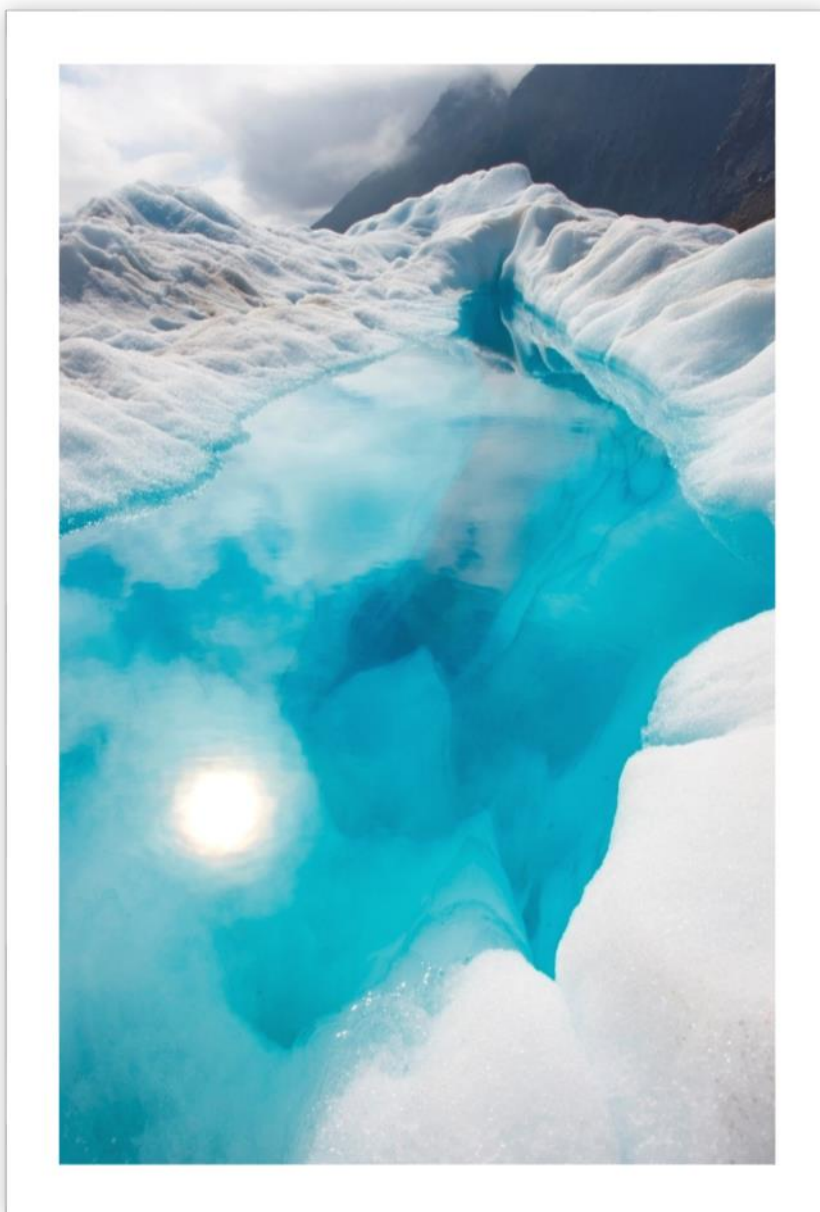




Enerģijas ainavas



Projekts tiek finansēts EEZ finanšu instrumenta 2009. - 2014. gada perioda programmas "Nacionālā klimata politika" neliela apjoma grantu shēmas ietvaros. Līguma Nr. 2/EEZLV02/14/GS/062/002

„ENERĢIJAS” AINAVAS, ENERĢĒTISKI AUGI

Mērķis: iegūt pamatzināšanas par „enerģijas” ainavām, daudzgadīgajiem enerģētiskajiem augiem un lomu klimata pārmaiņu mazināšanā.

Ievadkursā sasniedzamie studiju rezultāti (zināšanas, prasmes, kompetences): **zināšanas** par “enerģijas” ainavām kopumā un daudzgadīgo enerģētisko augu nozīmi klimata pārmaiņu mazināšanā; **prasmes** izvērtēt daudzgadīgo enerģētisko augu lomu un potenciālu; **kompetences** apkopot informāciju par daudzgadīgajiem enerģētiskajiem augiem, izprast to nozīmi un ietekmi uz klimata pārmaiņām.

Augu enerģētiskās kvalitātes rādītāju nosaka vairāki standarti. Vienlaikus ir grūti definēt ideālas augu enerģētiskās īpašības, jo dažādiem patērētājiem tās varētu būt atšķirīgas (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012). Bioenerģijas ražošanai ir svarīgi izmantot vietējos, ar pārtikas ieguvī nekonkurējošos, resursus, piemēram, daudzgadīgus zālaugus, kukurūzu un sējas kaņepes, lai nesadārdzinātu bioenerģijas ražošanu un sekmētu šī enerģijas ieguves veida izplatību, īstenotu vides aizsardzības un enerģijas taupīšanas programmas. Tas arī kopumā nosaka “enerģijas” ainavu koptēlu, izmantošanas iespējas un ietekmi uz vidi. Līdz ar to materiāls sniedz plašu ieskatu par enerģētisko augu nozīmi un izmantošanas iespējām bioenerģijas ražošanā ([papildmateriāls par “enerģijas” ainavu laikā un telpā skatīt plašāk 2. pielikumā, plašos veiktos pētījumus par “enerģijas” ainavām skatīt 7. pielikumā](#)). Jāuzsver, ka lauksaimniecība ir cieši saistīta ar dabas resursu izmantošanu. Eiropā samazinās lauksaimniecībā izmantojamās platības, kas ir izskaidrojams gan ar augu ražības paaugstināšanos, gan ar lauksaimniecības dzīvnieku skaita samazināšanos, jo palielinās to produktivitāte. Tāpēc pārtikai un lopbarībai neizmantojamās platībās vajadzētu **audzēt enerģētiskos augus** ([papildmateriālu par kultūru audzēšanu un izmantošanu skatīt, 4. pielikumā, sākot ar 82. lpp.](#)). Piemēram, Latvijā 2010. gadā nekopti bija 311 920.62 ha LIZ, aizauguši – 49294.02 ha LIZ (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012) ([papildmateriāls 1. pielikumā](#)).

