

ŠTATISTICKÉ STANOVENIE KORELAČNEJ ZÁVISLOSTI PRIEBEHU FENOLOGICKÝCH FÁZ ODRÔD JABLONE DOMÁCEJ (*Malus domestica*) A VYBRANÝCH RASTLINNÝCH DRUHOV

Ivana Mezeyová
Bernard Šiška
Ján Mezey

Summary STATISTICAL ESTIMATION OF CORRELATIONS BETWEEN PHENOLOGICAL PHASES OF APPLE TREE (*Malus domestica*) VARIETIES AND SELECTED PLANT SPECIES

Phenological fruit species database for spatial analyze is relatively disparate and so many time we have to look for a way how to reach missing data in years or regions where those kind of data absent. In the article there are correlation equivalence of phenological phases among apple varieties ('James Grieve Red', 'Prima', 'Idared', 'Golden Delicious') and chosen plant species (wild-growing species - lilac (*Syringa vulgaris*), birch (*Betula pendula*), horse chestnut (*Aesculum hypocastanum*) and fruit species - nub (*Juglans regia*), vine (*Vitis vinifera*)) was statistically tested. These species are growing in locations, where observations for spatial analyses are missing. Following reached results, it was estimated a possibility of using the most interesting correlation compatible phonological phases as a database for elaboration of apple trees regionalization in Slovak Republic. The article is a part of grant task VEGA č. 1/1313/04. The aim of this project is an elaborated regionalization of fruit production in SR for apples, peaches and apricots.

Abstrakt

Dôležitým biologickým indikátorom zmeny environmentálnych podmienok sú fenologické pozorovania. Keďže databáza fenologických údajov ovocných druhov pre priestorové analýzy je pomerne nesúrodá, chýbajúce dáta sú získavané okrem priamych pozorovaní aj pomocou iných metodík a modelovaním. V príspevku bola štatisticky analyzovaná korelačná zhoda fenologických fáz odrôd jablone domácej ('James Grieve Red', 'Prima', 'Idared', 'Golden Delicious') a vybraných rastlinných druhov - divorastúce rastlinné druhy - orgován obyčajný (*Syringa vulgaris*), breza previsnutá (*Betula pendula*), pagaštan konský (*Aesculum hypocastanum*) a orech vlašský (*Juglans regia*), vinič hroznorodý (*Vitis vinifera*), ktoré rastú v polohách, kde pre priestorové analýzy chýbajú pozorovania. Následne na základe dosiahnutých výsledkov bola zhodnotená možnosť využitia korelačne najvýznamnejších fenologických fáz ako podkladových dát pre vypracovanie rajonizácie jabloní SR.

Kľúčové slová: fenológia, korelačná analýza, agroklimatická rajonizácia, klimatická zmena

Úvod

Dôležitým biologickým indikátorom zmeny environmentálnych podmienok sa v súčasnosti stávajú fenologické pozorovania. Fenologické pozorovania majú v Európe dlhú tradíciu a existuje mnoho dlhodobozaznamenaných dát (50-100 ročné časové sledy). Na jednej strane fenologické pozorovania rastlín môžu byť použité ako biologické indikátory zmeny environmentálnych podmienok. Na druhej

strane, modelovanie fenologických fáz umožňuje odhadnúť možný dopad klimatických zmien v budúcnosti, ako sú zmeny dĺžky rastových období, riziko mrazových poškodení, ohrozenie ľudí alergiami (senné nádchy) a i. (METEO/POSITIVE, 2001). Časové rady môžu byť ovplyvnené lokálnymi vplyvmi v jednotlivých ročníkoch, regionálnymi vplyvmi danej oblasti, ako aj dlhodobými klimatickými zmenami (Flak, 1996).

Z hľadiska praktického poľnohospodárstva majú fenologické pozorovania nezanedbateľný význam z mnohých dôvodov. Nielenže sa dá predpovedať nástup a dĺžka jednotlivých fenofáz, ale v dôsledku týchto predpovedí je možné určiť vhodný termín pri postrekoch na ochranu rastlín voči chorobám a škodcom. Ak poznáme kritické obdobia rastlín na vlahu počas fenologického cyklu, vieme dopredu spresniť čas a potrebnú dávku závlah. Podľa nástupu a dĺžky fenologických fáz rozlišujeme jednotlivé skupiny odrôd ovocných druhov. V neposlednom rade sa na základe nástupu fáz určujú zóny vhodnosti pestovania, dôležité najmä pre teplomilné ovocné druhy (marhuľa, broskyňa, mandľa).

