3,6	229	<b>2,15±0,2</b>	7201,0	105
3. Tiesioginė sėja	68±5,2	230	<b>2,20±0,7</b>	7368,5	117
R <sub>05</sub>	3,12	3,71	0,9494		

Esant tokioms nepalankioms vegetacijos periodo sąlygoms, žirnių derlius didžiausias buvo nustatytas laukuose, kuriuose taikyta tiesioginės sėjos technologija, tai sudarė apie 4,7 % derliaus priedą. Taikant supaprastintas žemės dirbimo technologijas taip pat nustatytos teigiamos tendencijos. Tokiais nepalankiais metais esminio derliaus priedo nenustatyta. Priklausomai nuo derliaus, atitinkamai buvo apskaičiuota ir gaunama energija iš kiekvienos technologijos.

#### *Pievų ir ganyklų atnaujinimas*

Tinkamai įrengus ar atnaujinus žolyną, jis tarnaus nuo trijų iki penkerių metų be žymaus derliaus sumažėjimo. Priklausomai nuo dirvožemio tipo, oro sąlygų, naudojimo ir priežiūros būdų, gruntinio vandens lygo, tręšimo, bei kitų faktorių. Jeigu yra parenkamos netinkamos būtent tam dirvožemiui žolių rūšys arba nesuderinamas jų santykis, naudojama per maža sėklos norma, tai neverta tikėtis, kad žolynas duos didelį derlių. Visos sąnaudos, susijusios su žemės dirbimo darbais ir sėja paprastai atsiperka jau antrais žolyno naudojimo metais. Žolės masės derlius, palyginus su sena pieva ar ganykla, atnaujinus būna 3-4 kartus didesnis jau antrais žolyno naudojimo metais, o taip pat pjovimų skaičius per sezoną padidėja iki 3-4.

Atnaujinti seną arba įsėti naują žolyną reikėtų tada, kai labai suprastėja senojo žolyno kokybė: sumažėja derlingumas arba gyvuliai nebeėda, po nuganyto palieka daug nenuėstos žolės likučių. Viena pagrindinių derlingumo sumažėjimo priežasčių dažnai būna žolyno botaninės sudėties pakitimas, – priželia daug prastos kokybės žolių ir neėdamų piktžolių. Žolyno botaninė sudėtis dažnai pasikeičia dėl prasto lauko drenažo. Naudingosios žolės nemėgsta šlapios dirvos,

todėl jas nukonkuruoja prastesnės (smilgos, pašiaušėliai), kurioms tokia dirva patinka. Kita svarbi žolyno suprastėjimo priežastis – netinkamas jo naudojimas: nepakankamas tręšimas, per vėlyva pjūtis ar ganymas, sunkios technikos važinėjimas, kai šlapia, ir t.t. Atvirose arba pažeistose žolyno vietose pradeda augti paprastosios ar vienmetės miglės ir piktžolės, daug bėdų pridaro žolyne išsikeroję varpučiai ar kitos prastos varpinės žolės. Kartais daugiametės svidrės žiemą iššąla, dėl to irgi pakinta žolyno botaninė sudėtis.

Švelnaus ir vidutinio klimato sąlygomis žolyne turėtų dominuoti daugiametės svidrės. Šios rūšies žolės labai derlingos, didelės maistinės vertės, labai noriai ėdamos ir tinkamos ganyti. Pašariniai motiejukai, tikrieji eraičiniai, pievinės miglės – taip pat geros ir noriai ėdamos žolės, bet jos ne tokios derlingos ir prasčiau tinka ganyti. Jos negali nukonkuruoti daugiamečių svidrių, ypač tada, kai žolynai naudojami intensyviai. Minėtos žolės geriau tinka žolių mišiniams (pvz., pašarinių motiejukų, tikrųjų eraičinų ir raudonųjų dobilų), kurie pjaunami ir naudojami silosui gaminti. Kai kurias žoles – gausiažiedes svidres, nendrinis eraičinus ir paprastąsias šunažoles galima auginti vienas, jeigu jos bus naudojamos tik silosui gaminti (9 lentelė). Tačiau, kai žolynas naudojamas ir ganyti, ir silosui gaminti, pagrindinės žolyno žolės turėtų būti daugiametės svidrės arba jų ir baltųjų dobilų mišinys.

9 lentelė. Parodomajame bandyme pasirinkti žolių mišiniai.

Rūšis (Veislė)	
1 grupė	4 grupė
Eraičinsvidrė (LINA DS)	Gausiažiedė svidrė (UGNĖ)
Baltasis dobilas (SŪDUVIAI)	Daugiametė svidrė (ELENA DS)
Raudonasis dobilas (ARIMAIČIAI)	Baltieji dobilai (NEMUNIAI)
Daugiametė svidrė (ELENA DS)	Raudonasis dobilas ( VYTIS)
Mėlynžiedė liucerna (BIRUTĖ)	Tikrasis eraičinas (KAITA DS)
Paprastoji šunažolė (LUKNĖ DS)	Rausvieji dobilai (LOMIAI)
	Paprastasis gargždenis (LEO)
	Mėlynžiedė liucerna (BIRUTĖ)
	Pašarinis motiejukas (ŽOLIS)

Tinkamai prižiūrimos daugiamečių svidrės yra atsparios ir prastesnėms klimato sąlygoms, tačiau kai kurių veislių svidrės gali žiemą iššalti. Intensyviai naudojant žolynus – gausiai tręšiant azoto trąšomis ir dažnai ganant arba pjaunant, jie puikiai išsilaiko ir karštomis bei sausringomis. Tačiau kyla pavojus, kad vasarai įpusėjus kai kurių rūšių žolės gali nukentėti nuo rūdžių.

Žolyną atnaujinti brangu, dėl to šio darbo imtis reikėtų tik tada, kai labai pakinta žolyno botaninė sudėtis. Žolyno atnaujinimo išlaidas turėtų kompensuoti didesnis derlius, geresnė pašarų kokybė, lengvesnis darbas. Tai apskaičiuoti nelengva. Nemažai reiškia ir ūkininkavimo sąlygos, dirvožemio tipas, jo tinkamumas žolynams.

Tyrimų duomenimis žolynas atnaujinamas, jeigu:

- jame yra mažiau nei 50 proc. gerųjų žolių arba mažiau nei 35 proc. daugiamečių svidrių;
- jame yra daugiau nei 15 proc. varpučių arba daugiau nei 25 proc. vienmečių miglių;
- dirva labai nelygi ir dirbti įprastus darbus (šienauti) nebeįmanoma;
- žolės pakastos šalnų ar žolynas išvažinėtas sunkios technikos.

Kai žolyno botaninė sudėtis vidutinės kokybės (50-75 proc. gerųjų žolių ir mažiau nei 25 proc. varpučių), o piktžolės sužėlusios ne vienoje lauko vietoje, žolyną galima pagerinti tinkamai tręšiant, intensyviai ganant ar šienaujant. Tačiau tai užtrunka keletą metų. Jeigu gerosios žolės išretėjusios tik vietomis, plotelius galima atnaujinti žolyno nariant, bet pavasarį į jį įsėjant žolių. Jei viename kv. dm (10×10 cm) yra vienas daugiamečių svidrių augalas, žolyno atnaujinti dar nereikia, bet jei žolynas retesnis, taikomas minėtas įsėjimo būdas.

Tinkamiausias atnaujinimo laikas, kad sėklos sudygtų ir žolė gerai želtų, reikia tinkamos temperatūros ir drėgmės. Nelygu konkrečios vietovės klimato bei oro sąlygos, žolės galima sėti pavasarį arba vasaros pabaigoje. Olandijoje žolynus atnaujinti patartina rugpjūtį arba pirmoje rugsėjo pusėje. Paprastai šiuo metu oro sąlygos yra šiek tiek geresnės negu pavasarį. Rugpjūtį būna debesuota ir drėgna, o oro temperatūra aukštesnė nei pavasarį. Tad nauja žolė auga gana greitai ir lengviau konkuruoja su piktžolėmis. Šalyse, kuriose rugpjūtis šiltas ir sausas, geriau sėti pavasarį. Dar vienas sėjos rugpjūčio mėnesį privalumas tas, kad tais metais dar galima nuimti du senojo žolyno derlius ir tik tuomet pasėti naują žolyną. Lietuvoje vis dėlto pirmenybė teikiama pavasario sėjai, kadangi sėti vasarą rizikingiau.

Sėjos į suartą dirvą pagrindiniai privalumai yra tie, kad žolynus galima atnaujinti ar įrengti naujus įsėjant į arimą arba į seną velėną. Tai daroma sėjant į suartą dirvą, tiesiogiai įsėjant į seną

žolyną arba sėjant su antsėliu. Pirmenybė teikiama sėjai į suartą dirvą prieš tai tinkamai paruošus sėklų guolį.