Arī Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijā līdz 2030. gadam ir norādīts, ka valsts enerģētiskās neatkarības stiprināšanai nepieciešams, lai valsts samazina atkarību no enerģijas importa, sašaurinot kopējās enerģijas atkarības bilanci no 65 % pašlaik uz 35 līdz 40 % 2030. gadā. To iespējams sasniegt, balstoties uz vietējo enerģijas resursu īpatsvara palielināšanu enerģētikā (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012). [Enerģētisko augu platības un ražību Eiropas Savienība skatīt 1. tabulā un zaļās enerģijas izmantošanas iespējas laukos, skatīt 3. pielikumā. Enerģijas resursu raksturojums.](#) Enerģētisko resursu dalījumam ir vairāki

veidi. Visus resursus iedala divās galvenajās grupās: atjaunojamie un neatjaunojamie (Vides zinātne, 2008). **Profesors K. Sproģis enerģētiskos resursus dala trijās grupās:**

1. fosilie jeb neatjaunojamie resursi, ko iegūst zemes dzīlēs – nafta, dabas gāze, akmeņogles u. c.;
2. bioloģiskie sintezētie enerģijas resursi, kas rodas zaļo augu veģetācijas procesā, tiem akumulējot saules enerģiju;
3. elektroenerģijas, ūdens un vēja u. c. enerģijas resursi (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012).

Otrās grupas resursi veidojās no trijām daļām (Sproģis K., 1998):

1. daļa – no meža resursiem un citu ilggadīgu stādījumu resursiem;
2. daļa – no augkopības resursiem, kas uzkrājas graudos, sēklās, salmos, kartupeļu bumbuļos, biešu saknēs un lapās, zālaugos (tīrumzālēs, pļavās, ganībās) u. c. augkopības produktos;
3. daļa – no ūdens augos uzkrātiem resursiem (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012).

Jāuzsver, ka biomasas resursu iedalījums ir noteikts standartā CEN/TS 14961, kur biomasas resursus klasificē šādās galvenajās kategorijās: koksnes biomasā, zālaugu biomasā, augļu biomasā. Biomasas cietajam kurināmajam ir plašākas izmantošanas iespējas: siltuma, elektrības ražošanai, apkurei u. c. (Adamovičs A., 2007). Tas norāda, ka cietais biokurināmais ir perspektīvāks par citiem biomasas resursiem (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012).

Daudzgadīgiem enerģētiskiem augiem piemērotākie alternatīvo enerģijas veidu ieguvei un ekonomiski izdevīgākas ir dažādas **zālaugu sugas** vai to **jauktie zelmeņi**. Zālaugu biomasas ražošanai ir maza enerģētiskā ietilpība, bet liela ir enerģijas ieguve no izaudzētās ražas, tāpēc bioenerģētiskās efektivitātes rādītāji ir ievērojami lielāki nekā citiem laukaugiem (par kultūraugu dažādošanu skatīt 5. pielikumu). Piemēram, granulēšanai var izmantot dažādas zālaugu sugas, to maisījumus, dabisko pļavu zāli, niedres. Zālaugi ir daudzgadīgi, tos nav jāpārsēj katru gadu un zelmeņu veidošanai var izmantot arī mazāk produktīvas, erodētas un rekultivētas augsnes. Kaut gan zālaugu granulu siltumspēja sastāda tikai līdz 96 % no kokšņu granulām, tomēr sadedzinot zāli izdalās gandrīz par 90 % mazāk siltumnīcas efektu izraisošas gāzes, kā naftas degvielām, oglēm vai dabasgāzei.

Energoaugu izvēle, to audzēšanas vietas un audzēšanas tehnoloģija spēlēs ievērojamu lomu vai noteikta biodegvielas veida ražošana pozitīvi vai negatīvi ietekmēs apkārtējo vidi, kā arī noteiks šīs ietekmes pakāpi.

Alternatīva enerģijas un biodegvielas ieguves palielināšana, kas bāzējas uz tradicionālām viengadīgām kultūrām, var novest pie augsnes erozijas palielināšanas, barības vielu un bioloģiskas daudzveidības pazemināšanas augsnē, sakarā ar nepieciešamību rūpīgāk apstrādāt augsni. Tomēr ja enerģētisko lauksaimniecības kultūru audzēšanai tiek izmantotas neizmantojamas degradētas augsnes, erozijas līmenis var būtiski pazemināties pateicoties palielinātajam augsnes segumam, īpaši tur, kur tiek izmantotas daudzgadīgie lauksaimniecības kultūraugi. Daudzgadīgiem enerģētiskiem zālaugiem nepieciešami mazāki finansiālie ieguldījumi un mazākas aramzemju platības, kas var potenciāli palielināt bioloģisko daudzveidību, ja tie aizvieto viengadīgu kultūraugu izmantošanu. Tomēr, šī tehnoloģija, ir saistīta ar otrās ģenerācijas izejvielu ražošanu, vēl atrodas pētījumu stadijā un tai vēl nav tirgus nozīme, tāpēc jāveic šo tehnoloģiju papildus izpēti bioloģiskās daudzveidības izmaiņu virzienā.

Daudzgadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas ietekmes uz bioloģisko daudzveidību: neskatoties uz ievērojamo koksnes kurināmā eksporta apjomiem, Latvijā pieaug koksnes izmantošanas īpatsvars vietējās katlumājās siltuma un elektroenerģijas ražošanai. Nākotnē, sekojot Eiropas Savienības direktīvām, tas būtu jāpalielina. Koksnainās biomasas ieguve un ražošana ārpus meža teritorijas iespējama, gan novācot uz neizmantotajām lauksaimniecības zemēm pēdējo gadu laikā izveidojušos apaugumu, piemēram, ražojot kurināmo baltalkšņu atvasājos, gan ierīkojot īscirtmeta ātraudzīgo koku sugu (apses, kārkli) plantācijas. Piemēram, kārkļu plantācijās aktīva saimnieciskā darbība tiek veikta tikai katru trešo gadu un produkcija tiek novākta ziemas periodā. Apšu stādījumā pirmos trīs gadus saglabājas nenoganītām pļavām, jeb zālājiem raksturīgie apstākļi un sugu sastāvs, vēlāk sastopamas tikai ģenētiskās augu sugas un palielinās plantācijā mītošo dzīvnieku daudzveidība. Atvasāju saimniecībā pēc apauguma novākšanas pieaug lakstaugu daudzveidība, vēlāk, līdzīgi kā apšu un kārkļu plantācijas, palielinās mugurkaulnieku daudzveidība.

Piemēram, ar baltalkšņa produktivitātes pētījumiem nodarbojas LVMI "Silava" zinātnieki sadarbībā ar citu zinātnisko iestāžu pētniekiem Valsts pētījumu programmas „Lapu koku audzēšanas un racionālas izmantošanas pamatojums, jauni produkti un tehnoloģijas” ietvaros. Pašlaik daudzsološi ir baltalkšņa un melnalkšņa hibrīdi, kas ir produktīvāki, nekā baltalksnis. Šo koksni izmanto galvenokārt malkas sagatavošanai, taču pieaug patēriņš arī taras kluču un kokogļu ražošanai.

Kārkļu un hibrīdās apses monokultūru plantācijas ir Latvijā jauns koksnainā biokurināmā ražošanas veids. LVMI Silava uzsākta hibrīdapšu selekcijas programma, kuras

rezultātā ražošanā ir ieviests, produktīvu, hibrīdās apses klonu stādāmais materiāls, kas pavairots ar audu kultūru metodi. Pēdējie pētījumi apstiprina, ka hibrīdapšu koksne ir plašs pielietojums gan kā zāgmateriāliem, gan papīrrūpniecībā, gan arī kā enerģētiskā, jo hibrīdapses ir ātraudzīgas un sekmīgi atjaunojas ar sakņu atvasēm un agrā vecumā veido lielu biomasu.

