

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2022 028**
(22) Paraiškos padavimo data: **2022-12-01**
(41) Paraiškos paskelbimo data: **2023-06-12**
(45) Patento paskelbimo data: **2023-10-10**

(73) Patento savininkas:
Vytauto Didžiojo universitetas Žemės ūkio akademija, Studentų g. 11, 53361 Akademija, Kauno r., LT
(72) Išradėjas:
Andrius GRIGAS, LT
Dainius STEPONAVIČIUS, LT
Dainius SAVICKAS, LT

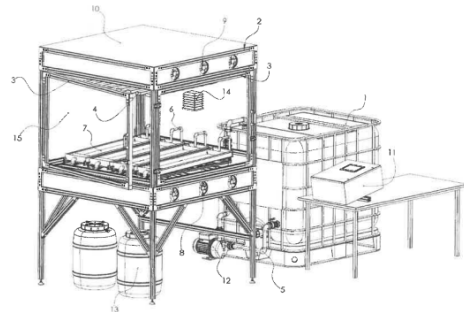
LT 7031 B

(54) Pavadinimas:

Žaliųjų pašarų auginimo hidroponiniu būdu proceso tyrimo stendas bei proceso vykdymo būdas

(57) Referatas:

Išradimas priklauso žemės ūkio sričiai ir yra skirtas tirti bei stebėti žaliųjų pašarų, naudojant hidroponinę auginimo technologiją, augimo procesą. Išradimas naudojantis stende gautais rezultatais, skirtas valdyti ir optimizuoti pramoniniu būdu auginamų žaliųjų pašarų gamybos procesą. Taip pat, tyrimo stendas gali būti naudojamas mokslinio tyrimo įstaigose, siekiant atlikti įvairių rūšių žaliųjų pašarų auginimo parametrų analizę bei teikti rekomendacijas augintojams. Žaliųjų pašarų, auginamų hidroponiniu būdu, proceso tyrimo stendas susideda iš drėkinamojo tirpalo talpos, auginimo kameros, auginamų augalų apšvietimo sistemos, drėkinamojo tirpalo tiekimo vamzdyno, auginimo lentos mazgo su įrengta masės kitimo stebėsenos sistema, įeinančio ir išeinančio oro ventiliacijos sistemos, valdymo bloko su jame įrengtais mikroklimato parametrų fiksavimo jutikliais. Pagrindinis pareikšto išradimo privalumas yra galimybė ne tik auginti žaliuosius pašarus hidroponiniu būdu, tačiau ir keisti įvairius jų auginimo technologinius bei konstrukcinius parametrus.



TECHNIKOS SRITIS, KURIAI SKIRIAMAS IŠRADIMAS

Išradimas priklauso žemės ūkio sričiai ir yra skirtas tirti bei stebėti žaliųjų pašarų, naudojant hidroponinę auginimo technologiją, augimo procesą. Išradimas, naudojantis stende gautais rezultatais, skirtas valdyti ir optimizuoti pramoniniu būdu auginamų žaliųjų pašarų gamybos procesą. Taip pat, tyrimo standas gali būti naudojamas mokslinio tyrimo įstaigose, siekiant atlikti įvairių rūšių žaliųjų pašarų auginimo parametrų analizę bei teikti rekomendacijas augintojams.

