

Fenologija

Izraz fenologija izhaja iz grščine in ga lahko prevedemo kot '*veda o pojavih*'. Fenologija preučuje zakonitosti periodičnih pojavov (faz) v razvojnem ciklu rastlin in živali in ugotavlja njihovo odvisnost od dejavnikov okolja. Pogosto raziskujemo vpliv vremenskih dejavnikov na razvoj rastlin in živali, zato fenološka dejavnost praviloma sodi v okvir meteoroloških služb in fenologijo obravnavamo kot del **agrometeorologije**.

Definicija fenologije

Mednarodna fenološka komisija US/IBP Phenology Committee je podala naslednjo sodobno definicijo fenologije kot znanstvene discipline:

Fenologija je preučevanje časa pojavljanja periodičnih bioloških faz in vzrokov njihovega pojava, ob upoštevanju biotičnih in abiotičnih dejavnikov ter preučevanje medsebojnega odnosa faz znotraj ene ali več vrst.

Fenologijo delimo na dve veji: dobro razvito **fitofenologijo** (fenologija rastlin) in mnogo manj razvito **zoofenologijo** (fenologija živali). Fitofenologija danes zajema opazovanja negojenih in gojenih rastlinskih vrst.



Zgodovina fenologije

S fenološkim opazovanjem razvoja in dogajanj v življenjskem ciklu rastlin so najprej začeli na Japonskem. Ob tradicionalnem prazniku cvetenja češenj so spremljali razvoj in potek cvetenja. Najstarejši zapiski o tem segajo v leto 812.

V Evropi so nastali prvi fenološki zapisi šele okrog leta 1500. Lekarnar iz Krakowa je spremljal olistanje in cvetenje nekaterih zdravilnih rastlin. Švedski botanik Carl von Linne je leta 1751 v delu *Philosophia Botanica* opisal metode sestavljanj fenoloških koledarjev rasti na osnovi olistanja, cvetenja, zorenja plodov in odpadanja listja ter jih skušal pojasniti z vremenskimi vplivi.

Do ugotovitev, da so rastline pokazatelji klimatskih značilnosti sta prišla Stelligfleet v Angliji leta 1755 (*Floral Calender*) in Haenke v Pragi leta 1786.



Giovanni Antonio Scopoli

Pomemben prispevek k fenologiji na Slovenskem je Scopolijevo delo *Calendarium Florae Carniolicae* iz leta 1761. Belgijski botanik A. Quetelet je v letih 1841 do 1872 v Evropi organiziral mrežo fenoloških opazovanj. Prve fenološke karte za srednjo Evropo sta izdelala nemški botanik Hoffmann leta 1881 in Ihne 1885.

V novejšem obdobju je velik korak v razvoju fenologije v letih 1940 do 1960 z ustanovitvijo fenoloških parkov in raziskav na področju fenologije naredil Schnelle. V novejšem času so fenološka opazovanja del rednih opazovanj v sklopu večine agrometeoroloških služb v Evropi.

Fenološka opazovanja v Sloveniji

Na ozemlju Slovenije je prva fenološka opazovanja pri opisu razvoja različnih rastlinskih skupin uporabil Scopoli.

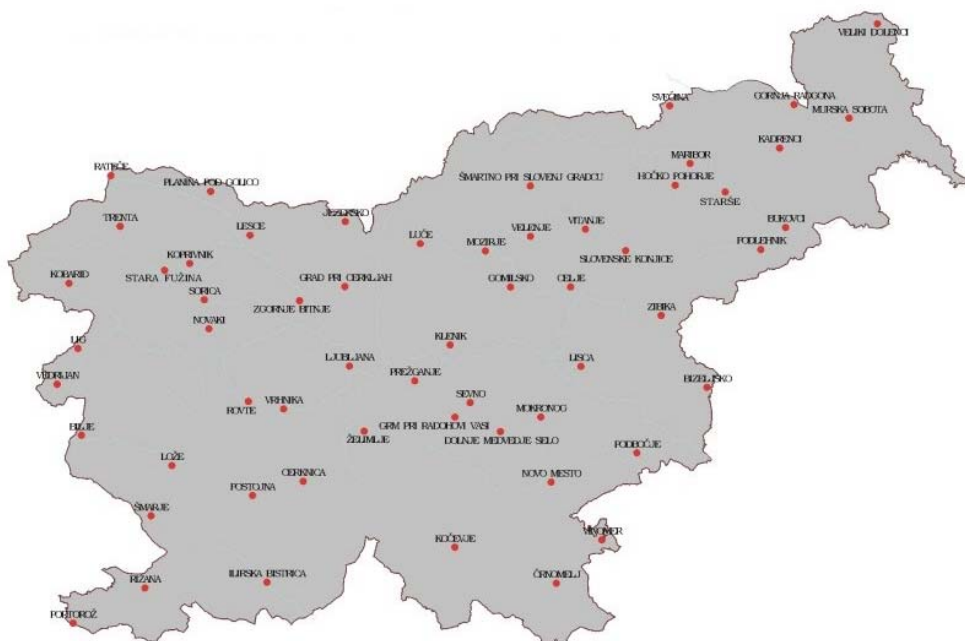
Prelomnico za razvoj fenološke dejavnosti pri nas predstavlja leto 1950/1951, ko se je začela oblikovati mreža posebnih fenoloških postaj. Fenološka postaja predstavlja širše opazovalno območje, zato so pri izbiri njene lokacije upoštevane pedoklimatske in reliefne značilnosti območja, ter zastopanost izbranih rastlinskih vrst. Fenološke postaje se večinoma nahajajo v bližini meteoroloških postaj.

