

## **Možnosti uplatnění fenologických pozorování v oboru aplikované a krajinné ekologie**

Possibilities of application of phenological observations in the field applied and landscape ecology

*Eva Stehnová<sup>1,3</sup>, Hana Středová<sup>1,3</sup>, Tomáš Středa<sup>2,3</sup>*

*Ústav aplikované a krajinné ekologie, Mendelova univerzita v Brně<sup>1</sup>, Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství, Mendelova univerzita v Brně<sup>2</sup>, Český hydrometeorologický ústav<sup>3</sup>*

### **Abstrakt**

Článek analyzuje fenologická data Českého hydrometeorologického ústavu pro vybrané polní plodiny (kukuřice setá, lilek brambor, řepa cukrová – erozně nebezpečné plodiny) a lesní dřevinu (bříza bělokorá). Byla analyzovaná data pro období 1991–2012. Fenologická data byla analyzovaná z pohledu protierozní ochrany půdy a výskytu alergenu. V rámci analýzy byly hodnoceny stanice Pusté Jakartice, Ivanovice na Hané, Chrastava (polní plodiny) a Krakovec (lesní dřeviny). Bylo zjištěno, že alergen břízy bělokoré se může objevovat od 92. dne v roce do 153. dne v roce. V rámci výpočtu ochranného vlivu vegetace bylo zjištěno, že delší vegetační období má nižší hodnotu C faktoru tzn. lépe chrání půdu před dešťovými kapkami. Procentuální rozdíl mezi krátkými a dlouhými vegetačními obdobími se u analyzovaných stanic pohybuje mezi 8,1 % až 14,3 %.

**Klíčová slova: pylové alergeny, eroze půdy, polní plodiny, lesní dřeviny, Česká republika**

### **Abstract**

This paper analyzes the phenological data of the Czech Hydrometeorological Institute for selected field crops (maize, potatoes, sugar beet – erosionally dangerous crops) and for forest tree (silver birch). Data for the period 1991–2012 were analyzed. Phenological data were analyzed in relations to soil erosion control and allergen incidence. Stations Pusté Jakartice, Ivanovice na Hané, Chrastava (for field crops) and Krakovec (for silver birch) were evaluated in this analysis. It has been found that silver birch allergen may occur from the 92<sup>nd</sup> day of year to the 153<sup>rd</sup> day of the year. It was found that longer vegetation period has a lower C factor (ie. the soil is better protects to from rain drops). The percentage difference between short and long growing season in the analyzed station ranges from 8.1 % to 14.3 %.

**Keywords: pollen allergens, soil erosion, field crops, forest trees, Czech Republic**

## Úvod

Sobišek (1993) definuje fenologii jako: „*vědu o časovém průběhu významných periodicky se opakujících životních projevů rostlin a živočichů.*“ V historii mají pozorování přírody a snaha objevit „nějaká pravidla a zákonitosti“ velmi dlouhou tradici a dalo by se říci, že i v určitém časovém období tyto pozorování měla nezastupitelnou roli. V minulosti se jednalo o jeden z nástrojů, který zemědělcům pomáhal při stanovení optimálních termínů zemědělských operací. Tomuto nasvědčuje i řada pranostik a přísloví např. „*prší-li na svatého Řehoře, čáp letí od moře, žába hubu otevře a líný sedlák, který neoře*“ (Jelínek et al., 1999).

