

Владан Иветић
Јелена Миловановић

UDK: 630*232.318
Оригинални научни рад

ТЕСТ ЕЛЕКТРИЧНЕ ПРОВОДЉИВОСТИ ЗА ИСПИТИВАЊЕ КВАЛИТЕТА СЕМЕНА ОМОРИКЕ

Извод: У овом раду, по први пут код нас, примењен је тест електричне проводљивости за испитивање квалитета семена. Овај тест није стандардизован за већину врста, па је циљ овог рада испитивање могућности његовог коришћења за одређивање потенцијалне клијавости семена оморице, као моделне врсте. Утврђена је статистички значајна негативна корелативна веза између специфичне електричне проводљивости и клијавости семена ($r = -0.9003$). На основу тога, дат је предлог за сврставање семена оморице у квалитетне класе према утврђеној специфичној проводљивости. Добијени резултати показују велики потенцијал овог метода за испитивање квалитета семена и оправдавају даље напоре на његовој стандардизацији за оморику, као и за друге врсте.

Кључне речи: електрична проводљивост, оморица, квалитет семена

ELECTRICAL CONDUCTIVITY TEST FOR SERBIAN SPRUCE SEED QUALITY ESTIMATION

Abstract: In this paper, for the first time in our country, electrical conductivity test was used for seed quality estimation. Since this test is not standardized for most of tree species, main goal of this paper was to investigate possibility of its use for estimation of potential germination rate of Serbian spruce seed, like model species. Negative correlation with great statistical significance ($r = -0.9003$) was found between specific electrical conductivity and germination rate. On this basis, authors were give proposal for determination of Serbian spruce seed quality, after measuring of electrical conductivity. Results show great potential of this method for seed quality estimation, and justify further work on its standardization for Serbian spruce, and other tree species as well.

Key words: electrical conductivity, Serbian spruce, seed quality

*др Владан Иветић, асистент, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
дипл. инж. Јелена Миловановић, истраживач-стипендиста, Шумарски факултет Универ-
зитета у Београду, Београд*

1. УВОД

Приликом сушења семена нарушава се структура зидова ћелијских мембрана, због чега губе способност задржавања органских раствора унутар ћелија. Када се суво семе потопи у воду, разлика у осмотском притиску између семена и воде узрокује убрзано упијање воде од стране семена. Истовремено, органски раствори цуре из семена у воду. Овај раствор садржи различите шећере, аминокиселине, липиде и друге органске киселине, као и неорганске соли и фосфате. Неке од ових растворених материја понашају се као електролити и повећавају електричну проводљивост воде.

Структура мембрана се обично поново успоставља током натапања семена водом. Виталније семе обнавља мембране брже од мање виталног, уз разумљиво мање цурење органских материја. Због тога се претпоставља да је степен цурења органских материја, а самим тим и електрична проводљивост воде, у негативној корелацији са квалитетом семена.

Проводљивост је мера способности материјала да проводи електричну струју. Јединица проводљивости је:

$$\frac{1}{\text{Ohm}} = \text{Ohm}^{-1} = \text{Siemens} \text{ (понекад се назива и } mho\text{)}.$$

Јединица специфичне проводљивости је:

$$\frac{1}{\text{Ohm}} \cdot \frac{\text{cm}}{\text{cm}^2} = \text{Ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} = \text{Siemens} \cdot \text{cm}^{-1}.$$

Јединица $\frac{S}{\text{cm}}$ је веома велика, тако да се проводљивост често мери у $\frac{mS}{\text{cm}}$ или $\frac{\mu S}{\text{cm}}$, односно $1 \frac{\mu S}{\text{cm}} = 1 \frac{\mu mho}{\text{cm}} = 0,001 \frac{mS}{\text{cm}} = 0,000001 \frac{S}{\text{cm}}$.

Специфична проводљивост чисте воде је око $2 \mu S \cdot \text{cm}^{-1}$, а воде из београдског водовода и до $340 \mu S \cdot \text{cm}^{-1}$. Раствор NaCl (20%) има специфичну проводљивост око 100.000 пута већу од дестиловане воде. Како специфична проводљивост воде у коју је потопљено семе, поред цурења органских материја, зависи и од количине семена и воде, резултати теста се изражавају у релативном износу у односу на количину семена (маса у сувом стању) и воде (нпр. $40 \mu S \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{mL}^{-1}$ или $40 \mu S/\text{cm/g/mL}$).