Detalizētāka informācija par enerģētisko augu audzēšanu un izmantošanu:

1. Ziemāju energograudaugi. Latvijā atbilstoši klimatiskajiem apstākļiem bioenerģētikas vajadzībām var audzēt ziemas rudzus (*Secale cereale L.*), ziemas kviešus (*Triticum aestivum L.*), ziemas tritikāli (*Triticosecale Wittm.*). Visas šīs sugas pieder graudzāļu (*Poaceae*) dzimtai. Ziemāju audzēšanā ir vairākas priekšrocības, jo ziemāju labāk izmanto rudens un pavasara augsnē esošo mitrumu, labāk izmanto barības vielas, tiem ir garāks veģetācijas periods un augstākas ražas. Ziemāju attīstības noris divos periodos pēc šādas shēmas: 40 līdz 60 dienas rudenī – no sējas līdz veģetācijas beigām; miera periods 40 līdz 60 līdz 90 dienas pavasarī – no veģetācijas atjaunošanās līdz nogatavošanās beigām (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012).

Ziemas rudzi (*Secale cereale L.*) ir augi ar spēcīgi attīstītu sakņu sistēmu. Stieбри apaļi, sadalīti posmos, atkarībā no šķirnes var būt 70-200 cm gari. Lapas ir visai prāvas un veido lielu virsmu, kas jau cerošanas fāzē pilnīgi nosedza augsni, stipri noslāpējot nezāļu attīstību. Rudzi ir svešapputes augi. Apputeksnēšanās notiek ar vēja palīdzību. Rudzi zied tikai labos laika apstākļos. Lietains, mitrs laiks ir nelabvēlīgs ziedēšanai, un tādos apstākļos var veidoties daudz neapaugļotu ziedu. Rezultātā attīstās robainas vārpas un samazinās graudu raža. Graudi cietgatavību sasniedz apmēram divus mēnešus pēc vārpošanās. To veidošanās un nogatavošanās ir lēnāka nekā kviešiem. Graudu pēcbriedes periods ir samērā īss – 10 līdz 12 dienas. Lietainā un siltā laikā, aizkavējoties rudzu novākšanai, graudi var sadīgt vārpās (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012).

Ziemas kviešu (*Triticum*) ģintī ir 24 sugas, taču saimnieciski nozīmīgākas ir divas: mīkstie kvieši (*Tr. aestivum L.*) un cietie kvieši (*Tr. durum*). Latvijā audzē tikai mīkstos kviešus. Mīksti kviešiem ir ziemāju un vasarāju formas. Kviešu šķirnēm stieбри ir samērā resni no dobu vidu, to garums ir 50 – 130 cm. Lapas tumši zaļas, vidēji plata un garas, veido lielu fotosintēzes virsmu. Ziemas kvieši ir mērena klimata plastisks kultūraugs, kas piemēros audzēšanai dažādos apstākļos. Kvieši ir pašapputes augi, tomēr var notikt arī daļēja svešappute. Ja ziedēšanas laikā augiem trūkst mitruma vai barību vielu, samazinās graudu

skaitis vārpās. Graudu veidošanās un nogatavošanās periods ir īsāks nekā rudziem (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012).

Tritikāle (*Triticosecale Wittm*) ir vienīgais mākslīgi veidotais labību augs, kas iegūts, krustojot kviešus ar rudziem. Pēc botāniskā iedalījuma tritikāle tiek pieskaitīta pie kviešu (*Triticum*) ģints. Tā tika pirmoreiz iegūta laboratorijās 19. gadsimta beigās Skotijā un Zviedrijā. Tritikāle apvieno kviešu augsto ražības potenciālu un labo raudu kvalitāti ar rudzu izturību pret vides apstākļiem un slimībām. Piemēram, tritikālei salīdzinājumā ar kviešiem un rudziem ir labāka izturība pret nelabvēlīgiem augsnes apstākļiem, kā arī tā ir izturīgāka pret bīstamām slimībām. Tritikāles vārpa parasti ir garāka par kviešu vārpu (par 10 līdz 12 mm) un platāka par rudzu vārpu (līdz 3 mm). Tritikāles graudos ir daudz olbaltumvielu. Par vienu no komerciāli audzējamajām labībām tritikāle kļuva tikai nesen. Tritikāle ir pieskaitāma pie graudaugiem, kuri izceļas ar augstu ogļhidrātu un olbaltumvielu saturu (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012).

Ziemas kvieši ir viens no izpaltītākajiem kultūraugiem ar plašu izmantošanu. No to graudiem iegūst putraimus, miltus, spirtu, raugu. Taču lielāko daļu graudu izmanto lopbarībā – gan miltu, gan kombinētās lopbarības veidā. Salmi ir noderīgi lopbarībai. Aizsardzībā pret augsnes eroziju ziemas kvieši ieņem otro vietu aiz daudzgadīgajiem zālājiem. Tritikāli pārsvarā izmanto kā lopbarību un spirtu rūpniecībā, taču atsevišķu šķirņu graudi var tikt izmantoti arī maizes cepšanai. Ziemas rudzi pārsvarā tiek izmantoti pārtikā. Ziemāju graudi ir izejmateriāls cietes un spirta rūpniecībā. Salmus var izmantot rūpnieciskajai pārstrādei un apkurei.

Graudu izmantošana bioetanola ražošanai rada ētiskas un morālas problēmas, tāpēc ASV un Brazīlijā iesaka izmantot graudu vietā cukurniedres. Graudaugu audzēšana rada arī ūdens piesārņojuma problēmas, jo to audzēšanas laikā ļoti daudz izmanto slāpekļa mēslojumu. Etanola iegūšanai tikai no lignocelulozes uzrāda negatīvu ekonomiku, tāpēc ir jānodrošina koksnes un augu pilnvērtīga visu fraksciju izmantošana (Arato C., Pye E. K., Gjennestad G., 2005).

2. Sakņaugi: cukurbietes, lopbarības bietes. No visas biešu grupas bioenerģijas ražošanai ekonomiski izdevīgi izmantot cukurbietes un lopbarības bietes.

Cukurbietes (*Beta vulgaris saccharifera*) ir balandu (*Chenopodiaceae*) dzimtas biešu (*Beta*) ģints divgadīgs augs. Pirmajā gadā bietēm izveidojās paresnināta cukuru saturoša sakne ar bagātu lapu rozeti. Otrajā gadā izstādītajām cukurbiešu saknēm vispirms attīstās lapu rozete, tad stublājs, uz kura zariem izveidojas ziedkopas ar kamolveidā pušķos

saaugušiem ziediem. Jau pirmajā gadā cukurbietēm veidojas spēcīga sakņu sistēma. Pavasarī saknes attīstās lēni. Cukurbietes ir svešapputes augi, putekšņus pārnēsā vējš, tā arī kukaiņi. Biešu sēklai ir raksturīgs relatīvi liels dīgļis, kas veido apmēram pusi no sēklas masas (Freimanis P. u.c., 1980). Cukurbietes ir garas dienas augi, t. i., palielinot auga apgaismojumu diennakts laikā, tās attīstās ātrāk. Gaismai trūkstot, sakņauga masa samazinās, kaut arī lakstu masa - palielinās (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012).

