

# Vybrané faktory vplývajúce na zatváranie súkvetí čakanky obyčajnej (*Cichorium intybus*)

## Certain Factors Affecting Flower Closure in Common Chicory (*Cichorium intybus*)

Dominika Molnárová, Pavol Prokop

Katedra biológie, Pedagogická fakulta, Trnavská univerzita v Trnave

**Abstract:** Flower opening/closure has received strong attention since Darwin, but its evolutionary, ultimate function is poorly understood. Carl von Linné suggested that flower opening/closure follows fixed circadian rhythm (Linné's clock), but recent research showed that flower closure may be induced by some environmental variables (e.g., humidity, light) as well as by the onset of pollination. According to Linné, common chicory (*Cichorium intybus*) should be closed at about 14:00. We performed field observations of flower opening/closure in common chicory between August and September 2016. We found that mean flower opening took about 300 min, but it is influenced by time of season. Flowers were open for longer time as the season progressed, which could be influenced either by temperature drop, shorter time of day and/or by lower pollinator activity. Future research should disentangle the factors which influence flower closure in common chicory.

**Keywords:** common chicory, flower opening/closure, seasonal differences.

### 1 Úvod

Kvitnutie patrí medzi dôležité obdobie ontogenézy semenných rastlín, kedy rastlina prechádza do reprodukčnej fázy z fázy vegetatívneho rastu. Počas tejto fázy sa na rastovom vrchole diferencujú kvetné orgány k čomu dochádza len v určitom veku rastliny, kedy rastlina dosiahne kvetnú zrelosť a za určitých vonkajších podmienok. Kvitnutie má fázu kvetnej indukcie (podnet k tvorbe kvetov) a tiež etapu diferenciácie kvetných orgánov.

Z ekologického hľadiska je kvitnutie veľmi dôležitá fáza života rastliny, pretože nektár v kvetoch je významnou súčasťou potravy rôznych opeľovačov, ale zároveň vieme pomerne málo o tom, prečo niektoré rastliny investujú energiu do zatvárania svojich kvetov. Samotné kvitnutie je pre rastliny nákladné (Ashman a Schoen, 1997), preto sa dá predpokladať, že zatvorenie a opätovné otvorenie kvetu predstavuje pre rastlinu ďalšie náklady,

ktoré nemôže vykonávať z triviálnych dôvodov, ale musí existovať evolučné vysvetlenie, prečo k tomuto javu dochádza.

Doba otvorenia kvetu označuje časový úsek, ktorý zaujme opel'ovače, čo vedie k transportu peľu zo samčích a obojpohlavných kvetov, a následne oplodnenie a vytvorenie semien u samičích a obojpohlavných kvetov. Otváranie a zatváranie kvetov má reprodukčnú funkciu, pretože umožňuje transport peľu a/alebo opelenie. Otváranie a zatváranie kvetov sa u rastlín s dennou aktivitou môže líšiť v porovnaní s rastlinami, ktorých kvety majú nočnú aktivitu. Niektoré kvety sa otvárajú len raz, iné opakovane. Otváranie kvetov je často rýchle (van Doorn, van Meeteren, 2003). Napríklad, celkové otvorenie pupalky dvojročnej (*Oenothera biennis*) trvá menej ako 20 minút a u brečtana popínaveho (*Hedera helix*) to za určitých okolností trvá päť minút (Sigmund, 1929, 1930).

Otváranie a zatváranie kvetov vykazuje širokú škálu stratégií. Môžeme predpokladať, že tieto stratégie boli vybrané na optimalizáciu reprodukčného úspechu pri minimálnych metabolických nákladoch. Zo selektívneho hľadiska je pomerne ľahko vysvetliteľná existencia nočne kvitnúcich rastlín, ktoré sú opel'ované len malou skupinou nočných opel'ovačov. U zemoleza japonského (*Lonicera japonica*) sa kvet otvorí večer a zostane otvorený počas niekoľkých dní a nocí. Kvitnutia za súmraku boli častejšie ako kvitnutia ráno, a to aj napriek tomu, že denné opel'ovače transferovali viac peľu (Miyake a Yahara, 1999). Niektoré kvety zostávajú otvorené deň aj noc, hoci sú opel'ované len počas dňa alebo noci. To môže súvisieť, aspoň u niektorých druhov, cirkadiálneho modelu produkcie vône. U petúnie (*Petunia* sp.), napríklad kvety voňajú iba počas noci, čo môže čiastočne vysvetľovať, prečo je zvyčajne opel'ovaná nočnými motýľmi.