Väčšinou sú dostupné pozorovania poľných a divorastúcich plodín. Špeciálne pozorovanie fenologických fáz ovocných drevín sa začalo v roku 1986, prípadne 1987 v intenzívnych sadoch podľa metodického predpisu SHMÚ č. 3 – návod na činnosť fenologických staníc – ovocné dreviny. Práve pozorovania ovocných drevín sú dôležité, keďže obvykle sú ovocné výsadby plánované na 12 - 15 rokov a je potrebné predpovedať nástup a dĺžku jednotlivých fenofáz. Pozorovanie zabezpečujú špecialisti - ovocinári. Napozorované údaje sú vyhodnocované a spracovávané na oddelení klimatológie SHMÚ v Banskej Bystrici do databanky fenologických fáz ovocných drevín (Braslavská, 1994).

I keď došlo v priebehu rokov k úpravám metodík pozorovania, v evidencii a spracovania dát, je možné fenologické pozorovania považovať za základ časových radov (Rožnovský, 1994). Využitelnosť údajov fenologických staníc je značne závislá na pravidelnosti a presnosti práce pozorovateľov, na dĺžke a úplnosti časových radov jednotlivých druhov pozorovaní. Odborná hodnota fenologických informácií závisí od stupňa poznania biologických vlastností sledovaných rastlín, ich zdravotného stavu i ekologických podmienok, v ktorých prebiehal ich vývin, práve tieto informácie prinášajú doplnkové údaje, ktoré sú z tohto dôvodu nutnou súčasťou fenologických pozorovaní (ČHMÚ, 1981).

Aby boli pozorovania porovnateľné, museli byť presne definované jednotlivé fenologické fázy, v dôsledku čoho boli v minulosti vyvinuté rôzne fenologické škály. Keďže databáza

fenologických údajov pre ovocné druhy je pomerne nesúrodá, sú potrebné dáta získavané okrem priamych pozorovaní aj pomocou iných metodík a modelovaním.

Cieľom príspevku je testovanie korelačnej zhody fenologických fáz jabloní a vybraných plodín na základe dát, ktoré sú nám dostupné. Korelačne najvýznamnejšie fenologické vzťahy môžu vhodne dopĺňať dlhodobé fenologické rady dát ovocných druhov. Spolu s podrobným skúmaním a hodnotením vplyvu klimatických charakteristík na jednotlivé fenologické fázy slúžia k získaniu podkladových dát pre vypracovanie rajonizácie a fenologických máp, ktoré vo významnej miere napomáhajú pri skvalitňovaní a zvyšovaní úrod.

MATERIÁL A METÓDY

Fenologické podklady potrebné k riešeniu problematiky boli získané z databázy SHMÚ, z ovocného sadu Dvory nad Žitavou, ktorý je zároveň zaradený do siete fenologických staníc SHMÚ. Ovocný sad svojou polohou reprezentuje fenologické a klimatické pomery západoslovenského kraja. Vybrané boli tri odrody druhu jablň domáca (*Malus domestica*) dozrievajúce v rôznom čase: 'James Grieve Red' letná odroda, 'Prima' - jesenná odroda, 'Idared' - zimná odroda, ktoré boli v ovocnom sade pozorované od roku 1996, čím nám bol poskytnutý desaťročný rad dát. Všetky odrody sú zapísané v LRO. Sú hospodársky významné, pestované v intenzívnych výsadbách. Z vybraných rastlinných druhov sme sa zamerali na tie druhy, ktoré boli sledované najdlhšie na vybranej fenologickej stanici, takisto od roku 1996 – divorastúce - orgován obyčajný (*Syringa vulgaris*), breza previsnutá (*Betula pendula*), pagaštan konský (*Aesculum hypocastanum*) a ovocné - orech vlašský (*Juglans regia*), vinič hroznorodý (*Vitis vinifera*). Tieto druhy boli v sieti fenologických staníc dlhodobo pozorované a z časového aj priestorového hľadiska by korelačne zhodné fenologické fázy s vybranými druhmi jablone mohli vhodne dopĺňať chýbajúce dáta.