Специфична електрична проводљивост (CEП) добија се на следећи начин:

$$CEП = \frac{\text{измерена проводљивост } [\mu S]}{TCYCC [g] \cdot \text{количина воде } [mL]} [\mu S \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{mL}^{-1}], \dots (1)$$

Тежина семена у сувом стању (TCYCC) израчунава се на основу мерења влажности семена, према следећем изразу:

$$TCYCC = TCC - \left(\frac{BL}{100} \cdot TCC \right) [g], \dots\dots\dots (2)$$

где су: TCC - тежина семена у свежем стању [g] и BL - влажност семена [%].

На електричну проводљивост могу утицати различити фактори. Тако, проводљивост течности расте са порастом температуре, око 2% за сваки степен, због чега мерења морају бити обављена под строгом контролом температуре. Да би се добили резултати који се могу поновити, температура мора бити константна током целог теста и при различитим тестовима.

Почетна влажност утиче на проводљивост, међутим Sørensen (1996) није нашао већу проводљивост семена смрче при влажности од 6-8%, у односу на влажност од 15-20%. Већа проводљивост при малој влажности може бити последица оштећења зидова ћелија услед натапања семена водом. Због тога је потребно утврдити везу између влажности и проводљивости, и наћи опсег у чијем оквиру мале промене у влажности семена немају значајан утицај на проводљивост.

Празне семенке, такође, могу утицати на резултате. Цурење из празних семенки је мало, као и из виталних семенки, што може довести до прецењивања резултата. Због овога је потребно издвојити празне семенке из радног узорка. Мртви делови семена (крила и сл.) у великој мери испуштају електролите у раствор, те их треба уклонити.

Цурење је велико и из семена са механичким повредама. Присуство само неколико семенки са механичким повредама може знатно повећати проводљивост, што доводи до потцењивања резултата.

За тестирање је пожељно користити дејонизовану воду. Дестилована се може користити, под условом да јој је проводљивост мања од $5 \mu S \cdot cm^{-1}$. Воду, пре употребе, треба држати на температури 20-25°C, у трајању од 24 часа. Количина воде зависи од врсте семена, обично је довољно 20-100 mL по узорку. Приликом тестирања, увек је потребно напунити водом и контролну посуду, која ће бити без семена. Проводљивост ове контроле мора бити одузета од читања са узорака. Прецизнији резултати се добијају ако се у свакој посуди измери електрична проводљивост воде пре потапања семена и ова величина одузме од читања за сваки узорак.

Оптимална величина узорка зависи од врсте и треба да даје прихватљиву разлику између понављања. Проводљивост се може одређивати коришћењем узорка од већег броја семенки (нпр. 50) или на појединачном семену. Узорак од 50 семенки по понављању и 4 понављања могу бити добра полазна основа. Боље је користити узорак који се заснива на тежини, него на броју семенки. Одређивање влажности семена је неопходно јер се проводљивост изражава у $\mu S \cdot cm^{-1} \cdot g^{-1}$ суве тежине. Тежину узорака је потребно измерити на две децимале.

За мерење електричне проводљивост користи се кондуктометар велике осетљивости, који мери проводљивост у распону од 10-1.400 $\mu S \cdot cm^{-1}$.

Иветић В., Миловановић Ј.

Посуде за потапање треба да буду направљене од стакла или пластике. Величина посуда зависи од величине семена (посуде од 50 mL су довољне за тестирање мањег семена, нпр. борова). Како величина контејнера утиче на резултате, запремина и величина контејнера треба да буду идентични за све узорке, или бар за све узорке семена исте врсте. Током употребе посуде морају бити затворене да би се спречило испаравање и загађење воде прашином. Евентуално загађење воде, у великој мери може повећати електричну проводљивост раствора. Пре употребе, посуде је потребно опрати дејонизованом или дестилованом водом.

Цурење органских материја је у почетку веома изражено, али после неког времена практично престаје. Уобичајена дужина периода потапања је 16-24 часа, што је потребно стандардизовати за сваку врсту.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Са 40 различитих генотипова оморице, узети су узорци величине 100 семенки, по принципу случајности, из фракције чистог семена радног узорка за тестирање. Сваком узорку је измерена тежина са тачношћу до стотог дела грама. Влажност семена одређена је на два додатна узорка, по убрзаном методу, у складу са правилима ISTA, сушењем у пећници на температури од 130°C, у трајању од 4 часа.