Nie všetky otvorené kvety voňajú. Možno u niektorých druhov môže byť cirkadiálny rytmus zatvárania a otvárania adaptácia, vďaka ktorej sa vyhnú nákladom na produkciu vône. Kvety sa vyskytujú v obrovskom rozsahu ekologických situácií a preto nie je prekvapujúce nájsť rôzne okolité faktory, ktoré regulujú otváranie a zatváranie, ale neboli kategorizované do ekologickej niky. Medzi kvetmi, ktoré vykazujú opakované otváranie a zatváranie, sa niektoré kvety otvárajú nepravidelne iba v prípade, že je teplota vysoká alebo svieta slnko. Takýmto druhom je napríklad púpava (*Taraxacum* sp.). Ostatné kvety sa otvárajú a zavárajú v pravidelných intervaloch. Vo všeobecnosti nie je selekčná výhoda pravidelného zatvárania kvetov veľmi jasná. Doteraz boli vyslovené viaceré hypotézy, ale množstvo z nich zatiaľ nebolo testovaných.

Zatváranie kvetov môže napríklad fungovať ako pasca pre opel'ujúci hmyz (pozorované u niektorých druhov lekna). Kerner von Marilaun (1891) predpokladal, že zatváranie kvetov cez noc slúži na vyhnutie sa zmáčania peľu. Jeho myšlienka môže byť rozšírená na druhy kvetov ako je púpava, ktorá sa otvára len v prípade pekného počasia. Jeden z mála testov tejto hypotézy je experiment Prokopa a Fedora (2016) s blyskáčom cibul'katým (*Ficaria verna*). Otvorené kvety v experimentálnej skupine boli zafixované drôtom, aby sa zabránilo ich uzavretiu, a to vo voľnej prírode aj v laboratórnych podmienkach. Experiment nepreukázal žiadny rozdiel v reprodukčnom úspechu kvetov fixovaných drôtom a intaktných kvetov, ale fixované kvety boli v prírode častejšie napádané predátormi. K vyššej predácii otvorených kvetov sa prikláňajú aj iní autori (Tagawa et al., 2018).

Pfeffer (1904) poznamenal, že striedavé zatváranie kvetov môže pomôcť nepripustiť hmyz a môže chrániť pred chladom alebo zničením vysokou intenzitou svetla. Okrem toho, pravidelné zatváranie kvetov môže obmedziť straty vody a taktiež obmedziť vstup potenciálne škodlivých mikroorganizmov. Obmedzenie otvorenia kvetov na obdobie činnosti opel'ovačov môže znížiť riziko vstupu vzdušných patogénov a vyhnúť sa riziku patogénov prenášaných neopel'ujúcim hmyzom. Baktérie a plesne zvyčajne nerastú na suchých okvetných pletivách, ale prítomnosť vody (napríklad rosy) na kvetoch alebo vysoká vlhkosť, iniciuje plesňový a bakteriálny rast. Kvety, ktoré sa vyhýbajú zmáčaniu dažďom prípadne rosou alebo sa vyhýbajú otváraniu v čase vysokej vlhkosti, sa zdajú byť lepšie prispôsobené (van Doorn, van Meetern, 2003). Cieľom nášho výskumu bolo zistiť, ako varíruje zatváranie súkvetí čakanky obyčajnej (*Cichorium intybus*) so sezónnymi zmenami teploty a dĺžkou dňa.

## 2 Materiál a metódy

Výskum sme realizovali od 2. augusta do 24. septembra 2016. Súkvetia boli pozorované na východnom Slovensku, v obci Honce, na privátnej ploche (48° 40' 4,44" N, 20° 24' 19,8" E). Všetky pozorovania prebiehali počas teplých, suchých, bezoblačných dní. Denná teplota počas pozorovaní bola meraná na rovnakom mieste a v rovnakom čase v blízkosti lokality a pohybovala sa medzi 13 °C až 24 °C. Východ a západ slnka sme zaznamenávali na základe údajov z webovej stránky SHMÚ<sup>14</sup>.