V začetku je bilo glede na veliko klimatsko raznolikost Slovenije majhno število postaj, leta 1950 le okoli 30. Kasneje se je število iz leta v leto povečevalo, tako, da je bilo v 60-ih letih že preko 120 postaj. Po letu 1990 je v naši državi 61 fenoloških postaj, ki so razporejene po regionalnem klimatskem ključu.

Opazovanja potekajo na izbranih negojenih, splošno razširjenih zeliščih, travah, gozdnem drevju in grmičevju in na izbranih gojenih kmetijskih rastlinskih vrstah. Pri fenoloških opazovanjih opazujemo izbrano rastlino in zabeležimo dan pojava opazovane fenološke faze (prvi poganjki, olistanje, cvetenje, prašenje, jesensko obarvanje in odpadanje listja ter različne vegetativne in generativne faze pri nekaterih poljskih posevkih in sadnem drevju)

Podatki fenoloških opazovanj v Sloveniji se nahajajo v arhivu Urada za meteorologijo, Agencije Republike Slovenije za okolje (*ARSO*). Že od sedemdesetih let dalje so predmet številnih raziskav, ki proučujejo fenološke faze in njihovo odvisnost od vremena.

Karta fenoloških postaj v Sloveniji



Rastlinske vrste v programu fenoloških opazovanj v Sloveniji

NEGOJENE RASTLINE

NEGOJENE ZELNATE RASTLINE

MALI ZVONČEK (*Galanthus nivalis* L.)

LAPUH (*Tussilago farfara* L.)

POMLADANSKI ŽAFRAN (*Crocus napolitanus* Mord. & Loisel.)

REGRAT (*Taraxacum officinale* F. Weber in Wiggers)

IVANJŠČICA (*Leucanthemum ircutianum* Turcz.)

AMBROZIJA (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

JESENSKI PODLESEK (*Colchicum autumnale* L.)



DETELJE IN TRAVE

ČRNA DETELJA (*Trifolium pratense* L.)

LUCERNA (*Medicago sativa* L.)

NAVADNA NOKOTA (*Lotus corniculatus* L.)

TRAVNIŠKI LISIČJI REP (*Alopecurus pratensis* L.)

TRAVNIŠKA LATOVKA (*Poa pratensis* L.)

PASJA TRAVA (*Dactylis glomerata* L.)

VISOKA PAHOVKA (*Arrhenatherum elatius* L.)

TRAVNIŠKI MAČJI REP (*Phleum pratense* L.)



GOZDNO DREVJE IN GRMIČEVJE

DIVJI KOSTANJ (*Aesculus hippocastanum* L.)
ROBINIJA (*Robinia pseudacacia* L.)
LIPA (*Tilia platyphyllos* Scop.)
LIPOVEC (*Tilia cordata* Mill.)
ČRNI TOPOL (*Populus nigra* L.)
VELIKI JESEN (*Fraxinus excelsior* L.)
GRADEN (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.)
DOB (*Quercus robur* L.)
CER (*Quercus cerris* L.)
NAVADNA BREZA (*Betula pendula* Roth)
ČRNA JELŠA (*Alnus glutinosa* L. Gaertn.)
TREPETLIKA (*Populus tremula* L.)
BUKEV (*Fagus sylvatica* L.)
IVA (*Salix caprea* L.)
RDEČI BOR (*Pinus sylvestris* L.)
ČRNI BOR (*Pinus nigra* Arnold)
SMREKA (*Picea abies* (L.) Karsten)
JELKA (*Abies alba* Mill.)
ŠPANSKI BEZEG (*Syringa vulgaris* L.)
ČRNI BEZEG (*Sambucus nigra* L.)
ŠIPEK (*Rosa canina* L.)
ENOVRATI GLOG (*Crataegus monogyna* Jacq.)
ČRNI TRN (*Prunus spinosa* L.)
NAVADNA LESKA (*Corylus avellana* L.)
RUMENI DREN (*Cornus mas* L.)



