

ZHODNOCENÍ PROMĚNLIVOSTI PODMÍNEK PROSTŘEDÍ NA PRODUKČNÍ VLASTNOSTI JÁDROVIN

EVALUATION OF VARIABILITY OF WEATHER CONDITIONS TO PRODUCTION CHARACTERISTICS OF POME FRUITS

Pavol Suran¹, Rostislav Fiala²

¹VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o.,

Holovousy 129, 508 01 Holovousy

²Český hydrometeorologický ústav, Kroftova 43, 616 67 Brno

e-mail: pavol.suran@vsuo.cz

ABSTRACT

Orchard consisting of 13 apple varieties grafted on rootstock M 9 has been carried out for 12 years, with an assessment of the influence the air temperature on the flower set, flowering time, fruit set and harvest. Pearson's correlated coefficient was used to establish a relationship between climatic conditions and tree parameters. It was found a close relationship between flower set and sum of temperature in March and April of previous year ($r = 0.443$) and for sum of precipitation from May to the end of June of the previous year ($r = 0.282$). Start of flowering was in the closest relationship with a sum of precipitations from March to the end of April ($r = 0.370$) in given year. As fruit set as well harvest were affected by air temperatures between May till the end of August and by precipitations during flowering (March and April) as well. The correlation coefficient (r) of fruit set was $r = 0.290$ (temperature) and $r = 0.620$ (precipitation). For the harvest, a closer dependence on temperature and precipitations was defined, which corresponded to a correlation coefficient $r = 0.511$ and $r = 0.534$, respectively. Late spring frosts in 2007, 2011, 2012, 2014 and 2016 were a frequent phenomenon limiting the fruit harvest. The most varieties were damaged in 2011, when the average harvest was only 0.29 kg/tree. The average harvest over 12 years was set at 7.75 kg/tree. The values of harvest and other parameters have varied over the years, due to different climatic conditions in individual years. Important influence was evident in date of flowering the varieties, which differed up to 2 weeks year-on-year. It should be seen that the expected climate change has a future impact on apple production.

Keywords: pome fruit, harvest, precipitation, temperature, late spring frost

V průběhu 12 let se ve výsadbě jabloní, která se skládala z 13 odrůd rostoucích na podnoži M 9 bez doplňkové závlahy, hodnotil vliv a vztah teploty vzduchu a srážek na násadu květů, dobu kvetení, násadu plodů a sklizeň. Vztah mezi klimatickými podmínkami a parametry porostu byl určen Pearsonovým korelačním koeficientem. Byl zjištěn těsný vztah násady květů k sumě teplot v březnu a dubnu předešlého roku ($r = 0,443$) a k sumě srážek od května do konce června taktéž předešlého roku ($r = 0,282$). Začátek kvetení byl v nejtěsnějším vztahu se sumou srážek od března do konce dubna ($r = 0,370$) daného roku. Násada plodů stejně i sklizeň byly kladně ovlivněny teplotami vzduchu v období od května do konce srpna a srážkami v době kvetení (březen a duben). Korelační koeficient pro teplotu a srážky byl u násady plodů $r = 0,290$ a $r = 0,620$. Pro sklizeň byla definována

těsnější závislost na teplotě a srážkách, která odpovídala korelačnímu koeficientu $r = 0,511$ a $r = 0,534$. Častým jevem, který limitoval sklizeň plodů, byly pozdní jarní mrazy v letech 2007, 2011, 2012, 2014 a 2016. Nejvíc zasažené byly odrůdy v roce 2011, kdy průměrná sklizeň byla pouze 0,29 kg/strom. Průměrná sklizeň za 12 let činila 7,75 kg/strom. Hodnoty sklizeň i dalších parametrů se v průběhu let měnily, což bylo způsobené odlišnými klimatickými podmínkami v jednotlivých letech. Významný rozdíl byl patrný hlavně v termínu začátku kvetení odrůd, který se meziročně lišil i o 2 týdny. Je tedy vidět, že probíhající klimatické změny mají a budou mít dopad na produkci jablek.

