

*Žemės ūkio inžinerija ir melioracija •  
Agricultural Engineering and Land Reclamation •  
Сельскохозяйственная инженерия и мелиорация*

---

## Fizinių veiksnių energijos imlumas ir jų įtaka sėklų sėjimams savybėms

---

**Aušra Požėlienė,**

**Stefa Lynikienė,**

**Gvidas Rutkauskas**

*Lietuvos žemės ūkio universiteto  
Žemės ūkio inžinerijos institutas,  
Raudondvaris, LT-54132 Kauno r.  
El. paštas: ausra@mei.lt;  
stely@mei.lt;  
gvidasrutkauskas@mei.lt*

Straipsnyje apibūdinti kai kurių fizinių veiksnių: vainikinio išlydžio ir elektrostatinio lauko, ultravioletinių spindulių ir elektroaktyvuoto vandens įtakos vasarinių kviečių bei miežių sėklų sėjimams savybėms tyrimai. Pateiktas tų veiksnių energetinių sąnaudų įvertinimas.

Pastarųjų 7 metų literatūros apžvalga parodė, kad dėl elektromagnetinės kilmės veiksnių, kuriuos taikė kiti autoriai, padidėja įvairių augalų sėklų daigumas ir derlingumas.

Sėklų daigumo tyrimai buvo atlikti 2004–2006 m. Lietuvos žemės ūkio universiteto (LŽŪU) Žemės ūkio inžinerijos institute. Naudota vasarinių kviečių 'Munk' ir vasarinių miežių 'Ūla' sėklos. Naudotų fizinių veiksnių įtaka sėklų sėjimams savybėms įvertinta lyginant paveiktų sėklų daigumą su neapdorotų (kontrolinių) sėklų daigumu. Tyrimams naudoti: transporterinis separatorius, elektroaktyvuoto vandens prietaisas, ultravioletinių spindulių šaltinis. Tyrimų rezultatai apdoroti matematinės statistikos metodais: paklaidų skaičiavimo, vidutinių daigumo reikšmių įvertinimo Stjudento kriterijumi ir dygimo dinamikos įvertinimo skirstinių tankio funkcija. Fizinių veiksnių panaudojimo energijos sąnaudos įvertinamos to veiksnio tiesioginėmis ir žmogaus darbo sąnaudomis.

Stimuliuojant nekondicinio daigumo kviečių sėklą nustatyta, kad dėl kiekvieno nagrinėto fizinio veiksnio poveikio gaunamas patikimas daigumo padidėjimas. Stimuliuojant didesnio nei reikalauja techninės sąlygos daigumo miežių sėklą, esminio daigumo padidėjimo negauta panaudojus tik anolitinį (aktyvuotą) vandenį. Stimuliuotų sėklų dygimo tankio funkcija aprašoma lognormaliuoju, o kontrolinių – normaliuoju skirstiniu. Tai rodo, kad fiziniai veiksniai skatina darnesnę sėklos dygimą. Elektros energijos sąnaudų mažiausiai reikalauja elektrostatinio lauko, o daugiausiai – anolitinio vandens panaudojimas. Bendrosios energijos sąnaudos, naudojant elektromagnetinės kilmės veiksnius (elektros laukus ir ultravioletinius spindulius), vidutiniškai 50 kartų mažesnės nei naudojant anolitinį vandenį.

**Raktažodžiai:** vasarinių miežių ir kviečių sėkla, daigumas, elektros laukai, ultravioletiniai spinduliai, anolitinis vanduo, energijos sąnaudos

---

### ĮVADAS

Žemės ūkyje naudojami elektromagnetinės kilmės veiksniai, stimuliuojantys augalų gyvybingumą, leidžiantys pagerinti produkcijos kokybę. Kaip teigiama [16], egzistuoja daugiau kaip 50 sėklų stimuliacijos metodų, užtikrinančių jų derlingumo padidėjimą. Apdorojimui naudojami aukšto ar superaukšto dažnio elektromagnetiniai, kintamos ar nuolatinės srovės bei vainikinio išlydžio elektriniai, įvairaus stiprio magnetiniai laukai, ultravioletiniai ar infraraudonieji spinduliai, elektroaktyvuotas vanduo ir kt.

Stimuliacijos efektas aiškinamas fizinais, cheminiais ląstelės citoplazmos būvio pokyčiais. Sėklos daigumo stimuliacijai sukiamas išorinių elektromagnetinių veiksnių, todėl padidėja membraninis ląstelės elektrinis potencialas [5].

Apdorojant sorgo sėklas superaukšto dažnio įrenginiu [21] nustatyta, kad laukas mažo daigumo (33%) sėklos daigumą padidina 14–27%. Kondicinės (84%) sėklos daigumas dėl lauko poveikio padidėja 1–5%. K. Ицербakov nagrinėja aukšto dažnio elektromagnetinio lauko energijos sąnaudas apdorojant sėklas [28]. Darbe pažymima, kad 10% padidėja sėklų daigumas ir 20%

jų derlingumas. Apdorojant sėklas aukšto dažnio elektromagnetiniu lauku energijos sąnaudos sudaro  $5,3 \text{ kWh t}^{-1}$  [28].