Vybrané fenologické fázy rastlinných druhov boli sledované podľa metodiky SHMÚ. Jednotlivým fázam boli priradené dvojmiestne kódy podľa metodiky BBCH škály. Z hľadiska potenciálnej redukcie úrody v dôsledku

výskytu nepriaznivých agroklimatických javov boli vybrané kritické fenologické fázy pučania a kvitnutia, pretože v tomto období je najvyššie riziko mrazových poškodení a taktiež toto obdobie je najdôležitejšie z hľadiska ochrany proti najzávažnejším hubovým ochoreniam – chrastavitosť jabloňová (*Venturia inaequalis*) a múčnatka jabloňová (*Podosphaera leucotricha*). Určenie správneho termínu zberu je taktiež kľúčové z hľadiska ďalšieho preskladnenia ovocia. Neskorý termín zberu výrazne znižuje kvalitu, možnosti a hlavne dĺžku skladovania ovocia.

Vybrané fenologické rastové fázy druhu jablň domáca (*Malus domestica*) charakterizoval vo svojej monografii profesor Uwe Meier. Pozorovania nástupu ovocných drevín do jednotlivých fenofáz sme uskutočňovali na základe tejto fenologickej škály, pričom sme vybrali nasledovné fenofázy: Základná rastová fáza 0: pučanie, zväčšovanie púčikov - BBCH 01 Začiatok narastania púčikov, púčiky sa viditeľne zväčšujú, šupiny sa predlžujú, objavujú sa svetlé škvrny, Základná rastová fáza 1: vývin listov – BBCH 11 - rozvinuté prvé lístky (ostatné stále nerozvinuté), Základná rastová fáza 6: kvitnutie – BBCH 61 Začiatok kvitnutia - rozkvitnutých okolo 10 % kvetov, BBCH 65 Plný kvet: rozkvitnutých minimálne 50 % kvetov, prvé kvetné lupienky opadávajú, BBCH 69 Koniec kvitnutia. všetky kvetné lupienky sú opadané,

Základná rastová fáza 8: Dozrievanie plodov a semien - BBCH 85 Pokročilé štádium dozrievania: nárast intenzity špeci-
 ficky vyfarbených plodov (Meier, 1994).

Pred analýzou nástupu jednotlivých fenologických fáz sme kalendárne dni previedli na poradové dni juliánskeho kalendára (JDAYS). Graficky sme znázornili priemerný nástup a trvanie sledovaných fenologických fáz vybraných rastlinných druhov, následne sme pomocou grafu zvolili vhodné dvojice testovania. Štatisticky sme hodnotili korelačnú závislosť nástupu jednotlivých fenologických fáz pomocou fenologických údajov medzi odrodami 'James Grieve Red', 'Prima', 'Idared' a vybranými rastlinnými druhmi. Pri spracovaní údajov sme použili štatistický program Statgraphics a metódu korelačnej analýzy (Stehlíková, 1999). Zo zvolených dvojíc testovania sme vybrali korelačne najvýznamnejšie vzťahy a tieto sme pre lepšiu názornosť graficky zobrazili v programe Excel.