Klíčová slova: jádroviny, sklizeň, srážky, teplota, pozdní jarní mrazy

Kvalita produkce ovoce je významně ovlivněna klimatickými podmínkami. Negativní efekt má hlavně narůstající teplota, extrémní počasí, jako jsou přívalemé deště, krupobití, nebo pozdní jarní mrazy. Vyrůstající teploty ovlivňují fenologii u mnoha ovocných druhů. Četná pozorování z celého světa připisují změny ve fenologii právě nárůstu teploty. Globální průměrná teplota zemského povrchu se zvýšila o přibližně $0,74^{\circ}\text{C}$ za posledních sto let (Apple and Pear Australia Ltd, 2008). Je známo mnoho faktorů, které ovlivňují vývoj plodů v sadech. Teplota a srážky se obvykle považují za nejdůležitější. Fyziologické procesy v rostlinách probíhají v rozmezí teplot od 0 do 40°C , avšak teplotní rozsah pro vývoj plodů je poněkud užší. Teplota ovlivňuje jak fotosyntézu, tak i respiraci a pro dosažení vysoké sklizeň musí být jejich poměr co nejvyšší. V mírném klimatickém pásmu (při průměrné teplotě 15°C) je jejich poměr vyšší než 10, což je příznivá hodnota. Proto jsou oblasti mírného pásma nevhodnější pro pěstování jádrovin (Moretti a kol. 2010). Souběžně s nárůstem teploty se předpokládá vyšší evapotranspirace, což může snížit nebo vyčerpát zásobu vody v půdách. V důsledku toho může nastat půdní sucho s vodním stresem rostlin, u kterých by poklesl výnos, a urychlilo se zrání plodů (Rai a kol. 2015). Negativní vliv vysokých teplot je znám i na průběh fotosyntézy, kdy se zvyšuje respirace a následně pak dochází k poklesu plodnosti, k opadu květů, k redukci počtu semen a k redukci násady plodů. Častým jevem jsou i defekty plodů způsobené redukováním opylením, jako je velikost a tvar plodů, vnitřní vady způsobené teplotní nekrotou a poškození pletiv slunečným zářením (Ernest 2017). Fotosyntetická aktivita je v pozitivní korelaci s teplotou pouze do

určité prahové hodnoty. Vyšší teploty vyvolávají inaktivaci enzymů a rostliny již nemají schopnost vyrovnat se s tepelným stresem. Pod vlivem extrémních teplot nad 35°C se pozastavuje zrání plodů a produkce etylénu u klimakterických plodů, mezi které patří jabloně a hrušně (Hribar a Vidrih 2015). Mimo vlivu vyšších teplot na vnější parametry plodů jako je barva slupky či velikost plodů je ovlivněna i pevnost plodů, šťavnatost a celkově jejich posklizňová kvalita, a to zejména v důsledku změny syntézy cukrů, organických kyselin a antioxidačních komponentů (Rai a kol. 2015, Jangra a Sharma 2013). V případě ovoce by zvýšení teploty mělo mít výraznější dopad, než zvýšení úrovně CO_2 (DaMatta a kol. 2010). Plody pěstované v podmínkách zvýšené teploty a hladiny CO_2 obsahují v důsledku vlivu stresových podmínek víc bioaktivních látek, jako jsou fenoly a kyselina askorbová (Hribar a Vidrih 2015).

Produkci ovoce ovlivňuje i výskyt anomálií počasí jako je pozdní jarní mráz, který je v oblastech mírného pásma hlavní příčinou poškození způsobených povětrnostními vlivy. Jablka, podobně jako další plodiny mírného pásma, jsou citlivé vůči pozdním jarním mrazům. Vyskytne-li se mráz v době kvetení, je schopen významně poškodit nebo úplně zničit květy. Slabé mrazy vedou k poškození plodů, které se projeví povrchovými deformacemi, silné mrazy ohrožují samotnou sklizeň (Rai a kol. 2015).

Produkce jablek a hrušek je citlivá na teplotu během růstového cyklu. Tyto plodiny jsou závislé na klidovém období (dormance). Dormance neboli klidová fáze je evoluční strategie, která zabraňuje poškození výhonů a květů chladem

během teplejších období v zimě (Campoy a kol. 2011). Dormance končí po dosažení určitého množství chladu během zimy, které se udává v hodinách. Účinné rozmezí teplot je od 0 do 7,2 °C. V okamžiku, kdy strom dosáhl svůj požadavek na chlad, může dojít k rašení v důsledku nárůstu teploty (Luedeling 2012). Pro pěstitele spočívá komplikace v tom, že ovocné druhy i odrůdy se liší v nárocích na množství chladu potřebného k ukončení dormantní fáze. Pokud chladová fáze nebude dostatečně dlouhá, kvetení bude redukováno, co se projeví na snížení výnosů. Tento efekt bude pravděpodobně častější v důsledku nárůstu teplot i během zim.