Mokslininkai nagrinėja sėklų stimuliuojimą ir panaudojant vainikinio išlydžio elektros lauką [15, 22, 23]. Autoriai [15, 22] pažymi, kad kukurūzų sėklų, paveiktų vainikinio išlydžio lauku, derlingumas padidėja 12–14%. Miežių daigumas padidėja nuo 59 iki 79% [23], o derlingumas 17–30% [15]. Minėti autoriai teigia, kad priešsėjiniis gyvybingų, bet nekondicinio daigumo (daigumas ne žemesnis kaip 75%) sėklų apdorojimas elektros lauku leidžia sėkloms pasiekti pirmos–antros klasės standarto reikalavimus.

Mūsų gauti rezultatai rodo kai kurių daržovių [7, 3], linų [8] ir rapsų [9] sėklų, stimuliuotų vainikinio išlydžio lauke, patikimą daigumo padidėjimą.

Apdorojus aukštų sėjinių kondicijų sėklas pastebimas intensyvesnis augalų vystymasis pradinuose fenologiniuose tarpsniuose. Tai aiškinama biologinių procesų suaktyvėjimu dėl poveikio metu sėklų gaunamos papildomos energijos.

Be vainikinio išlydžio, sėkloms stimuliuoti naudojamas ir elektrostatinis laukas [1, 19, 27, 10], kurio stimuliuojantis efektas toks pat kaip ir vainikinio išlydžio lauko. Pažymimas agurkų sėklų dygimo energijos padidėjimas 5–20% [27], o sojos pupelių, paveikus elektrostatiniu lauku, daigumas padidėja nuo 28 iki 48–70% [1]. Atliekant bandymus su keturių veislių žieminiams kviečiais [19] nustatyta, kad sėklos biopotencialas kinta 10–15 min laikotarpyje sėklai būnant elektrostatiniame lauke. Sėklos biopotencialas pasiekia maksimumą esant  $5 \text{ kV cm}^{-1}$  lauko stipriui ir didinant ekspoziciją nebekinta. Minėti autoriai teigia, kad stimuliuotų sėklų derliaus priedas buvo  $0,3\text{--}0,5 \text{ t ha}^{-1}$ .

Magnetinio sėklų apdorojimo esmė tai, kad sėjai skirtas sėklas praleidžiame pro atitinkamo stiprumo kintamą arba nuolatinį magnetinį lauką. Dirbant su žirnių sėkla pastebėta, kad dėl lauko poveikio geriau vystosi šaknų sistema, sutrumpėja vegetacijos periodas, o daigumas padidėja maždaug 20% [6]. Žinoma, kad magnetinio lauko panaudojimas aktyvina fermentų kompleksus, kurie užtikrina greitesnę augimą, padidina dygimo energiją ir pagreitina išsiskynimą [24]. Ispanų autoriai nurodo, kad apdorojus sėklas pastoviu magnetiniu lauku, jų daigumas padidėja: miežių 6–14, kviečių 9–14 ir kukurūzų 13–29% [4].

Nemažai autorių nagrinėja sėklinės medžiagos stimuliuojimą apšvitinant ją ultravioletiniais [17, 18], infraraudonaisiais [12, 18], lazerio spinduliais [11, 13]. Autoriai [11, 18] pažymi, kad tiek ultravioletiniai, tiek lazerio spinduliai padidina kviečių derlingumą, nes padidėja grūdų skaičius varpoje, suaktyvėja augalų fotosintezė. Apšvitinimas atitinkamomis dozėmis elektromagnetinės kilmės spinduliais ne tik apsaugo sėklinę medžiagą nuo patogenų [13, 17], bet ir padidina jos daigumą [13] bei derlingumą [17]. Reikia pažymėti, kad palyginus su ultravioletiniais, sėklas apdorojant infraraudonaisiais spinduliais reikia 10 kartų daugiau elektros energijos [18].

Nagrinėjant elektrochemiškai aktyvuotų tirpalų panaudojimą nustatytas jų teigiamas efektas mažinant šaknų puvininį intensyvumą ir stimuliuojant sėklų daigumą [20, 25].

Atlikta literatūros apžvalga parodė, kad įvairių fizinių veiksmų stimuliuojantis efektas neparemtas jų panaudojimo energijos sąnaudomis, todėl darbo tikslas yra įvertinti fizinių veiksmų energioimlumą ir iširti jų įtaką javų sėklų sėjinėms savybėms.

## TYRIMŲ METODIKA

Lietuvoje deklaruotuose vasarinių javų plotuose kviečiai ir miežiai sudaro apie 70%, todėl tyrimams ir pasirinkome šių javų sėklas.

Sėklų daigumo tyrimai buvo atliekami 2004–2006 m. LŽŪU Žemės ūkio inžinerijos institute. Eksperimentiniuose tyrimuose naudojami vasarinių kviečių 'Munk' ir vasarinių miežių 'Ūla' sėklų apdorojimo fiziniai veiksniai ir jų variantai su parametrais pateikti 1 lentelėje.