V rámci fenologických pozorování jsou sledovány termíny nástupů fenologických fází. Návod pro činnost fenologických stanic definuje termín fenologická fáze jako: „*určitý zevně dobře rozpoznatelný, zpravidla každoročně se opakující projev vývinu orgánů sledované rostliny*“ (Valter, 1982). Fenologická data mají širokou škálu využití např. v zemědělském výzkumu, zahradnictví, vinařství, lesnictví, ekologii, problematice lidského zdraví, klimatologii při hodnocení změny klimatu (Menzel, 2013). Jejím dalším využitím je aplikace dat v aplikované a krajinné ekologii např. v protierozní ochraně (Stehnová a Středová, 2016), optimalizaci závlah v průběhu růstu plodiny (Krédl et al., 2012), agroklimatickém modelování v rámci modelu AVISO (Chuchma et al., 2017) atd. Krajinná ekologie (Forman a Gordon, 1993) je definována jako věda: „*o prostorových vztazích mezi krajinnými prvky-ekosystémy; toky energií, živin a druhů mezi jednotlivými prvky a dynamiku krajinné mozaiky v čase.*“ Aplikovanou a krajinnou ekologii řadíme mezi multidisciplinární obor, který čerpá z řady disciplín. Fenologie v aplikované a krajinné ekologii může sloužit jako nástroj pro sledování změn v krajině a k analýze diferencí v jednotlivých ekosystémech, které mohou být způsobeny exogenními činiteli.

## Materiál a metody

Analyzovaná data byla získána z přímých fenologických pozorování Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). Byla analyzovaná data pro vybranou dřevinu (bříza bělokora (*Betula pendula*)) a pro erozně nebezpečné polní plodiny (kukuřice setá (*Zea mays*), lilek brambor (*Solanum tuberosum*) a řepa cukrovka (*Beta vulgaris* var. *altissima*)). Podrobnější přehled analyzovaných rostlin, období, fází atd. je uveden v tab. 1. Data z fenologických pozorování je možné využít v aplikované krajinné ekologii například v rámci monitoringu pylových alergenů a v protierozní ochraně půdy.

### *Monitoring pylových alergenů*

Pro analýzu pylových alergenů byla vybrána bříza bělokora a to především z důvodu, že je řazena mezi silně alergizujícími rostlinami. Bříza patří mezi typické jarní alergeny. Pylová zrna

břízy bělokoré jsou v průměru 20–30 µm velká, oválného až sférického tvaru a mají pórovité apertury. Alergeny vyskytující se v pylu břízy jsou Bet v 1 a Bet v 2 (Novák a Nováková, 2010). V rámci fenologických pozorování jsou pozorovány fenologické fáze počátek kvetení 10 %, 50 % a 100 % (PK 10, PK 50, PK 100) a konec kvetení (KK), které mohou být následně využity při analýze výskytu alergenů v ovzduší.

#### *Protierozní ochrana půdy*

Stav a vývoj vegetačního pokryvu na daném pozemku má zásadní vliv na intenzitu eroze. Vegetace chrání povrch půdy před dopadajícími kapkami a chrání půdu před vznikem vodní a větrné eroze. Do univerzální rovnice ztráty půdy (USLE) vstupuje i faktor ochranného vlivu vegetace tzv. C faktor. Tento faktor se vypočítá pomocí rovnice  $\%R \times C$  (kde  $\%R$  je procentuální rozložení erozně nebezpečných dešťů v rámci vegetačního období a C faktor který představuje poměr smyvu půdních částic z pozemku s pěstovanými plodinami ke ztrátě půdy „ze standardního“ pozemku s kypřeným černým úhorem). Hodnoty  $\%R$  a C vycházejí z metodiky Ochrana zemědělské půdy před erozí (Janeček et al., 2012). Výpočet C faktoru byl proveden pro extrémní roky tzn. s krátkým a dlouhým vegetačním obdobím (VO).

Popisy jednotlivých fenologických fází a technických operací je uveden v Metodickém předpisu č. 2 – Návod pro činnost fenologických stanic (Valter, 1982).