Lopbarības bietes (*Beta vulgaris* L.) ir balandu (*Chenopodiaceae*) dzimtas divgadīgi augi, kuriem pirmajā gadā veidojās lapu rozetes un sulīgas saknes, bet otrajā gadā - ziedi un sēklas. Pēc sakņu formas lopbarības bietes iedala 6 grupās. Veģetācijas perioda ilgums pirmajā dzīves gadā ir 110 – 140 dienas un otrajā - 120 līdz 130 dienas (Freimanis P. u.c., 1980). Lopbarības bietes ir gaismasprasīgas un mitrumprasīgas, it sevišķi dīgšanas un jauno dzinumu izveides periodā (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012).

Cukurbietes ir ļoti labi izmantojamas biogāzes ražošanai. Vācijā galvenā augu izcelsmes biogāzes izejviela ir kukurūza, bet tai seko rudzi, sorgo un cukurbietes. No 1 kg cukurbiešu metāna iznākums ir lielāks nekā kukurūzas, bet pētījumu liecina, ka ļoti labi ir tās izmantot kopā: 75 % kukurūzas un 25 % cukurbiešu. Piemēram, Polijā pētīta biogāzes ražošanas iespēja gan tikai ar cukurbiešu saknēm, gan arī no visa auga kopumā: saknes + lapas. Atzīts, ka cukurbietes varētu būt pat piemērotāks substrāts biogāzes ražošanai nekā kukurūza, jo Polijas apstākļos tās nodrošina augstāku ražu no 1 ha. Enerģijas ražošanas nolūkiem būtu jāizmanto visa auga biomasa (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012).

3. Bumbuļaugi: kartupeļi, topinambūrs. Kartupeļi (*Solanum tuberosum* L.) oriģināli ir daudzgadīgs nakteņu dzimtas, nakteņu ģints lakstaugš. Izplatītākās ir divas pasugas:

- *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*, kas cēlušies mūsdienu Peru teritorijā un ir galvenokārt tetraploīdi ($2n=48$) un izteikti īsās dienas augi;
- *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*, kas galvenokārt cēlušies Čīlē; arī ir tetraploīdi ($2n=48$), bet piemēroti garās dienas apstākļiem.

Kartupeļiem ir paaugstinātas gaismas prasības. Vājākā apgaismojumā stublāji izstīdz, veidojas mazāk ziedu, aizkavējas bumbuļu attīstība un rezultātā raža samazinās. Kartupeļi ir mitrumprasīgi augi. Par kritisko periodu attiecībā uz mitrumu uzskata kartupeļu ziedēšanu, kad veidojas bumbuļi – mitruma trūkums šajā laikā var ievērojami ietekmēt ražu. Mitrums svarīgs arī pumpurošanās fāzē, kad ieriešas bumbuļi. Kartupeļu pavairošanai izmanto veģetatīvās izcelsmes augu daļas: bumbuļus.

Galvenais priekšnosacījums: sēklai jābūt veselīgai, bez slimīgu izraisītāju klātbūtnes. Kartupeļi pasaulē un arī Latvijā ir viens no nozīmīgākajiem kultūraugiem. Pasaulē kartupeļi ieņem 4. vietu aiz kviešiem, rīsa un kukurūzas un tos audzē 18-20 milj. ha platībā, iegūstot ik gadus 325-330 milj. t ražas. Lielākās ražotājvalstis ir Ķīna un Indija. Pasaulē kartupeļu kopražā pieaug, bet Latvijā, tieši otrādi, tā samazinās. Latvijā kartupeļi pēc aizņemtās platības ir 3. vietā aiz tādām augu grupām, kā labības un rapsis. Visos kartupeļu izmantošanas un pārstrādes procesos paliek daudz atkritumu, kurus var izmantot atjaunojamās enerģijas ieguvei, ražojot gan bioetanolu, gan biogāzi (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012). **Visādi piemēri 50.lpp.**

Topinambūrs vai zemes bumbieris (*Helianthus tuberosus* L.) ir asteru dzimtas (*Asteraceae*) polikarpisks augs. Daudzgadīgs, jo bumbuļi ziemo augsnē. Spējīgs bez atkārotas stādīšanas vienā vietā 8-10 gadus un vairāk. Stublāja augstums 150-300 cm, tie ir sazaroti un sadalīti posmos – no 25 līdz 60. Lapas – vienkāršas, ar zāgzobainu malu. Topinambūra unikālā izturība pret lauksaimniecības kaitēkļiem ļauj izvairīties no pesticīdu un herbicīdu izmantošanas un tādējādi novērš vides piesārņojumu. Topinambūru audzē kā lopbarības un enerģijas augu. Biomasai izmanto virszemes daļu – lakstus, ko veido bagātīgi aplapoti stublāji. Biomasu var izmantot biogāzes un cietā kurināmā vai vermikomposta ražošanai, bet bumbuļus – bioetanolā ražošanai (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012).

4. Enerģētiskie zālaugi. Latvijas agroklimatiskie apstākļi ir piemēroti **daudzu zālaugu sugu audzēšanai un augstu ražu ieguvei.** To apliecina izmēģinājumu rezultāti, kā arī labāko zemnieku saimniecību pieredze. Zālaugu ražas ķīmisko sastāvu ietekmē auga bioloģiskās īpašības, augšanas apstākļi, novākšanas laiks un citi faktori. Zālaugu ķīmiskais sastāvs ir ļoti dinamisks un būtiski mainās veģetācijas periodā. Visvairāk mainās kopproteīna un kokšķiedras saturs. Ķīmiskā sastāva izmaiņas ietekmē arī iegūtās ražas enerģētisko vērtību. Zālaugi ir ļoti nozīmīgi kā augsnes auglības saglabātāji un bieži pat uzlabotāji. Augstražīgi zālaugi palielina trūdvielu saturu augsnē, uzlabo augsnes struktūru un fitosanitāro stāvokli. Savukārt, zālāju ierīkošanai un biomasas ieguvei izmanto tauriņziežu un stiebrzāļu dzimtu dažādas sugas (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012). **Tauriņziežu raksturojums:** Tauriņzieži ir tauriņziežu dzimtas (*Leguminosae*) augi: āboliņš (*Trifolium* L.), lucerna (*Medicago* L.), galega (*Galega* Lam), amoliņš (*Melilotus* Mill). Tauriņziežu zālaugu saknes ir labi attīstītas. Daudziem ir spēcīga mietsakne, kas piemērotos apstākļos jau pirmajā dzīves gadā sasniedz 1 m un pat dziļākus slāņus. Tauriņziežu zālaugi daudz ūdens ražas veidošanai izmantot veģetācijas posmā – līdz ziedēšanas beigām. Ūdens ļoti nozīmīgs ir pirmajā veģetācijas gadā.