Pirmasis darbas yra arimas. Ariant užverčiamas viršutinis dirvožemio sluoksnis, kuriame gausu netinkamų žolių ir piktžolių sėklų. Be to, į paviršių išverčiamas drėgnesnis dirvos sluoksnis, o drėgmės labai reikia sėkloms sudygti. Ketinant suarti seną žolyną, pirmiausia reikia suardyti seną velėną. Į seną velėną žoles galima sėti tik tokiose dirvose, kur arti sunku ar neįmanoma (molis, durpės). Tačiau tokie žolynai dažniausiai būna prastesni nei įsėti į suartą dirvą. Įsėjimo į velėną būdas gali būti sėkmingai taikomas norint pagerinti žolyno botaninę sudėtį arba atnaujinti žolyną, kuris yra sumenkęs po žiemos. Įsėti į seną velėną galima kalvotose vietovėse, kur daug bėdų pridaro dirvos erozija.

Žolių sėjimas su javų antsėliu paprastai nerekomenduojamas dėl mažo antsėlio derliaus. Be to, nupjovus antsėlį, žolė būna menka, žolyne gali atsirasti tuščių plotų. Pasėjus daugiametes svidres be antsėlio, jos greitai sudygsta ir auga, žolynas būna tankesnis. Todėl nuėmus javų derlių patartina paruošti dirvą ir tik tada sėti žoles. Kaip minėta, Olandijoje sėjant žoles rugpjūtį, derliaus nuostoliai būna mažesni nei sėjant pavasarį. Tačiau Lietuvoje pasėjus žoles po javų pjūtės jos nespėja iki žiemos įsitvirtinti žolyne. Taip sėti visai netinka ankštinių ir varpinių žolių mišinius. Ariant viršutinis kietasis dirvos sluoksnis suardomas, tačiau ilgainiui po juo susidaro kietas vandeniui nelaidus sluoksnis, kuris lieka nepalietas. Šis sluoksnis sulaiko drėgmę, dėl to lietingu metu dirvos paviršiuje telkšo vanduo, o per sausrą drėgmė dirvos kapiliarais negali kilti iš gilesnių sluoksnių į paviršių. Norint suardyti šį giliau esantį sluoksnį, prieš arimą reikia panaudoti sunkųjį kultivatorių. Tačiau toks podirvio purenimas neaktualus, be to, labai brangus. Jeigu sename žolyne, kurį ruošiamasi atnaujinti, yra varpučių, prieš ariant juos reikia sunaikinti, glifosatų grupės herbicidais purškama, kai žolės aukštis – 10-15 cm. Herbicido norma – 3-4 l/ha. Praėjus dešimčiai dienų, seną žolyną galima suarti. Visiškas senos velėnos sunaikinimas užtrunka maždaug mėnesį.

Įsėjimas į seną žolyną nariant ar minimaliai įdirbus žemę, galima tik tuomet, jei dirva pakankamai lygi, po ariamuosiu sluoksniu nesusidaręs kietas, nelaidus drėgmei sluoksnis. Kaip minėta, arimas yra geresnė žemės ruošimo priemonė nei minimalus dirvos dirbimas, nes ariant užverčiamas viršutinis dirvožemio sluoksnis, kuriame gausu netinkamų žolių ir piktžolių sėklų. Įsėjimas į seną velėną gali būti taikomas tik tokiose dirvose, kur arti sunku ar neįmanoma (molis, durpės), arba norint atnaujinti sumenkusį po žiemos žolyną. Dėl mažesnių išlaidų ūkininkai



kartais pirmenybę teikia minimaliam žemės dirbimui, tačiau dažniausiai rezultatai būna prastesni nei sėjant į suartą dirvą.

Įsėjimo į seną žolyną neariant būdai:

– Tiesioginis įsėjimas kartu taikant minimalų žemės dirbimą. Šiuos darbus, kartu naudojant rotorinį kultivatorių ir žolių sėjamąją (paskui sėjamąją kartais tempiamas tankintuvas arba Kembridžo volai), galima atlikti iš karto. Kultivatoriumi dirvą reikėtų įdirbti negiliai (ne giliau kaip 5 cm). Šis sluoksnis turi būti visiškai supurentas, nes likę nesusmulkinti senos velėnos gabalai gali trukdyti sėjamajai, žolių sėklos pasiskleis netolygiai. Be to, dirvos paviršiuje lieka piktžolių sėklų. Pritaikius šį sėjos būdą, dažnai gaunami gana geri rezultatai.

– Velėnos suardymas frezerinėmis sėjamosiomis kelių centimetrų pločio juostomis. Tarp šių juostų esanti sena velėna lieka nepaliesta ir jeigu prieš tai nebuvo naudoti herbicidai, žolė toliau vegetuoja. Vegetacijos metu sena žolė konkuruoja su naujai įsėta. Atnaujinti ganyklas minėto tipo sėjamosiomis nepatartina, tačiau jos gali būti sėkmingai naudojamos į gerą žolyną įsėjant baltuosius dobilus.

– Tiesioginis įsėjimas į velėną nekultivuojant ar kitaip nedirbant žemės. Šiuo atveju naudojamos specialiosios sėjamosios su diskinais noragėliais, kurie tiesiog pjauna seną velėną. Tuo pačiu metu byra sėklos ir velėna vėl užspaudžiama. Atstumas tarp eilučių – nuo 5 iki 15 cm. Kadangi pradėjusi vegetuoti sena žolė labai konkuruos su naująja, todėl patartina įsėjimą atlikti po pirmosios ar antrosios žolių pjūties. Kai kuriose šalyse šios mašinos gana populiarios. Jos naudojamos dirvose, kurias sunku suarti, kalvotuose laukuose ir atsėjant iššalusius po žiemos plotus.

#### *Kukurūzų tyrimas.*

Kukurūzai sudaro apie pusę pasaulyje užauginamų ir suvartojamų grūdų kiekio. ES kukurūzai sudaro daugiau kaip 6 mln. hektarų, t. y. apie 12 proc. viso grūdais apsėto ploto. Užauginama beveik 50 mln. t kukurūzų. Nors jie yra naudojami maisto ir pramonės produktams gaminti, dažniausiai kukurūzai auginami gyvulių pašarui. Pastaruoju metu didėja bioetanolio gamybai skirtų kukurūzų plotai. Vokietijos ekologiniuose ūkiuose daugiamečių žolės taip pat keičiamos kukurūzais. Daugumoje ūkių kukurūzų dalis sėjomainoje siekia 20–25 proc. visų pasėlių. Kukurūzai gali būti auginami silosui, kai nuimami dar žali, arba iš jų gaminamas

vadinamasis CCM – maltų burbuolių pašaras, kuris ypač tinka galvijams ir kiaulėms šerti. Nemažai kukurūzų auginama grūdams. Grūdai visiškai subręsta ne anksčiau, kai pagelsta lapai.

Pristatant įprastinių ir supaprastintų technologijų tyrimus kukurūzų auginimo technologijose, galima teigti, kad kol kas nėra išrastos universalios visiems dirvožemiams ir visiems atvejams idealios dirbimo technologijos. Tiek tradicinė ariminė, tiek beariminė, tiek dviejų technologijų hibridas turi savo plusus ir minusus.

Beariminės technologijos plusai:

- Erozijos mažinimas
- Drėgmės perteklius greitai susigeria ir pasiskirsto dirvoje ir mažiau išgaruoja esant sausringiems orams
- Biologinis dirvožemio mikroorganizmų, sliekų aktyvumas
- Kuro ir laiko sąnaudos ženkliai mažesnės lyginant su tradiciniu arimu
- Didesnis pelningumas hektarui. Vokietijoje skaičiuojamas 153 €/ha didesnis pelningumas lyginant su tradiciniu žemės dirbimu (Tebrügge & Böhrnsen, 1997).
- Organinės liekanos lieka dirvoje, daugėja organinės anglies = humuso
- Mažesnis jautrumas staigioms orų permainoms, kaip liūtys, sausros.
- Aplinkai draugiška technologija

Beariminės technologijos minusai:

- Sudėtingesnė piktžolių kontrolė, dėl paviršiuje esančios gausios organikos sunkiau veikia herbicidai. Iš kitos pusės mulčius slopina piktžolių dygimą.
- Neįmanoma gyčiau įterpti trąšas
- Reikia turėti gerą, kokybišką techniką, bei „teisingai“ paruoštą žemę, norint tiksliai pasėti kukurūzų sėklą
- Žemė lėčiau sušyla iki reikiamos kukurūzų sėjai temperatūros
- Sunkiau kontroliuoti lygas, mikotoksinus, kenkėjus, šliužus
- Dėl didesnio organinės anglies kiekio, mikroorganizmams ją perdirbti reikia daugiau azoto, todėl didėja bendras reikalingo azoto kiekis (naudojant technologiją eilę metų, didesnis azoto poreikis išsilygina).