Tab. 1 Přehled analyzovaných dat

Stanice	Nadmořská výška [m n. m.]	Druh rostliny	Analyzované období	Analyzované fenologické fáze, operace
Krakovec	400	Bříza bělokorá	1993–2011	počátek kvetení 10 %, 50 % a 100 % (PK 10, PK 50, PK 100); konec kvetení (KK)
Pusté Jakartice	275	Kukuřice setá	1991–2012	setí (ST), sklizeň (SK)
Chrastava	310	Lilek brambor	1991–2012	setí (ST), sklizeň (SK)
Ivanovice na Hané	220	Řepa cukrová	1991–2012	setí (ST), sklizeň (SK)

## Výsledky

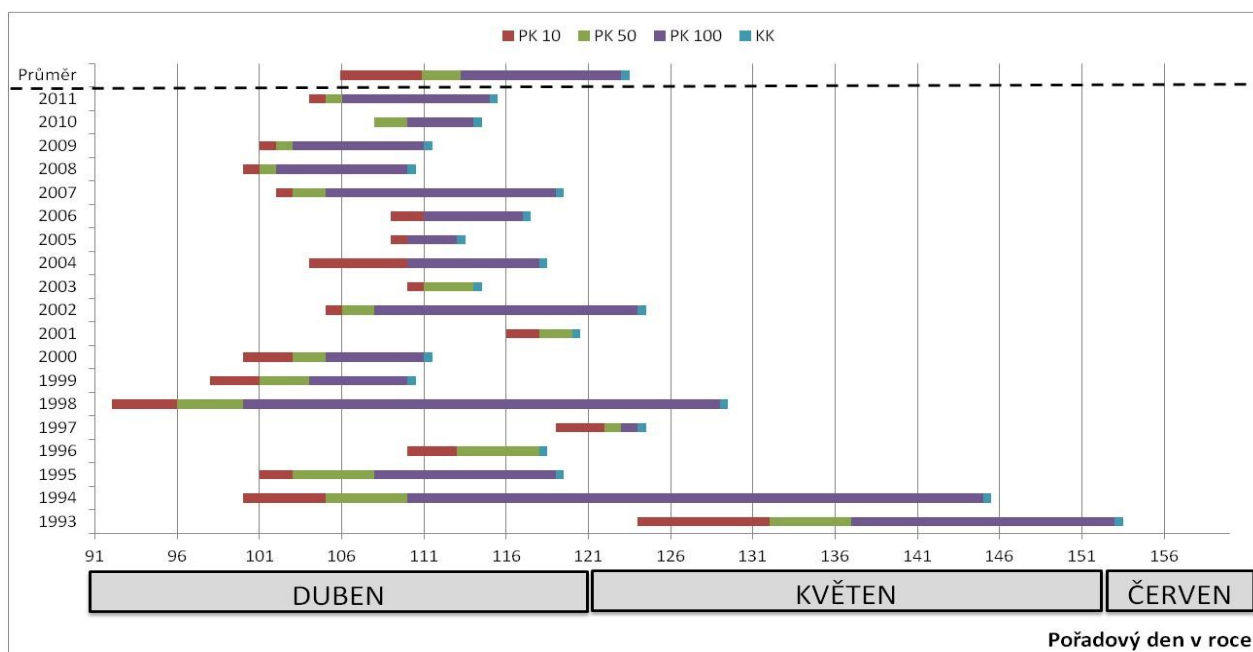
### *Monitoring pylových alergenů*

Z fenologických dat bylo zjištěno, že bříza bělokorá vykazuje velkou variabilitu v rámci jednotlivých roků. Zásadní vliv na fenologické projevy rostlin mají především klimatické

podmínky daného roku, které mohou způsobovat tuto variabilitu. Na základně dat bylo vymezeno období výskytu alergenu břízy bělokoré v ovzduší na této stanici napříč analyzovanými roky. Z dat bylo zjištěno, že pyl břízy se na analyzované stanici, může objevovat od 92. dne do 153. dne v roce (Obr. 1).

Nejdelší doba kvetení byla zjištěna v roce 1994, kdy bříza kvetla 45 dnů. Opakem byl rok 2005, kdy z fenologických pozorování vyplývá, že bříza kvetla pouze 4 dny.

Dále bylo zjištěno, že v průměru PK 10 nastupuje 106. den v roce, PK 50 108. den v roce, PK 100 111. den v roce a konec kvetení u břízy nastává v průměru 121. den v roce. Dále byla zjištěna i průměrná doba kvetení, která je 14 dnů.