Tyrimams naudota įranga: LŽŪU Žemės ūkio inžinerijos institute sukurtas transporterinis separatorius su vainikinio išlydžio arba elektrostatiniu lauku; elektrochemiškai aktyvuojamo vandens prietaisas PTV-1; ultravioletinių spindulių lempa DRL 400. Veikiant vainikinio išlydžio lauku, sėklų buvimo lauke laikas 30 s, o prijungta įtampa keičiama: 25, 35 ir 45 kV. Naudojant elektrostatinį lauką, sėklos jame laikomos 60 s, o prijungta įtampa keičiama taip, kaip ir vainikinio išlydžio lauko. Naudojant anolitinį (elektroaktyvuotą) vandenį sėklos jame mirkamos 900 s, o vandens rūgštingumas imamas neutralus (pH 5,5); rūgštus (pH 3,9) ir labai rūgštus (pH < 1). Bendras lempos DRL 400 įkaitimo ir sėklų veikimo ultravioletiniais spinduliais laikas 600 s, kai spinduliuojimo srauto tankis  $125 \text{ W m}^{-2}$ .

Eksperimentiniams tyrimams kiekvienam variantui imame po 300 g kviečių ar miežių sėklų. Sėklų daigumas nustatomas ant filtrinio popieriaus Petri lėkštelėse keturiais pakartojimais po 100 sėklų. Sėklos daiginamos termostate TPS-2  $20^\circ\text{C}$  temperatūroje. Sėklų gyvybingumas nustatomas biocheminiu būdu dažant jas tetrazolu dviem pakartojimais po 100 sėklų.

Tyrimų rezultatai apdorojami matematinės statistikos metodais: paklaidų skaičiavimo, skirtumo tarp kontrolės ir variantų daigumų vidutinių reikšmių įvertinimo Studento kriterijumi ir dygimo dinamikos įvertinimo skirstinių tankio funkcija [2].

Nagrinėjant sėklų dygimo dinamiką lyginami trys variantai: neapdorota sėkla; sėkla, paveikta elektrostatiniu lauku; sėkla, paveikta ultravioletiniais spinduliais.

Sėklos apdorojamos ir daiginamos Petri lėkštelėse tuo pačiu laiku. Kiekvienas variantas daiginamas keturiais pakartojimais po 100 sėklų. Sudygusių sėklų kiekis visuose variantuose skaičiuojamas kiekvieną dieną standartu numatyto laikotarpio ribose.

Bendros energijos sąnaudos sėklų ruošimui susideda iš tiesioginių (kuras, elektros energija) ir įdaiktintų energijos sąnaudų trąšoms, chemikalams, traktoriams ir žemės ūkio mašinoms pagaminti. Energijos sąnaudos apskaičiuojamos, remiantis gamybos ciklo įvertinimo metodika [14]:

$$E = E_t + E_o + \frac{E_z + E_{tr} + E_m}{W_p}; \quad (1)$$

čia  $E_t$  – tiesioginės energijos sąnaudos (kuras, elektra)  $\text{MJ ha}^{-1}$ , ( $\text{MJ t}^{-1}$  ar  $\text{kWh t}^{-1}$ );

$E_o$  – energijos sąnaudos sėklai, trąšoms, chemikalams  $\text{MJ ha}^{-1}$ ;

$E_z$  – žmogaus darbo sąnaudos  $\text{MJ h}^{-1}$ ;

$E_{tr}, E_m$  – energijos sąnaudos traktoriams ir kitoms ž. ū. mašinoms pagaminti  $\text{MJ h}^{-1}$ ;

$W_p$  – agregato našumas  $\text{ha h}^{-1}$ .

Sėklų ruošimo technologijoje dėl mūsų nagrinėjamų fizinių veiksnių panaudojimo daigumo stimuliavimui atsiranda papildomos elektros energijos  $E_t$  ir žmogaus darbo  $E_z$  sąnaudos.

Tiesioginės papildomos energijos (elektros) sąnaudos [14]

$$E_t = H_e K_e; \quad (2)$$

čia  $H_e$  – elektros energijos sąnaudos kWh ha<sup>-1</sup> (kWh t<sup>-1</sup>);

$K_e$  – pervedimo koeficientas. Pervedant 1 kWh į 1 MJ,  $K_e = 3,6$ .

Elektros energija daugiausia naudojama stacionare, pvz., priešsėjiniam sėklos apdorojimui, todėl vertiname energijos sąnaudas produkcijos vienetai, t. y. apdorojamus 300 g perskaičiuojame į tonas.

Žmogaus darbo energijos sąnaudos [14]

$$E_z = \frac{n_p \alpha_z + n_p' \alpha_z'}{W_p} + \frac{n_{pp} \alpha_z'}{W_{pp}}; \quad (3)$$

čia  $n_p, n_p', n_{pp}$  – pagrindinių (traktoristų, kombainininkų), papildomų (sėjėjų, krovikų) ir papildomų aptarnauti fizinių veiksnių įrenginius žmonių skaičius vnt.;

$\alpha_z, \alpha_z'$  – energetinis žmogaus darbo ekvivalentas, priklauso mai nuo darbo sunkumo kategorijos, MJ h<sup>-1</sup>;

$W_p, W_{pp}$  – tradicinių agregatų ir papildomų įrenginių našumas ha h<sup>-1</sup> (t h<sup>-1</sup>).