- Technologija netinkama (mažesni derliai) užmirkusiose, suslėgtuose dirvožemiuose. Naudojant pastovias technologines vėžes, suslėgimo, provėžų žalą galima kontroliuoti.
- Reikalinga labai gerai subalansuota sėjomaina, tarpinių kultūrų, žalios ir organinės trąšos tręšimo planavimas.

Iš praktinių pastebėjimų pusės galime teigti, kad ši technologija reikalauja daug kantrybes (reali nauda skaičiuojama tik po 10 ar net 20 metų), subtilumo, atidumo ir žynių. Yra pastebėta, kad pradžioje rezultatai būna prastesni negu naudojant klasikinius žemės dirbimo metodus. Daugiau nei 10 metų propaguojantys beariminę technologiją ūkininkai pabrėžė, kad užėjus į beariminį lauką gegužės – birželio mėnesį ir palyginus jį su šalia esančiais klasikiniai kukurūzais, esama nusivylimų, nes beariminėse technologijose kukurūzai būna 4-6 lapeliais mažesni. Užėjus į tuos pačius laukus rugpjūčio – rugsėjo mėnesiais bei esant sausringiems metams įprastinėse technologijose auginamiems kukurūzams jau bus pastebimas drėgmės stygius, o beariminėse technologijose vystymosi sąlygos bus artimos optimalioms.

Sėjos ir augimo sąlygos.

Kukurūzai – šilumamėgiai augalai. Jiems geriausiai tinka šiltos, kai temperatūra 18–24 °C, gana drėgnos vasaros. Anksčiau kukurūzus sėdavo, dirvai įšilus iki 10–12 °C. Lietuvoje tai dažniausiai būna gegužės mėnesio antroje dekaodoje, pražyduš ievoms ir vyšnioms. Pastaruoju metu siekiant, kad burbuolės kuo labiau subręstų, kai kurių veislių kukurūzai, ypač sėjant galinčiomis lokaliai tręšti kukurūzų sėjamosiomis, sėjami šiek tiek anksčiau – gegužės pradžioje. Dažniausiai literatūroje nurodoma, kad kukurūzų sėklos dygsta, esant 8–10 °C temperatūrai. Esant mažesnei kaip 10 °C temperatūrai, nustoja augti daigai, o rudenį nedidėja augalų masė. Augalai gerai auga, kai vidutinė paros temperatūra yra didesnė kaip 15 °C. Teigiama, kad nuo gegužės 10 dienos kiekviena suvėluota sėjos diena derlių mažina apie 1 proc. nuo optimalaus derliaus. Trumpalaikės šalnos (iki –2–3 °C) pavasarį pakenkia lapams, tačiau, pasėjus giliau kaip 4 cm, daigai nežūsta. Šalnos augalams žydint labai sumažina burbuolių grūdų derlių. Kukurūzai palyginti gerai išveria sausrą, bet trūkstant drėgmės intensyvaus augimo tarpsniu, labai mažėja derlius. Per didelis drėgmės kiekis taip pat lėtina augalų augimą ir vystymąsi (19 pav.).



19 pav. Bandomasis laukas Rapalių k., Luokės sen., Telšių r. lauko dienos metu.

Kukurūzai gerai auga derlingose dirvose: priemėliuose, lengvuose ir vidutiniuose priemoliuose. Šiems augalams netinka rūgščios ir per drėgnos dirvos, taip pat laukai, kuriuose gruntiniai vandenys negiliai (60–80 cm gylyje). Daugiausia maisto medžiagų yra vaškinės brandos kukurūzuose. Didžiausias derlius taip pat gaunamas pjaunant minėto augimo tarpsnio augalus. Lietuvos klimato sąlygomis kukurūzai užaugina didžiausią biomasės derlių – 10–15 t/ha sausųjų medžiagų, arba 2–3 kartus daugiau negu varpiniai javai, todėl ir biomasės savikaina yra nedidelė. Pasėjus iki gegužės 5–10 dienos, ankstyvųjų ir vidutiniškai ankstyvų veislių kukurūzai suformuoja vaškinės brandos burbuoles, kurių masė bendroje biomasėje sudaro apie 50 procentų. Vėliau pasėti ir tankūs kukurūzų pasėliai auga vešliai, gerai užtamsina dirvos paviršių ir stelbia piktžoles, tačiau subrandina mažesnį grūdų derlių. Be to, pernelyg tankus pasėlis jautresnis sausroms. Apskaičiuota, kad kukurūzų siloso energetinio vieneto savikaina yra apie 20–30 proc. mažesnė negu žolių šienainio ir beveik du kartus negu vasarinių miežių grūdų. Palyginti su

javais, kukurūzai užaugina ir didesnę grūdų derlių. Kai augalams pakanka šilumos, iš 1 ha galima prikulti iki 9 t ir net daugiau grūdams augintų kukurūzų. Biologinis derlingumas siekia 15 t, tačiau gamybiniuose plotuose tokio derliaus negaunama. Vidutiniškai iš 1 ha prikuliama 6–8 tonos kukurūzų grūdų. Vokietijos kukurūzų augintojai yra nustatę, kad jų šalyje vidutinio ankstyvumo veislių kukurūzų burbuolėms subręsti reikia 800–820 efektyviųjų temperatūrų (>10 °C) sumos arba vidutinė orų temperatūra gegužės–rugsėjo mėnesiais turi būti ne mažesnė kaip 15,3 °C. O kaip yra Lietuvoje? Jei vadovausimės daugiamečių matavimų duomenimis, tai vidutinė minėto laikotarpio orų temperatūra Lietuvoje siekė 14,9 °C, o efektyviųjų temperatūrų suma – 745, tačiau pastarųjų 5 metų vasara ir ruduo buvo daug šiltesni ir šie rodikliai jau viršijo minimalius reikalavimus. Kukurūzų veislės Kukurūzų veislių pasirinkimą dažnai lemia jomis prekiaujančių firmų pasiūla arba nuo seno auginamos įprastos veislės. Tinkamiausi yra tokių veislių kukurūzai, kurie greitai auga ir gerai stelbia piktžoles. Prieš pasirenkant veisles, geriausia būtų apžvelgti artimiausią veislių tyrimo stotį ir pasinaudoti turimais vertinimų duomenimis. Pastarųjų metų rezultatai rodo, kad regioninėse stotyse išbandytos ir įprastai žemdirbystei rekomenduojamos veislės gerai tinka ir auginti ekologiškai. Ekologiškai ūkininkaujantiems žemdirbiams patariama auginti kukurūzų veisles, kurių FAO skaičius yra iki 230, tačiau, jei vėluojama sėti, reikia pasirinkti šiek tiek ankstyvesnes veisles. Auginant kukurūzus ekologiškai, labai svarbu nepavėluotai imtis efektyvių piktžolių naikinimo priemonių. Padargus reikia pasirinkti, atsižvelgus į kiekvieno konkretaus kukurūzų lauko situaciją, kurią lemia oro ir dirvos sąlygos. Pasirinktos sparčiau augančios kukurūzų veislės gali labai sumažinti piktžolių daromą žalą pasėliams. Daugiamečių žolių įsėlis neleidžia įsigalėti vėliau sudygsusioms piktžolėms ir stabdo dirvos eroziją. Sėklos norma ir įterpimo gylis Sėjos tankis parenkamas priklausomai nuo kukurūzų veislės, auginimo tikslo, dirvos drėgmės, sėjos laiko ir svyruoja nuo 7 iki 16 daigų/m<sup>2</sup>. Nustatant sėklos normą, kai kurie ūkiai sėja 8–10 sėklų/m<sup>2</sup>, kiti tankiau – 12–14 sėklų/m<sup>2</sup>. Ankstyva sėja ir pakankamas vandens kiekis dirvoje sudaro sąlygas didesniam kukurūzų derliui išaugti, tačiau tokio derliaus pašarinė vertė dažniausiai būna žemesnė. Sėjant vėliau ir po dobilų, kai paprastai dirvoje būna mažiau drėgmės, rekomenduojama sėti 8, daugiausia – 9 sėklas/m<sup>2</sup>. Priklausomai nuo dirvos tipo, būklės, temperatūros, sėklų rūšies sėklos įterpimo gylis svyruoja nuo 3 iki 6 cm. Priemolio dirvose kukurūzai sėjami 3–5, o priemolio 5–6 cm gyliu. Esant vėsesniems orams, kukurūzų nereikėtų sėti per giliai. Tada optimalus sėjos gylis turėtų būti 3–5 cm, tik orams ir dirvai visiškai įšilus, kukurūzus galima sėti 5–6 cm gyliu. Jeigu trūksta drėgmės,

rekomenduojama sėti 1–2 cm giliau. Dažniausiai sėjama 75 cm tarpueiliais, maždaug 15–20 cm atstumu eilutėse. Dažnai kukurūzų sėklos įterpiamos per giliai. Taip atsitinka, sėjant į nepakankamai sutankintą viršutinį dirvos sluoksnį, kai sėjamosios noragėliai nugrimzta į purią žemę giliau negu reikia. Tokiais atvejais sėkla gali būti įterpta net 12–14 cm gylyje. Tuomet dalis sėklos nepajėgia išdygti per tokį storą dirvos sluoksnį, o ir prasikalę daigai būna silpni. Supuolančiose dirvose giliau įterpus sėklas, didelė jų dalis gali nesudygti ir dėl susidariusios dirvos plutos. Tačiau sekliu įterptą sėklą daugiau iškapsto paukščiai. Nustatyta, kad varnos į rišlų molį nenoriai kiša savo snapą, o smėlyje jos kukurūzų sėklą iškapsto iš gana gilių sluoksnių.