Obr. 1 Vymezení doby kvetení břízy bělokoré na stanici Krakovec

### Protierozní ochrana půdy

Z fenologických pozorování pro výpočet C faktoru můžeme využít termíny setí a sklizně dané plodiny. V tab. 2 je proveden ukázkový výpočet ochranného vlivu vegetace pro stanici Pusté Jakartice. V rámci výpočtů bylo zjištěno, že roky s kratším VO mají vyšší hodnotu C faktoru. Vyšší hodnota C faktoru znamená, že vegetační porost poskytuje horší ochranu půdy před erozí. Procentuální rozdíl mezi jednotlivými vegetačními období je 8,1 %, 14,3 % a 14 % (tab. 3). Nejvyššího hodnoty C faktoru byly zjištěny u kukuřice seté. Z vypočítaných hodnot C faktoru vyplývá, že čím déle je plodina na daném pozemku pěstována, tím je i nižší hodnota C faktoru a půda je lépe chráněna. Neměli bychom opomenout i vliv termínu výsevu plodiny na C faktor. Čím dříve je výsev proveden, tím dříve se porost zapojí a není tak ohrožen erozně nebezpečnými dešti, které se objevují od dubna do října s různou pravděpodobností. C faktor patří mezi jeden z prvků rovnice USLE, takže pokud snížíme hodnotu C faktoru (např. o 14 % jako je tomu na

stanici Ivanovice na Hané pro řepu cukrovou) prostřednictvím managementu vegetace (např. prodloužením VO) dojde k celkovému snížení eroze na daném půdním bloku.

Tab.2 Ukázka výpočtu ochranného vlivu vegetace v rámci protierozní ochrany

Pusté Jakartice									
Ročník s krátkým VO					Ročník s dlouhým VO				
Setí	1.5.	Sklizeň	21.8.		Setí	3.5.	Sklizeň	8.10.	
Měsíce	% R	Obd.	C	%R×C	Měsíce	% R	Obd.	C	%R×C
IV.	1	1	0,70	0,700	IV.	1	1	0,7	0,700
V.	11	2	0,90	9,900	V.	0,71	1	0,7	0,497
						10,29	2	0,9	9,261
VI.	22	3	0,70	15,400	VI.	2,2	2	0,9	1,980
						19,8	3	0,7	13,860
VII.	30	4	0,35	10,500	VII.	2,9	3	0,7	2,030
						27,1	4	0,35	9,485
VIII.	17,61	4	0,35	6,164	VIII.	26	4	0,35	9,100
	8,39	5	0,7	5,873					
IX.	8	5	0,7	5,600	IX.	8	4	0,35	2,800
X.	2	5	0,7	1,400	X.	0,52	4	0,35	0,182
						1,48	5	0,7	1,036
C faktor	0,5554				C faktor	0,5093			

Tab. 3 Hodnoty C faktoru pro erozně nebezpečné plodiny

Plodina	Fenologická stanice	Délka VO	Rok	Data z fenologických pozorování		Hodnota C faktoru	Procentuální rozdíl mezi hodnotami C faktoru
				Setí	Sklizeň		
Kukuřice setá	Pusté Jakartice	112	2003	1.5.	21.8.	0,5554	8,1 %
		158	2001	3.5.	8.10.	0,5093	
Lilek brambor	Chrastava	144	1997	5.5.	26.9.	0,4681	14,3 %
		174	2007	17.4.	8.10.	0,4013	
Řepa cukrová	Ivanovice na Hané	169	1996	26.4.	12.10.	0,4278	14,0 %
		212	1998	8.4.	6.11.	0,3679	