Pirmasis (3) lygties dešinės pusės narys yra vienodas sėklų gamybos technologijoje, o antrasis narys įtraukiamas, atsižvelgiant į papildomas žmogaus darbo sąnaudas  $E_z'$ , panaudojant fizinio poveikio veiksnius.

Priimame, kad papildomą aptarnavimą kiekvienam fiziniams veiksniumi atlieka vienas žmogus  $n_{pp} = 1$ , esant lengvai darbo kategorijai  $\alpha_z' = 0,9$  MJ h<sup>-1</sup> [26].

Energijos sąnaudų (1) formulėje vertiname tik tas sąnaudas, kurios atsiranda dėl nagrinėtų fizinių veiksnių panaudojimo.

Energetinį fizinių veiksnių įvertinimą atliekame tuos veiksnius sukuriantiems įrenginiams esant statinės būsenos.

1 lentelė. Sėklų stimuliavimui naudoti fiziniai veiksniai ir daigumo (%) rezultatai

Table 1. Physical factors for seed stimulation and the results of germination

Fiziniai veiksniai / Physical factors	Kviečiai / Wheat				Miežiai / Barley			
	$\bar{x} \pm \Delta x$	s	$t_{\text{skaič.}} / t_{\text{calc.}}$	Skirtumas / Difference	$\bar{x} \pm \Delta x$	s	$t_{\text{skaič.}} / t_{\text{calc.}}$	Skirtumas / Difference
Kontrolė: daigumas, gyvybingumas / Control: germination viability	82,5 ± 4,77	3,00			92,8 ± 1,52	0,96		
Vainikinio išlydžio laukas / Corona discharge field								
30 s, 45 kV	99 ± 1,30	0,82	10,61	patikimas / substantial	96,8 ± 3,28	2,06	3,56	patikimas / substantial
30 s, 35 kV	97,5 ± 2,76	1,73	8,66	patikimas / substantial	95,5 ± 2,05	1,29	3,42	patikimas / substantial
30 s, 25 kV	98 ± 1,30	0,82	9,97	patikimas / substantial	95 ± 3,67	2,31	1,80	nepatikimas / non-substantial
Elektrostatinis laukas / Electrostatic field								
60 s, 45 kV	98 ± 2,25	1,41	9,35	patikimas / substantial	95,3 ± 1,52	0,96	3,76	patikimas / non-substantial
60 s, 35 kV	98,8 ± 2,39	1,50	9,72	patikimas / substantial	95 ± 3,44	2,16	1,90	patikimas / non-substantial
60 s, 25 kV	97,8 ± 2,72	1,71	9,86	patikimas / substantial	94 ± 3,67	2,31	1,00	patikimas / non-substantial
Anolitinis vanduo / Activated water								
900 s, pH 5,5	96 ± 0,0	0,00	9,00	patikimas / substantial	94,3 ± 1,52	0,94	2,28	nepatikimas / non-substantial
900 s, pH 3,9	94 ± 3,44	2,16	6,22	patikimas / substantial	92,3 ± 6,41	4,03	0,22	nepatikimas / non-substantial
900 s, pH < 1	94,3 ± 5,25	3,3	8,28	patikimas / substantial	91,5 ± 7,06	4,43	0,55	nepatikimas / non-substantial
Ultrav. spinduliai / Ultraviolet rays								
600 s, 25 W m <sup>-2</sup>	98,3 ± 3,75	2,36	3,56	patikimas / substantial	96,5 ± 2,05	1,29	4,66	patikimas / substantial

Prie f = 6, p = 0,05,  $t_{\text{lent.}} = 2,45$

## TYRIMŲ REZULTATAI

Vasarinių kviečių ir miežių sėklų daigumo stimuliacijos rezultatai veikiant jas fiziniiais veiksniais pateikti 1 lentelėje.

2004–2006 m. tirtų kviečių sėklų vidutinis gyvybingumas 99,5%, o miežių – 97,5%.

Analizuojant daigumo rezultatus matyti, kad nestimuluotos (kontrolinės) kviečių sėklos daigumas 17% mažesnis už jos gyvybingumą. Be to, kontrolinės sėklos daigumas neatitinka techninių sąlygų B ir C kategorijų reikalavimų (LST 1421 : 1995. Varpinių javų sėklos. Techninės sąlygos). Paveikus bet kuriuo iš mūsų nagrinėtų fizinių veiksnių pastebimas patikimas daigumo padidėjimas. Tai rodo, kad sėklų stimuliacija, suteikiant joms papildomos energijos, leidžia priartinti daigumą iki didžiausios realios jo reikšmės – gyvybingumo. Kontrolinės miežių sėklų daigumas aukštesnis už reglamentuojamą techninėse sąlygose 8% ir tik 4% mažesnis už šios sėklos gyvybingumą. Manome, kad kondicinis kontrolinės sėklos daigumas leidžia išryškinti fizinių veiksnių efektyvumą stimuliuojant sėklą. 45 kV prijungtos įtampos vainikinio išlydžio ir elektrostatiniai laukai bei ultravioletiniai spinduliai patikimai padidina daigumą ir maksimaliai priartina jį prie gyvybingumo.