Dlouhodobá změna klimatu má celkově velký vliv na změnu fenologie jabloní. Podle Blanke a Kunz (2011) nastává v Německu za poslední dekádu doba kvetení o 2,2 dne dříve, a u jabloní 'Boskoop', 'Cox's Orange Pippin' a 'Golden Delicious' byl zaznamenáno datum plného kvetení až o 10 dní dříve za posledních 20 let v porovnání s daty z předchozích 30 let.

Další výzkumy připisují významnou roli nejenom teplotám, ale i zimním a jarním srážkám při termínování doby kvetení. Modely předpokládají například to, že kolem roku 2030 v Queenslandu v Austrálii odrůda jabloně 'Golden Delicious' nepřekoná dormanci pro nedostatek chladu (Hull 2018).

Pěstování ovoce, obzvláště jabloní, má v ČR dlouholetou tradici, a z toho důvodu je opodstatněné dlouhodobě hodnotit vliv klimatických podmínek na kvalitu produkce ovoce. Tato práce obsahuje hodnocení vlivu klimatických podmínek na produkci komerčních odrůd jabloní a přináší pohled na vhodnost pěstování těchto odrůd na území ČR.

MATERIÁL A METODY

Pro zpracování článku byly využity minimální, maximální a průměrné denní teploty v měsíci dubnu a květnu a měsíční sumy srážek a teplot od 1. 3. do 15. 10. z let 2007 až 2018.

Ve výsadbě jabloní založené v roce 2006 se každoročně v období 2007–2018 hodnotil začátek kvetení, násada květů, násada plodů a sklizeň plodů. Doba kvetení byla určena datem, kdy bylo alespoň 10 % květů rozkvetlých. Násada

květů a plodů se určovala dle stupnice 1–9, kdy 1 značí žádné květy a 9 největší počet květů na stromě. Násada květů se určovala ve fenofázi plného květu, kdy bylo 90 % květů rozkvetlých. Násada plodů byla stanovena až při sklizni plodů, tudíž při dosažení sklizňové zralosti plodů. Sklizeň byla vyjádřena v kg sklizených plodů z 1 stromu. Zmíněné parametry byly zaznačeny pro každý strom zvlášť a následně se stanovila jejich průměrná hodnota v každém roce. Od každé odrůdy bylo sledováno 15 stromů. Pro každý rok byly stanoveny sumy teplot a srážek v období vegetace (od března do poloviny října). Pro stanovení závislosti začátku kvetení, násady květů, násady plodů a sklizně na teplotě vzduchu a srážkách byl použit Pearsonův korelační koeficient v programu Excel. Násada květů se vztahovala k meteorologickým datům z předešlého roku, jelikož inicializace a diferenciacie pupenů pro danou sezónu probíhá v předešlém roce. Doba kvetení, násada plodů a sklizeň se přiřadila k meteorologickým datům ze stejného roku. Za účelem stanovení korelačního koeficientu byla suma teplot a suma srážek rozdělena do 4 variant podle měsíců, ve kterých by měly být hodnocené parametry ovlivněny teplotou a srážkami podle fyziologie vývoje rostlin. Do analýz vstupovaly měsíční sumy průměrných denních teplot následně: varianta 1: březen–duben, varianta 2: květen–červenec, varianta 3: duben–červenec, varianta 4: květen–srpen, a měsíční sumy úhrnů srážek následně:

varianta 1: březen–duben,

varianta 2: květen–červenec,

varianta 3: srpen–září,

varianta 4: srpen–říjen.