TECHNIKOS LYGIS

Siekiant padidinti gyvulių produktyvumą ir reprodukcines savybes žalieji pašarai yra esminė gyvulių šėrimo raciono sudedamoji dalis. Teigiama, kad siekiant gerinti gyvulininkystės produktų kokybinius parametrus, žalieji pašarai į gyvulių šėrimo racioną turėtų būti įtraukiami dažniau. Tačiau pagrindiniai žaliųjų pašarų gamybos trūkumai – pasaulyje mažėjantys dirbamosios žemės plotai dėl erozijos ir kitų veiksnių, vandens trūkumas, didelės šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos vienam produkcijos vienetui pagaminti bei didelės tręšimo išlaidos. Taigi, kaip sprendimas, pašarų auginimas hidroponiniu būdu gali padėti spręsti minėtas problemas, papildyti gyvulių šėrimo racioną bei padidinti ūkio efektyvumą. Žaliųjų pašarų auginimo hidroponiniu būdu metodas nėra naujas (*Agricultural system and method* US20200068822 (2020)). Minėtame patente nurodyta, kad pašarų auginimo hidroponiniu būdu procesas susideda iš kelių pagrindinių technologinių dalių: grūdų valymas, dezinfekcija, mirkymas, paskleidimas auginimo lentynose, drėkinimas bei derliaus nuėmimas. Ši sistema yra parasta, tačiau reikalauja nemažai darbo sąnaudų. Didelio rankinio darbo poreikio problema yra jau spręsta šiuose patentuose (*Hydroponic fodder growing system*, US20150000194A1 (2015)), (*Automated hydroponic growing and harvesting system for sprouts with a paddle-equipped linear seed head*, US20160302369A1 (2016)), (*Automated hydroponic growing and harvesting system for*, US20150250115A1 (2015)), kuriuose apibrėžtos automatinės žaliųjų pašarų auginimo sistemos, leidžiančios ženkliai sumažinti gamybos sąnaudas. Nors daugelį minėtų žaliųjų pašarų auginimo hidroponinių sistemų sieja to paties principo auginimo technologija bei drėkinamojo tirpalo tiekimo sistema, tačiau trūksta patentuotų įrenginių, kuriuose galima būtų ne tik auginti, bet ir auginimo proceso

metu kaupti duomenis, analizuoti bei vertinti hidroponinį pašarą, keičiant įvairius konstrukcinius bei technologinius auginimo parametrus.

Išradimo tikslas – užtikrinti kokybišką, žaliųjų pašarų auginimo hidroponiniu būdu, proceso tyrimą ir suteikti aplinkos temperatūros, santykinio oro drėgnio, CO₂ koncentracijos, drėkinamojo tirpalo elektrinio laidumo, pH, drėkinimo dažnio, drėkinamojo tirpalo tekėjimo greičio bei srauto, apšvietimo spektrinės kompozicijos, jo srauto bei fotoperiodo, auginimo lentynos posvyrio kampo nustatymo bei valdymo bei duomenų kaupimo galimybę, siekiant optimizuoti hidroponinių pašarų auginimo procesą ir įrangą.

BRĖŽINIŲ APRAŠYMAS.

Išradimas iliustruojamas brėžiniais:

1 pav. – žaliųjų pašarų, auginamų hidroponiniu būdu, proceso tyrimo stendo vaizdo schema:

- 1- drėkinamojo tirpalo talpa,
- 2- metalo profiliai,
- 3 - durys,
- 4 – aliuminio konstrukcijos juostos su juose įrengtais skirtingų spalvų LED diodais,
- 5 ir 6 - drėkinamojo tirpalo tiekimo vamzdynas bei jungiamosios dalys,
- 7 – auginimo lentynos mazgas su įrengta auginamų augalų masės kitimo stebėsenos sistema,
- 8 – įeinančio oro ventiliacijos sistema,
- 9 – išėinančio oro ventiliacijos sistema,
- 10 – plastikinės stendo dengiamosios plokštės,
- 11- proceso valdymo blokas,
- 12 – drėkinamojo tirpalo tiekimo siurblys,
- 13 – sėklų mirkymo, laikymo talpa,

14 – matavimo blokas su jame įrengtais šiais mikroklimato parametrų fiksavimo jutikliais,

15 – organinio stiklo plokštės;

2 pav. - auginimo lentynos mazgas su įrengta masės kitimo stebėsenos sistema:

16 – PVC (polivinilchlorido) auginimo lentyna,

17 - PVC auginimo lentynos galinis dangtis,

18 – PVC auginimo lentynos priekinis dangtis,

19 – grūdų slinkimą ribojanti užtvara,

20 – grūdų užtvaros laikikliai,

21 – drėkinamojo tirpalo išleidimo alkūnė,

22 – plastikinės kalibruotos 10 mm tarpinės,

23 – aliuminio profilis,

24 – masės matavimo jutiklio tvirtinimo prie stendo rėmo laikiklis,

25 – stendo konstrukcijos dalis,

26 – masės matavimo jutikliai,

27 – laikikliai,

28 – auginimo lentynos ribotuvai.