2 lentelė. Laikas 1 t sėklų apdorėjimui, fizinių veiksnių įrenginių našumas ir žmogaus darbo sąnaudos

Table 2. Time for treating 1 t of seeds, the productivity of equipment and the man-power input

Fizinis veiksnys / Physical factor	Laikas h / Time, h	Našumas $10^{-3} \text{ t h}^{-1}$ / Productivity, $10^{-3} \text{ t h}^{-1}$	Darbo sąnaudos $\text{MJ t}^{-1}$ / Man-power input, $\text{MJ t}^{-1}$
Vainikinio išlydžio laukas / Corona discharge field	27,8	36	25
Elektrostatinis laukas / Electrostatic field	55,6	18	50
Anolitinio vandens paruošimas / Preparation of activated water			
pH 5,5	438,3	2,3	390
pH 3,9	657,5	1,5	600
pH <1	876,7	1,1	820
Mirkymas anolitiniam vandenyje / Soaking in activated water	833,3	1,2	750
Ultravioletiniai spinduliai, neįskaitant lempos įkaitimo laiko / Ultraviolet rays without heating time	9,2	109	8,0

3 lentelė. Tiesioginės elektros laukų energijos sąnaudos

Table 3. Direct energy input of electric fields

Rodiklis / Index	Elektros laukas / Electric field					
	Vainikinio išlydžio / Corona discharge			Elektrostatinis / Electrostatic		
Prijungta įtampa $10^3 \text{ V}$ / Connected voltage, $10^3 \text{ V}$	45	35	25	45	35	25
Pratekanti srovė $10^{-6} \text{ A}$ / Flowing current, $10^{-6} \text{ A}$	600	310	130	220	150	50
Naudojama galia $\text{W}$ / Using power, $\text{W}$	27	10,8	3,2	9,9	5,2	1,2
Energijos sąnaudos $\text{kWh t}^{-1}$ / Energy input, $\text{kWh t}^{-1}$	0,75	0,3	0,09	0,55	0,29	0,07
Energijos sąnaudos $10^6 \text{ J t}^{-1}$ / Energy input, $10^6 \text{ J t}^{-1}$	2,7	1,1	0,3	1,0	0,5	0,1

4 lentelė. Kitų fizinių veiksnių tiesioginės energijos sąnaudos

Table 4. Direct energy input of other physical factors

Rodiklis / Index	Anolitinio vandens ruošimas (įrenginys PTV-1) / Preparation of activated water (device PTV-1)			Ultravioletiniai spinduliai (lempa DRL 400) / Ultraviolet rays (valve DRL 400)
	pH 5,5	pH 3,9	pH <1	Neįskaitant kaitinimo laiko / Without heating time
Įrengta galia $\text{kW}$ / Installed power, $\text{kW}$	0,15			0,438
Energijos sąnaudos $\text{kWh t}^{-1}$ / Energy input, $\text{kWh t}^{-1}$	65,7	98,6	131,5	243,4
Energijos sąnaudos $10^6 \text{ J t}^{-1}$ / Energy input, $\text{kWh t}^{-1}$	237	355	473	876

mo. Mirkymas anolitiniam vandenyje, palyginus su kontrole, šiek tiek padidina sėklos daigumą, bet tas padidėjimas nėra patikimas.

Laikas, reikalingas apdoroti 1 t sėklos, esant įrenginiams statinės būsenos, įrenginių našumas  $W_{pp}$  ir juos atitinkančios žmogaus darbo sąnaudos  $E_z$ , pateikta 2 lentelėje.

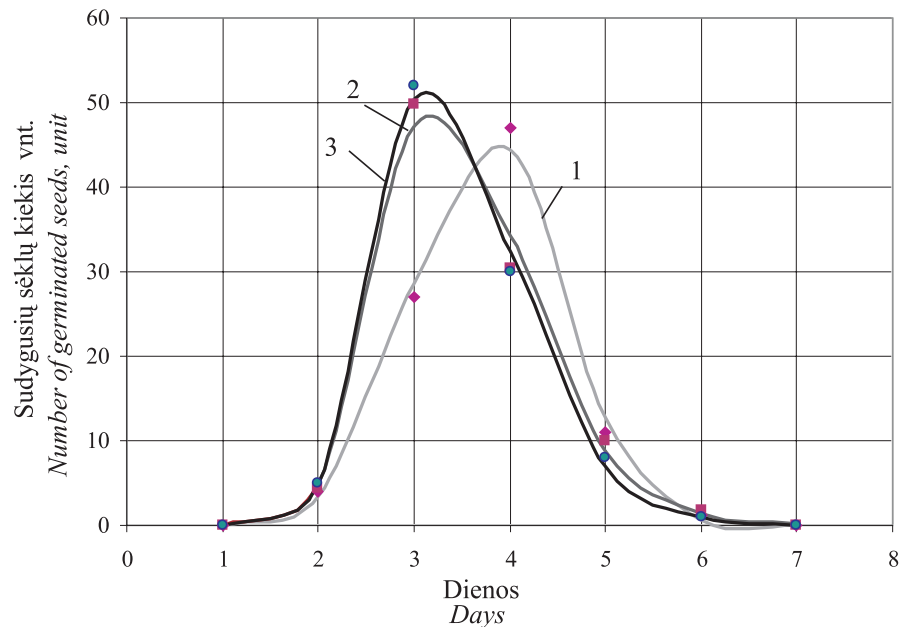
Tiesioginės energijos sąnaudos  $E_z$ , kai fiziniiais veiksniais yra elektros laukai, pateiktos 3 lentelėje.