**Obrázok 1:** Otvorené súkvetie čakanky. Foto: autorka.

Ráno tesne pred otvorením súkvetí sme si jednotlivé rastliny označili stužkami s individuálnymi kódmi. Denne bolo označených ~ 20 súkvetí, každý z inej rastliny. Súkvetia sme kontrolovali každú hodinu medzi 6.00 hod až 14.00 hodinou. Zaznamenávali sme čas otvorenia súkvetia a taktiež aj čas uzavretia súkvetia. Naše kritérium, kedy je súkvetie otvorené alebo zatvorené, bolo určované tým, kedy sa môže dostať do súkvetia opel'ovač (Prokop a Neupauerová, 2014). Za otvorené súkvetie sme považovali také, do ktorého sa

už mohol dostať opel'ovač (obrázok 1) a zatvorené súkvetie (obrázok 2) bolo to, do ktorého sa už opel'ovač nemohol dostať.



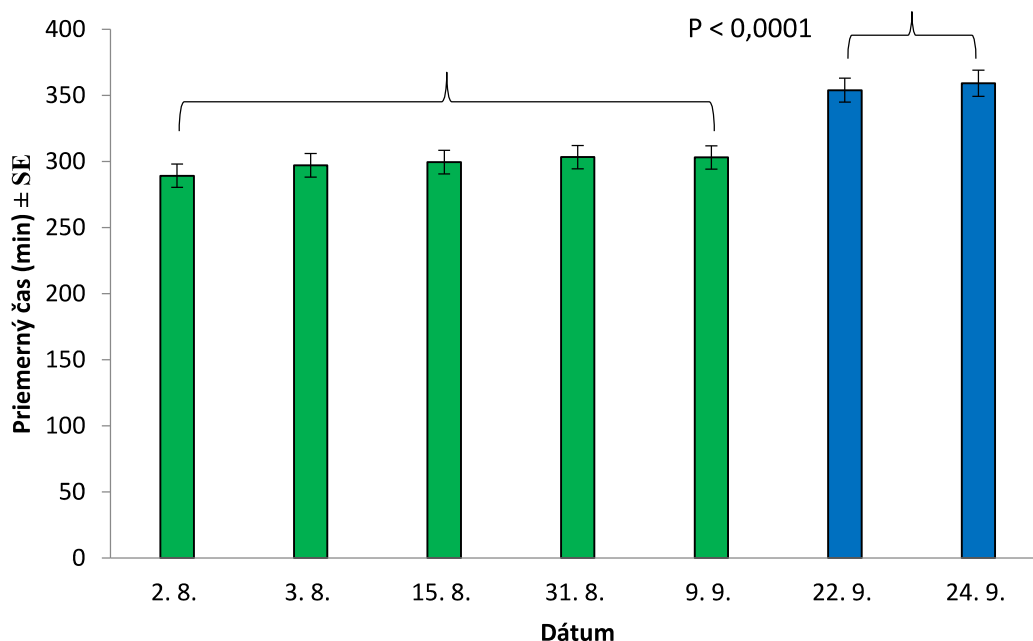
**Obrázok 2:** Zatvorené súkvetie čakanky. Foto: autorka.

### 3 Výsledky a diskusia

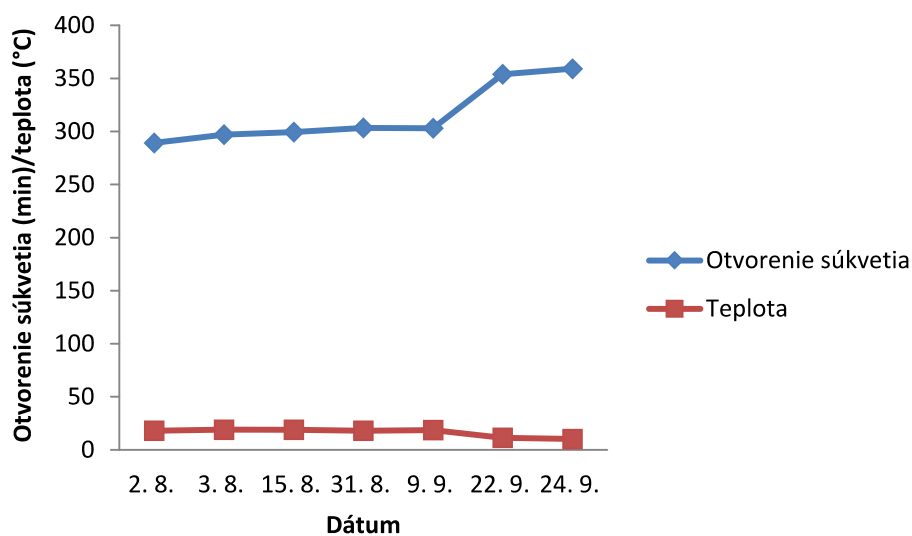
#### *Sezónne vplyvy na zatváranie kvetov čakanky*