Kukurūzai sėjami tiksliosios sėjos sėjamosiomis. Šiuolaikinės sėjamosios ne tik tiksliai išberia į eilutes sėklas, bet ir lokaliai tręšia mineralinėmis trąšomis. Lokaliai tręšiama apie 5 cm giliau negu įterpiama sėkla ir apie 5 cm eilutės šone. Taip tręšiant paprastai sutaupoma apie 20–30 proc. trąšų, be to, augalai geriau auga, jei sąlygos nepalankios – per drėgna ar per šalta dirva. Kadangi trąšos brangios, o kukurūzams reikia didelio jų kiekio, tai sutaupoma ir pinigų, nereikia tręšti tręštuvais. Kukurūzus galima sėti ir runkelių sėjai skirtomis tiksliosios sėjos sėjamosiomis, jeigu jose sumontuoti kukurūzų sėjos diskai. Tačiau šios sėjamosios dažniausiai neturi lokalaus tręšimo įrangos, o tai svarbu sėjant kukurūzus, todėl juos sėti cukrinių runkelių sėjamosiomis nepatartina.

Nors kukurūzai labai nereiklūs augalai ir jų priežiūra daug paprastesnė negu javų, negalima visko palikti savieigai. Augalai nepakenčia konkurencijos su piktžolėmis, kurios iš dirvos atima vertingiausias maisto medžiagas. Piktžolės stipriai konkuruoja su kukurūzais, ypač kai dėl žemų oro temperatūrų jie silpnai auga ir vystosi. Todėl labai svarbu yra sunaikinti piktžoles ankstyvais kukurūzų vystymosi tarpsniais.

Kukurūzų derlius ir energetinė vertė.

Atliekant energetinį žemės ūkio technologijų vertinimą, labai svarbu žinoti ne tik visos technologijos patiriamas energetines sąnaudas, tačiau ir iš auginamos produkcijos gaunamą energijos kiekį. Tik tokiu būdu galima nustatyti technologijų energetinį efektyvumą. Todėl kultūrinių augalų derlius yra bene svarbiausias rodiklis, nuo kurio priklauso tiriamų technologijų pasirinkimo tikslingumas. Tyrimais nustatyta, kad kukurūzų suminis grūdų ir biomasės sausos masės derlius skirtingais metais būna labai nevienodas, kadangi tai įtakoja meteorologinės sąlygos (10 lentelė). Svarbiausias laikas (po sudygimo) augimui ir masės kaupimui yra rugsėjo ir spalio mėnesiai.

Vertinant vidutinius derliaus rezultatus, nustatyta, kad didžiausias kukurūzų derlius buvo tiesioginės sėjos ( $15,4 \text{ t ha}^{-1}$ ) technologijose, truputį mažesnis įprastinėje technologijoje. Ir mažiausias kukurūzų derlius gautas supaprastintoje technologijoje (vidutiniškai apie  $13,7 \text{ t ha}^{-1}$ ). Kaimyninėse šalyse atlikti įvairaus pobūdžio kukurūzų auginimo tyrimai, sėjos ir nuėmimo laiko įtaką kukurūzų derliui, rodo, kad Lietuvoje gautas kukurūzų sausos masės derlius yra atitinkantis šiam regionui.

10 lentelė. Inovatyvių žemės dirbimų technologijų įtaka kukurūzų derliaus rodikliams

Frakcijos	Derlius	Energetinė vertė	Sant. sk.
	t/ha	MJ kg <sup>-1</sup>	%
1. Įprastinė technologija	<b>14,7±0,1</b>	216090,0	100
2. Supaprastinta technologija	<b>13,7±0,2</b>	201390,0	93
3. Tiesioginė sėja	<b>15,4±0,7</b>	226380,0	105
R <sub>05</sub>	0,9494		

Priklausomai nuo kukurūzų derliaus, atitinkamai buvo apskaičiuota ir gaunama energija iš kiekvienos technologijos. Vertinant trijų tyrimo metų kukurūzų derliaus vidurkį, didžiausias energijos kiekis gautas tradicinėje ir tiesioginės sėjos technologijose.

Beariminė technologija ypač populiari Šiaurės ir Pietų Amerikoje, Europoje ji dar tik daro įdirbi, bendrai pasaulyje skaičiuojama virš 100 mln hektarų bearimine technologija dirbamų laukų. Beariminė technologija kukurūzams auginti Lietuvoje irgi nėra panacėja, tai labiau biologinės žemdirbystės entuziastų tema, tačiau tobulėjant technologijoms, klimatui šiltėjant ir Europai vis labiau gręžiantis į taupias, draugiškas aplinkai technologijas, tai gali tapti aktualia tema daugeliui ūkių.

#### *Dirvožemio drėgmė*

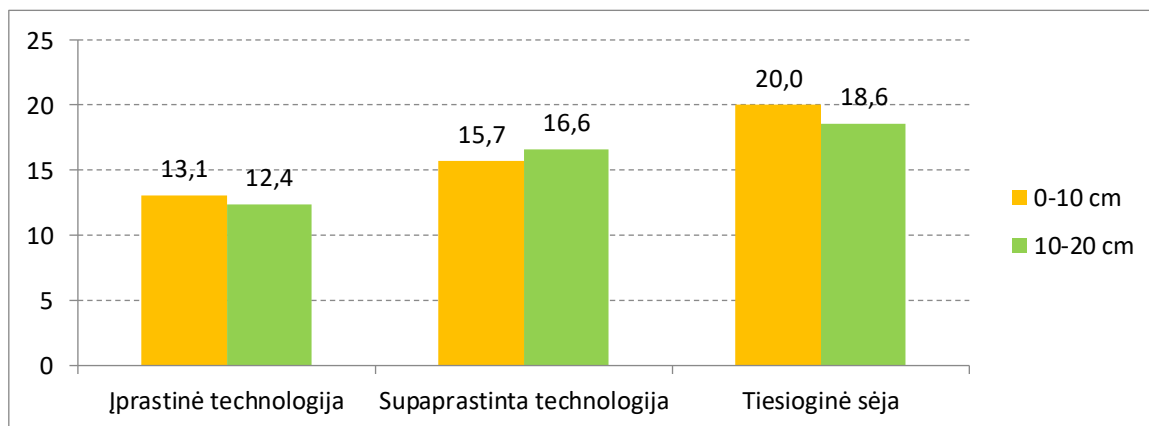
Sėjamųjų paskirtis – suformuoti vagutes sėklai, įterpti į dirvą vienodą sėklų kiekį tolygiu gyliu, užžerti įterptas sėklas paviršiniu dirvos sluoksniu bei jas prispausti (Väderstad, 2017). Sėja suskirsčius į įprastinę - tradicinę, supaprastinta ir tiesioginę, kai sėjama į neįdirbtą augalinėmis liekanomis padengtą dirvą (Frazier, 2015). Dideliuose pasaulio sausumos plotuose, nepakankami vandens ištekliai yra derlių ribojantis veiksnys. Tiesioginė sėja taupo drėgmę augalų dygimui,

neišjudindama dirvožemio ir palikdama ankstesnio derliaus atliekas ant dirvos paviršiaus, kaip apsaugą nuo drėgmės išgarinimo. Čia savo vaidmenį vaidina ir ekonominiai išskaičiavimai, nes daugelyje zonų, kur vandens stygius labai riboja gaunamus derlius, įdirbti dirvą finansiškai neperspektyvu.

Didžiąją dalį dirvos paviršiaus paliekant nejudintą po šiaudų dangą, labai pagerėja apsauga nuo vėjo ir vandens erozijos. Dirvožemio ir augalų maistinių medžiagų nuostoliai dėl erozijos turi neigiamą ekonominį ir aplinkosauginį poveikį.

Praleidžiant kitus dirvos įdirbimo darbus, natūraliai sumažinamas darbo laiko poreikis ir išlaidos vienam hektarui. Sumažėjęs darbo laiko poreikis – svarbi aplinkybė dideliuose ūkiuose ir taipogi, pvz., rudenį sėjantiems rapsus šiauriniuose augalininkystės regionuose, kur laikotarpis tarp derliaus nuėmimo ir dirvos įdirbimo labai apribotas.