GOJENE RASTLINE

POLJSKI POSEVKI

PŠENICA (*Triticum aestivum* L.)
OZIMNI JEČMEN (*Hordeum vulgare* L.)
OZIMNA RŽ (*Secale cereale* L.)
JARI JEČMEN (*Hordeum vulgare* L.)
JARI OVES (*Avena sativa* L.)
AJDA (*Fagopyrum esculentum* Moench)



KORUZA (*Zea mays* L.)
KROMPIR (*Solanum tuberosum* L.)
SLADKORNA PESA (*Beta vulgaris* sahl.)
SONČNICA (*Helianthus annuus* L.)
SOJA (*Glycine hispida* Max)



SADNO DREVJE IN VINSKA TRTA

JABLANA (*Pirus malus*)

HRUŠKA (*Pirus communis*)

SLIVA (*Prunus domestica* L.)

ČEŠNJA (*Prunus avium* L.)

VIŠNJA (*Prunus cerasus* L.)

OREH (*Junglans regia* L.)

RDEČI RIBEZ (*Ribes rubrum* L.)

ČRNI RIBEZ (*Ribes nigrum* L.)

MARELICA (*Prunus armeniaca* L.)

BRESKEV (*Prunus persica* (L.)Batsch)

OLJKA (*Olea europaea* L.)

VINSKA TRTA (*Vitis vinifera*)



Mednarodni fenološki vrt v Ljubljani

Komisija za Agrometeorologijo (CAgM) pri Svetovni meteorološki organizaciji (WMO) je leta 1953 v Parizu sklenila, da se na osnovi skupnih programov organizirajo pri vseh članicah WMO-ja mednarodni fenološki vrtovi. Njihov glavni cilj je bil poenotenje meril za fenološka opazovanja in fenometrične meritve ter ugotavljanje fenoloških značilnosti v odvisnosti od dejavnikov okolja.

Agrometeorološki oddelek Hidrometeorološkega zavoda Republike Slovenije (sedaj ARSO) je v letih 1958/1959 osnoval mednarodni fenološki vrt v parku Tivoli pod Rožnikom. Ljubljana in se tako uvrstila na seznam številnih evropskih mest s tovrstnimi vrtovi. V vrtu gojimo drevesne vrste listavcev in iglavcev ter nekaj grmovnatih vrst. Vse drevesne vrste po fenoloških parkih sodijo med avtohtono evropsko dendrološko vegetacijo.

Ker se rastline različno odzivajo na spremembe v okolju, na kar vplivajo tudi genetske lastnosti vrste, so v parkih zastopane le klonsko razmnožene rastline. Mednarodni fenološki vrtovi tako omogočajo primerjavo razvoja rastlin z enako gensko osnovo v širšem evropskem prostoru.

Rastline v ljubljanskem parku so bile vzgojene v drevesnici za vzgojo klonskih sadik v Mündnu v Nemčiji.



Uporaba fenoloških podatkov

- registracija letnega razvoja opazovanih rastlin, primerjava z dolgoletnimi povprečji in ocena odstopanj kot posledica vremenskih razmer
- trendi dolgoletnega pojava fenoloških faz
- izdelava fenoloških kart za izbrane rastline in fenološke faze
- opazovanje rastlin za napoved agrotehničnih ukrepov
- fenološke analize kot osnova agrometeoroloških analiz in modelov
- izdelava fenoloških koledarjev alergogenih rastlin
- agrometeorološki bilteni in poročila
- preučevanje sprememb fenoloških faz, kot posledica klimatskih sprememb

Reference

Bergant, K., Kajfež-Bogataj, L. Prostorska interpolacija fenoloških podatkov – cvetenje robinije (*Robinia pseudoacacia* L.) v Sloveniji. Razprave-Papers, Posebna številka, Slovensko meteorološko društvo, Ljubljana (1999), s. 5-10.

