Растителна защита

електронно списание за растителна защита
семена, торове и земеделие
ISSN 2815-522X

# Klimatske promjene i žičnjaci: promjene u rasprostranjenosti, vertikalna migracija i rizik za poljoprivredne usjeve

**доц. д-р Гергана Кунчева, Шуменски университет "Епископ Константин Преславски"**

**Datum** 02.11.2026 | **Broj** 11/2026 | **ISSN** 2815-522X | **Jezik** HR
www.plant-protection.com/article/2488?lang=hr



**Sažetak**

Klimatske promjene mijenjaju temperaturni i vodni režim tla te mogu značajno utjecati na rasprostranjenost, sezonsku aktivnost i štete koje uzrokuju žičnjaci (Coleoptera: Elateridae). Produljeni razvoj ličinki u tlu čini ih vrlo ovisnima o mikroklimi tla, dok im vertikalna migracija omogućuje djelomično izbjegavanje nepovoljnih uvjeta. Ovo istraživanje sažima dostupne kvantitativne podatke o utjecaju temperature i vlažnosti tla na vertikalnu rasprostranjenost, preživljavanje i razvoj žičnjaka te procjenjuje moguće posljedice klimatskih promjena na rizik za poljoprivredne kulture.

Analizirani podaci pokazuju jasno izraženu sezonsku dinamiku. U povoljnim temperaturnim i vodnim uvjetima ličinke se koncentriraju u plićim slojevima tla, dok zagrijavanje i isušivanje površinskog sloja obično potiče kretanje u dubinu. Umjereno povećanje temperature može ubrzati razvoj i pomaknuti vrijeme sezonske aktivnosti, dok visoke temperature i produljeni toplinski stres mogu smanjiti preživljavanje. Vrsno specifične reakcije na temperaturu i vlagu upućuju na moguće promjene u regionalnoj rasprostranjenosti i sastavu vrsta Elateridae. Posljedično, klimatske promjene mogu izmijeniti prostorne i sezonske obrasce rizika od šteta, što treba uzeti u obzir pri praćenju i suzbijanju žičnjaka.

**Ključne riječi:** Elateridae, *Agriotes*, žičnjaci, klimatske promjene, temperatura tla, vlažnost tla, vertikalna migracija, preživljavanje, rasprostranjenost

## Uvod

Klimatske promjene mijenjaju temperaturni i vodni režim kopnenih ekosustava, s važnim posljedicama za poljoprivrednu proizvodnju i dinamiku populacija štetnika. Povećanje koncentracije $CO_2$ u atmosferi od početka industrijske ere jedan je od glavnih pokretača rasta globalnih temperatura (Forster et al., 2007; IPCC, 2014). Zagrijavanje pojačava isparavanje i transpiraciju te, u kombinaciji s promjenama obrazaca oborina, može dovesti do smanjenja vlažnosti tla i povećane učestalosti, intenziteta i trajanja suša (Schwalm et al., 2017). Te promjene utječu i na

produktivnost poljoprivrednih kultura i na razvoj, rasprostranjenost i sezonsku aktivnost njihovih štetnika (Olesen & Bindi, 2002; Shrestha, 2019; Skendžić et al., 2021).

Promjene temperature i vlažnosti tla od posebne su važnosti za kukce koji žive u tlu, a koji značajan dio svog životnog ciklusa provode izravno izloženi promjenama mikroklime tla (Oishy et al., 2025). Tlo predstavlja relativno puferiran, ali vrlo heterogen okoliš u kojem temperatura i vlaga variraju i sezonski i s dubinom u profilu tla (Mondal, 2021). Stoga se uvjeti kojima su izloženi organizmi koji žive u tlu mogu znatno razlikovati ovisno o njihovom vertikalnom položaju. Kod pokretnih organizama u tlu vertikalna migracija predstavlja važan bihevioralni mehanizam za izbjegavanje nepovoljnih temperaturnih i vodnih uvjeta. Istodobno, produljena izloženost visokim ili niskim temperaturama i nedostatak vlažnosti tla mogu izravno utjecati na preživljavanje, razvoj, dijapauzu i sezonsku aktivnost (Skendžić et al., 2021; Nikoukar & Rashed, 2022).