Hodnoceny byly odrůdy 'Angold', 'Ariane', 'Braeburn', 'Fuji BC 2', 'Fuji Nagafu', 'King Jonagold', 'Lady Silvia', 'Meteor', 'Rubín', 'Rubinstep', 'Selena', 'Šampion', 'Vysočina'. Odrůdy byly naroubovány na podnoži M 9, pěstitelským tvarem bylo štíhle vřetené. Výsadba byla bez doplňkové závlahy, v lokalitě Holovousy je pro období 2007–2018 průměrná roční teplota 9,8 °C a průměrný roční úhrn srážek 615,8 mm. Klimatické údaje jsou uvedeny v tabulkách č. 1 až 4.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V horizontu 12 let se suma teplot vzduchu a srážek v období vegetace (od dubna do poloviny října) lišila rok od roku. Nejvyšší suma teplot byla v roce 2018 a to 3621,6 °C a nejnižší v roce 2010, konkrétně 2953,5 °C (Tabulka 2). Současně bylo vyzorováno střídání ročníků s vysokým a nízkým úhrnem srážek. V nejteplejší vegetaci 2018 byl nejnižší úhrn srážek za období 12 let a to 172,3 mm. Ročníky 2015, 2008 a 2016 byly také s nízkými úhrny srážek v rozpětí 231,8 až 272,5 mm. Opačný jev byl zaznamenán v ročnících 2010, 2013 a 2017, kdy byl úhrn srážek 552,3 mm, 508,1 mm a 505,6 mm (Tabulka 2).

Na produkci jabloní měly vliv nejenom teploty a srážky, ale i pozdní jarní mrazy, které se vyskytly v letech 2007, 2011, 2012, 2014, 2016 a 2017. Dopad jarních mrazů byl na násadě květů, násadě plodů a na sklizni. Tyto parametry byly viditelně redukovány v letech 2011, 2014 a 2016. Násada květů byla nejnižší v letech 2011 a 2014 kvůli jarním mrazům. Její hodnota byla 5,47 a 5,71, což je méně než dlouholetý průměr 6,21 (Tabulka 9). I když se v roce 2009 pozdní jarní mrazy nevyskytly, násada květů byla výrazně nižší než dlouhodobý průměr a to 3,61. Důvodem může být střídavá plodnost odrůd nebo i horší klimatické podmínky v době zakládání a diferenciaci pupenů (Fioravanco a Czermainski 2018). I když pozdní jarní mrazy snižují násadu květů, tak se jedná o parametr, který je ovlivněn klimatickými podmínkami v předešlém roce, kdy dochází k iniciaci a diferenciaci pupenů (Schuchman a kol. 1988). Byla nalezena závislost násady plodů na sumě teplot vzduchu předešlého roku od března do konce dubna (varianta 1) a od dubna do konce července (varianta 3). Hodnota korelačního koeficientu pro variantu 1 byla v průměru $r = 0,443$ a pro variantu 3 $r = 0,275$ (Tabulka 5). Toto zjištění je pochopitelné, jelikož krátce po nárůstu prvních listů dochází k iniciaci pupenů a na přelomu června a července se pupeny diferencují na generativní a vegetativní. Slabá závislost ($r = 0,282$) byla nalezena ve vztahu k srážkám od května do konce července (varianta 2), což odpovídá fázi diferenciaci pupenů.

Začátek kvetení je fenologická fáze, která je

ovlivněna průběhem počasí v daném roce. Termín kvetení v sledované výsadbě jabloní varíroval od 18. 4. v roce 2014 až po 6. 5. v letech 2008, 2013 a 2017 (Tabulka 10). Nejvýraznější rozdíl v době kvetení byl mezi roky 2013 a 2014, kdy kvetení započalo 6. 5. a v příštím roce už 18. 4. I když byla zjištěna kladná závislost začátku kvetení na srážkách od března do konce dubna (varianta 1; $r = 0,370$), tak na sumě teplot za stejné období (varianta 1) byla viditelná negativní závislost (Tabulka 6). Příčinou je pravděpodobně fakt, že termín kvetení je ovlivněn zejména sumou aktivních teplot a nikoliv sumou všech teplot v období před kvetením (Łysiak 2012, Rattigan a Hill 1986).

Násada plodů je parametr navazující na násadu květů a je pod vlivem klimatických podmínek v době kvetení při opylování. V roce 2009 byla násada plodů výrazně nižší než v jiných letech, což bylo samozřejmě ovlivněno i nízkou násadou květů a taktéž průběhem počasí při opylování. Jelikož v dubnu, kdy byly stromy v plném květu, byl vyšší úhrn srážek než v jiných letech, opylovací podmínky nebyly ideální a tím bylo i opylení květů nižší (Tabulka 4). Nedostatečné opylení se pak promítlo do nižší násady plodů a sklizně. Výrazně nízká násada plodů byla také v letech 2011, 2007 a 2016, kdy došlo k poškození květů a plůdků pozdním jarním mrazem (Tabulka 11). I když je znám blízký vztah násady plodů a násady květů, podařilo se určit korelační závislost násady plodů na sumě teplot v daném roce v období od května do konce srpna (varianta 4; $r = 0,290$) a na sumě srážek od března do konce dubna (varianta 1; $r = 0,620$) a od srpna do 15. října (varianta 4; $r = 0,228$) (Tabulka 7).