Matome, kad fiziniiais veiksniais naudojant elektros laukus, energijos sąnaudos tam pačiam kiekiui sėklos apdoroti priklauso nuo prijungtos įtampos dydžio. Kitų mūsų tirtų fizinių veiksnių energijos sąnaudos pateiktos 4 lentelėje.

Energijos sąnaudos ir energetinis efektyvumas, naudojant įvairius fizinius veiksnius ir jų variantus, pateiktas 5 lentelėje.

Didžiausią įtaką bendroms energijos sąnaudoms turi žmogaus darbo sąnaudos, kurios priklauso nuo fizinius veiksnius kuriančių įrenginių našumo. Galima teigti, kad palyginus su kitais fiziniiais veiksniais, elektrinių laukų panaudojimas, net ir esant įrenginiams statinės būklės, yra labiausiai energiją taupantis sėklų apdoravimo būdas.

Analizuojant energijos sąnaudas matyti, kad tiesioginių (elektros energijos) sąnaudų mažiausiai reikia naudojant elektrostatinį



Pav. Miežių sėklų dygimo dinamika: 1 – kontrolė; 2 – elektrostatinis laukas; 3 – ultravioletiniai spinduliai

Figure. Germination dynamics of barley seeds: 1 – control, 2 – electrostatic field, 3 – ultraviolet rays

lauką, o daugiausia – anolitinį vandenį. Bendrąsias sąnaudas ryškiai didina žmogaus darbo sąnaudos, priklausančios nuo sėklų apdorojimo trukmės. Tiek pagal tiesiogines, tiek pagal bendrąsias energijos sąnaudas, tiek pagal stimuliacijos efektą anolitinio vandens panaudojimas yra mažiausiai perspektyvus.

Dygimo dinamika miežių sėklų pavyzdžiu, pasirenkant 45 kV prijungtos įtampos elektrostatinį lauką  $E_t = 1,0 \text{ MJ t}^{-1}$

ir ultravioletinius spindulius  $E_t = 14,5 \text{ MJ t}^{-1}$ , parodyta 1 pav. Anolitinio vandens poveikis miežių sėklų dygimo dinamikai žymesnės įtakos neturi.

Analizuojant gautus rezultatus pastebėta, kad kontrolinių sėklų dygimo tankio funkcija aprašoma normaliuoju, o paveiktų elektromagnetinės kilmės veiksniais – lognormaliuoju skirstiniu [2]. Normaliojo ir lognormaliojo skirstinių parametrai pateikti 6 lentelėje.

5 lentelė. Fizinių veiksnių naudojimo energijos sąnaudos

Table 5. Energy consumption for the use of physical factors

Fiziniai veiksniai / Physical factors	Energijos sąnaudos $\text{MJ t}^{-1}$ / Energy input, $\text{MJ t}^{-1}$		
	Tiesioginės / Direct	Žmogaus / Man-power	Bendrosios / Total
Vainikinio išlydžio laukas / Corona discharge field			
45 kV	2,7		27,7
35 kV	1,1	25	26,6
25 kV	0,3		25,3
Elektrostatinis laukas / Electrostatic field			
45 kV	1,0		51,0
35 kV	0,5	50	50,5
25 kV	0,1		50,1
Anolitinio vandens ruošimas ir mirkymas jame / Preparation of activated water and soaking in it			
pH 5,5	237	1140	1377
pH 3,9	355	1350	1705
pH < 1		1570	2043
Ultravioletiniai spinduliai / Ultraviolet rays	14,5	8	22,5

6 lentelė. Normaliojo ir lognormaliojo skirstinių parametrai

Table 6. Parameters of normal and lognormal distribution

Variantas / Variant	$\mu$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\chi^2$	Skirstinys / Distribution
Kontrolė / Control		3,762	0,773	1,12	Normalusis / Normal
Elektrostatinis laukas / Electrostatic field U = 45 kV, t = 60 s	1,236	3,442	0,225	1,003	Lognormalusis / Lognormal
Ultravioletiniai spinduliai / Ultraviolet rays	1,217	3,377	0,218	1,217	Lognormalusis / Lognormal

Kai f = 6 ir p = 0.05,  $\chi^2 = 1.63$

Pastaba.  $\bar{x}$  – vidurkis;  $\mu = \ln(\bar{x})$ ,  $\sigma$  – vidutinis kvadratinis nukrypimas;  $\chi^2$  – Pirono kriterijus; f – laisvės laipsnių skaičius; p – patikimumo lygmuo.