Cilj je ovog istraživanja sažeti i analizirati dostupne podatke o utjecaju temperature i vlažnosti tla na ekologiju žičnjaka (Coleoptera: Elateridae), s naglaskom na vertikalnu migraciju, preživljavanje, razvoj i sezonsku aktivnost. Na temelju toga procjenjuju se moguće posljedice klimatskih promjena na prostornu rasprostranjenost i sastav vrsta gospodarski važnih Elateridae, kao i na sezonska razdoblja povećanog rizika od šteta na poljoprivrednim kulturama. Posebna se pozornost posvećuje interakciji između temperature i vlažnosti tla kao čimbenika koji određuju položaj i aktivnost ličinki u profilu tla i, sukladno tome, vjerojatnost kontakta s podzemnim dijelovima biljaka.

**Materijali i metode**

Za analizu su korištena objavljena istraživanja koja sadrže kvantitativne podatke o utjecaju temperature i vlažnosti tla na biološke reakcije žičnjaka (Coleoptera: Elateridae). Iz svakog istraživanja izdvojeni su podaci o vrsti, razvojnom stadiju, uvjetima istraživanja, temperaturi i vlažnosti tla, trajanju izloženosti i zabilježenoj biološkoj reakciji. Podaci su sistematizirani u tri glavne skupine: vertikalna rasprostranjenost i migracija u profilu tla, preživljavanje i razvoj.

Zbog razlika u eksperimentalnom dizajnu, proučavanim dubinama tla i načinu prikazivanja rezultata u pojedinim publikacijama, podaci su usklađeni kako bi se osigurala usporedivost. Gdje je bilo moguće, izravno su korištene vrijednosti koje su autori naveli. Dodatni kvantitativni pokazatelji izračunati su samo kada su objavljeni podaci omogućavali njihovo nedvosmisleno određivanje.

Za procjenu vertikalnog položaja ličinki u istraživanjima koja prikazuju njihovu brojnost ili relativni udio u pojedinim slojevima tla određena je prosječna dubina ponderirana brojnošću. Promjene vertikalnog položaja između pojedinih razdoblja, sezona ili eksperimentalnih uvjeta procijenjene su kroz razliku u prosječnoj dubini. Gdje su bili dostupni podaci o udjelu ličinki u gornjem sloju tla, određena je i njihova relativna brojnost u površinskoj zoni, što omogućuje procjenu razdoblja tijekom kojeg se žičnjaci nalaze u zoni korijena i potencijalno su štetni za poljoprivredne kulture.

Utjecaj temperature na razvoj procijenjen je na temelju objavljenih podataka o trajanju pojedinih stadija, pri čemu je kraće trajanje interpretirano kao viša stopa razvoja. Podaci o preživljavanju analizirani su u odnosu na temperaturne i vodne uvjete u kojima su dobiveni. Dobiveni rezultati razmotreni su zajedno s podacima o sezonskoj aktivnosti i vertikalnoj rasprostranjenosti kako bi se procijenile moguće reakcije žičnjaka na promjene temperaturnog i vodnog režima tla.

**Rezultati i rasprava**

**Utjecaj temperature i vlažnosti tla na vertikalnu migraciju**

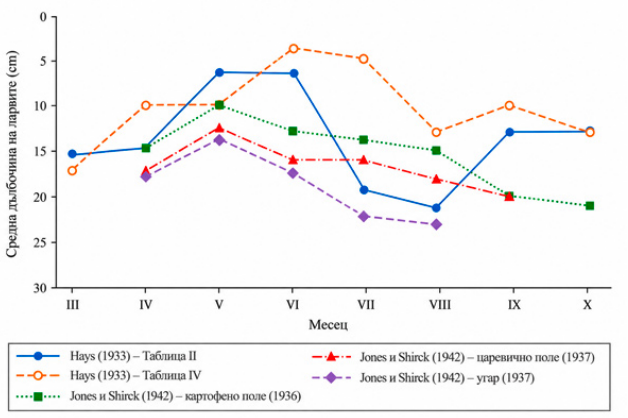
Analizirana istraživanja pokazuju jasno izraženu sezonsku dinamiku u vertikalnoj rasprostranjenosti žičnjaka, određenu uglavnom kombiniranim utjecajem temperature i vlažnosti tla. Unatoč razlikama između vrsta, uvjeta tla i korištenih metoda, opći trend pokazuje koncentraciju ličinki u plićim slojevima tla u povoljnim temperaturnim i vodnim uvjetima te njihovo kretanje u dubinu pri zagrijavanju i isušivanju površinskog sloja tla.

