

# Holistinių tyrimo metodų taikymas skirtingų auginimo technologijų dirbtinai auginamų pievagrybių (*Agaricus*) kokybės tyrimuose

Alma Giedrė, Daiva Šileikienė, Justina Bražytė

Aleksandro Stulginskio universitetas

Dirbtinai auginami pievagrybiai priklauso produktams, kuriems turi būti taikomi prekybos standartai, pateikiami Reglamento (EB) 2200/96 I priede. Naujų standartų taikymas turėtų padėti pašalinti iš rinkos nepatenkinamos kokybės produktus. Šiame darbe kokybiniais įprastinės gamybos ir ekologinės žemės ūkio gamybos pievagrybiams rodikliams vertinti naudoti holistiniai (elektrocheminiai ir biokristalizacijos) tyrimo metodai, siekiant moksliniuose tyrimuose plačiau taikyti holistinius kokybės vertinimo metodus apibūdinant produktų energijos vertę.

*Pievagrybiai, elektrocheminiai rodikliai, energijos vertė P, biokristalizacija*

## Įvadas

Grybai pagal savo gyvenimo būdą viena paslaptiniausių ir palyginti menkai ištirtų organizmų grupių. Savo sandara ir gyvenimo būdu grybai skiriasi ne tik nuo gyvūnų, bet ir nuo augalų, todėl biologai grybus (*Fungi*, *Mycobiota* arba *Mycetalia*) priskiria savarankiškai gyvūnų organizmų karalystei. (Lietuvos grybai/Sasnauskas, 2008)

Grybai yra pačių įvairiausių gamtinių sistemų komponentai, nors didžiausia įvairovė visame pasaulyje pasižymi miškai. Grybai kartu su bakterijomis visose ekosistemose yra pagrindiniai pačios įvairiausios kilmės organinių medžiagų reducentai. Skaidantis organinėmis medžiagoms, į atmosferą išsiskiria anglies dioksidas, o į dirvą grąžinamos azotinės ir kitos maistinės medžiagos reikalingos augalams ir gyvūnams. Vadinasi, grybai yra ypač svarbūs dirvotyros procesams. Jų, kaip reducentų veikla gamtinėse sistemose ne mažiau svarbi nei augalų, kurie produkuoja organines medžiagas. Grybų kaip skaidytojų, reikšmė yra išskirtinė ir todėl, kad tik jie vieni geba redukuoti pagrindinius medienos komponentus: celiuliozę, hemiceliuliozę ir ligniną (Sasnauskas, 2008).

Kita be galo svarbi grybų funkcija yra susijusi su įvairių metabolitų detoksikacija. Detoksikuodami pačius įvairiausius metabolitus grybai palaiko dirvožemio sudėtį, o pačios gamtinės sistemos išlieka alelopatiškai neutralios ir tinkamos gyventi daugeliui rūšių. Vadinasi, grybai yra svarbus gamtinių sistemų daugiarūšiškumo veiksnys.

Grybai – tai ne tik mums pažįstami baravykai, raudonviršiai, kazlėkai, žaliuokės ar ūmėdės, bet įvairiausi kempiniai grybai, ardantys medieną. O kiek žalos žemės ūkiui padaro grybų sukeltos rūdys, kūlės, rauplės, miltligės, sunaikindamos milijonus tonų grūdų, vaisių, uogų ir daržovių. Daugelio žmogaus bei gyvulių ligų – mikozių – sukėlėjai taip pat yra grybai.

Klaidinga būtų manyti, kad grybai tik žalingi. Jų nauda žmogui yra kur kas didesnė už daromą žalą (Trinkauskaitė-Johanson, E.)

Nemaža grybų plačiai vartojami maistui. Augalinės bei gyvulinės kilmės medžiagas ir jų liekanas ardantys grybai pagausina dirvožemyje augalams reikalingų maisto medžiagų. (Verbylaitė, R., ir kt.)

Per pastaruosius 200 metų žmogus sukultūrinio daugiau kaip 2000 aukštesniųjų augalų rūšių, o grybų tik keletą: dvisporį pievagrybį (*Agaricus bisporus*), valgomąjį stuobriagybį (*Lentinus edodes*), gluosninę kreivabudę,

valgomąją musmirėlę (*Volvariella esculenta*), gumbinę skylėtbudę (*Polyporus tuberaster*), rausvakepurę gleiviabudę (*Stropharia rugosoannulata*) ir kt.