Črepinšek, Z. Napovedovanje fenološkega razvoja rastlin na osnovi agrometeoroloških spremenljivk v Sloveniji. Doktorska disertacija, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, 2002, 135 s.

Dolinar-Lešnik, M. Klimatska in fenološka dokumentacija. Ljubljana, Sodobno kmetijstvo, 14 (1981)7-8, s. 22-23.

Hočevár, A., Kajfež-Bogataj, L. Pomen poznavanja fenoloških faz rastlin za uspešno simulacijo njihovega razvoja, rasti in pridelka. Ljubljana, Zbornik Bioteh. Fak., (1991)57, s. 17-33.

Jarnjak, M., Tretjak, A. Satelitsko skenirani podatki za kartiranje vegetacije. Razprave-Papers, posebna številka, Slovensko meteorološko društvo, Ljubljana (1999), s. 11-21.

Kajfež-Bogataj, L. 1995. Fenologija in njen pomen za kmetijstvo. Sodobno kmetijstvo, letnik 28, št.3, s. 122-123.

Kajfež-Bogataj, L. 1994. Ura brez kazalcev - fenološki koledar. Gea, let. IV, št.6, s. 26.

Kajfež-Bogataj, L., Bergant, K. 1998. Prediction of blossoming of apple tree (*Malus domestica* Borkh) by phenological models, Research Reports (1998)71, p. 83-89.

Kajfež-Bogataj, L. Možnosti napovedovanja fenofaze splošnega cvetenja domače češplje (*Prunus domestica* L.) na osnovi temperature zraka in fenoloških opazovanj samoniklih rastlin. Zbornik Bioteh. Fak., (1997)57, s. 17-33.

Kajfež-Bogataj, L., Bergant, K. Primerjava napovedovanja splošnega cvetenja bobovca (*Malus domestica*) in domače češplje (*Prunus domestica* L.) v Ljubljani. Razprave-Papers, posebna številka, Slovensko meteorološko društvo, 1999, s. 32-40.

Okorn, D. Značilnosti dinamike fenološkega razvoja ozimne pšenice (*Triticum aestivum* L. var. *aestivum*) v odvisnosti od meteoroloških parametrov v Sloveniji. Dipl. nal., BF, Ljubljana, Oddelek za agronomijo, 1994, 91 s.

Smole, J. Primerjave terminov nastopa fenofaz pri češnjah (*Prunus avium*) v obdobjih 1965-1970 in od 1970-1977 na Goriškem. Ljubljana, Zbornik BF, (1972)33, s. 117-131.

Sušnik, A. Fenološki razvoj štirih sort jablan (cv. *Malus domestica* Borkh.) glede na temperaturni prag v Sloveniji. Dipl. nal., BF, Ljubljana, Oddelek za agronomijo, 1990, 81 s.

Sušnik, A. Uporabnost raznih metod prikaza fenološkega razvoja koruze (*Zea mays* L.) za Slovenijo. Razprave-Papers, Slovensko meteorološko društvo, (1994)31, s. 27-40.

Sušnik, A., Kofol-Seliger, A. Uporaba fenoloških podatkov pri določanju prašenja alergogenih rastlin. Razprave-Papers, posebna številka, Slovensko meteorološko društvo, (1999), s. 41-56.

Sušnik, A. Phenological model for forecasting blossoming dates of plum tree as a tool for frost risk assesment related to climate changes. International Conference The times they are a-changin. Climate change, phenological responses and their consequences for biodiversity, agriculture, forestry, and human health. Poster session, Wageningen, 5.-7. December, 2001.

Sušnik, A. The changes and trends of the phenological phases for some autochton plant species in Slovenia. New contributions to phenology. Proceedings of the IV. Workshop on Phenology, Doksany, Czech Republic, 2000, s. 7-15.

Šegula-Ilič, A. Model ozelenitve nekaterih drevesnih vrst v Sloveniji glede na meteorološke parametre okolja. Magistrsko delo, Fak. za naravosl. in tehnol., Ljubljana, Fizika, Katedra za meteorologijo, 1990, 69 s.

Štampar, K. Dinamika cvatnje jabuka. Poljoprivredna znanstvena smotra, (1991)18, s.193-217.

Tabernik, D. Značilnosti fenološkega razvoja štirih sort jablan (cv. *Malus domestica* Borkh) v Sloveniji. Dipl. nal., BF, Ljubljana, Oddelek za agronomijo, 1990, 92 s.