Latvijā biomasas ražošanai var izmantot tikai 2 sugas no lucernu ģints (Dzeltenā lucerna, Hibrīdā lucerna jeb bastarda lucerna). Pasaulē lucerna ir nozīmīgākā un izplatītākā daudzgadīgo zālaugu ģints. Augstā ražība, kvalitatīvā zaļmasa, liela olbaltumvielu ieguve no platības, spēja nodrošināt labu ražu bez slāpekļa mēslojumā, kā arī vairākas citas pozitīvas īpašības sekmē šī kultūrauga lielo popularitāti pasaulē. Savukārt, āboliņš ir nozīmīgākais zālaugs Latvijas klimata apstākļos. Dažādu āboliņu šķirņu audzēšanā, to ražas novākšanā un sagatavošanā var lietot industriālās darba metodes. Vairākkārtīga pļauja veģetācijas periodā, kā arī āboliņu sugu un šķirņu atšķirīgā augšanas intensitāte nodrošina biomasas ieguvi gandrīz visu veģetācijas periodu. Saknes, rugāji un citas ražas atliekas ir ļoti nozīmīgas augsnes trūdvielu palielināšanai. Kupla āboliņa virszemes biomasa labi nomāc nezāles un veicina intensīvu bioloģisko procesu norisi augsnē. Āboliņa pozitīva pēcietekme augsekā novērojama 3-4 gadus, bet no amoliņu (*Melilotus* Mill.) ģints 16 sugām nozīmīgākais biomaas augs ir baltais amoliņš (*M. Albus* Desr.), Latvijā sastopams arī dzeltenais amoliņš (*M. Officinalis* Desr.). Baltā amoliņa zaļmasa var izmantot biogāzes ieguvei un granulēšanai. Amoliņam ir liela agrotehniska nozīme, jo tas, tāpat kā citi tauriņzieži, bagātina augsni ar slāpekli un organiskām vielām. Amoliņš ir sausumizturīgs augs. Galegas ir tauriņziežu (*Leguminosae*) dzimtas zālaugi un šajā ģintī ietilpst 8 sugas, no kurām tikai divas – austrumu galega (*Galega orientalis* Lam.) un ārstniecības galegu (*Galega officianalis* Lam.) izmanto plašāk. Biomasai audzē austrumu galegu un ir kā lopbarības augs. Pavasarī tā ražu veido intensīvāk nekā citi tauriņziežu zālaugi. Zaļmasa var izmantot arī granulēšanai vai briketēšanai. No zaļmasas gatavo arī olbaltumvielām bagātus konservētus lopbarības līdzekļus (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012).

Stiebrzāļu raksturojums: stiebrzāļu dzimtas (*Poaceae*) augus audzē veģetatīvās masas ieguvei. Bioenerģētikai nozīmīgākās stiebrzāles ir miežabrālis (*Phalaris arundinacea* (L.) Raush.) (papildus informācija 9.pielikumā), kamolzāle (*Dactylis glomerata* L.), timotiņš (*Phleum pratense* L.), bezakotu lāčauza (*Bromus inermis* Leyss.), auzenes (*Festuca* L.), airenes (*Lolium* L.) un pļavas lapsaste (*Alopecurus pratensis* L.). Dabā plašas audzes veido parastā niedre (*Phragmites australis* (Cav.)). Stiebrzāļu veģetatīvo masu var izmantot svaigā veidā biogāzes ieguvei, bet tās piemērotas arī dažādu citu kurināmo līdzekļu gatavošanai. Stiebrzāles ir galvenais komponents dabisko zālāju zelmeņos, tās plaši audzē kultivētās pļavās. Tīrumos tās galvenokārt piesēj mistriem, kuros tauriņzieži ir vairākumā. To ražas novākšana un konservēšana ir vienkāršāk mehanizējama, vieglāk arī saražot sēklas materiāli sējumu atjaunošanai nekā tauriņziežiem. Piemēram, miežabrālis ir piemērots biomasas

ražošanai, jo tā ražošanas cikls pārsniedz desmit gadus, kā arī daudzgadīgajiem zālaugu kultūraugiem ir pozitīva ietekme uz apkārtējo vidi, jo tie samazina augsnes eroziju un uzlabo augsnes kvalitāti (Sanderson M. A., Adl, er P.R., 2008; Wrobel C. et. al., 2009).

5. Eļļas augi: rapsis (*Brassica napus ssp. oleifera* Metzg), saulgriezes (*Helianthus annuus* L.), sinepes (*Sinapis alba* L.). Pasaulē rapsi pārtikas vajadzībām audzē jau vairāk kā četrus tūkstošus gadu, Indijā – jau kopš 20.gs. p. m. ē. Rapsis pēc sojas un eļļas palmas ir trešais izplatītākais eļļas augs pasaulē, tā kopplatība pasaulē pārsniedz 30 milj. ha un joprojām vērojama tendence rapša platībām pasaulē ik gadu pieaugt. Joprojām ir aktuāli pilnveidot elementāro rapša audzēšanas tehnoloģiju, risinot jautājumus par sējas laiku, izsējas normām, šķirnes izvēli, mēslošanu un citiem svarīgiem ar audzēšanas tehnoloģiju saistītiem jautājumiem, kam ir jāattīstās soli solī ar jaunās, augstražīgās tehnikas lietošanu – saimniecību modernizāciju un lauksaimnieku (zemnieku) izglītības līmeņa paaugstināšanu. Rapša audzēšanā parasti izmanto divu veidu rapša šķirnes – līnijšķirnes un hibrīdus jeb hibrīdās šķirnes. Rapši veido lielu biomasu – 60 līdz 70 t ha⁻¹ vai 7 līdz 8 t t ha⁻¹ sausnas. Jau aprīļa beigās – maija pirmā dekādē tie izveido maksimālo zaļmasas apjomu un ir gatavi nopļaušanai. Biomasu var izmantot biogāzes ieguvei un granulēšanai. Tas paver plašas perspektīvas rapšu audzēšanai. Rapsis ir viena no kultūraugu sugām, kura var nodrošināt atjaunojamās enerģijas ieguvu, aizstājot fosilos enerģijas avotus. No rapša salmiem ir iespējams ražot gan biogāzi, gan metanolu. Savukārt, saulgriežu (*Helianthus*) sugas formu un lielaugļu hibrīdu lielā bagātība nodrošina izejvielu biogāzes ražošanai visas sezonas garumā. Biomasu var izmantot arī cietā kurināmā ražošanai. Eļļas saulgriežu šķirnes izmanto biodīzeļdegvielas ieguvei. Pelni, kas radušies no salmiem, ir labs nātriju saturošs mēslojums, bet ir arī kaitīgas vielas, kas izdalās ar augu dedzināšanu, tas ir hlors un sērs. No ekoloģiskā viedokļa raugoties, saulespuķu vai linu spaļu dedzināšanā rodas diezgan liels kaitīgo vielu daudzums, ko apstiprina iepriekš veiktie pētījumi.