Přímo navazujícím parametrem na násadu plodů je výše sklizně. Tento parametr byl stejně jako násada květů a plodů výrazně ovlivněn pozdními jarními mrazy. Nejnižší sklizeň byla v roce 2011 a to pouhých 0,29 kg/strom kvůli poškození květů jarním mrazem (Tabulka 12). V roce 2017 se taktéž vyskytly jarní mrazy, ale nedošlo k redukci násady plodů a ani sklizně, jelikož nejnižší zaznamenaná teplota v době kvetení byla pouze -0,7 °C. Nízká násada květů a plodů v roce 2009 se projevila i na průměrné sklizni,

kdy byla 1,73 kg/strom, což je výrazně méně než v roce 2008, ve kterém byla její výše 7,71 kg/strom. Na sklizni v 2009 se pravděpodobně podepsalo nízké opylení květů v důsledku deštivého počasí. Množství srážek byl limitujícím faktorem pro sklizeň. Data ukazují snížení sklizně v roce 2018, kdy byl úhrn srážek za vegetaci pouze 172,3 mm oproti roku 2017, v kterém byla hladina srážek 505,6 mm za stejné období (Tabulka 4). Byla nalezena poměrně silná závislost sklizně na teplotě v období květen až konec srpna (varianta 4; $r = 0,511$) a na srážkách v průběhu března a dubna (varianta 1; $r = 0,534$). Překvapivý fakt byl, že sklizeň nevykazovala významnou závislost na srážkách v období růstu plodů (od května do října) (Tabulka 8).

ZÁVĚR

Ve studovaném období 12 let měl na produkci jabloní jednoznačný vliv průběh počasí. Významný dopad na výši sklizně měl výskyt pozdních jarních mrazů v letech 2007, 2011, 2012, 2014 a 2016. Data z roku 2018 prokázala, že sklizeň byla nižší z důvodu nízkého úhrnu srážek. Byly také stanoveny korelační závislosti kvalitativních znaků a fenofází na sumě teplot vzduchu a srážek v konkrétních termínech, které určují jejich důležitost v produkci jabloní. Zdá se, že zásadním faktorem jsou teploty v březnu a dubnu, které ovlivňují násadu květů a pak teploty od května do konce srpna, které mají nejvyšší vliv na objem sklizně současně se srážkami v době kvetení (březen a duben).

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce vznikla za finanční podpory projektu NAZV MZe ČR č. QK 1910165. Využito bylo rovněž infrastruktury projektu LO1608.

LITERATURA

- APPLE AND PEAR AUSTRALIA LTD. Submission to climate change and the Australian agriculture sector inquiry, March 2008. [online]. 2008, 1–9. [cit. 2019-09-09]. Dostupné z http://www.aph.gov.au/binaries/senate/committee/rrat_ctte/climate_changessubmissions/sub2_3.pdf.
- BLANKE, M.M. and A. KUNZ. Effects of climate change on pome fruit phenology and precipitation. *Acta Horticulturae*. 2011, (922): 381–386.
- CAMPOY, J.A., D. RUIZ and J. EGEA. Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: a review. *Scientia Horticulturae*. 2011, **130**: 357–372.
- DAMATTA, F.M., A. GRANDIS, B.C. ARENQUE and M.S. BUCKERIDGE. Impacts of climate changes on crop physiology and food quality. *Food Research International*. 2010, **43**: 1814–1823.
- ERNEST, E.G. Mitigating the effects of climate change in fruits and vegetables. In: University of Delaware. Weekly crop update. [online]. Apr 14, 2017. [cit. 2019-08-23]. Dostupné z <https://sites.udel.edu/weeklycropupdate/?p=10036>.
- FIORAVANCO, J. and A.B.C. CZERMAINSKI. Biennial bearing in apple cultivars. *Rev. Ceres, Viçosa*. 2018, **65**(2): 144–149. DOI: 10.1590/0034-737X201865020005.
- HRIBAR, J. and R. VIDRIH. Impact of climate on fruit physiology and quality. In: *50th Croatian and 10th International Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia*. 2015, v. 42, p. 42–45.
- HULL, L. Climate change: what it means for fruit. In: The University of Melbourne. Pursuit. [online]. Jun 16, 2016. [cit. 2019-09-02]. Dostupné z: <https://pursuit.unimelb.edu.au/articles/climate-change-what-it-means-for-fruits>.
- JANGRA, M.S. and J.P. SHARMA. Climate resilient apple production in Kullu valley of Himachal Pradesh. *International Journal of Farm Sciences*. 2013, **3**: 91–98.
- LUEDELING, E. Climate change impacts on winter chill for temperate fruit and nut production. *Scientia Horticulturae*. 2012, **144**: 218–229.