Сваки узорак потопљен је у 50 mL дејонизоване воде, чија је електрична проводљивост претходно измерена. За потапање су коришћене пластичне посуде исте величине. Семе је равномерно распоређено у води.

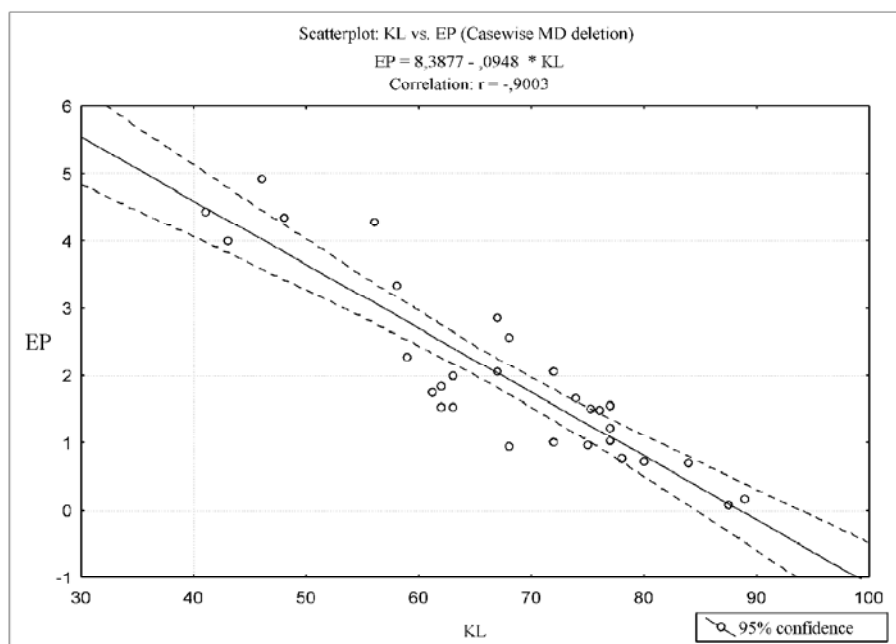
Затворене посуде са семеном и водом, остављене су 24 часа на температури од 20-25°C. После овог периода, измерена је специфична проводљивост воде између семенки. Мерење је извршено кондуктометром марке EUTECH Instruments, модел ECScan Low, опсега мерења 0-1.990 $\mu S \cdot cm^{-1}$, резолуције 10 $\mu S \cdot cm^{-1}$, прецизности $\pm 1\%$ целе скале. Од измерене електричне проводљивости, одузета је вредност проводљивости воде, измерена пре потапања семена. Специфична проводљивост по граму сувог семена, израчуната је по формули (1).

После одређивања специфичне проводљивости, семе је извађено из воде и стављено на наклијавање класичним методом, према домаћем и ISTA стандарду за оморику (подлога од филтер папира, у трајању од 28 дана).

3. РЕЗУЛТАТИ СА ДИСКУСИЈОМ

Анализа добијених резултата обухватила је одређивање Поасоновог коефицијента корелације, коришћењем одговарајућих програма за статистичку обраду података. Анализа је извршена на узорку од 30 понављања, јер је 10 понављања издвојено из основног узорка. За три је утврђено присуство механички оштећених семенки, док је у преосталих 7 утврђено присуство великог броја празних семенки.

ТЕСТ ЕЛЕКТ. ПРОВОДЉИВОСТИ ЗА ИСПИТИВАЊЕ КВАЛИТЕТА СЕМЕНА ОМОРИКЕ



Графикон 1. Корелација између специфичне електричне проводљивости и клијавости семена оморице

Figure 1. Correlation between specific electrical conductivity and germination rate of Serbian spruce seed

Табела 1. Класе квалитета семена оморице на бази специфичне електричне проводљивости
 Table 1. Serbian spruce seed quality classes based on specific electrical conductivity

Специфична електрична проводљивост Specific electrical conductivity $\mu S \cdot cm^{-1} \cdot g^{-1} \cdot mL^{-1}$	Клијавост семена Germination %	Квалитет семена Seed quality
<0,33	85-100	Одличан Excellent
0,33-1,28	75-85	Врло добар Very good
1,28-2,23	65-85	Добар Good
2,23-4,59	40-65	Лош Poor
>4,59	<40	Врло лош Very poor

Иветић В., Миловановић Ј.