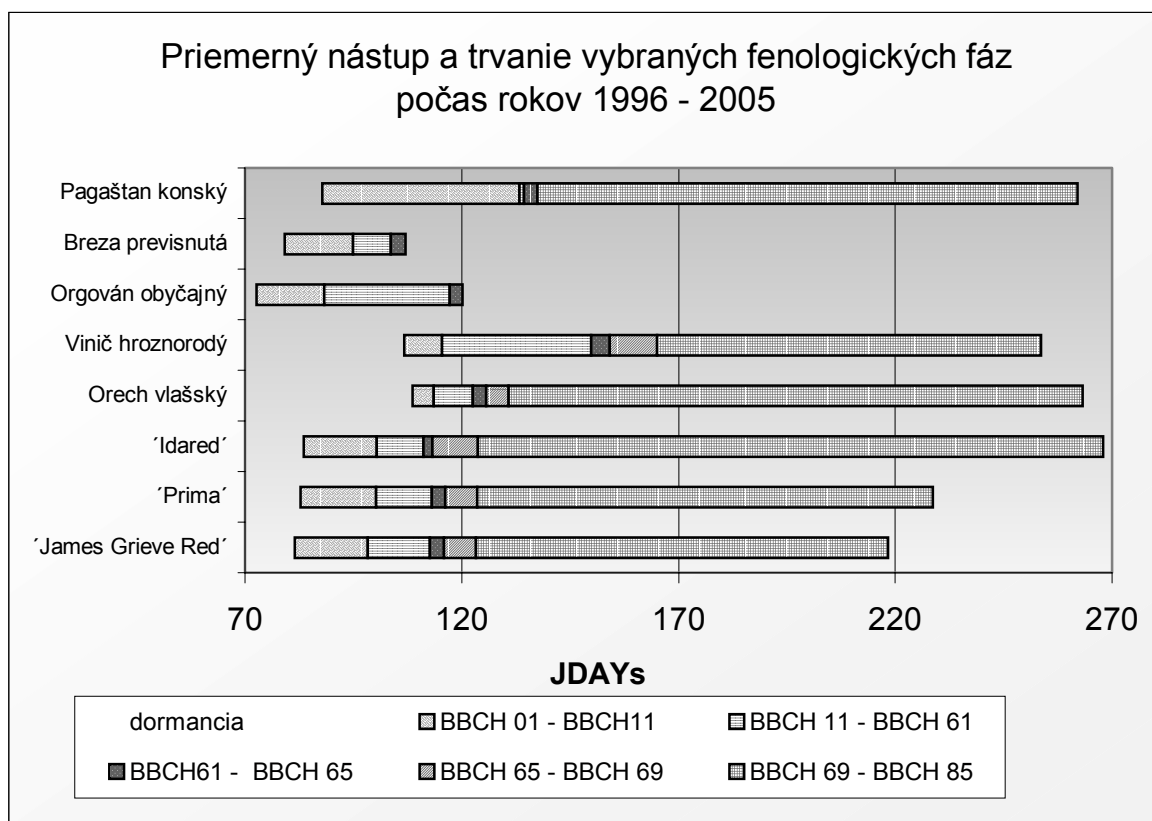
Výsledky a diskusia

Na základe vstupných údajov bol zostrojený graf č. 1, pomocou ktorého sme zvolili vhodné dvojice testovania.

Fenologické údaje prevedené na JDAYS boli následne použité k hodnoteniu korelačnej závislosti. Korelačne významné vzťahy sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1. Korelačná analýza nástupu vybraných fenologických fáz odrôd jablone domácej a vybraných rastlinných druhov

| DRUH / FENOLOGICKÁ FÁZA | ODRODA / FENOLOGICKÁ FÁZA | R – KORELAČNÝ KOEFICIENT | H ₀ | POČET DVOJÍC MERANÍ | PREUKAZNOSŤ |
|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|----------------|---------------------|-------------|
| Breza previsnutáú / BBCH 01 | 'James Grieve Red' / BBCH 01 | 0,7721 | 0,0089 | 10 | ** |
| Breza previsnutáú / BBCH 01 | 'Prima' / 01 | 0,7186 | 0,0192 | 10 | ** |
| Breza previsnutáú / BBCH 11 | 'James Grieve Red' / BBCH 11 | 0,7527 | 0,0120 | 10 | ** |
| Orech vlašský / BBCH 11 | 'Prima' / 61 | 0,9274 | 0,0232 | 5 | *** |
| Orech vlašský / BBCH 11 | 'James Grieve Red' / BBCH 61 | 0,8803 | 0,0488 | 5 | *** |
| Vinič hroznorodý / BBCH 11 | 'James Grieve Red' / BBCH 65 | 0,7420 | 0,0221 | 9 | ** |
| Vinič hroznorodý / BBCH 11 | 'Prima' / 61 | 0,7172 | 0,0296 | 9 | ** |
| Vinič hroznorodý / BBCH 11 | 'Prima' / 65 | 0,7704 | 0,0151 | 9 | ** |
| Orgován obyčajný / BBCH 61 | 'Prima' / 65 | 0,7611 | 0,0106 | 10 | ** |
| Orgován obyčajný / BBCH 61 | 'James Grieve Red' / BBCH 65 | 0,7505 | 0,0124 | 10 | ** |



Graf 1. Priemerný nástup a trvanie sledovaných fenologických fáz vybraných odrôd jablone domácej a vybraných rastlinných druhov na lokalite Dvory nad Žitavou v juliánskych dňoch (JDAYS)