## **Diskuze**

Výskyt alergenů v ovzduší zásadně ovlivňuje ty jedince, jejichž organismus na pyly abnormálně reaguje (tzn. objevuje se u nich alergická reakce – rýma, kýchání, slzení očí, svědění očí atd.). Alergie má negativní vliv na každodenní život jedince. Může mít i vliv na mimoprodukční funkce krajiny v období výskytu pylu, kdy může dojít ke snížení rekreačního potenciálu krajiny (Stehnová et al., 2017). Světová alergologická organizace (World allergy organization (WAO)) uvádí, že každoročně dochází k nárůstu alergiků. Dle WAO se jedná o celosvětově nejrozšířenější civilizační chorobu. Přibližně 20 – 30 % světové populace trpí nějakou formou alergického onemocnění. V Evropě trpí alergickými onemocněními okolo 87 milionů lidí. Studie provedena Khwarahem et al. (2017) uvádí, že pyly trav a břízy jsou dvěma hlavními alergeny způsobující alergickou rýmu ve Velké Británii a části Evropy. Analýza fenologických dat nám umožňuje stanovit období, kdy se tento nejčastější alergen může na území České republiky vyskytovat. Pylový kalendář Pylové Služby uvádí, že pyl břízy bělokoré se může v ovzduší objevovat v měsíci dubnu (Pylový kalendář, 2019). Z fenologických dat pro stanici Krakovec bylo zjištěno, že doba kvetení břízy bělokoré se u pěti roků objevuje i v měsíci květnu. Stehnová et al. (2018) uvádějí, že u analyzovaných stanic se pyl břízy objevuje od 96. dne v roce do 138. dne v roce. Na stanici Krakovec bylo zjištěno, že období květu břízy je od 92. dne do 153. dne v roce tzn. na této fenologické stanici byla detekována delší doba možného výskytu alergenu břízy.

Fenologická pozorování nám kromě informace o nástupu fenologických fází poskytují i údaje o termínech setí a sklizně. Tyto údaje pak následně mohou být využity pro výpočet ochranného vlivu vegetace pro danou plodinu na daném pozemku. Stehnová et al. (2018) uvádí, že delší VO má nižší hodnotu C faktoru, což se potvrdilo i v rámci této případové studie. Analyzované plodiny řadíme mezi širokořádkové plodiny, jestliže jsou tyto plodiny pěstovány běžným způsobem, tak nedostatečně chrání půdu před destruktivním působením dešťových kapek (Novotný et al., 2017). Tyto širokořádkové plodiny je vhodné pěstovat s využitím protierozních technologií: setí kukuřice do ponechaného strniště s rostlinnými zbytky, setí kukuřice do obilní slámy, pěstování kukuřice ve vymrznuté meziplodině, mulčování slámou při pěstování brambor, sázení brambor do zaoraného jetele, hrázkování meziřadí brambor a výsev cukrové řepy do mulče z vymrzajících meziplodin (Janeček et al., 2012).

## **Závěr**

Fenologická data jsou cennými zdroji dat. Díky dlouhodobým časovým řadám fenologických dat mají údaje z fenologických pozorování širokou škálu využití například v zemědělství, ochraně rostlin, klimatologii, aplikované a krajinné ekologii atd. V současnosti máme k dispozici údaje od

roku 1923. Fenologická data v rámci provedených analýz vykazují velkou variabilitu. Příkladem využití fenologických pozorování v aplikované a krajinné ekologii je analýza dat ve vztahu k výskytu alergenů a v protierozní ochraně půdy.

V rámci analýzy lesních rostlin bylo zjištěno, že na stanici Krakovec se pyl břízy bělokoré může objevovat od 92. dne v roce do 153. dne v roce. U polních plodin bylo zjištěno, že delší VO má nižší hodnotu C faktoru tzn. lépe chrání půdu před dešťovými kapkami. Procentuální rozdíl mezi krátkými a dlouhými VO u erozně nebezpečných plodin bylo zjištěno mezi 8 % až 14,3 %.

## Literatura

FORMAN, R.T.T. a M. GORDON. *Krajinná ekologie*. Praha: Academia, 1993. ISBN 80-200-0464-5.