IŠRADIMO APRAŠYMAS

Žaliųjų pašarų, auginamų hidroponiniu būdu, proceso tyrimo stendą sudaro šios pagrindinės dalys (pav. 1.): drėkinamojo tirpalo talpa 1; metalo profiliai 2 pagaminti ekstruzijos būdu iš aliuminio siekiant užtikrinti lengvą konstrukciją ir atsparumą korozijai; durys 3 skirtos patogiam stendo aptarnavimui su įrengtomis organinio stiklo plokštėmis 15; LED augalų apšvietimo sistema, kurią sudaro: LED valdiklis, esantis valdymo bloke 11 ir skirtas keisti apšvietimo intensyvumą bei fotoperiodo trukmę, aliuminio konstrukcijos juostos su jose įrengtais skirtingų spalvų LED diodais 4; drėkinamojo tirpalo tiekimo vamzdynas bei jungiamosios dalys 5 ir 6

skirtos tam, kad pagal poreikį būtų galima reguliuoti tekančio tirpalo slėgį bei srautą; auginimo lentynos mazgas su įrengta auginamų augalų masės kitimo stebėsenos sistema 7 (pav. 2.); įeinančio oro ventiliacijos sistema 8; išeinančio oro ventiliacijos sistema 9; plastikinės stendo dengiamosios plokštės 10; proceso valdymo blokas 11 su jame esančia įranga (kurią sudaro: autonominė, auginamų augalų masės matavimo įranga, žmogaus-mašinos sąsajos ekranas (angl. *Human – machine interface* HMI) skirtas supaprastinti svorio matavimo įrangos valdymą. Taip pat valdymo bloke įrengta maitinamojo tirpalo tiekimo valdymo įranga); drėkinamojo tirpalo tiekimo siurblys 12; sėklų mirkymo, laikymo talpa 13; matavimo blokas 14 su jame įrengtais šiais mikroklimato parametrų fiksavimo jutikliais: CO₂ koncentracijos, temperatūros, santykinės oro drėgmės, šviesos srauto.

Auginimo lentynos mazgą su įrengta masės kitimo stebėsenos sistema (pav. 2.) sudaro: PVC (polivinilchlorido) auginimo lentyna 16; PVC auginimo lentynos galinis dangtis 17; PVC auginimo lentynos priekinis dangtis 18; grūdų slinkimą ribojanti užtvara 19, kurios pagalba grūdai nėra išplaunami; grūdų užtvaros laikikliai 20, kurie ne tik laiko grūdų užtvaramą, tačiau ir palaiko tarpą tarp auginimo lentynos ir grūdų užtvaros, kad tekantis vanduo (maitinamasis tirpalas) galėtų laisvai judėti; drėkinamojo tirpalo išleidimo alkūnė 21; plastikinės kalibruotos 10 mm tarpinės 22, skirtos auginimo lentynos posvyrio kampo nustatymui; ekstruzijos būdu pagaminto aliuminio profilio 23; masės matavimo jutiklio tvirtinimo prie stendo rėmo laikiklis 24; stendo konstrukcijos dalis 25; masės matavimo jutikliai 26; jo laikikliai 27, skirti išlyginti mechaninius įtempimus masės matavimo sistemoje; auginimo lentynos ribotuvas 28, skirtas lentynos fiksacijai.

Pagrindinis pareikšto išradimo privalumas yra galimybė ne tik auginti žaliuosius pašarus hidroponiniu būdu, tačiau ir keisti įvairius auginimo technologinius bei konstrukcinius parametrus: auginimo stendo viduje esanti temperatūra, santykinis aplinkos drėgnis bei CO₂ koncentracija matuojami autonomiškai – kelių sekundžių intervalu, duomenys gali būti saugomi debesyje (angl. *Cloud*). Šių parametrų kontrolė yra atliekama naudojant ventiliacijos sistemą 8 ir 9. Minėtiems rodikliams esant aukščiau ar žemiau nei nustatyta vertė – įjungama ventiliacinė sistema tol, kol mikroklimatiniai rodikliai pasiekia nustatytą vertę. Ši mikroklimato kontrolės sistema yra visiškai autonomiška viso auginimo ciklo metu. Maitinamojo tirpalo pH ir elektrinis laidumas EC matuojami kiekvieną dieną – ryte ir vakare, matavimai atliekami