Lietuvoje dirbtiniu būdu yra auginama tik įvairios dvisporio pievagrybio atmainos. Šie grybai išvaizdingi, skanūs ir maistingi, todėl plačiai auginami daugelyje kraštų. Pavyzdžiui, JAV per metus jų išauginama 75 000 tonų, Prancūzijoje – 48 000, Anglijoje – 22 000, Olandijoje 6500, Kanadoje – 6000, Danijoje – 5000 ir t.t. (Lietuvos grybai/Mazelaitis, Urbonas, 1980).

Grybų vertė priklauso ne tik nuo cheminės sudėties, bet ir nuo naudingų elementų santykio (1 pav.). Tai lemia augimvietė, klimato sąlygos, metų laikas ir kt. Grybai turi daug vandens (84-95 proc.) ir nemažai (4-6 proc.) bloginių arba visai neįsisavinamų medžiagų (chitino). Mineralinių medžiagų grybai turi ne mažiau kaip vaisiai ar daržovės, o fosforo, kalcio ir kalio kiekiu jie prilygsta žuvies mėsai. Grybuose yra geležies, mangano, kobalto, švino. Juose randama visų žmogaus organizmui reikalingų aminorūgščių. Nustatyta, kad žmogaus organizmas gyvulinis baltymų pasisavina 96,5 proc., augalinių – 68 proc., o grybų apie 70 proc. Mažokai juose lengvai virškinamų riebalinių medžiagų ir angliavandenių. Grybuose kaupiasi trehalozė ir glikogenas. Grybuose daug vitaminų (B1, B2, PP, C, A, D), fermentų, organinių rūgščių. Džiovinti grybai turi baltymų daugiau negu duona, kruopos, jautiena. Maistingesni jauni grybai, vertingesnė kepurėlė nei kotas (Urbonas, 1998).

Grybų pavadinimas	Vanduo	Baltymai	Riebalai	Anglia- vandeniai	Ekstr. medž.	Pelenai
<b>Svieži grybai</b>						
Pievagrybis	89,7	4,88	0,20	1,11	2,46	0,82
Skėtinė žvynabudė	84,0	4,65	0,57	–	8,55	11,12
Voveraitė	91,40	2,64	0,43	0,99	2,82	0,74
Rudmėsė	88,8	3,08	0,71	2,18	0,91	0,67
Baravykas	87,1	5,39	0,40	2,72	2,10	0,95
Kazlėkas	92,6	1,48	0,27	1,95	1,22	0,45
Bobausis	90,0	3,28	0,43	0,79	3,70	1,01
<b>Džiovinti grybai</b>						
Dirvanis pievagrybis	11,66	41,69	1,71	9,52	21,23	7,03
Baravykas	12,81	30,66	2,70	4,81	29,70	6,45
Bobausis	19,04	28,18	1,93	5,80	25,82	7,00

1 pav. Šviežių ir džiovintų grybų cheminė sudėtis procentais  
Fig. 1. Chemical composition of fresh and dried mushrooms in percent

Lietuvoje mėgstami vartotojų dirbtinai auginami pievagrybiai (lot. *Agaricus*)

## Tyrimų metodika

Eksperimentinio tyrimo metu elektrocheminiais ir holistiniais tyrimo metodais buvo siekta įvertinti dirbtinai auginamų pievagrybių (*Agaricus*) kokybės rodiklius.

Tyrimams buvo naudojami prekybos centre (Lietuvoje) pirkti švieži ir liofilizuoti (ASU AF laboratorijoje) baltieji bei rudieji, skirtingomis technologijomis auginti pievagrybiai (ekologiškos prekės ženklu pažymėti baltieji ir rudieji pievagrybiai, bei baltieji ir rudieji neekologiški pievagrybiai).



2 pav. Tiriamieji švieži ir liofilizuoti dirbtinai auginami pievagrybiai.  
Fig. 2. Experimental fresh and lyophilized artificially cultivated mushrooms.