Baltās sinepes (*Sinapis alba*) ir kāpostu dzimtas viengadīgs svešapputes augs. Sinepes spēj uzņemt barības vielas no grūtāk šķīstošiem savienojumiem. Sinepes ir svešapputes augs, ziedus bagātīgi apmeklē bites. Zaļmasas ieguvei baltās sinepes var vākt pirms ziedēšanas, bet lielāku zaļmasas ražu iegūst, vācot tās ziedēšanas laikā. Sinepju sēklas satur 30-45 % eļļas. To eļļu izmanto pārtikā un tehniskām vajadzībām. Sinepēm ir liela nozīme kā pēcpļaujas vai rugaines augam augsekās ar lielu labību un citu kultūraugu piesātinātību. Biomasas raža ir 25-40 t ha⁻¹, to var izmantot biogāzes ieguvei.

6. Zaļmasas augi: kukurūza, silfija, veiriha sūrene, malva, lupīna, amarants. Kukurūza (*Zea mays* L.) ir graudzāļu (*Poaceae*) dzimtas viengadīgs svešapputes vienmājas lakstaugs ar šķirtdzimuma ziediem. Kukurūza pieder otrās grupas labībām. Kukurūzu visvairāk audzē graudu ieguvei (1. vietā pasaulē graudu kopieguves ziņā) ko iespējams izmantot gan pārtikai, gan lopbarībai, gan cietes ražošanai u. c. veidos. Izmantošana ir atkarīga no kukurūzas veida. Kramveida kukurūzu izmantot miltiem, putraimiem, lopbarībai. Zobveida kukurūzas ir visvairāk audzētais kukurūzas veids, bet salīdzinoši jauns. Visvairāk to izmanto lopbarībai (graudu un biomasas ieguvei) un rūpnieciskai pārstrādei. Piemēram, kukurūzas graudus ASV plaši izmanto bioetanola ieguvei. Savukārt, kukurūzu Latvijas apstākļos iespējams audzēt ar labiem panākumiem kā viengadīgu zaļmasas ieguves augu, ko izmanto zaļbarībai un skābbarības gatavošanai (Gaile Z., 2000; Gaile Z., 2000a; Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012). Kukurūza ļoti labi papildina no zālaugiem gatavotu ar proteīnu bagātu barību. Pēdējā desmitgadē daudzgadīgajiem kukurūzas izmantošanas virzieniem klāt nācis vēl viens: izmantošana biogāzes ražotnēs. Biogāzes ražotņu būvniecība un nepieciešamība pēc substrāta veicinājusi kukurūzas skābbarības ražošanas palielināšanos. Silfija (*Silphium perfoliatum* L.) ir asteru (*Asteraceae*) dzimtas daudzgadīgs polikarps, svešapputes augs. Silfija piemērotos apstākļos vienā vietā aug 10 gadus un ilgāk, ražīgākie sējumi ir 3.-4. dzīves gadā. No tās iegūst 60-130 t ha⁻¹ zaļmasas. Zaļmasai ir zema pašizmaksa. Sēklu raža ir 300-800 kg ha⁻¹. Novākšanu apgrūtina nevienmērīga nogatavošanās un stipra birstamība. Biomasu var izmantot biogāzes ieguvei, bet tās granulēto masu – kurināšanai. Sūrenes (*Polygonum* L.) ir daudzgadīgi sūreņu (*Polygonaceae*) dzimtas augi. Biomasas ieguvei noderīgākā ir Veiriha sūrene (*P. weyrichii* F. Schmidt). Veiriha sūrene ir daudzgadīgs, polimorfs, polikarps svešapputes augs. Veiriha sūrenes virszemes biomasu var izmantot biogāzes ieguvei. Savukārt, Malvas (*Malvas* L.) ir malvu (*Malvaceae*) dzimtas augi. Pasaulē sastopamas vairāk nekā 30 malvu sugu, daļa no tām ir kultivējamās. Malvas veģetatīvo masu var izmantot svaigā vai skābbarības veidā biogāzes ieguvei, bet lupīnas ir trauriņziežu (*Leguminosae*) dzimtas augi, kur lupīnu ģintī ir vairāk nekā 200 sugu un Latvijās biomasas ieguvei var audzēt dzelteno lupīnu (*L. luteus* L.), šaurlapu lupīnu (*L. angustifolius* L.), balto lupīnu (*L. albus* L.). Pēdējos gados populāra kļūst daudzgadīgā lupīna (*L. polyphyllus* Lindl.). Vairākums baltās lupīnas šķirņu ir vēlīnas, un Latvijas klimatiskajos apstākļos sēklas nenogatavojas, tāpēc tās ievie no ārzemēm. Amarants (*Amaranthus* L.) ir amarantu (*Amaranthaceae*) dzimtas augs. Pasaulē sastopamas vairāk nekā 65 ģintis un aptuveni 900 amaranta sugu, 17 no tām tiek izmantotas pārtikai. Amarants strauji attīstās, tāpēc labi nomāci nezāles un to papildus

ierobežošana ar herbicīdiem nav nepieciešama. Amarantu veģetatīvo biomasu var izmantot svaigā vai skābbarības veidā biogāzes ieguvei (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012).

7. Citi biomasas augi: kaņepes, klūdziņu prosa, kārkli, lini, zilonzāle. Sējas kaņepes (*Cannabis sativa* L.) ir kaņepju dzimtas (Cannbinaceae) viengadīgs šķirtdzimuma kultūraugs, kas iedalās kultivēta un savvaļas, sastopamas arī vienmājas kaņepes. Kaņepju un citu nepārtikas kultūraugu iekļaušana atjaunojamo izejmateriālu ražošanā varētu ievērojami uzlabot ES lauksaimniecībā (Ranalli P, et. al., 2004). Latvijas agroklimatiskajos apstākļos laukā nevar izaudzēt kaņepes narkotisko produktu ražošanai. Latvijā kultivējamām kaņepēm tetrohidrokanabinola (THC) veido tikai dažas desmitās procentu daļas. Ir izveidotas šķirnes, kuras vispār nesatur kanabionoidus. Kaņepes ar savām enerģētiskajām īpašībām – augsto siltumspēju un relatīvi lielu sauso masu no 1 a – ir labs izejmateriāls enerģijas ražošanai, it sevišķi, ja to izmantot, sajauktu ar citiem enerģētiskajiem izejmateriāliem. Klūdziņu prosa, sin. slotiņu sāre (*Panicum virgatum* L.) ir stiebrzāļu (Poaceae) dzimtas daudzgadīga zāle, kas izplatās ar sēklām. Sējumā var saglabāties līdz 15 gadiem. Augs ir cēlies no Ziemeļamerikas. Klūdziņu prosu var izmantot dažādos atjaunojamās bioenerģijas konversijas procesos, tai skaitā celulozes un graudu bioetanola ražošanai. No klūdziņu prosas vienas tonnas var iegūt 380 litru bioetanola. Klūdziņu prosas veģetatīvo biomasu var izmantot svaigā vai skābbarības veidā biogāzes ieguvei. Klūdziņu prosu ar panākumiem var izmantot kurināmo granulu un brikešu ražošanai siltuma enerģijas ieguvei. Klūdziņu prosas salmu ķīpas var izmantot mājokļu būvniecībā, un kā substrātu – sēņu audzēšanā.