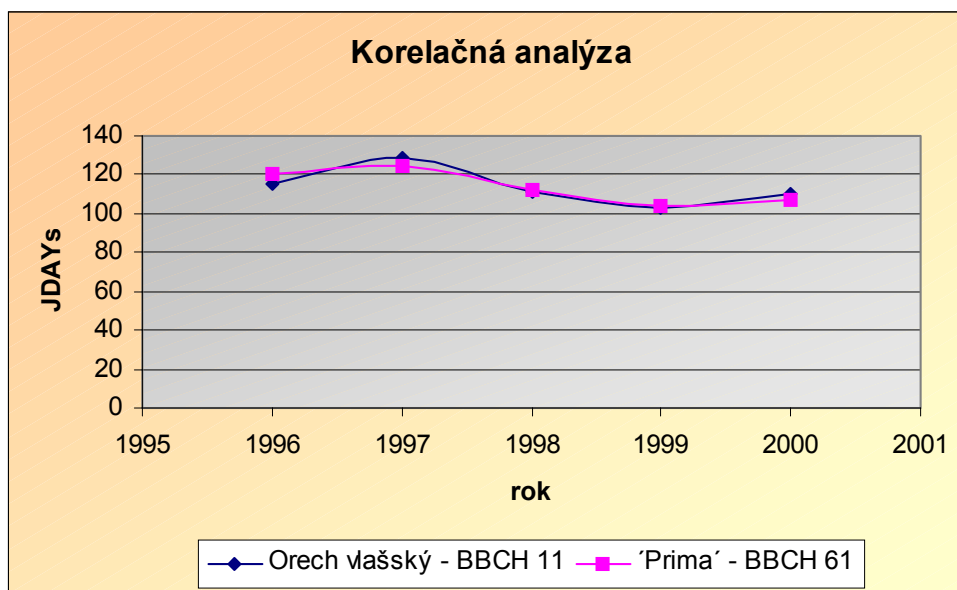
Ako korelačne najvýznamnejšie sa javia vzťahy medzi fenologickými fázami začiatok kvitnutia (BBCH 61) pri jesennej odrode jablone 'Prima' a fenologickou fázou BBCH 11 – rozvinuté prvé lístky pri ovocnom druhu orech vlašský. Hodnota korelačného koeficientu r bola v tomto prípade 0,9271 pri hladine významnosti 0,0232, čo znamená, že medzi sledovanými hodnotami je veľmi silný vzťah. Veľmi silný vzťah bol zistený i v prípade testovanej dvojice letnej odrody 'James Grieve Red' a ovocným druhom orech vlašský, pričom korelačný koeficient r v prípade testovaných fenologických fáz BBCH 11 pri orechu a BBCH 61 v prípade jablone dosiahol hodnotu 0,8803 pri hladine významnosti $H_0 = 0,0488$. Priebeh počiatkových fenologických fáz medzi letnými, jesennými aj zimnými odrodami je takmer zhodný. Vyskytujú sa, najmä v prípade letných a jesenných odrôd, 1 – 2 dňové odchýlky. Výraznejšie rozdiely v priebehu fenologic-

kých fáz sa ukazujú až pri nástupe makroštádia 7 - vývin plodov, pričom najvýraznejšie sú pri dozrievaní. Z hľadiska možnosti využitia týchto korelačných závislostí medzi danými fenologickými fázami ako podkladových dát pre vypracovanie rajonizácie jabloní SR, je vhodnejšia korelačná závislosť medzi odrodou 'Prima' a orechom vlašským, ako tomu nasvedčuje ich užší korelačný vzťah (vyšší korelačný koeficient) a prijateľnejšia hladina významnosti testovania H_0 . V oboch prípadoch sa však jedná o päťročné časové rady, a preto bude vhodné otestovať korelácie na iných lokalitách, kde sú k dispozícii viacročné fenologické dáta.

V prípade ostatných testovaných dvojíc sa takisto vyskytli korelačné významné vzťahy. Hodnota najvyššieho korelačného koeficientu r bola rovná 0,7721, čo značí silný vzťah, avšak aplikácia takýchto korelačných vzťahov pri inventarizácii dát nie je vhodná, keďže sa jedná o viac ako trojdenné posuny, pričom

intervaly niektorých kritických fenologických fáz odrôd jabloní (začiatok kvitnutia, plný kvet, koniec kvitnutia) sú v niektorých ro-

koch kratšie ako dva dni a sú z tohto dôvodu neaplikovateľné.



Graf 2. Korelačná analýza nástupu fenologickej fázy BBCH 11 – prvé listy (druh orech vlašský) a fenologickej fázy BBCH 61 – začiatok kvitnutia (druh jablň domáca - jesenná odroda 'Prima')

Stanovenie nástupu fenologickej fázy bez informácií o klimatických prvkoch na základe korelačnej závislosti medzi nástupmi fenologických fáz skúmali vedci na Humboldtovej Univerzite v Berlíne, pričom porovnávali fenologické fázy ovocných druhov medzi sebou a zároveň s nástupom fenologických fáz raže ozimnej. V príspevku „Phenology and Agriculture“ autor uvádza, že nástup fenologickej fázy predĺžovanie stonky pri poľnej plodine raž ozimná veľmi významne koreluje s nástupom fenologickej fázy kvitnutie pri druhu čerešňa. Táto fenologická fáza poľnej plodiny môže byť preto využitá na preskúmanie možnosti výskytu jarných mrazov a zhodnotenie zóny vhodnosti pre pestovanie druhu čerešňa v danom regióne. Priame fenologické pozorovania teda nie sú v tomto prípade nutné (Chmielewski, 2003).