CHUCHMA, F. Aktualizace klimatických regionů v rámci systému bonitovaných půdně ekologických jednotek. Brno, 2017. Disertační práce. Mendelova univerzita v Brně. Fakulta agronomická. Ústav aplikované a krajinné ekologie. Vedoucí práce Hana STŘEDOVÁ.

JANEČEK, M. et al. *Ochrana zemědělské půdy před erozí – metodika*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2012.

JANEČEK, M. *Ochrana zemědělské půdy před erozí – Metodika*. Praha: Česká zemědělská univerzita Praha, 2012, 117 s. ISBN 978-80-87415-42-9.

JELÍNEK, K., K. ŘÍMOVSKÝ a Z. SMOLÍK. *Lidové pranostiky, přísloví a zvyky v zemědělství*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1999, 72 s.

KHWARAHM, N.R. et al. Mapping the birch and grass pollen seasons in the UK using satellite sensor time-series. *Science of the Total Environment*. 2017, 578, p. 586–600.

KRÉDL, Z., T. STŘEDA, R. POKORNÝ, M. KMOCH a J. BROTAN. Microclimate in the vertical profile of wheat, rape and maize canopies. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2012, 60(1), pp. 79–90.

MENZEL, A. *Europe. Phenology: an integrative environmental science*. Dordrecht: Springer, 2013. ISBN 9789400769250.

NOVÁK, JAN a NOVÁKOVÁ HELENA. *Alergenní rostliny*. Praha: Knižní klub, 2010. ISBN 978-80-242-2591-3.

NOVOTNÝ, I. et al. *Příručka ochrany proti erozi zemědělské půdy*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Ministerstvo zemědělství, 2017. ISBN 978-80-87361-67-2, 978-80-7434-362-9.

*Pylový kalendář* [online]. Pylová informační služba [cit. 19.3.2019]. Dostupné z: [http://www.pylovasluzba.cz/dokumenty/pylovy\\_kalendar2.pdf](http://www.pylovasluzba.cz/dokumenty/pylovy_kalendar2.pdf)

SOBÍŠEK, B. Meteorologický slovník výkladový terminologický. Praha: Academia, 1993. ISBN 80-85368-45-5.

STEHNOVÁ, E. a H. STŘEDOVÁ. Fenologie řepy cukrové v kontextu rizika vodní eroze. Listy cukrovarnické a řepařské: odborný časopis pro obor cukrovka-cukr-líh. 2016, 132(12), s. 380–386. ISSN 1210-3306.

STEHNOVÁ, E., H. STŘEDOVÁ a T. STŘEDA. Využití fenologických pozorování v protierozní ochraně půdy. *Úroda*. 2018, 66(12), s. 365–368. ISSN 0139-6013.

STEHNOVÁ, E., H. STŘEDOVÁ and I. NOVOTNÝ. Possibilities of application of phenological observations. In: *MendelNet 2018: Proceedings of International PhD Students Conference*. Brno: Mendel university in Brno, 2018, p. 252–257. ISBN 978-80-7509-597-8.

STEHNOVÁ, E., H. STŘEDOVÁ, J. ROŽNOVSKÝ and T. STŘEDA. Phenological observations and their possible use within the monitoring allergens. In: *Public recreation and landscape protection – with nature hand in hand*. Brno: Mendel University in Brno, 2017, p. 241–248. ISBN 978-80-7509-487-2.

VALTER, J. Metodický předpis č. 2 – Návod pro činnost fenologických stanic. Polní plodiny. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 1982.

### **Poděkování**

Tato práce vznikla za podpory projektu Ministerstva zemědělství České republiky QK1710197 „Optimalizace metod hodnocení ohroženosti území větrnou erozí a návrhů ochranných opatření v zemědělsky intenzivně využívané krajině.“

### **Kontakt:**

Ing. Bc. Eva Stehnová

Mendelova univerzita v Brně

Zemědělská 1, 613 00

545 132 478, [eva.stehnova@mendelu.cz](mailto:eva.stehnova@mendelu.cz)