Vītoli ģints sugas koki un krūmi ir plaši izplatīti Ziemeļu puslodes mērenā klimata joslā. Baltijas valstīs Latvijā savvaļā sastopamas 20 sugas. Latviešu valodā izsenis lieto divus nosaukumus – vītoli un kārkli. Par vītoliem tiek saukti kokveidīgie ģints pārstāvji, ar kārkliem – krūmi, lai gan latīniski ģints nosaukums visiem viens – *Salix spp.* Cietā biokurināmā ieguvei ieteicams izmantot ātraudzīgos kārķu kultūraugus, kuri izveidoti daudzgadīga selekcijas darba rezultātā. Perspektīvākās no tiem ir šādas sugas: *Salix viminalis* L., *Salix dasyclados* L., *Salix triandra* L., *Salix schwerinii* L. Sakņu sistēma ir vairāk agresīva un var izsaukt problēmas ar drenāžu. Augus nevajadzētu audzēt ēkām tuvāk par 10 metriem. Kārķis bieži vien stāda, lai reģenerētu rūpniecības uzņēmumu izdalījumus, kārķiem ir spēja absorbēt dažus smagos metālu, piemēram, kadmiju. *Salix viminalis* ir zināms kā labs kadmija, hroma, svina, dzīvsudraba, cinka, selēna, sudraba, urāna, naftas ogļūdeņraža, organisko šķīdinātāju un bākusproduktu uzkrājējs (Landberg T. et al., 2002). Kārķu koksni kā energoresursu var izmantot malkas, šķeldas, brikešu un granulu veidā. Kārķu plantācijām nav piemērotas

platības, kas regulāri un ilgstoši pārplūst. Savukārt, lini (*Linum*) ir linu dzimtas (*Linacea*) augs, kurus ieteicams audzēt pēc labi mēslotiem graudaugiem, kas bija iesēti pēc daudzgadīgām zālēm, ja pirms tam augsne bijusi labi kultivēta. Piemēram, arī Lietuvā pētījumu rezultāti ir pierādījuši, ka eļļas liniem ir augstāka produktivitāte pēc ziemājiem. Šķiedras un eļļas ieguvei kultivējamie lini visi iekļauti vienā kultūraugā *Linum usitatissimum* L. Tie ir viengadīgi garās dienas augi. Ziemas linus sēj augustā un novāc jūlija vidū, bet vasaras linus sēj aprīļa beigās vai maija sākumā, nokuļ septembrī. Liniem visvairāk nepieciešams mitrums plaukšanas un ziedēšanas laikā. Eļļas linu audzēšanā galvenā produkcija ir sēklas. Eļļas saturs ir vairāk atkarīgs no linu šķirnes, kā arī no attiecīgā audzēšanas gada meteoroloģiskajiem apstākļiem. Ziloņzāle (*Miscanthus* spp.) ir daudzgadīga stiebrzāle, kas ievest no Āzijas valstīm un plašāk pazīstama ar dažādiem nosaukumiem, piemēram, mamutzāle, Ķīnas sudrabzāle, Ķīnas zāle. Ziloņzāle ir salīdzinoši pieticīgs augs un var augt dažāda tipa augsnēs, pacieš arī dažāda skābuma augsnes, tā dod ražu katru gadu pat 15 gadus no vietas pēc iestādīšanas. Viens hektārs neapstrādātas ziloņzāles ražas dod aptuveni 15 tonnu izzāvētas ziloņzāles. Izmanto cietā kurināmā, biogāzes un bioetanola ražošanai. Sadedzinot šādu daudzumu ziloņzāles, iegūst karstumu 8000 litru degvielas vērtībā. 2,23 kg zāles ar 15 % lielu ūdens daudzumu ražas novākšanas laikā atbilst 1 litram kurināmās vielas (Adamovičs A., Ancāns D. et. al., 2012).

Piemēri: [par ainavu daudzveidību, nozīmi un lomu skatīt šajās vietnēs](#)

1. <http://www.conocophillips.com/who-we-are/our-company/spirit-values/responsibility/Pages/the-changing-energy-landscape.aspx>
2. https://www.youtube.com/watch?v=pM8__r-Kxmo
3. <https://www.youtube.com/watch?v=7RQIPH-zFMM>
4. <https://www.youtube.com/watch?v=aUA1OGZWwBc>
5. <https://www.youtube.com/watch?v=SWbBOVqOBzo>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=ZK2M7dsEuKo>
7. https://www.youtube.com/watch?v=Pk9Ad_2w0Vc

KOPSAVILKUMS:

- pieaugot zemes iedzīvotāju skaitam, kā arī izmantojot jaunas tehnoloģijas, pasaulē un arī Latvijā ar katru gadu palielinās enerģijas patēriņš. Mūsu planētas daba ir ļoti daudzveidīga, bet tās resursi ir ierobežoti. Tāpēc ir svarīgi dabas resursi, lai tie neizsīktu, aizvietot ar citiem resursiem un izejvielām;
- lai samazinātu gaisa un ūdens piesārņojumu ar visdažādākajiem izmešiem un ķīmiskajām vielām, ir jāizmanto biomasa kā atjaunojamais energoresurss, aizstājot visbiežāk lietotos fosilos kurināmā veidus – ogles un naftas produktus;

- biomasu izmanto dažādos veidos, piemēram, bioenerģijas ražošanā (biosiltums, bioelektrība) un biokurināmā ražošanā (visi kurināmie, kas tiek ražoti no biomasas, ieskaitot cieta kurināmo (skaidas, šķeldu, malku, granulas), šķidro (bioetanolu, biodīzeļdegvielu, bioeļļas) un gāzveida kurināmo (biogāzi, ūdeņradi un citas gāzes));
- bioenerģijas ražošanai ir svarīgi izmantot vietējos, ar pārtikas ieguvu nekonkurējošos, resursus. Latvijas veiktie pētījumi pierāda, ka agroklimatiskajos apstākļos biomasas ieguvei un bioloģiskās daudzveidības palielināšanai var izmantot arī mazāk izplatītas augu sugas, tādas kā – sējas kaņepes, malva, topinambūrs, saulespuķes, amarants u. c. energoaugi.
- enerģētisko augu, t. sk. arī speciāli selekcionētu enerģētisko graudaugu, audzēšana Latvijā dotu iespēju efektīvāk izmantot atmatā atstātās aramzemes platības, palielināt darbvietu skaitu laukos un izveidot konkurētspējīgu eksportpreci.