Elektrocheminiai pievagrybių tyrimai atlikti ASU, Aplinkos ir ekologijos institute, Aplinkos tyrimų laboratorijoje. Buvo imta 10 g susmulkintų pievagrybių, užpilta 100ml distiliuoto vandens, laikyta 40 min. Tuomet atlikti elektrocheminiai tyrimai, nustatyti šie cheminiai rodikliai:

\*pH – pagal Meier – Ploeger (1988) (\*Redokso potencialas R - pagal Kollath, 1987); matuojant potencialų skirtumą Eh (mV) Redokso potencialas išreiškiamas rH verte. Ši vertė yra apskaičiuojama pagal Klarko formulę:

$$rH = ((Eh + 200) / 30) + 2 \cdot pH, \quad (1)$$

čia Eh – potencialų skirtumas tarp elektrodų.

\*Savitasis elektros laidis, konduktometrinė analizė pagal LST ISO 11265:1994.

\*Produkto energijos vertė P. Produkto energijos vertė nustatoma iš savitojo elektrinio laidumo, redokso potencialo ir pH rodiklių. Formulė, pagal kurią yra apskaičiuojama produkto energijos vertė pateikiama žemiau:

$$P[\mu W] = [29,07 \text{ mV} \cdot (rH - 2PH)] 2rH0 - 1$$

čia rH – redokso potencialų skirtumas

$rH_0^{-1}$  – perskaiciuota absoliuti redokso potencialo skaitinė vertė

Taip pat darbe buvo naudotas biokristalizacijos tyrimo metodas. Metodo esmė – kristalogramų, gautų iš augalinių

ekstraktų ir druskų tirpalų vertinimas. Augalinis ekstraktas keičia struktūras, kurias sudaro neorganinis reagentas vario chloridas ( $\text{CuCl}_2$ ) (Balzer-Graf, 1991). Struktūrų formavimosi principai leidžia įprastinius kokybės tyrimo metodus, apribotus medžiagų kiekybinės sudėties nustatymu, praplėsti ir papildyti gyvos sistemos savifunktionalumo tyrimu. 10 kriterijų pagal kuriuos vertinamos kristalogramos: šakų visumos gausa; šakų centrinis išsidėstymas; šakojimosi intensyvumas; šakojimosi taisyklingumas; šakojimosi ryškumas; šakojimosi užpildymo gausumas; susidarančių šakų gausumas; šakų kilimo forma (spiralinė, tiesinė, parabolinė); šakų spindulinis tankis; šakų tolygiškumas.

Vertinimo skalė nuo 1 iki 5 balų. 1 - silpniausiai išreikštas požymis, 5- stipriausiai. Kuo didesnė balo skaitinė vertė, tuo produkto energetinė vertė didesnė ir produktas tinkamesnis žmogaus organizmui. Apskaičiavus suminį balų skaičių, vertinama produkto energijos vertė. Šiam tyrimui naudojamas pievagrybių ekstraktas pagamintas ankstesniems tyrimams. Buvo imama 2,5 ml ekstrakto, 3,75 ml vario chlorido, ir 8,75 distiliuoto vandens. Šis ruošinys liejamas ant stiklo plokštelių, mėginiai dėdami į biokristalizacijos kamerą 15 valandų. Po to vertinami rezultatai.



3 pav. Ruošiniai tyrimams biokristalizacijos metodu  
Fig. 3 Preparations for research on biocrystallization method

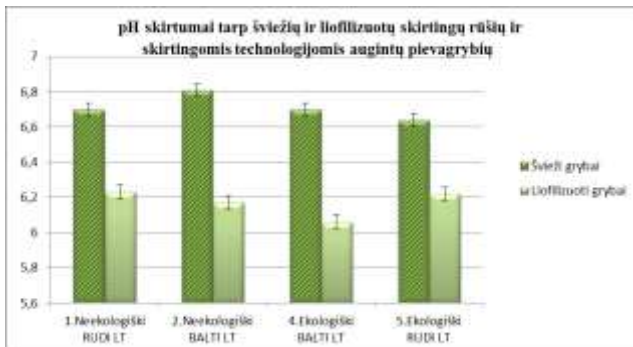


4 pav. Biokristalizacijos mėginių paruošimas  
Fig. 4. Preparation of biocrystallization samples

## Rezultatai ir aptarimas

Atlikus elektrocheminius tyrimus ir biokristalizaciją buvo nustatyti elektrocheminiai rodikliai pH, redokso potencialas, savitasis elektros laidis ir apskaičiuota energijos vertė P.