Optimalus drėgmės kiekis dirvoje yra vienas iš pagrindinių derlių lemiančių veiksnių (20 pav.). Daugelio mokslininkų duomenimis, supaprastintas žemės dirbimas iš esmės sulėtina drėgmės garavimą iš dirvos. Literatūriniais duomenimis mažinant žemės dirbimo intensyvumą, dirvos drėgnis 0–10 ir 10–20 cm sluoksniuose tendencingai didėja, palyginti su drėgniu, nustatytu artame dirvožemyje. Tačiau priklausant nuo einamųjų metų meteorologinių sąlygų ne visais atvejais būna nustatyti esminiai skirtumai. Kitų tyrimų rezultatai parodė, kad visame 0–20 cm ir ypač 0–5 cm dirvožemio sluoksnyje nustatytas pagrindinio žemės dirbimo poveikis – sekliai skustuose laukeliuose dirvožemio drėgmė buvo iš esmės didesnė nei kituose žemės dirbimo variantų laukeliuose. Užsienio mokslininkų tyrimų rezultatais, taikant tiesioginę sėją sausros sąlygomis dirvožemio drėgmė buvo didesnė nei žemę dirbant tradiciškai.



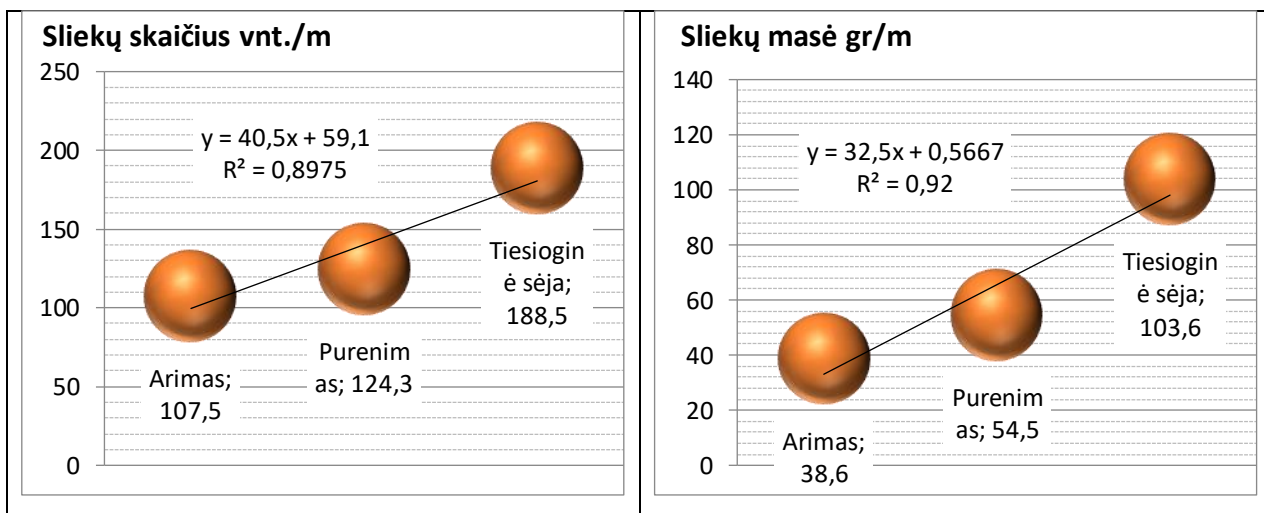
20 pav. Dirvos drėgnis 0-10 ir 10-20 cm sluoksnyje.



Pasėlių sudygimas, augalų augimas ir vystymasis labai priklauso nuo dirvos paruošimo kokybės. Be to, kuo drėgnesnė dirva žemiau sėklos guoliavietės, tuo vienodžiau sudygsta augalų sėklos. Nustatyta, kad purentuose, taip pat ir naudojant tiesioginės sėjos technologijas pupų daigų skaičius po 10 dienų nuo dygimo pradžios rastas esmingai 56,6; 66,3; 57,8 % didesnis.

### *Sliekų masė ir skaičius*

Remiantis literatūriniais duomenimis sliekai yra vieni svarbiausių megaorganizmų dirvožemyje. Jie palaiko dirvožemio oro ir vandens balansą, o tai įtakoja derlingumo palaikymą. Jie greitina dirvos mineralizaciją, išrausia kanalus, kuriais oras pasiekia augalų šaknis, ir vėdina dirvožemį. Siekiant nustatyti supaprastinto žemės dirbimo poveikį sliekams Žemės ūkio akademijoje buvo atlikti tyrimai sliekų gausumui įvertinti. Gauti duomenys rodo, kad supaprastintas žemės dirbimas sudaro palankesnes sąlygas plisti sliekams (21 pav.).



21 pav. Sliekų skaičius ir masė.

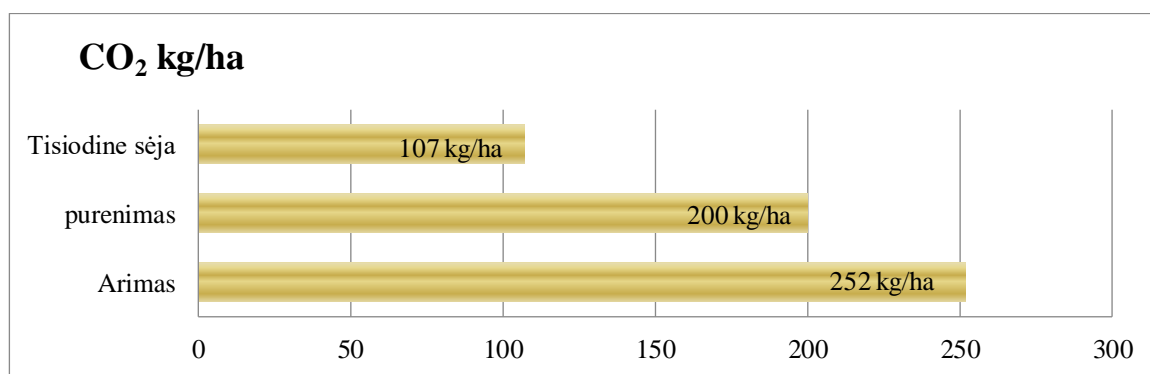
Artuose plotuose sliekų skaičius buvo 15,6 % mažesnis nei dirvose, kuriose atliktas skutimas, bei 75,3 % mažesnis žemės dirbimo technologijose naudojant tiesioginę sėją. Analogiškai didesnė sliekų masė nustatyta supaprastinto dirbimo - skustuose plotuose 41,2 % ir net 2,7 karto naudojant tiesioginę sėją.

Taip pat yra nustatyta, kad supaprastinus žemės dirbimą sliekų kiekis padidėjo 47–69 %, palyginti su įprastiniu arimu. Kitų mokslininkų tyrimų duomenys irgi rodo, kad visos supaprastinto žemės dirbimo sistemos padidino sliekų skaičių. Sekliai rotoriniu kultivatoriumi

purentoje dirvoje įterpus žaliąją trąšą bei neįdirbtoje dirvoje sliėkų skaičius, palyginti su arta dirva, padidėjo atitinkamai 119, 118 ir 128 kartus. Supaprastinus žemės dirbimą sliėkų biomasė padidėjo 14–41 %. Didžiausia sliėkų biomasė nustatyta neįdirbtoje dirvoje – 150,0 g m<sup>-2</sup>, kiek mažesnė – sekliai pavasarį rotoriniu kultivatoriumi įterpus žaliąją trąšą – 141,0 g m<sup>-2</sup> bei sekliai pavasarį rotoriniu kultivatoriumi purentoje dirvoje – 132,0 g m<sup>-2</sup>.

#### *CO<sub>2</sub> emisija į aplinką*

Žemės dirbimo darbai yra energioimlūs, reikalaujantys didelės galios traktorių. Degalų sunaudojimas, o tuo pačiu ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimas į aplinką priklauso nuo žemės dirbimo technologinių parametrų: dirbimo gylio, darbinio pločio, greičio, dirvos savybių ir kt. Vertinant žemės dirbimo technologines operacijas aplinkosauginiu aspektu, nustatyta, kad CO<sub>2</sub> dujomis mažiausiai aplinką teršia tiesioginės sėjos technologija. Literatūros duomenimis yra nustatyta, kad visas tiesioginės sėjos technologijoje numatytas mechanizuotas darbas, į aplinką iš hektaro yra išmetama apie 107 kg CO<sub>2</sub> (22 pav.), kai tuo tarpu įprastinė technologija aplinką teršia kone dvigubai daugiau. Daugiausiai CO<sub>2</sub> (apie 253 kg ha<sup>-1</sup>) į aplinką išmetama taikant įprastinę technologiją.