- ŁYSIAK, G. The sum of active temperatures as a method of determining the optimum harvest date of 'Šampion' and 'Ligol' apple cultivars. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*. 2012, **11**(6): 3–13.
- MORETTI, C.L., L.M. MATTOS, A.G. CALBO and S.A. SARGENT. Climate changes and potential impacts on postharvest quality of fruit and vegetable crops: A review. *Food Research International*. 2010, **43**: 1824–1832.
- RAI, R., S. JOSHI, S. ROY, O. SINGH, M. SAMIR and A. CHANDRA. Implications of Changing Climate on Productivity of Temperate Fruit Crops with Special Reference to Apple. *Journal of Horticulture*. 2015, **2**: 135. DOI:10.4172/2376-0354.1000135.
- RATTIGAN, K. and S.J. HILL. Relationship between temperature and flowering in almond. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 1986, **26**: 399–404.
- SCHUCHMAN, O., A. HURŇÁK, J. MLADÁ, V. HRONSKÝ a V. URBAN. *Ovocnictví: učební text pro učební obor pěstitel a zahradník*. 2. doplň. vydání Praha: SZN, 1988.

TABULKY A GRAFY

Tabulka 1. Průměrné měsíční hodnoty teploty vzduchu, úhrnů srážek

Table 1. Average temperatures and precipitations per month

Měsíc ¹⁾	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Průměr ⁴⁾
Teplota ²⁾ (°C)	-0,4	0,7	4,8	10,7	14,8	17,9	19,8	19,6	14,8	9,4	5,2	0,9	9,8
Srážky ³⁾ (mm)	51,6	28,1	35,7	29,7	70,9	75,5	77,1	66,2	45,5	47,3	45	43,4	615,8

1) Month, 2) Temperature, 3) Precipitations, 4) Average

Tabulka 2. Sumy teploty vzduchu, úhrny srážek za jednotlivé sezony (1. 4. až 15. 10. v letech 2007–2018)

Table 2. Sums of air temperature, total precipitations for individual seasons (from April 1st to October 15th in 2007–2018)

Měsíc ¹⁾	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Teplota ²⁾ (°C)	3131	3054	3227	2954	3136	3087	2979	3141,9	3182	3169	3019	3622
Srážky ³⁾ (mm)	463,6	268,8	352,8	552,3	491,9	449,3	508,1	386	231,8	272,5	505,6	172,3

1) Month, 2) Temperature, 3) Precipitations

Tabulka 3. Sumy teploty vzduchu (°C)**Table 3.** Sums of air temperatures (°C)

Rok ¹⁾	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	1.–15. X
2007	212,8	366,3	485,2	574,2	580,2	592,7	383,4	149,3
2008	127,1	278,3	468,6	559,8	594,2	574,5	414,0	164,4
2009	135,3	432,9	451,4	470,3	587,9	631,7	504,4	148,8
2010	124,9	283,3	382,1	539,5	669,9	557,7	373,4	147,6
2011	167,0	367,3	454,6	539,8	540,4	593,9	476,8	163,2
2012	196,2	290,7	498,8	529,5	587,2	605,0	429,6	146,3
2013	5,7	279,3	407,6	514,6	641,5	596,8	390,7	148,5
2014	253,7	342,7	413,8	515,3	659,5	529,2	469,2	212,2
2015	173,9	270,1	419,5	504,0	658,2	728,0	443,9	157,9
2016	136,7	265,4	475,5	546,8	608,4	575,9	558,1	138,4
2017	208,9	237,3	471,9	568,3	589,0	609,1	384,7	159,0
2018	49,4	424,7	564,8	566,5	658,3	706,6	496,2	204,5

1) Year

Tabulka 4. Sumy srážek (mm)**Table 4.** Sums of precipitations (mm)