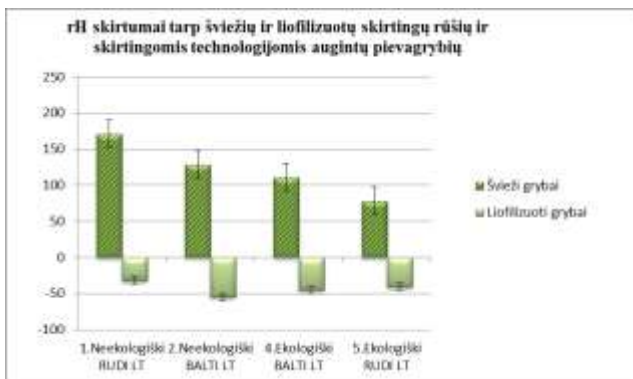
5 pav. pateikta skirtingų šviežių ir liofilizuotų dirbtinai auginamų pievagrybių pH skaitinės vertės.



**5 pav.** pH skirtumai tarp šviežių ir liofilizuotų dirbtinai auginamų pievagrybių  
*Fig. 5. Differences of pH between fresh and lyophilized cultivated mushrooms*

Kaip matyti iš pateikto paveikslo, skirtingų technologijų baltųjų ir rudųjų dirbtinai auginamų pievagrybių pH šviežių grybų esminiai ( $p < 0,05$ ) didesnė (skaitinės vertės varijuoja 6,60-6,82 ribose), nei liofilizuotų grybų (atitinkamai 6,11-6,22).

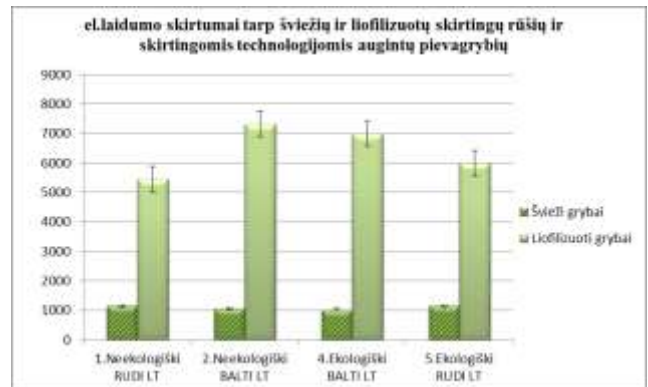
6 pav. pateikta skirtingų šviežių ir liofilizuotų dirbtinai auginamų pievagrybių redokso potencialų skirtumų skaitinės vertės.



**6 pav.** Redokso potencialo (rH) skirtumai tarp šviežių ir liofilizuotų pievagrybių  
*Fig. 6. Redox potential (rH) differences between fresh and lyophilized mushrooms*

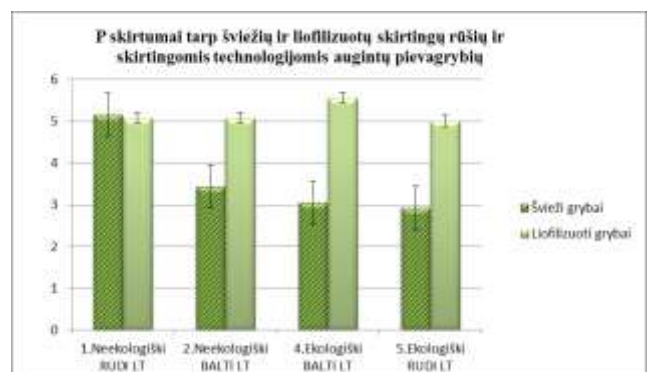
Kaip matyti pateiktame 6 paveiksle, skirtingų technologijų baltųjų ir rudųjų dirbtinai auginamų pievagrybių redokso potencialų skirtumai šviežių grybų esminiai ( $p < 0,05$ ) didesni (skaitinės vertės varijuoja nuo 78 iki 171), nei liofilizuotų grybų (atitinkamai nuo -55 iki -32).

7 pav. pateikta skirtingų šviežių ir liofilizuotų dirbtinai auginamų pievagrybių savitojo elektros laidžio skaitinės vertės. Kaip matyti pateiktame 7 paveiksle, skirtingų technologijų baltųjų ir rudųjų dirbtinai auginamų pievagrybių savitojo elektros laidžio skaitinių verčių skirtumai šviežių grybų esminiai ( $p < 0,05$ ) mažesni (skaitinės vertės varijuoja 1061-1154), nei liofilizuotų grybų (atitinkamai 5459-6000).