Kvety čakaniek boli otvorené v priemere približne 300 minút, ale doba otvorenia sa v závislosti od sezóny líšila (ANOVA,  $F, 6,128 = 9,5, P < 0,001$ ). Tukey post-hoc test ukázal, že čakanky pozorované v období od 2. 8. do 9. 9. boli otvorené signifikantne kratšie ako čakanky pozorované koncom septembra (22. 9. a 24. 9. 2016, graf 1).

Je možné, že bola dĺžka otvorenia kvetov ovplyvnená teplotou prostredia (graf 2), pretože korelácia medzi dĺžkou kvitnutia kvetov a teplotou bola negatívna ( $r = -0,99, P < 0,001, N = 7$ ). Znamená to, že čím bola teplota prostredia nižšia, tým dlhšie boli kvety čakanky otvorené. Keď sme urobili koreláciu s dĺžkou kvitnutia a dĺžkou dňa, tiež bola negatívna ( $r = -0,87, P = 0,01, N = 7$ ). Znamená to, že čím bol deň kratší, tým dlhšie boli čakanky otvorené. Problémom však je, že obidve ekologické premenné sa od seba ťažko oddeľujú, pretože teplota a dĺžka dňa spolu tiež súviseli ( $r = 0,83, P = 0,02, N = 7$ ), takže v tomto okamihu si nemôžeme byť istí, ktorá z uvedených premenných má na dĺžku kvitnutia silnejší vplyv.



**Graf 1:** Rozdiely v dĺžke kvitnutia medzi čakankami pozorovanými v auguste a v septembri. Štatisticky významný rozdiel vznikol pri porovnaní priemerného času súkvetí označených zelenou oproti časom označeným modrou farbou.



**Graf 2:** Vzťah medzi dĺžkou otvorenia súkvetí a teplotou prostredia.

#### 4 Diskusia a záver

V predložennom výskume sme skúmali niektoré abiotické faktory potenciálne ovplyvňujúce zatváranie kvetov u čakanky obyčajnej (*C. intybus*). Zistili sme, že kvety čakanky sú otvorené denne zhruba päť hodín, ale dĺžka kvitnutia je ovplyvnená teplotou prostredia

a dĺžkou dňa. So skracujúcim sa dňom a s klesajúcou teplotou boli kvety čakaniek otvorené dlhšie, čo znamená, že zatváranie kvetov je ovplyvnené sezónou a nie je fixné, ako to predpokladal Carl Linné (Fründt et al., 2011).

Ako už zistili Burgerstein (1901), Hensel (1905), Davy de Virville a Obaton (1922), zatváranie kvetov môže byť oneskorené chladným počasím. Napríklad ľaliovka (*Hemerocallis* sp.), ktorá vydrží kvitnúť zvyčajne jeden deň, bola v septembri otvorená dva dni a tri dni na konci októbra (Kerner von Marilaun, 1891). Burgerstein (1901) uvádza, že zatváranie kvetov cez leto nastáva skôr v priebehu dňa u niekoľkých druhov čel'ade astrovité (*Asteraceae*), v porovnaní so zatváraním počas jari alebo na jeseň, čo súhlasí s našimi výsledkami a môže potvrdzovať hypotézu o vplyve fyziologických faktorov na zatváranie kvetov.