naudojantis rankiniu matuokliu. Daiginamų želmenų masė matuojama autonomiškai – 0.5 Hz intervalais ar rečiau, viso auginimo ciklo metu. Pasibaigus auginimo ciklui, duomenys yra saugomi bei talpinami internetinėje talpykloje (angl. *Cloud*). Vienas iš pagrindinių išradimo privalumų – galimybė keisti naudojamo apšvietimo parametrus: fotoperiodo trukmė, apšvietimo spektrinė kompozicija (mėlyna + raudona (450 nm + 630 nm), raudona (630 nm), pilnas spektras (400 – 700 nm) bei srautas. Be technologinių parametų keitimo galimybės, stendas turi galimybę keisti auginimo lentynos posvyrio kampą, drėkinamojo tirpalo tekėjimo į auginimo lentynas greitį, srautą bei drėkinimo dažnumą.

IŠRADIMO REALIZAVIMAS

Prieš kiekvieną auginimo ciklą, turi būti nustatomi pagrindiniai stendo darbiniai parametrai: programinės įrangos pagalba nustatoma pageidaujama temperatūra, santykinė oro drėgmė bei CO₂ koncentracija stendo auginimo kameroje. Naudojantis plastikinėmis kalibruotomis 10 mm tarpinėmis 22 nustatomas reikiamas auginimo lentynos posvyrio kampas (viena 10 mm tarpinė atitinka 1 % posvyrio kampą). Taip pat, naudojantis drėkinamojo tirpalo vamzdyno sklendėmis (esančiomis galinėje stendo dalyje), nustatomas reikiamas drėkinamojo tirpalo tiekimo greitis bei srautas, o valdymo bloke 11 esančiame drėkinimo valdiklyje – drėkinimo dažnis. Tuomet valdiklio pagalba nustatomas pageidaujamas fotoperiodas, reikiamo bangos ilgio bei srauto šviesa.

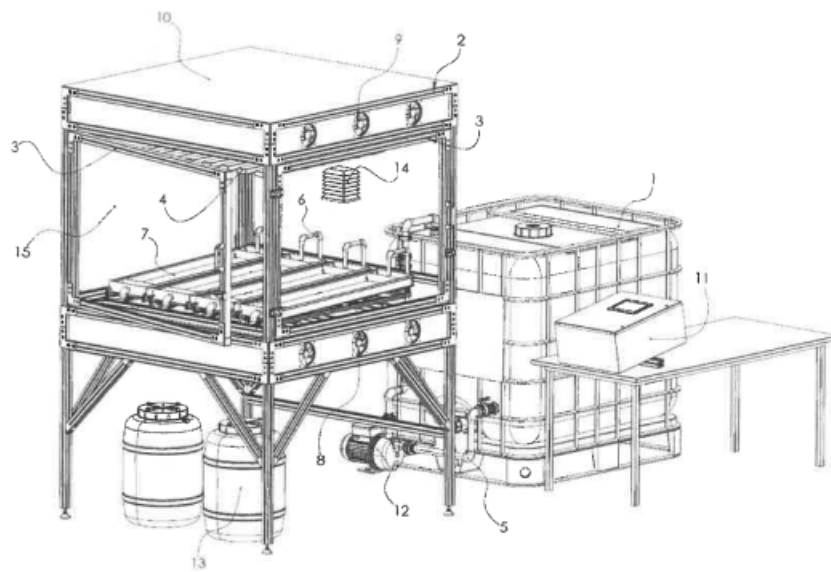
Žaliųjų pašarų, auginamų hidroponiniu būdu, auginimo seka: vienas iš pirmųjų bei pagrindinių veiksnių, lemiančių tiksliai atliekamus tyrimus – sėklų dezinfekcija. Tai atliekama sėklų mirkymo, laikymo talpoje 13. Kol sėklos yra mirkomos, auginimo lentynos 16 turi būti paruošiamos darbui bei sėklų skleidimui jose: stendo durys 3 atidaromos, į auginimo lentynas 16, kuriose įrengti laikikliai 20, įstatomi grūdų slinkimą ribojančios užtvaros 19, kurios vykstant drėkinimui, neleis sėkloms būti išplautoms. Po mirkymo, sėklos turi būti paskleidžiamos ant auginimo lentynų 16 taip, kad padengtų visą plotą tarp grūdų užtvarų 19. Auginimo lentynos stende sumontuotos su nuolydžiu tam, kad drėkinimui naudojamas tirpalas, tiekiamas drėkinimo vamzdynu 5 ir 6 pratekėjęs per visą auginimo lentyną jame neužsistovėtų, o subėgtų į kanalizaciją per drėkinamojo tirpalo išleidimo alkūnę 21. Drėkinimas vyksta automatiškai, pagal užprogramuotą laikmatį.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