Lognormalusis skirstinys, būdingas elektromagnetinės kilmės veiksniais paveiktoms sėkloms, rodo, kad šie veiksniai skatina sėklos darnesnę dygimą. Be to, šie veiksniai stimuliuoja sėklos daigumą: vidutinis kontrolinės sėklos daigumas 92,8%; elektrostatiu lauku paveiktos – 95,3%; apšvitintos ultravioletiniais spinduliais – 96,5%. Esant sėklų gyvybingumui 97,5% galima teigti, kad elektromagnetinės kilmės veiksniai, suteikdami papildomos energijos, sužadina sėkloje medžiagų apykaitą.

## IŠVADOS

1. Dėl visų taikytų fizinių veiksnių nekondicinių (82,5% daigumo) kviečių sėklų daigumas patikimai padidėja vidutiniškai 15%.

2. Kondicinių miežių sėklų, veikiamų elektros laukais ir ultravioletiniais spinduliais, daigumas patikimai didėja. Esant kontrolinių sėklų daigumui 93%, vidutinis patikimas daigumo padidėjimas yra 3%. Anolitinis vanduo kondicinei sėklai patikimai nepadidino daigumo.

3. Mažiausių tiesioginių energijos sąnaudų reikalauja sėklų apdorojimas elektrostatiu lauku. Mažiausios bendrosios energijos sąnaudos 1 t sėklų apdorojimui yra naudojant ultravioletinius spindulius ir sudaro 22,5 MJ t<sup>-1</sup>.

Gauta 2007 04 13

Priimta 2007 06 26

## Literatūra

1. Yadov B. G. Sorting of viable seeds in electrostatic field // *Aspects of Applied Biology* 61, IAMFE / AAB UK2000: the 11<sup>th</sup> International Conference and Exhibition on Mechanization of Field Experiment, Biologists, C/o Horticulture Research International, Wellsbourne, Warwick CV35 9EF, UK. 13 July. 2000. Nr. 1. P. 297–304.
2. Kruopis J. *Matematinė statistika*. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidykla, 1993. 411 p.
3. Lynikiene S. Carrot seed preparation in a corona discharge field // *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development*. July 2001. Vol. III.
4. Martinez E., Floria M., Carbonell M. Study of germination rate of cereal seeds subjected to 125 mT stationary magnetic field // *Proceedings of the Internat. Confer. "Development of Agricultural Technologies and Technical Means in Ecological and Energetic Aspects"*. Raudondvaris, 11, 14–15 September 2006. P. 309–315.
5. Pietruszewski S., Muszyński S., Dziwulska A. Electromagnetic fields and electromagnetic radiations as non-invasive external stimulants for seeds (selected methods and responses) // *International Agrophysics*. 2007. N 21. P. 95–100.
6. Podlesny J., Misiak L., Podlesna A. et al. Concentration of free radicals in pea seeds after pre-sowing treatment with magnetic field // *International Agrophysics*. 2005. N 19. P. 243–249.
7. Požėlienė A., Lynikienė S. Influencia de la corriente de descarga en corona en la calidad de semillas de rabano // *Agricultura*. 1998. No. 797. P. 992–994.
8. Pozeliene A. Influence of Electric Field on the Quality of Flaxseed // *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development*. July 2001. Vol. III.
9. Požėlienė A., Lynikienė S. Specialus rapsų (*Brassica napus* L.) sėklų apdorojimas // *Žemės ūkio mokslai*. 2006. Nr. 2. P. 37–41.
10. Požėlienė A., Lynikienė S., Sinkevičienė J., Dabkevičius Z. Fizinių veiksnių įtaka sėklų užterštumui mikromicetais // *Žemės ūkio inžinerija*. 2005. T. 37(1). P. 60–68.
11. Rybinski W., Garczynski S. Influence of laser light on leaf area and parameters of photosynthetic activity in DH lines of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) // *International Agrophysics*. 2004. N. 18. P. 261–267.
12. Truchlinski J., Koper R., Starczynowska R. Influence of pre-sowing red light radiation and nitratine dressing of vetch seeds on the chemical composition of their yield // *International Agrophysics*. 2002. N 16. P. 147–150.
13. Wilczek M., Koper R., Cwintal M. et al. Germination capacity and health status of hybrid alfalfa seeds after laser treatment // *International Agrophysics*. 2005. N 18. P. 257–261.
14. Баев И. Энергетическая оценка технологий в растениеводстве // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2001. № 4. С. 8–12.
15. Бобрышев Ф. И., Стародубцева Г. П., Попов В. Ф. Эффективные способы предпосевной обработки семян // *Земледелие*. 2000. № 3. С. 45.
16. Богданов Н. М. Предпосевное электроактивирование семян кормовых культур: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Чебоксары, 2004.
17. Зейналов А. А., Ипатов А. Г., Летова А. Н. и др. Использование ультрафиолетового излучения для обработки клубней картофеля // *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2005. № 2. С. 18–20.
18. Кондратьева Н. П. Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы на урожайность // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2001. № 12. С. 17–18.
19. Ксенз Н. В., Качеишвили С. В. Электростатическое поле и урожайность зерновых // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2000. № 9. С. 18–19.
20. Мухаммадиев А. Использование электротехнологии производства сельхозпродукции в агроклиматических условиях Российской Федерации // *Аграрная наука*. 2000. № 1. С. 17.
21. Палов И. Исследование влияния на электромагнитная обработка на царевични семена върху височината на растения // *Селскостопанска техника*. 2003. Година XL. 1. София. С. 10–15.
22. Пахомов В. И. Активизация посевных свойств семян СВЧ-обработкой // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2004. № 4. С. 5–6.
23. Поварницин В. Г. и др. Обработка семян в электростатическом поле потоком ионов // *Защита и карантин растений*. 2000. № 8. С. 18–19.
24. Упадышев М., Бешнов Г., Донецких В. и др. Использование магнитно-импульсной обработки для размножения садовых культур // *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2005. № 3. С. 40–44.