Izmantotie avoti:

- Adamovičs A. (2007) Enerģētisko augu audzēšana un izmantošana. Aut. kol. Gr. Enerģētisko augu audzēšana un izmantošana - 190 lpp., Jelgava, 11.-89. lpp.
- Adamovičs A., Ancāns D., Āboliņš A., Balodis O., Bartuševics J., Dalbiņš J., Dubrovskis V., Gaile Z., Kaķītis A., Kalniņš A., Kanceviča L., Komlajeva L., Koteļņecis V., Kronbergs A., Kronbergs Ē., Leikučs J., Naglis – Liepa K., Nulle I., Pelše M., Plūme I., Poiša L., Putāns H., Repša E., Rivža P., Rivža S., Slepitis J., Straume I., Strikauska S., Strīķis V., Širaks E., Šmits M., Višinskis Z., Zabarovskis E., Zagroska V., Ziemelis I. (2012), Atjaunojamā enerģija un tās efektīva izmantošana Latvijā, Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Jelgavas Tipogrāfija, 392 lpp.
- Adamovičs A., Durovskis V., Plūme I., Jansons Ā., Lazdiņa D., Lazdiņš A. (2009) Biomasas izmantošanas ilgtspējības kritēriju pielietošana un pasākumu izstrāde, Valsts SIA Vides projekti, 174 lpp.
- Arato C., Pye E. K., Gjennestad G. (2005) The lignol approach to biorefining of woody biomass to producē ethanol and chemicals. In: Twenty-Sixth Symposium on Biotechnology for Fuels and Chemicals. Vol. 121-124, pp. 871-882.
- Blaschke T., Biberacher M., Gadocha S., Schardinger I. (2013) Energy landscapes: Meeting energy demands and human aspirations. Biomass and bioenergy 55, pp. 1.-15
- ECLAS 2012 Conference "The power of landscape" materiāls (2012), Warsaw, p. 262
- Eurostat datu bāze. Pieejams: <http://ec.europa.eu/eurostat>
- Freimanis P., Holms I., Jurševskis L., Lauva J., Ruža A. (1980) Augkopības praktikums. Rīga: Zvaigzne. 326 lpp.
- Gaile, Z. (2000) Agrīno kukurūzas hibrīdu novērtējums. Latvijas Lauksaimniecības universitātes Raksti, Nr. 2, 2.-9. lpp.
- Gaile, Z. (2000a) Agrīno kukurūzas hibrīdu kvalitāte. Latvijas Lauksaimniecības universitātes Raksti, Nr. 2, 10.-17. lpp.
- Gušča J. Zaļās enerģijas izmantošanas iespējas laukos. Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts, RTU, 90 lpp.
- <http://daudzgadgiezlaugi.blogspot.com/p/daudzgadigas-lupinas-lupinus.html>
- <http://old.llkc.lv/files/raksts/201406/20140610-1836-zalaji-abolins.jpg>
- <http://www.ecomark.lv/lv/karklu-plantaciju-ierikosana-un-apsaimniekosana>
- <http://www.ecosystema.ru/07referats/cultrast/031.htm>
- <http://www.la.lv/lai-iesetais-zalajs-neliktu-vilties-2/>
- <http://www.saimnieks.lv/Graudi/7988/>
- <http://www.seklas.lv/lv/cat/ap/56/Kukuruza>
- <http://www.termorelax.com/web/?id=403259>
- <http://www.theflowerexpert.com/content/growingflowers/flowersandseasons/amaranthus>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Alopecurus_pratensis
- https://en.wikipedia.org/wiki/Bromus_inermis
- https://en.wikipedia.org/wiki/Cannabis_sativa

31. https://en.wikipedia.org/wiki/Galega_orientalis#/media/File:Galega_orientalis.jpg
32. <https://en.wikipedia.org/wiki/Linum>
33. <https://en.wikipedia.org/wiki/Malva>
34. <https://en.wikipedia.org/wiki/Miscanthus>
35. <https://en.wikipedia.org/wiki/Polygonum>
36. https://en.wikipedia.org/wiki/Silphium_perfoliatum
37. https://eps.lad.gov.lv/greenery_docs/kulturaugu_dazadosana_16042015.pdf
38. <https://lv.wikipedia.org/wiki/Kukur%C5%ABza>
39. <https://lv.wikipedia.org/wiki/Lup%C4%ABnas>
40. https://lv.wikipedia.org/wiki/P%C4%BCavas_%C4%81boli%C5%86%C5%A1
41. <https://lv.wikipedia.org/wiki/Saulgrieze>
42. <https://lv.wikipedia.org/wiki/Sinepes>
43. <https://www.youtube.com/watch?v=UAW6PMhXmeA>
44. Kļaviņš M., Nikodemus O., Segliņš V., Melecis V., Vircavs M., Āboliņa K. (2008), Vides zinātne, Latvijas universitāte, LU Akadēmiskais apgāds, 67.-116.lpp.
45. Kronnbergs Ē., Šmits M. (2009) Enerģētisko augu kondicionēšana bioenerģijas ieguvei. Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 7th Scientific and Practical Conference, Vol. 1, 38.-45. lpp.
46. Lanberg T., Greger M. (2002) International variation of heavy metal interactions in *Salix viminalis*. Environmental toxicology and chemistry, 21 (12), pp. 2669-2674
47. Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava". Pārskats par meža attīstības fonda atbalstīto pētījumu (2008) Enerģētiskās koksnes sagatavošanas no celmiem un daudzgadīgo enerģētisko augu plantācijās – tehnoloģijas un darba organizācija. Salaspils, 48 lpp.
48. Ranalli P., Venturi G. (2004) Hemp as a raw material for industrial applications. Euphytica. Vol. 140, No. 1-2, pp. 1-6
49. Sanderson, M. A., Adler, P. R. (2008) Perennial Forages as Second Generation Bioenergy Crops. International Journal of Molecular of Agronomy, 29 (2008), p. 72.-79
50. Wrobel c., Coulman B. E., Smith D. L. (2009) The potential use of reedcanarygrass (*Polaris arundinacea* L.) as a biofuel crop. Acta Agriculturae Scandinavica, Vol. 59, pp. 1-18
51. <http://www.conocophillips.com/who-we-are/our-company/spirit-values/responsibility/Pages/the-changing-energy-landscape.aspx>
52. https://www.youtube.com/watch?v=pM8__r-Kxmo
53. <https://www.youtube.com/watch?v=7RQIPH-zFMM>
54. <https://www.youtube.com/watch?v=aUA1OGZWWBc>
55. <https://www.youtube.com/watch?v=SWbBOVqOBzo>
56. <https://www.youtube.com/watch?v=ZK2M7dsEuKo>
57. https://www.youtube.com/watch?v=Pk9Ad_2w0Vc