**7 pav.** Savitojo elektros laidžio skirtumai tarp šviežių ir liofilizuotų pievagrybių  
*Fig. 7. Determination of electrical conductivity differences between fresh and lyophilized mushrooms*

Išvestinis apskaičiuotas holistinis kokybės vertinimo rodiklis – energijos vertė P, kuri nusako, kokia energija panaudojama žmogaus organizme maisto produktams suvirškinti. Produktas tuo vertingesnis, kuo apskaičiuota energijos vertė P skaitinė vertė mažesnė. 8 pav. pateikta skirtingų šviežių ir liofilizuotų dirbtinai auginamų pievagrybių apskaičiuotos energijos P skaitinės vertės.



**8 pav.** Energijos vertės P skirtumai tarp šviežių, ir liofilizuotų pievagrybių  
*Fig. 8. The difference in energy value P between fresh and lyophilized mushrooms*

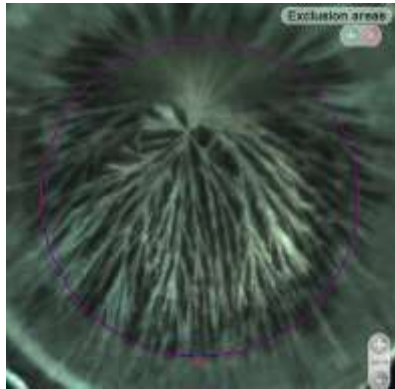
Pagal pateiktus grafikus galime daryti išvadą, kad esminiai ( $p < 0,05$ ) energijos vertės P mažesnės šviežių grybų, tiek ekologiškų baltųjų ir rudųjų dirbtinai auginamų pievagrybių, tiek įprastinės žemės ūkio gamybos. Apskaičiuotos skaitinės energijos P vertės varijuoja nuo 2,5 iki 4, išskyrus įprastinės žemės ūkio gamybos rudus dirbtinai auginamus pievagrybius, kurių apskaičiuota energijos vertė P panaši abiejų apdorojimų technologijų (švieži ir liofilizuoti) ir skaitinės vertės yra esminiai ( $p < 0,05$ ) didesnės liofilizuotų grybų, lyginant su kitais grybais.

Lyginant skirtingas žemės ūkio gamybos sistemas, liofilizuotų ekologiškų dirbtinai auginamų grybų energijos vertės P mažesnės, nei įprastinės žemės ūkio gamybos, bet esminiai skirtumai nenustatyti. Įprastinės žemės ūkio gamybos rudi dirbtinai auginami švieži ir liofilizuoti pievagrybiai pagal apskaičiuotas energijos vertes P yra patys nenaudingiausi žmogaus organizmui.

Holistiniai metodai, įvertinantys reiškinį ar objektą kaip tam tikrą vientisą visumą, netolygią jos atskirų elementų sumai, pristatomi biokristalizacijos metodo

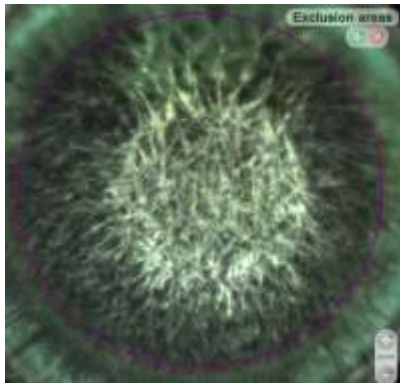


taikymu, kurio metu gaunami žalsvi ( $\text{Cu Cl}_2$  įtakoje) paveikslai, kurie vertinami metodikoje aprašyta analize. 9 paveiksle pateikiamos šviežių grybų kristalogramos.



9 pav. Šviežių ekologiškų baltų dirbtinai auginamų pievagrybių kristalograma

Fig.9. The crystallograph of fresh cultivated organic white mushroom



10 pav. Liofilizuotų ekologiškų baltų dirbtinai auginamų pievagrybių kristalograma

Fig. 10. The crystallograph of lyophilized cultivated organic white mushroom

Vertinant ekologiškų baltų dirbtinai auginamų pievagrybių kristalogramą (10 pav.), viduryje susiformavęs kristalizacijos centrinis išsidėstymas. Šakos pakankamai ilgos, taisyklingai išpildytos formos. Ši kristalograma

Alma Giedrė, Daiva Šileikienė

#### Application of holistic research methods in research on the quality of cultivars of cultured mushrooms (*Agaricus*) of different cultivation technologies

##### Summary

Artificially grown mushrooms belong to the products to which marketing standards are to apply, as set out in Annex I to Regulation (EC) No. 1863/2004. The application of new standards should help eliminate products of unsatisfactory quality from the market. In this work, holistic (electrochemical and biocrystalization) research methods for the evaluation of indicators for conventional production and organic agricultural production are used to increase the use of holistic quality assessment methods in research in describing the energy value of products and biocrystalization pictures.