25. Хацуков С. М. Исследование свойств электроактивированной воды // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2003. № 3. С. 14–15.
26. Чепурин Г. Е. Интенсификация и экологизация производства продукции растениеводства в Сибири // Техника в сельском хозяйстве. 2006. № 4. С. 3–5.
27. Шмигель В. Сепарация и стимуляция семян в электрическом поле: Автореф. дисс... д-ра техн. наук. Москва, 2004.
28. Щербаков К. Н. Резонансное низкоэнергетическое СВЧ электромагнитное управление ростом растений // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2004. № 9. С. 22–23.

Aušra Požėlienė, Stefa Lynikienė, Gvidas Rutkauskas

#### THE ENERGY INPUT OF PHYSICAL FACTORS AND THEIR INFLUENCE ON SEEDLING QUALITY OF SEEDS

##### Summary

In the article, findings about the germination stimulation in summer wheat (*Triticum aestivum* L. Emend. Fiori et Poal) and barley (*Hordeum vulgare* L.) seeds by treating seeds with various physical factors (corona discharge and electrostatic field, electroactivated water and ultraviolet rays) and the estimation of physical factor energy input are presented.

The review of scientific literature of the last 7 years shows that many of authors have used electromagnetic factors to increase the germination and productivity of a variety of seeds.

A research of wheat and barley seed germination was carried out in 2004–2006. The influence of physical factors on seed germination are estimated as a difference between the germination of treated and untreated (control) seeds. A conveyor-type separator, an apparatus for water activity and a source of ultraviolet rays were used. Methods of mathematical statistics were used to process the data. The effect of physical factors was estimated as the direct energy and man-power inputs.

It was determined that all the utilized physical factors substantially increased the germination. An essential increase of germination of condition barley seeds was obtained with electric fields and ultraviolet rays. The germination density function of seeds treated by electrostatic field or ultraviolet rays is described by lognormal distribution and of the control seeds by normal distribution. This fact shows that seeds treated with physical factors germinate faster than those non-treated and their germination is higher. The least electrical energy is required for utilization of the electrostatic field and the most for utilization of activated water. The general input of energy by the electromagnetic factors (electric fields, ultraviolet rays) on average is 50 once less than by using activated water.

**Key words:** summer wheat and barley seeds, germination, electrical fields, ultraviolet rays, activated water, energy input

Аушра Пожелене, Стефа Линикене, Гвидас Руткаускас

#### ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН

##### Резюме

Представлены результаты исследования влияния некоторых физических факторов – поля коронного разряда, электростатического поля, ультрафиолетового излучения и электроактивированной воды – на посевные качества семян яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L. Emend. Fiori et Poal) и ячменя (*Hordeum vulgare* L.). Дана оценка энергетических затрат применения этих факторов.

Обзор литературных источников за последние 7 лет показал, что многие авторы, исследующие применение факторов электромагнитного происхождения для стимулирования семян разных культур, указывают на повышение всхожести и урожайности данных культур.

Исследование всхожести семян, обработанных физическими факторами, проводилось в 2004–2006 гг. Применялись семена яровой пшеницы сорта „Мунк“ и ячменя сорта „Ула“. Влияние физических факторов на посевные качества семян определялось путем сравнения всхожести обработанных и необработанных (контрольных) семян. Для исследований применялись транспортный сепаратор, прибор подготовки электроактивированной воды и источник ультрафиолетового излучения. Результаты исследований обработаны методами математической статистики. Энергозатраты на применение физических факторов оценены прямыми затратами фактора и затратами труда.

Результаты стимулирования всхожести некондиционных семян пшеницы показали, что при применении всех физических факторов получено существенное повышение всхожести. При стимулировании семян ячменя исходной кондиционной всхожести существенное ее повышение получено путем воздействия электрическими полями или ультрафиолетовым излучением. Функция плотности прорастания для обработанных семян описывается логнормальным, а для контрольных – нормальным распределением. Из этого следует, что воздействие физических факторов положительно влияет на дружность прорастания семян. Наименьших затрат электроэнергии требует применение электростатического поля, наибольших – применение активированной воды. Общие энергозатраты с применением физических факторов электромагнитного происхождения (электрические поля, ультрафиолетовое излучение) в среднем на 50 раз ниже, чем энергозатраты с применением активированной воды.

**Ключевые слова:** семена яровой пшеницы и ячменя, электрические поля, ультрафиолетовое излучение, активированная вода, энергозатраты