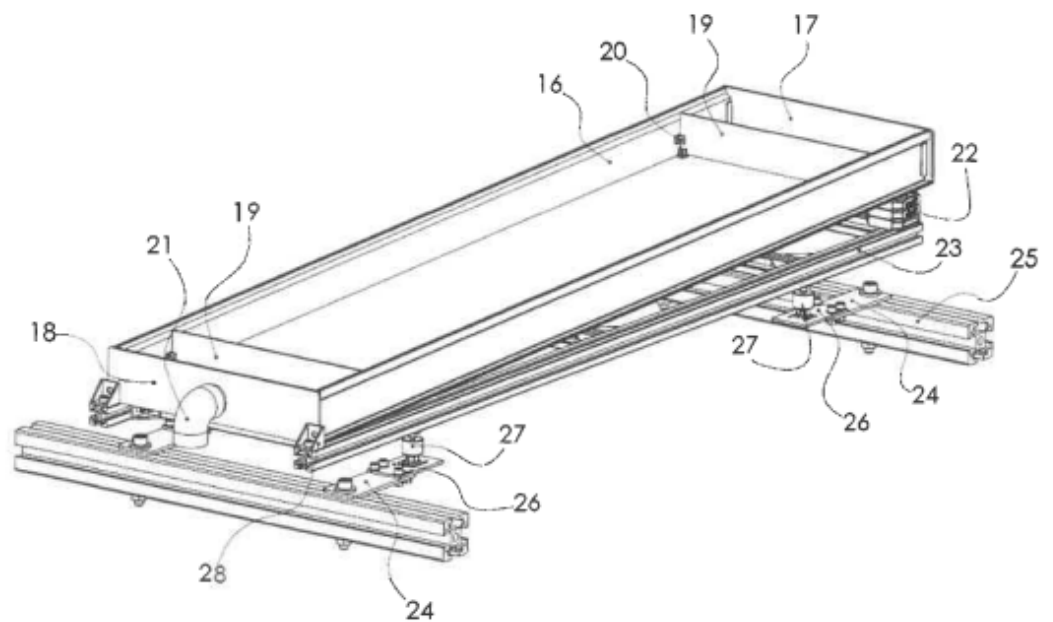
1. Žaliųjų pašarų, auginamų hidroponiniu būdu, proceso tyrimo įrenginys, susidedantis iš drėkinimo tirpalo talpos, metalo profilių konstrukcijos, PVC auginimo lentynų, naudojantis NFT drėkinamojo tirpalo tiekimo sistemą b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad susideda iš uždaros auginimo kameros su įrengta įeinančio ir išeinančio oro ventiliacijos sistema, reguliuojamo spektro bei srauto LED augalų apšvietimo sistemos, proceso valdymo bloko su jame esančia įranga, matavimo bloko su jame įrengtais mikroklimato parametrų fiksavimo jutikliais bei auginimo lentynos mazgo su jame įrengta masės kitimo stebėsenos sistema.

2. Žaliųjų pašarų, auginamų hidroponiniu būdu, proceso tyrimo įrenginys pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad visų jo technologinių (aplinkos temperatūra, santykinis oro drėgnis, CO₂ koncentracija, drėkinamojo tirpalo elektrinis laidumas bei pH, drėkinimo dažnis, drėkinamojo tirpalo tekėjimo greitis bei srautas, apšvietimo spektrinė kompozicija, jo srautas bei fotoperiodas) ar konstrukcinių parametrų (auginimo lentynos posvyrio kampai) vertės ne tik reguliuojamos, tačiau ir kaupiamos duomenų bazėje tolimesniam apdorojimui ar analizei viso auginimo proceso metu.

3. Žaliųjų pašarų, auginamų hidroponiniu būdu, proceso tyrimo įrenginys pagal 1 punktą b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad turi auginimo lentynos mazgą su įrengta augalų masės kitimo stebėsenos sistema, kuri leidžia iki 0.5 Hz dažnumu fiksuoti auginamos masės pokytį.



1 pav.



2 pav.