Rok ¹⁾	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	1.–15. X
2007	30,8	4,5	109,4	92,7	102,9	68,4	63,0	22,7
2008	50,4	40,6	60,6	32,9	63,8	51,7	13,5	5,7
2009	55,0	2,0	101,0	77,0	87,8	41,4	7,2	36,4
2010	35,7	51,2	109,7	41,7	79,1	156,0	113,8	0,8
2011	22,3	10,0	83,1	141,4	113,0	81,7	40,5	22,2
2012	9,6	44,0	50,3	79,1	121,0	85,5	40,5	28,9
2013	17,7	41,3	96,9	176,6	47,6	57,0	63,6	25,1
2014	57,6	25,3	91,9	24,8	86,8	74,3	70,5	12,4
2015	51,7	13,6	42,7	49,6	17,3	50,6	12,9	45,1
2016	30,4	27,5	31,9	67,3	75,9	25,5	16,4	28,0
2017	37,9	79,7	42,2	74,2	116,7	80,2	64,1	48,5
2018	29,8	16,8	31,4	48,2	13,4	21,5	39,6	1,4

1) Year

Tabulka 5. Závislost násady květů na sumě teplot a srážek v průběhu vegetace

Table 5. Dependence of flower set on the sum of temperatures and precipitation during vegetation

Pearsonův korelační koeficient (r) ¹⁾									
Parametr ²⁾	Počet hodnocení ⁷⁾	Teplota ⁴⁾	Teplota ⁴⁾	Teplota ⁴⁾	Teplota ⁴⁾	Srážky ⁵⁾	Srážky ⁵⁾	Srážky ⁵⁾	Srážky ⁵⁾
Perioda ³⁾	n	III-IV	V-VII	IV-VII	V-VIII	III-IV	V-VII	VIII-IX	VIII-X
Angold	11	0,298	-0,392	0,229	-0,079	-0,834	0,626	-0,383	-0,256
Ariane	16	0,553	-0,009	0,382	0,145	-0,221	0,115	0,349	0,433
Braeburn	11	0,595	-0,313	0,444	0,019	-0,889	0,671	-0,149	-0,014
Fuji BC 2	14	0,524	-0,284	0,181	-0,222	-0,467	0,428	0,441	0,535
Fuji Nagafu	15	0,590	-0,245	0,349	0,001	-0,759	0,349	-0,237	-0,122
King Jonagold	15	0,594	-0,276	0,342	-0,026	-0,739	0,366	-0,191	-0,072
Lady Silvia	19	0,042	0,343	0,059	0,380	0,531	-0,443	0,305	0,285
Meteor	15	0,514	-0,497	0,251	-0,198	-0,831	0,575	-0,310	-0,183
Rubín	13	0,181	0,036	-0,152	-0,101	0,295	-0,217	0,511	0,487
Rubinstep	15	0,507	-0,444	0,276	-0,103	-0,766	0,532	-0,268	-0,131
Selena	17	0,361	-0,310	0,273	0,027	-0,881	0,598	-0,418	-0,291
Šampion	15	0,731	-0,084	0,606	0,278	-0,588	0,055	-0,546	-0,459
Vysočina	15	0,267	0,176	0,329	0,336	-0,021	0,006	0,329	0,405
Průměr⁶⁾		0,443	-0,177	0,275	0,035	-0,475	0,282	-0,044	0,047

1) Pearson's correlation coefficient, 2) Parameter, 3) Period, 4) Temperature, 5) Precipitations, 6) Average, 7) Number of evaluations

Tabulka 6. Závislost začátku kvetení na sumě teplot a srážek v průběhu vegetace

Table 6. Dependence of start of flowering on the sum of temperatures and precipitation during vegetation

Pearsonův korelační koeficient (r) ¹⁾			
Parametr ²⁾	Počet hodnocení ⁷⁾	Teplota ⁴⁾	Srážky ⁵⁾
Perioda ³⁾	n	III-IV	III-IV
Angold	11	-0,937	0,345
Ariane	16	-0,964	0,362
Braeburn	11	-0,888	0,479
Fuji BC 2	14	-0,036	0,479
Fuji Nagafu	15	-0,952	0,384
King Jonagold	15	-0,947	0,385
Lady Silvia	19	-0,922	0,268
Meteor	15	-0,951	0,357
Rubín	13	-0,927	0,410
Rubinstep	15	-0,945	0,392
Selena	17	-0,945	0,284
Šampion	15	-0,945	0,375
Vysočina	15	-0,949	0,289
Průměr⁶⁾		-0,870	0,370