ZÁVER

Pri vypracovaní rajonizácie jabloní na území SR môžu korelačne významné vzťahy

medzi vybranými odrodami jabloní a vybranými rastlinnými druhmi slúžiť k získaniu podkladových dát. Je však potrebné získať pozorovania z viacerých lokalít a najmä viacročné časové rady pre výpovednejšiu štatistickú analýzu. Zároveň je potrebné sledovať fenologický cyklus rastlín podrobnejšie podľa fenologických sekundárnych fáz BBCH škály.

Práca je súčasťou doktorandskej dizertačnej práce s názvom „Návrh agroklimatickej rajonizácie vybraných odrôd jablone domácej (*Malus domestica*) v podmienkach klimatickej zmeny na Slovensku“. Dosiahnuté výsledky budú využité pri inventarizácii zdrojových dát a zároveň pomocou zvolenej metodiky budú štatisticky zhodnotené ďalšie a vhodnejšie korelačné vzťahy.

Podakovanie:

Príspevok vznikol za podpory pri riešení vedeckého projektu VEGA 1/1313/04.

Literatúra

- BRASLAVSKÁ O.**, 1994: Fenologické pozorovanie ovocných drevín, In: Bioklimatológia v súčasnosti a budúcnosti : Zborník prác z "Bioklimatologických pracovných dní" : Nitra 3.-5.11.1993. - 1. vyd. – Bratislava, Slovenská bioklimatologická spoločnosť SAV, s. 105-110.
- ČHMÚ**, 1981: Návod pro činnost fenologických stanic, Polní plodiny, Metodický předpis č. 2., Český hydrometeorologický ústav, Praha, 157 s.
- FĽAK P.**, 1996: Štatistické metódy v bioklimatológii, In: Bioklimatológia a zmeny klímy : I. Technická bioklimatológia : Zborník prác z Bioklimatologických pracovných dní konaných v dňoch 22.-23.11.1995 v Nitre. - Bratislava : Slovenská bioklimatologická spoločnosť SAV : Štátna veterinárna správa SR, s. 90 - 95.
- MEIER ET AL.**, 1994: Phenological growth stages and identification keys of pome fruit, in: BBCH Monograph, edited by Uwe Meier, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2. Edition, 2001
- ROŽNOVSKÝ, J.**, 1994: Fenologické aspekty prejavů možné klimatické změny, Prognózované zmeny klímy a zmiernenie ich negatívneho vplyvu na krajinné prostredie: Zborník príspevkov z odbornej konferencie konanej dňa 22.11.1994 v Bratislave. - Bratislava: Únia krajinných inžinierov Slovenska : Výskumný ústav závlahového hospodárstva, s. 124-128.
- STEHLÍKOVÁ, B.**, et. al., 1999: Statgraphics, SPU, Nitra, 176 s.
<http://www.agrar.hu-berlin.de/pflanzenbau/agrarmet/schrift12.pdf>, Agrarmeteorologische Schriften, Phenology and Agriculture , Dr. Frank-M. Chmielewski, 2003
<http://www.forst.tu-muenchen.de/EXT/LST/METEO/positive/> Phenological Observations and Satellite data, Meteo/Positive, 2001
<http://www.shmu.sk/iso/cms/mak/s7/EMSfenfaz02.html>, Informačný systém monitoringu životného prostredia, čiastkový monitorovací systém, SHMÚ, 2001

Kontakt:

Ing. Ivana Mezeyová, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra biometeorológie a hydrológie, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, tel.: 037/651 47 07, e-mail: ivana_mezeyova@centrum.sk
doc. RNDr. Bernard Šiška, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra biometeorológie a hydrológie, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, tel.: 037/651 47 07, e-mail: bernard.siska@uniag.sk
Ing. Ján Mezey, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra ovocinárstva, vinohradníctva a vinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr.A.Hlinku 2, 949 76 Nitra, tel.: 037/6508 721, e-mail: jan.mezey@uniag.sk