Zmrzlak, M. Dinamika fenološkega razvoja hmelja (cv. savinjski golding, aurora) v odvisnosti od temperature zraka v spodnji Savinjski dolini. Dipl. nal., BF, Ljubljana, Oddelek za agronomijo, 1991, 82 s.

Zrnec, C. Značilnosti cvetenja nekaterih vrst rastlin in njihova uporabnost v agrometeorologiji. Razprave-Papers, Slovensko meteorološko društvo, (1994)31, s. 51-60.

Žust, A. Zveze med dolžinami medfaznih obdobj vinske trte (*Vitis vinifera*) in vsotami temperatur nad izbranimi pragovi v Sloveniji. Razprave-Papers, Slovensko meteorološko društvo, (1994)31, s. 41-50.

Žust, A.. Fenološki arhiv in uporaba fenoloških podatkov v Sloveniji. Razprave-Papers, posebna številka, Slovensko meteorološko društvo, Ljubljana. (1999), s. 81-89.

Povezave

Mednarodne:

- [Global Phenological Monitoring](#)
- [The GLOBE Program *Phenology investigation budburst protocol*](#)
- [The International Tundra Experiment \(ITEX\)](#)
- [Poplars and Willows on the World Wide Web](#)
- [International Society for Horticultural Science](#)
- [International Union of Forestry Research Organizations \(IUFRO\)](#)

Evropa:

- [Satellite \(IRS-1C/WiFS\) based phenology study, northern Norway](#)
- [European Pollen Information](#)
- [Pre-Pilot Phenology Network in UK \(Institute of Terrestrial Ecology](#)
- [Switzerland and Phenology](#)
- [Finland and Phenology](#)
- [Italy and Phenology:](#)
- [Norway and Phenology](#)
- [Latnjajaure: a Swedish field site in The International Tundra Experiment \(ITEX\)](#)
- [International Phenological Gardens \(IPGs\)](#)
- [BIDS Ecoflora](#)
- [Royal Botanic Gardens](#)
 - [Botanic and Horticultural servers](#)
- [Plant Protection Warning Systems in Norway](#)

Severna Amerika:

- [Seasons: The Global Plant Waves, Alaska](#)
- [Plantwatch, Canada](#)
- [National Allergy Network USA](#)
- [Green-Wave Ontario - Ecowatch, Canada](#)
- [Integrated Pest Management programs in the Northeast Region, USA.](#)
- [The "Eastern North America Phenology Network"](#)
- [Life Cycles/Phenology"](#)
- [Mark Schwarz's homepage; "from the plant to the satellite and back"](#)
- [Integrated Pest Management project \(IPM\)](#)
- [Journey North: Engaging Students in a Global Study of Wildlife Migration](#)
- [High Plains Climate Center](#)
- [University of Tennessee, Knoxville](#)
- [Missouri Botanical Garden-- Plants in Bloom](#)
- [Horticulture](#)
- [The Dawes Arboretum, Ohio](#)
- [Wildflower Phenology - The Dawes Arboretum East](#)
- [The Prairie Falcon: The Newsletter of the Northern Flint Hills Audubon Society](#)
- [Center for Advanced Land Management Information Technologies \(CALMIT\)](#)
- [Iowa State University Integrated Crop Management Newsletters](#)
- [Gypsy Moth Server at Virginia Tech](#)
- [Technology Transfer Information Center](#)

- [Phenology and Reproductive Physiology of Thalassia testudinum from the Western Tropical Atlantic](#)
- [Phenological Checklist of the Birds of Konza Prairie \(from Zimmerman 1985\)](#)
- [Niwot Ridge \(Colorado\) Long-Term Ecological Research](#)
- [REACTION NORMS OF Arabidopsis. II. RESPONSE TO STRESS AND UNORDERED ENVIRONMENTAL VARIATION](#)

Južna Amerika

- [Instituto Nacional Biodiversidad \(INBio\)](#)
- [Natural Regeneration under two systems of selective cutting and undisturbed forest in Misiones, Argentina](#)

Avstralija/ Nova Zelandija

- [The Horticulture and Food Research Institute of New Zealand Limited](#)
- [Cooperative Center for Tropical Pest Management](#)
- [Environmental Resources Information Network \(ERIN\)](#)

Azija

- [Flora of China](#)

Vse povezave so povzete po spletnih straneh [Arnolda van Vlieta](#)