Ďalším faktorom, ktorý potenciálne ovplyvňuje zatváranie kvetov, sú opel'ovače a ich klesajúca aktivita počas sezóny. Nástup jesene môže spôsobiť, že kvety nemajú dostatok opel'ovačov a tak kvitnú dlhšie. Túto hypotézu podporujú výsledky experimentu Prokopa a Neupauerovej (2014) s pupencom roľným (*Convolvulus arvensis*), ktoré ukazujú, že neopelené kvety kvitli podstatne dlhšie ako opelené. Taktiež, McCall a Primack (1992) zistili, že počet návštev kvetov opel'ovačmi bola ovplyvnená dĺžkou dňa a vyššou teplotou. Kvety čakaniek kvitli dlhšie na konci septembra, keď sa teplota znižovala aj dĺžka dňa skracovala, čo mohlo negatívne ovplyvniť množstvo opel'ovačov na lokalite. Z pozorovaní sme ďalej zistili, že kvety čakaniek čmeliaky neopel'ovali, čo môže byť spôsobené tým, že sa skôr špecializujú na kvety s rúrkovitou korunou.

Zistili sme, že zatváranie kvetov je ovplyvnené sezónou, ale vzhľadom na to, že sme vyššie spomenuté fyziologické faktory nekontrolovali v laboratóriu, tak nevieme, či zatváranie kvetov ovplyvňovali viac ako faktor opel'ovačov. Ďalší výskum musí špecifikovať jednotlivé faktory, ktoré na zatváranie kvetov môžu vplývať.

## Literatúra

1. Ashman, Tl. – Schoen, DJ. 1997. The cost of floral longevity in *Clarkia tembloriensis*: an experimental investigation. *Evolutionary Ecology* 11, 289–300.
2. Burgestein, A. 1901. A. v. Kerner's Beobachtungen über die Zeit des Öffnens und Schließens von Blüten. *Österreichische Botanische Zeitschrift* 51, 185–193.
3. Davy de Virville, A. – Obaton, F. 1922. Observations et expériences sur les fleurs éphémères. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* (suppl. series A±D) 175, 637–640.
4. Fründ, J. – Dormann, C. – Tschardtke, T. 2011. Linne's floral clock is slow without pollinators – flower closure and plant-pollinator interaction webs. *Ecology Letters*, 14, 896–904
5. Hensel, Ep. 1905. On the movements of petals. *Nebraska University Studies* 5, 191–228.
6. Kerner von Marilaun, A. 1891. Pflanzenleben, Band 2. Leipzig : Verlag des Bibliographisches Institut.
7. Mccall, C. – Primack, RB. 1992. Influence of flower characteristics, weather, time of day, and season on insect visitation rates in three plant communities. *American Journal of Botany*, 434–442.
8. Miyake, T. – Yahara, T. 1999. Theoretical evaluation of pollen transfer by nocturnal and diurnal pollinators: when should a flower open? *Oikos* 86, 233–240.

9. Pfeffer, W. 1904. Pflanzenphysiologie. Ein Handbuch der Lehre vom Stoffwechsel und Kraftwechsel in der Pflanze. Leipzig : *Wilhelm Engelmann*.
10. Prokop, P. – Fedor, P. 2016. Why do flowers close at night? Experiment with the Lessercelandine *Ficaria verna* Huds. *Biological Journal of the Linnean Society* 118, 698–702.
11. Prokop, P. – Neupauerová, D. 2014. Flower closure in the field bindweed (*Convolvulus arvensis*): a field test of the pollination hypothesis. *Turkish Journal of Botany* 38, 877–882.
12. Sigmond, H. 1929a. Vergleichende Untersuchungen über die Anatomie und Morphologie von Blütenknospenverschlüssen. Beihefte des Botanisches *Zentralblatt* 46, 1–67.
13. Sigmond, H. 1930a. Die Entfaltung de Blütenknospe zweier Oenothera-Arten. Teil I. Beihefte des Botanisches *Zentralblatt* 46, 476–488.
14. *Slovenský hydrometeorologický ústav*. Dostupné na: (<http://www.shmu.sk/>), dátumy prístupov: 2. 8. – 24. 9. 2016.
15. Tagawa, K., Watanabe, M. & Yahara, T. (2018). A sensitive flower: mechanical stimulation induces rapid flower closure in *Drosera* spp. (Droseraceae). *Plant Species Biology*, 33(2), 153–157.
16. Van Doorn, WG. – Van Meeteren, U. 2003. Flower opening a closure: review. *Journal of Experimental Botany* 54, 1801–1812.

## Internetové zdroje

## Kontakt

doc. PaedDr. Pavol Prokop, PhD.

Katedra biológie, Pedagogická fakulta, Trnavská univerzita v Trnave

Priemyselná 4, P. O. BOX 9, 918 43 Trnava

pavol.prokop@truni.sk