*Mushrooms, electrochemical indicators, energy value P, biocrystalization*

Gauta 2018 m. balandžio mėn., atiduota spaudai 2018 m. balandžio mėn.

**Alma GIEDRĖ.** Aleksandro Stulginskio universiteto Miškų ir ekologijos fakulteto Taikomosios ekologijos magistrantūros studijų III kurso studentė. Adresas: Gėlių g. 5, Ramučių k., Kauno r. Tel.8(675)70570, el.paštas: almute.a@gmail.com.

**Daiva ŠILEIKIENĖ.** Aleksandro Stulginskio universiteto Miškų ir ekologijos fakulteto docentė. Adresas: Mokyklos 4-27, Akademija, Kauno r. Tel. 8(652)55443, el. paštas: daiva.sileikiene@asu.lt

**Justina BRAŽYTĖ.** Aleksandro Stulginskio universiteto Miškų ir ekologijos fakulteto Taikomosios ekologijos bakalauro studijų IV kurso studentė. Adresas: Taikos pr. 39-10, Kaunas. Tel.8(629)41153, el.paštas: justina.brazyte1020@gmail.com

pasižymi pakankamai gausiu šakų užpildymo išdėstymu. Pagal kitas pateiktas kristalogramas, ji sudaro stipraus modelio vaizdą iš pateiktų vaizdinių paveikslų.

#### Išvados

1. Atlikus šviežių skirtingų žemės ūkio gamybos sistemų dirbtinai auginamų pievagrybių elektrocheminius kokybės rodiklius apskaičiuota energijos vertė P rodo, kad ekologinės žemės ūkio gamybos skaitinės energijos vertės P yra panašios, kaip ir įprastinės žemės ūkio gamybos (esminiai skirtumai nenumatyti), skaitinės vertės varijuoja 4,5-5,5 ribose.

2. Atlikus liofilizuotų skirtingų žemės ūkio gamybos sistemų dirbtinai auginamų pievagrybių elektrocheminius kokybės rodiklius apskaičiuota energijos vertė P rodo, kad ekologinės žemės ūkio gamybos skaitinės energijos vertės P esminiai mažesnės, nei šviežių pievagrybių, nei įprastinės žemės ūkio gamybos (esminiai skirtumai nustatyti lyginant ekologiškus baltus ir rudus pievagrybius), skaitinės vertės varijuoja 2,5-4,0 ribose.

3. Pagal pirminį šviežių ir liofilizuotų baltų dirbtinai auginamų pievagrybių kristalogramų vertinimą, ekologinės žemės ūkio gamybos balti švieži pievagrybiai įvertinti didesnės skaitinės vertės balais, nei ekologinės žemės ūkio gamybos balti liofilizuoti pievagrybiai.

#### Literatūra

- SASNAUSKAS, V., 2008. Lietuvos grybai: vadovėlis. Kaunas, p. 7.
- MAZELAITIS, J., URBONAS, V., 1980. Lietuvos grybai: vadovėlis. Vilnius, p. 40.
- Prieiga internetu: <http://www.upese.lt/index.php/grybu-mitybine-verte>, 2018.02.13.
- Prieiga internetu: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/ALL/?uri=CELEX:32004R1863>, 2018.01.22
- URBONAS, V., 1998. Grybai: vadovėlis. Vilnius, p.24.
- KOMISIJOS REGLAMENTAS (EB) Nr. 1863/2004, 2004 m. spalio 26 d. nustatantis dirbtinai auginamų pievagrybių prekybos standartus.
- TRINKAUSKAITĖ-JOHANSON, E., 2006. Apie grybus, arba velniškas nuklydimas. Liaudies kultūra, 2, 10-18.
- VERVYLAITĖ, R., ŽIAUKA, J. Fitohormonų svarba augalų ir mikroorganizmų simbiozės santykiams, Lietuvos miškų institutas.