Najdetaljnije kvantitativne podatke o sezonskoj vertikalnoj migraciji pružaju klasična istraživanja Haysa (1933) i Jonesa & Shircka (1942). U istraživanju Jones & Shirck (1942) prosječna ponderirana dubina žičnjaka na polju krumpira povećala se s 10,44 cm u svibnju na 21,23 cm u kolovozu, što odgovara pomaku od 10,79 cm u dubinu. Sličan trend utvrđen je u kukuruzu i na ugaru, gdje je sezonski pomak dosegnuo 9,09 odnosno 10,66 cm. Neovisna promatranja Haysa (1933) pokazuju još izraženiju dinamiku – od prosječne dubine od 7,87 cm u svibnju do 19,81 cm u lipnju i 21,59 cm u srpnju, odnosno ukupni pomak od 13,72 cm.

Međutim, ta sezonska dinamika ne predstavlja jednosmjerno kretanje prema dubljim slojevima tla s porastom temperature. Zimi se žičnjaci mogu nalaziti na znatnoj dubini, nakon čega u proljeće migriraju prema površini kako se tlo zagrijava. Kovács et al. (2006) izvješćuju o prezimljavanju na dubini od približno 50–100 cm i početku kretanja prema gornjim slojevima tla nakon postizanja temperature tla od oko 7–8°C. S naknadnim porastom temperatura i isušivanjem ljeti opaža se obrnuto kretanje prema dubljim slojevima. Posljedično, odnos između temperature i dubine rasprostranjenosti nije linearan i ovisi o sezoni i popratnim promjenama vlažnosti tla.

Suvremena promatranja roda Agriotes potvrđuju važnost te sezonske vertikalne dinamike. Wechselberger et al. (2026) utvrdili su značajne promjene u udjelu aktivnih ličinki u gornjih 0–15 cm profila tla tijekom različitih razdoblja godine. Ti su rezultati od posebne praktične važnosti jer upravo prisutnost žičnjaka u gornjem sloju tla određuje vjerojatnost kontakta sa sjemenkama, korijenjem i podzemnim organima poljoprivrednih biljaka.

Vlažnost tla dodatno modificira vertikalnu rasprostranjenost. Kod vrste Agriotes lineatus Staley et al. (2007) utvrdili su razlike u rasprostranjenosti ličinki pod eksperimentalno izmijenjenim režimom ljetnih oborina. Izračunata prosječna ponderirana dubina iznosila je 6,65 cm pri povećanim oborinama, 4,19 cm u kontrolnim uvjetima i 3,80 cm pri suši. Međutim, te rezultate treba tumačiti s oprezom jer promjene brojnosti u pojedinim slojevima tla mogu odražavati ne samo vertikalnu migraciju već i promjene u aktivnosti, preživljavanju i vjerojatnosti detekcije ličinki tijekom uzorkovanja.




*Slika 1. Sezonska dinamika vertikalne rasprostranjenosti ličinki Elateridae u profilu tla prema podacima Haysa (1933) i Jonesa & Shircka (1942).*

Ukratko, vertikalna migracija predstavlja važan bihevioralni mehanizam pomoću kojeg žičnjaci mogu iskoristiti prostornu heterogenost tla i ograničiti svoju izloženost nepovoljnim temperaturnim i vodnim uvjetima. To je ponašanje osobito važno pri procjeni posljedica klimatskih promjena. Češća razdoblja visokih temperatura i suše mogu privremeno ograničiti aktivnost ličinki u površinskom sloju tla, a da pritom nužno ne dovedu do odgovarajućeg smanjenja populacije. S druge strane, razdoblja s povoljnom kombinacijom temperature i vlažnosti tla mogu potaknuti ponovnu koncentraciju ličinki u gornjim slojevima i, sukladno tome, povećan rizik za poljoprivredne kulture.

| Izvor | Vrsta/takson | Čimbenik | Proučavana reakcija | Glavni kvantitativni rezultati | Glavni zaključak |
|---|---|---|---|---|---|
| Hays (1933) | Elateridae | Sezona, temperatura | Vertikalna migracija | 7,87 cm u svibnju → 19,81 cm u lipnju → 21,59 cm u srpnju; Δ = +13,72 cm | Kretanje u dublje slojeve s početkom ljetnih uvjeta |
| Jones & Shirck (1942) | *Limonius spp.* | Temperatura, vlaga, sezona | Vertikalna migracija | Krumpir: 10,44 → 21,23 cm; kukuruz: 12,10 → 21,19 cm; ugar: 13,56 → 24,22 cm | Dosljedan sezonski pomak s površine u dublje slojeve |
| Kovács et al. (2006) | Elateridae | Temperatura, suša | Vertikalna migracija | Prezimljavanje na 50–100 cm; proljetna migracija prema gore pri oko 7–8°C | Temperatura određuje sezonski vertikalni položaj; vrući i suhi uvjeti potiču kretanje u dubinu |
| Staley et al. (2007) | | | | | |