22 pav. CO<sub>2</sub> emisija į aplinką skirtingose auginimo technologijose

Analizuojant auginimo technologijas, galime įvertinti, kad švariausia yra tiesioginės sėjos technologija, nes atliekama tik viena tiesioginės sėjos technologinė operacija. Literatūroje taip pat yra teigiama kad, taikant tiesioginę sėją ir energijos sąnaudoms sumažėjant apie 75–83 %, tai CO<sub>2</sub> emisija sumažėja panašiu procentu, lyginant su įprastine žemės dirbimo ir sėjos technologija. Mažinant mašinų operacijų skaičių dirvos paruošimui, mažėja ir CO<sub>2</sub> emisija. Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijai į aplinką didelę įtaką daro tinkamas žemės ūkio mašinų parinkimas ir optimalus variklio apkrovimas (Janulevičius ir kt., 2013).

#### 4. Energetinis, aplinkosauginis ir ekonominis technologijų vertinimas

Ekonominis naudingumas – augalininkystės sėkmei didelę įtaką turi užaugintos produkcijos savikaina, kuri turėtų būti 15 - 25 proc. žemesnė už prognozuojamas užauginti produkcijos kainą, priešingu atveju augalininkystės verslas netenka prasmės. Kultūrinių augalų produkcijos savikainos mažinimas tiesiogiai priklauso nuo taikomų pradinio žemės dirbimo technologijų, įtakančių augalų sudygimo startą, vystymąsi, derlingumą ir auginimo sąnaudų optimizavimą. Todėl pagrindinis tikslas yra pirminio žemės dirbimo technologijų optimizavimas.

Energetiniai ir ekonominiai rodikliai apskaičiuoti vadovaujantis Lietuvos agrarinės ekonomikos instituto parengtomis rekomendacijomis žemės ūkio bendrovėms, ūkininkams, įmonėms ir kitoms paslaugas žemdirbiams teikiančios organizacijoms, atliekančioms žemės ūkio paskirties darbus (Mechanizuotų žemės ūkio paslaugų įkainiai, 2013). Skaičiavimai atlikti įvertinant, kad žemės ūkio mašinos dirba 10–20 ha dydžio sklypuose normaliomis sąlygomis, tai yra taisyklingų kontūrų, lygaus reljefo neakmenuotuose laukuose. Žemės ūkio agregatų, degalų, trąšų, pesticidų ir kitų sąnaudų energetinės vertės MJ, vadovaujantis kitų mokslininkų paskelbtais moksliniais darbais, pateiktos 11 lentelėje.

11 lentelė. Žemės ūkio technologinių sąnaudų vidutinė energetinė vertė (skaičiuota intensyviuose ūkiuose)

<b>Technologinės sąnaudos</b>	<b>Energetinė vertė *</b>	<b>Vienetai</b>
Darbas	1,96	MJ h <sup>-1</sup>
Dyzeliniai degalai	39,6	MJ l <sup>-1</sup>
Žemės ūkio agregatai	138,0	MJ kg <sup>-1</sup>
Sėkla	15,3	MJ kg <sup>-1</sup>
Pesticidai	468	MJ kg <sup>-1</sup>
NPK trąšos	65,1	MJ kg <sup>-1</sup>
Derlius	14,7	MJ kg <sup>-1</sup>

\* - remiantis: Baheshti Tabar ir kt., 2010; Hülsbergen, 2002; Reineke ir kt., 2013; Soni ir kt., 2013;

#### *Ekonominis vertinimas*

Auginimo technologijų ekonominis vertinimas atliktas tik mechanizuotoms technologinėms operacijoms, įvertinant naudojamų žemės ūkio agregatų ir degalų kainą, darbuotojų darbo užmokestį ir kitas su mechanizuotais darbais susijusias tiesiogines ir netiesiogines išlaidas. Dėl labai greitai besikeičiančių kainų, išlaidos trąšoms, herbicidams ir sėkloms nebuvo vertintos. Išlaidos dyzeliniams degalams apskaičiuotos, taikant sumažintą, pagal specialiai Lietuvoje ūkininkams skirtą kompleksinę degalų ir tepalų kainą – 0,96 EUR l<sup>-1</sup>. Tiesiogines išlaidas sudarė mašinų atnaujinimo, remonto ir techninio aptarnavimo, degalų ir tepalų bei darbo užmokesčio išlaidos. Apskaičiuojant technologinių operacijų savikainą, įvertintos netiesioginės veiklos sąnaudos, susijusios su žemės ūkio įmonės ir jos padalinių valdymu, patalpų ir įrenginių išlaikymu. Tam buvo skiriama 5–10 % tiesioginių išlaidų. Pridėtinės vertės mokestis į išlaidas neįskaičiuotas (Mechanizuotų žemės ūkio paslaugų įkainiai, 2013).

Apskaičiavus kiekvienai tirtai auginimo technologijai tenkančias energijos sąnaudas, nustatyta, kad skirtingų technologijų energijos sąnaudos svyravo nuo 16,1 iki 18,1 GJ ha<sup>-1</sup> (12 lentelė). Palyginimui Vokietijoje atlikti cukrinių runkelių technologijos energijos balanso skaičiavimai, parodė, kad bendros energijos sąnaudos cukriniams runkeliams išauginti buvo nuo 11,1 iki 35,8 GJ ha<sup>-1</sup> (Reineke, 2013).

12 lentelė. Energijos sąnaudos pagal skirtingas žemės dirbimo technologijas (skaičiuota intensyviuose ūkiuose)

Technologinės sąnaudos	Vienetai	Žemės dirbimo technologijos		
		Įprastinė	Supaprastinta	Tiesioginė sėja
Darbas	MJ ha <sup>-1</sup>	8,66	7,17	3,23
Dyzeliniai degalai	MJ ha <sup>-1</sup>	2274,62	2116,22	1123,85
Žemės ūkio mašinos	MJ ha <sup>-1</sup>	1578,82	1307,35	589,38
Sėkla	MJ ha <sup>-1</sup>	459,00		
Pesticidai	MJ ha <sup>-1</sup>	634,25		1814,25
NPK trąšos	MJ ha <sup>-1</sup>	12622,83		
<b>Iš viso:</b>	MJ ha <sup>-1</sup>	17578,2	17373,9	16153,5

Visose auginimo technologijose didžiausią dalį nuo visų energijos sąnaudų sudarė trąšos ir dyzeliniai degalai. Įprastinėje technologijoje trąšos sudarė apie 70 %, degalai – apie 15 %, o TS

technologijoje atitinkamai 78 % ir 7 %. Šios tendencijos nustatytos ir kitų šalių mokslininkų atliktais panašaus pobūdžio energetinio vertinimo tyrimais. Skirtingose Vokietijos regionuose sudaro nuo 53 % iki 60 %, dyzeliniai degalai apie 29 %, nuo visų technologijai tenkančių energijos sąnaudų.

Energetinio efektyvumo koeficientas.

Energetinio efektyvumo koeficientas rodo santykį tarp žemės ūkio augalų derliaus energijos kiekio ir tokiam žemės ūkio augalų derliui išauginti sunaudojamų energijos sąnaudų. Taikant skirtingų auginimo technologijų energijos efektyvumo koeficiento skaičiavimus, literatūriniais duomenimis yra nustatyta, kad energetinį balansą stipriai įtakoja meteorologinės sąlygos. Vertinant bandomųjų ūkių energetinių sąnaudų vidurkį, nustatyta, kad didžiausias energetinio efektyvumo koeficientas buvo tiesioginės sėjos technologijose (13 lentelė). Mažiausias energetinio efektyvumo koeficientas gautas įprastinio žemės dirbimo technologijose.

13 lentelė. Energetinio efektyvumo koeficientas skirtingas žemės dirbimo technologijas vidutiniškai per visas tirtąsias kultūras (skaičiuota intensyviuose ūkiuose).

<b>Žemės dirbimo technologijos</b>	<b>Energetinio efektyvumo koeficientas</b>
1. Įprastinė technologija	12,0
2. Supaprastinta technologija	13,0
3. Tiesioginė sėja	14,0

Atlikus energetinį vertinimą, pastebėta, kad šie energetinio vertinimo rezultatai tinkamai atspindi kitų autorių skelbtų mokslinių darbų rezultatus. Tabatabaeefar ir kt. (2009) skelbia, kad energetinis efektyvumo koeficientas skirtingoms žemės dirbimo sistemoms auginant kviečius svyruoja nuo 3,65 ariant dirvą verstuviniu plūgu iki 4,87 taikant tiesioginės sėjos technologiją. Energijos efektyvumo koeficientas auginant cukrinius runkelius skirtinguose Vokietijos regionuose svyruoja nuo 8,3 iki 19,5 (Reineke, 2013).

Atlikti parodomieji bandymai parodė, kad pagrindinė ekonominė nauda taikant supaprastintą žemės dirbimo ar tiesioginės sėjos technologijas yra:

- Energetinio vertinimo skaičiavimais nustatyta, kad tradicinis - įprastinis žemės dirbimas yra brangus ir nenašus technologinis procesas, reikalaujantis daug darbo laiko ir degalų sąnaudų. Taikant supaprastinto žemės dirbimo technologijas, arba tiesioginę sėją, gaunami geresni

ekonominiai ir energetiniai rodikliai, lyginant su tradiciniu žemės dirbimu. Ekonominė analizė parodė, kad visų supaprastintų žemės dirbimo technologijų išlaidos 5 iki 40 % mažesnės, lyginant su įprastine žemės dirbimo technologija. Vidutiniškai įvertinus parodomuosiuose bandymuose gautą derlių, daugeliu atveju, įprastinėje žemės dirbimo technologijoje jis yra panašus arba nežymiai didesnis palyginus su supaprastinto sėjos žemės dirbimo ar tiesioginės sėjos technologijomis.