Утврђена је статистички значајна негативна корелација између клијавости и специфичне електричне проводљивости која износи $r = -0,9003$ (графикон 1).

Коришћењем функција корелационе зависности клијавости и електричне проводљивости (3) предложено је разврставање семена оморике у пет класа квалитета, са поузданошћу од 95% (табела 1):

$$СЕП=8,3877-0,0948 \cdot КЛ. \dots\dots\dots (3)$$

Предложено класирање, представља релативно поуздану основу за практично одређивање квалитета семена оморике по убрзаном методу. Међутим, Bonner и Agmata-Paliwal (1992) извештавају о употреби теста проводљивости за шумско семе и налазе да резултати имају веома слабу поновљивост да би се могла вршити прецизна процена, али се може са сигурношћу користити за сврставање семена у класе као што су: слаба, ниска, средња или висока виталност.

Добијени резултати се донекле разликују од резултата за смрчу на узорку од 30 понављања из три различита семенска извора (Sørgensen *et al.*, 1996), што потврђује потребу стандардизације овог метода за сваку појединачну врсту. Досадашња искуства указују да су фактори које је потребно стандардизовати за сваку врсту:

1. количина семена (број или маса);
2. количина воде;
3. третман семена пре потапања (нпр. прање);
4. дужина периода потапања;
5. температура;
6. почетна влажност семена;
7. корелација са тестовима клијавости.

4. ЗАКЉУЧЦИ

Мерење електричне проводљивости воде са потопљеним семеном може се користити као тест за процену квалитета семена оморике. Стандардизовани тест ће пружити могућност поуздане процене квалитета семена, пре свега, потенцијалне клијавости за 24 часа, што представља добру алтернативу испитивању клијавости семена класичним методом, за који је потребан дужи временски период (28 дана за оморичу).

Код стандардизације овог метода, треба обухватити узорке семена са већом варијабилношћу квалитета, што подразумева већи број узорака различитог порекла.

ЛИТЕРАТУРА

Bonner F.T., Agmata-Paliwal A. (1992): *Rapid tests of seed quality in Picea species by the leachate conductivity method*, "Genetics in forest biology", eds. DeHayes D.H., Hawley G.J., Burlington, Northern Forest Genetics Association (69-75)

ТЕСТ ЕЛЕКТ. ПРОВОДЉИВОСТИ ЗА ИСПИТИВАЊЕ КВАЛИТЕТА СЕМЕНА ОМОРИКЕ

- Иветић В., Шијачић-Николић М., Лавадиновић В. (2003): *Брзи шесциови за испитивање квалитета семена шумској грвећа и жбуња*, „Перспективе развоја шумарства“, Бања Лука (199-209)
- (1996): *International Rules for Seed Testing*, Seed Science and Technology 21 (Suppl.), ISTA (International Seed Testing Association), MESTO (1-288)
- Sørensen A., Lauridsen E.B., Thomsten K. (1996): *Electrical conductivity test*, Technical note а 45, Danida Forest Seed Centre (1-19)
- (2004): *Conductivity - Theory and Practice*, Radiometer Analytical SAS (1-49)

Vladan Ivetić
Jelena Milovanović

ELECTRICAL CONDUCTIVITY TEST FOR SERBIAN SPRUCE SEED QUALITY ESTIMATION

Summary

In this paper, for the first time in our country, electrical conductivity test was used for seed quality estimation. Since this test is not standardized for most of tree species, main goal of this paper was to investigate possibility of its use for estimation of potential germination rate of Serbian spruce seed, like model species.

Electrical conductivity test results was compared with germination test results. Negative correlation with great statistical significance ($r=-0.9003$) was found between specific electrical conductivity and germination rate. On this basis, authors were give proposal for determination of Serbian spruce seed quality, after measuring of electrical conductivity.

Results show great potential of this method for seed quality estimation, and justify further work on its standardization for Serbian spruce, and other tree species as well.