- Apskaičiavus skirtingų technologijų darbo laiko ir degalų sąnaudas, nustatyta, kad taikant supaprastintus žemės dirbimo būdus, degalų sąnaudas galima sumažinti nuo 8 iki 50 %, darbo laiko nuo 17 iki 60 %, lyginant su įprastine technologija. Dyzelinių degalų sunaudojimo žemės ūkyje mažinimas yra teigiamas ir aplinkosauginiu aspektu, nes mažinama aplinkos tarša, mažiau į aplinką išmetant šiltnamio efektą sukeliančių CO<sub>2</sub> dujų.

- Energetinio efektyvumo balanso skaičiavimai rodo, koks yra santykis tarp energijos kiekio, gaunamo energetiniais rodikliais įvertinus derlių, išaugintą taikant skirtingas žemės dirbimo technologijas, ir energijos sąnaudų, susidarančių energetiniais rodikliais įvertinus žemės ūkio mašinų, dyzelinių degalų, sėklų, trąšų, herbicidų ir kitų medžiagų naudojimą. Geriausias energetinio efektyvumo koeficientas (14,0) pasiektas taikant tiesioginės sėjos technologiją, truputį mažesnis (13,0) buvo atliekant supaprastintą žemės dirbimą. Įprastinėje auginimo technologijoje, kai atliekamas gilus žemės dirbimas plūgu, energijos efektyvumo koeficientas buvo 12,0.

#### *Aplinkosauginis mechanizuotų žemės ūkio technologinių operacijų vertinimas*

Vertinant skirtingas žemės dirbimo technologijas aplinkosauginiu aspektu buvo nustatyta, kiek degalų reikalinga atskiroms mechanizuotoms technologinėms operacijoms atlikti ir kiek iš viso degalų sunaudojama visai technologijai įgyvendinti. Remiantis kitų mokslininkų (Tebrügge, 2001; Soane ir kt., 2012) skelbiamais tyrimų rezultatais, jog sudeginus 100 litrų dyzelinių degalų, į aplinką išsiskiria apie 376 kg CO<sub>2</sub> dujų, įvertintos visos tirtos kukurūzų auginimo technologijos.

Aplinkosauginis naudingumas – skiriant didesnę dėmesį žemės dirbimo technologijoms galime optimizuoti ne tik augalų vystymąsi bei derlingumą, padidins augalų atsparumą nepalankioms augimo sąlygoms ypač sausringuoju metu, bet ir leidžia sumažinti mineralinių trąšų ir augalų apsaugos produktų naudojimo kiekius, dėl ko tiesiogiai yra mažinamas neigiamas žemės ūkio poveikis aplinkai. Visa tai skatina efektyviai naudoti išteklius, mažinti žemės dirbimo

intensyvumo poreikį ir išmetamųjų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį. Racionalus cheminių medžiagų ir trąšų naudojimas leidžia sumažinti neigiamą ūkininkavimo poveikį aplinkai.

Pagrindinė agroaplinkosauginė nauda, taikant supaprastintą ar tiesioginės sėjos technologijas, yra ta, kad užauginama produkcija atitiktų vis griežtėjančius sveiko ir kokybiško maisto gamybos reikalavimus. Esant nevienodam augalų išsivystymui, augalai negali tinkamai panaudoti trąšų, o tai įtakoja išsiplovimą į gilesnius dirvožemio sluoksnius. Taip pat netinkamu laiku (esant netolygiam vystymuisi) panaudojus pesticidus, galimi dideli praradimai ir nuostoliai (dėl menkaverčių augalų/grūdų) ir aplinkos teršimo.

## 5. Išvados

Šio projekto metu atlikti tyrimai leido praktiškai įsitikinti tiesioginės sėjos ir supaprastinto žemės dirbimo technologijų pranašumu. Gamybiniai parodomieji bandymai atlikti skirtingo intensyvumo augalininkystės ir gyvulininkystės ūkiuose. Intensyvios gamybos ūkiuose, kuriuose labai svarbus pasėlių vystymosi vientisumas, kad panaudotų augalų apsaugos priemonių ir trąšų įsisavinimas būtų optimaliausias, o ekologiniuose ūkiuose, dėl tinkamos konkurencijos su piktžolėmis.

Vidutiniškai įvertinus parodomuosiuose bandymuose gautą derlių, daugeliu atveju, įprastinėje žemės dirbimo technologijoje jis yra panašus arba nežymiai didesnis palyginus su supaprastinto sėjos žemės dirbimo ar tiesioginės sėjos technologijomis. Esant neįprastai sausiems orams supaprastintose žemės dirbimo technologijose buvo nustatytas staigesnis augalų sudyginimas, todėl dygimo energija buvo vienintelis faktorius leidęs augalams sudygti ir įsitvirtinti iki visiško vandens deficito fakto.

Pievos ir daugiamečiai žolynai atnaujinti, kad jos taptų našios ir pašarai būtų maistingesni. Parinkus tinkamus žolių mišinius ir pritaikius juos prie esamų klimato sąlygų ir dirvožemio, gaunamas didžiausias derlius. Žolyną rekomenduojama atnaujinti kuomet nustatoma, kad jis yra išretėjęs ar įsiveisus didesniam piktžolių kiekiui. Žolynui atnaujinti tinkamiausias metų laikas yra pavasaris, nes vasarą prasidėjus didesniam drėgmės stygiui tai daryti rizikinga.

Įvertinus energetinio efektyvumo balansą geriausias energetinio efektyvumo koeficientas (14,0) pasiektas taikant tiesioginės sėjos technologiją, truputį mažesnis (13,0) buvo atliekant supaprastintą žemės dirbimą. Įprastinėje auginimo technologijoje, kai atliekamas gilus žemės dirbimas plūgu, energijos efektyvumo koeficientas buvo 12,0.

Ekonominė analizė parodė, kad visų supaprastintų žemės dirbimo technologijų išlaidos iki 40 % mažesnės. Apskaičiavus skirtingų technologijų darbo laiko ir degalų sąnaudas, nustatyta, kad taikant supaprastintus žemės dirbimo būdus, degalų sąnaudas galima sumažinti nuo 8 iki 50 %, darbo laiko - nuo 17 iki 60 %, lyginant su įprastine technologija.

Pastaruoju metu žemės ūkio sektoriaus plėtra ir konkurencinis pranašumas jau neįsivaizduojamas be inovacijų. Nors inovacijų nauda yra akivaizdi, tačiau jų diegimas ir taikymas šalies ūkiuose vykdomas labai atsargiai ir pamatuotai. Planuodami investicijas žemės ūkio sektoriaus atstovai pirmenybę teikia praktikoje patikrintoms technologijoms, turinčioms ilgalaikę reikšmę ūkio plėtroje.



## 6. Rekomendacijos

Parodomųjų bandymų atlikimui pasirinkti skirtingo intensyvumo augalininkystės ir gyvulininkystės ūkiai išsidėstę įvairiuose Lietuvos regionuose, taikydami inovatyvias sėjos technologijas ir lygindami ją su įprastai ūkiuose naudojamomis technologijomis galima rekomenduoti dėl kelių priežasčių:

- Energetinio vertinimo skaičiavimais nustatyta, kad įprastinis žemės dirbimas yra brangus ir nenašus technologinis procesas, reikalaujantis daug darbo laiko, degalų ir energetinių sąnaudų. Ekonominė analizė parodė, kad parodomuosiuose bandymuose supaprastintų žemės dirbimo technologijų išlaidos nuo 5 iki 40 % mažesnės, lyginant su įprastine žemės dirbimo technologija. Vidutiniškai įvertinus parodomuosiuose bandymuose gautą derlių, daugeliu atveju, įprastinėje žemės dirbimo technologijoje jis yra panašus arba nežymiai didesnis palyginus su supaprastinto sėjos žemės dirbimo ar tiesioginės sėjos technologijomis.

- Apskaičiavus skirtingų technologijų darbo laiko ir degalų sąnaudas, nustatyta, kad taikant supaprastintus žemės dirbimo būdus, degalų sąnaudas galima sumažinti nuo 8 iki 50 %, darbo laiko nuo 17 iki 60 %, lyginant su įprastine technologija. Dyzelinių degalų sunaudojimo žemės ūkyje mažinimas yra teigiamas ir aplinkosauginiu aspektu, nes mažinama aplinkos tarša, mažiau į aplinką išmetant šiltnamio efektą sukeliančių CO<sub>2</sub> dujų.

- Energetinio efektyvumo balanso skaičiavimai rodo, koks yra santykis tarp energijos kiekio, gaunamo energetiniais rodikliais įvertinus derlių, išaugintą taikant skirtingas žemės dirbimo technologijas, ir energijos sąnaudų, susidarančių energetiniais rodikliais įvertinus žemės ūkio mašinų, dyzelinių degalų, sėklų, trąšų, herbicidų ir kitų medžiagų naudojimą. Geriausias energetinio efektyvumo koeficientas (14,0) pasiektas taikant tiesioginės sėjos technologiją, truputį mažesnis (13,0) buvo atliekant supaprastintą žemės dirbimo. Įprastinėje auginimo technologijoje, kai atliekamas gilus žemės dirbimas plūgu, energijos efektyvumo koeficientas buvo 12,0.

Ataskaitoje aprašomos inovatyvios žemės dirbimo technologijos, kurios rekomenduojamos žemės ūkio veikla užsiimantiems objektams, kurie, atsižvelgiant į savo regiono dirvožemio chemines, fizikines ir reljefines savybes, jas gali pritaikyti pas save ūkiuose. Taip pat pateikiami pagrindiniai parodomųjų bandymų duomenys, kuriais remiantis parengtos rekomendacijos.

### ***Užsienio ūkininkų patirtis naudojant tiesioginės sėjos technologijas***

*Sumažinus mechanizacijos apkrovą, dirbama mažiau valandų ir su mažesne galia, taip pat sutaupomos laiko, degalų, bei išlaidų sąnaudos. Darbo laikas lauke labai sutrumpėja. Skiriama daugiau laiko mokymams ir diskusijoms su kolegomis. Užsienio ūkininkų patirtis rodo, kad taikant tiesioginės sėjos technologijas, galima gerokai sumažinti insekticidų ir fungicidų kieki, o tai įtakoja papildomą naudą. Rudenį atsiranda gerokai daugiau slielių. Dėl herbicidų panaudojimo pastebima dviprasmiška situacija, kai pirmaisiais neariminės technologijos metais per daug sumažinus augalinės dalies kieki, piktžolių sėklos pateka į optimalias daigumo sąlygas ir sudygsta. Atliekant nuolatinį skutimą, ražienoje sukuriama tinkama sąlyga piktžolių sėklų daigumui, o jei uždengiamas pasėlis, nuo to momento, kai dirvožemis nebegauna šviesos, piktžolės nebedygs. Taigi tuo metu kontroliuojamos piktžolių sėklų atsargos ir stengiamasi sudaryti kuo mažiau palankias sąlygas jų dygimui.*

*Atsižvelgdami į šiuolaikinę technikos pažangą, turime siekti nusimatytų žaliojo kurso tikslų, tačiau tai užtruks ne vienerius metus, teks prisitaikyti. Reikia turėti keletą skirtingų padarų. Siekiant optimalaus derliaus svarbu, kad būtų gerai apgalvota, įvairi ir ilgalaikė sėjomaina. Pagrindinis ūkininkų tikslas yra derlius, tačiau pritaikyti vien tik tiesioginės sėjos sėjimą įprastinėje technologijoje, bet nesilaikant visų kitų sąlygų, nėra gerai. Kad pavyktų pasiekti reikiamą rezultatą, reikia skirti tam laiko, žinių ir finansinių resursų.*

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2005). Pre-sowing seed treatment—A shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy*, 88, 223-271.
2. Bewley, J. D., Bradford, K., & Hilhorst, H. (2012). *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. Springer Science & Business Media.
3. Bogužas V. Žemės dirbimo sistemos moderniam ūkyje: metodinė medžiaga / Aleksandro Stulginskio universitetas. Kaunas : Technologija, 2014. 207 p. : iliustr. (Kuriame Lietuvos ateitį.).
4. Bogužas V., Arvasas J., Šniauka P. Žemdirbystė / Vadovėlis. ASU, Akademija, 2013. – 177 p. Prieiga per internetą: [http://dspace.lzuu.lt/bitstream/1/2507/1/Zemdirbyste\\_vadovelis.pdf](http://dspace.lzuu.lt/bitstream/1/2507/1/Zemdirbyste_vadovelis.pdf).
5. Buragienė, Sidona. "Impact of different soil tillage technologies on the environment." (2014): 26.
6. Cassman, K. G. (1999). Ecological intensification of cereal production systems: yield potential, soil quality, and precision agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(11), 5952-5959.
7. Cohen, J. E. (2003). Human population: the next half century. *science*, 302(5648), 1172-1175.
8. Crawley, M. J. *The R Book*. – Chichester, UK, 2007. – 942 p.
9. Fischer, G., Shah, M., Tubiello, F. N., & Van Velhuizen, H. (2005). Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990–2080. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1463), 2067-2083.
10. Galvydis J. *Agronomijos pagrindai*. V., 1997, IId., P. 54—66
11. Germanas R., Lukošius K. Ražieninių dirvų ruošimo ir sėjos technologijos – naujovės ir galimybės. *Raudondvaris*, 2006. – 60 p.
12. Gintautas, Vytenis. "Žemės dirbimo intensyvumo, šiaudų ir žaliosios trąšos įterpimo poveikis sliekų kiekiui ir vasarinių rapsų derlingumui." *JAUNASIS MOKSLININKAS 2017* (2017): 42.
13. Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., ... & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *science*, 327(5967), 812-818.

14. <http://www.pieno-tyrimai.lt>
15. Ivoškevičius, Rokas. "Skirtingų žemės dirbimo sistemų poveikis pupų pasėliui." *Organizacinis komitetas* (2020): 18.
16. Júnnyor, Wellington da Silva Guimarães, et al. "Soil compaction on traffic lane due to soil tillage and sugarcane mechanical harvesting operations." *Scientia Agricola* 76.6 (2019): 509-517.
17. Khan, Shahbaz, et al. "Impact of different tillage practices on soil physical properties, nitrate leaching and yield attributes of maize (*Zea mays* L.)." *Journal of soil science and plant nutrition* 17.1 (2017): 240-252.
18. López-Fando, Cristina, and M. T. Pardo. "Use of a partial-width tillage system maintains benefits of no-tillage in increasing total soil nitrogen." *Soil and Tillage Research* 118 (2012): 32-39.
19. Luo, Yuqiong, et al. "Long-term no-tillage and straw retention management enhances soil bacterial community diversity and soil properties in Southern China." *Agronomy* 10.9 (2020): 1233.
20. National Research Council, & Committee on Population. (2000). *Beyond six billion: Forecasting the world's population*. National Academies Press.
21. Olesen, J. E., & Bindi, M. (2002). Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European journal of agronomy*, 16(4), 239-262.
22. Porter, J. R., & Semenov, M. A. (2005). Crop responses to climatic variation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1463), 2021-2035.
23. Randers, J. (2012). *2052: A global forecast for the next forty years*. Chelsea Green Publishing.
24. Rashid, A., Harris, D., Hollington, P. A., & Khattak, R. A. (2002). On-farm seed priming: a key technology for improving the livelihoods of resource-poor farmers on saline lands. In *Prospects for saline agriculture* (pp. 423-431). Springer, Dordrecht.
25. Ritz Ch. R for statistical analysis in toxicology. Statistics Group. Faculty of Life Science. – Copenhagen, Denmark. – 2009, p. 13–17.
26. Sarker, J. R., Singh, B. P., Dougherty, W. J., Fang, Y., Badgery, W., Hoyle, F. C., ... & Cowie, A. L. (2018). Impact of agricultural management practices on the nutrient supply

- potential of soil organic matter under long-term farming systems. *Soil and Tillage Research*, 175, 71-81.
27. Šarauskis, E., Lekavičienė, K., Naujokienė, V., & Buragienė, S. (2018). An Empirical and Experimental Analysis of Interaction between Row Cleaner Parameters and Plant Residues in Strip Tillage. In *Proceedings of the 21th ISTRO International Conference, 24-27 September, Paris, France. Paris, 2018*.
  28. Šarauskis, E., Masilionytė, L., Juknevičius, D., Buragienė, S., & Kriauciūnienė, Z. (2019). Energy use efficiency, GHG emissions, and cost-effectiveness of organic and sustainable fertilisation. *Energy*, 172, 1151-1160.
  29. Šuliauskas A. A., (2015) Praktinė augalininkystė: javai ir rapsai. Vilnius.
  30. Tan, C., Cao, X., Yuan, S., Wang, W., Feng, Y., & Qiao, B. (2015). Effects of long-term conservation tillage on soil nutrients in sloping fields in regions characterized by water and wind erosion. *Scientific reports*, 5, 17592.
  31. Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418(6898), 671.
  32. Ūkininko patarėjas. 2004m. balandžio mėn.
  33. Zubrickis, Valentinas. *Skirtingo žemės dirbimo poveikis žieminiams rapsams, dirvožemio savybėms ir CO2 emisijai*. MS thesis. 2020.