1) Pearson`s correlation coefficient, 2) Parameter, 3) Period, 4) Temperature, 5) Precipitations, 6) Average, 7) Number of evaluations

Tabulka 7. Závislost násady plodů na sumě teplot a srážek v průběhu vegetace

Table 7. Dependence of fruit set on the sum of temperatures and precipitations during vegetation

Pearsonův korelační koeficient (r) ¹⁾									
Parametr ²⁾	Počet hodnocení ⁷⁾	Teplota ⁴⁾	Teplota ⁴⁾	Teplota ⁴⁾	Teplota ⁴⁾	Srážky ⁵⁾	Srážky ⁵⁾	Srážky ⁵⁾	Srážky ⁵⁾
Perioda ³⁾	n	III-IV	V-VII	IV-VII	V-VIII	III-IV	V-VII	VIII-IX	VIII-X
Angold	11	-0,534	0,149	-0,318	0,130	0,686	-0,324	0,447	0,451
Ariane	16	-0,748	0,322	-0,071	0,350	0,559	-0,439	0,221	0,183
Braeburn	11	-0,574	0,416	0,015	0,466	0,684	-0,611	0,208	0,184
Fuji BC 2	14	-0,435	0,417	0,004	0,557	0,623	-0,652	0,115	0,133
Fuji Nagafu	15	-0,668	0,156	-0,277	0,164	0,736	-0,325	0,407	0,403
King Jonagold	15	-0,666	0,302	-0,138	0,356	0,647	-0,495	0,303	0,285
Lady Silvia	19	-0,427	0,148	0,079	0,336	0,266	-0,220	-0,340	-0,260
Meteor	15	-0,209	0,104	-0,251	0,099	0,739	-0,331	0,421	0,435
Rubín	13	-0,687	0,210	-0,150	0,296	0,557	-0,470	-0,053	-0,027
Rubinstep	15	-0,626	0,299	-0,089	0,364	0,556	-0,464	0,335	0,300
Selena	17	-0,614	0,063	-0,406	0,057	0,694	-0,239	0,385	0,412
Šampion	15	-0,602	0,322	-0,062	0,355	0,647	-0,477	0,280	0,255
Vysočina	15	-0,752	0,183	-0,226	0,241	0,671	-0,470	0,214	0,205
Průměr⁶⁾		-0,580	0,238	-0,145	0,290	0,620	-0,424	0,226	0,228

1) Pearson's correlation coefficient, 2) Parameter, 3) Period, 4) Temperature, 5) Precipitations, 6) Average, 7) Number of evaluations

Tabulka 8. Závislost sklizně na sumě teplot a srážek v průběhu vegetace

Table 8. Dependence of harvest on the sum of temperatures and precipitations during vegetation

Pearsonův korelační koeficient (r) ¹⁾									
Parametr ²⁾	Počet hodnocení ⁷⁾	Teplota ⁴⁾	Teplota ⁴⁾	Teplota ⁴⁾	Teplota ⁴⁾	Srážky ⁵⁾	Srážky ⁵⁾	Srážky ⁵⁾	Srážky ⁵⁾
Perioda ³⁾	n	III-IV	V-VII	IV-VII	V-VIII	III-IV	V-VII	VIII-IX	VIII-X
Angold	11	-0,578	0,228	-0,267	0,291	0,727	-0,461	0,330	0,368
Ariane	16	-0,634	0,448	0,108	0,580	0,425	-0,511	0,022	0,021
Braeburn	11	-0,426	0,523	0,200	0,687	0,473	-0,636	-0,027	-0,006
Fuji BC 2	14	-0,345	0,497	0,157	0,705	0,462	-0,676	-0,094	-0,048
Fuji Nagafu	15	-0,635	0,241	-0,197	0,340	0,688	-0,433	0,241	0,283
King Jonagold	15	-0,565	0,459	0,058	0,584	0,572	-0,634	0,032	0,031
Lady Silvia	19	-0,411	0,416	0,228	0,608	0,286	-0,413	-0,271	-0,209
Meteor	15	-0,290	0,230	-0,216	0,350	0,740	-0,512	0,042	0,136
Rubín	13	-0,590	0,354	0,043	0,550	0,463	-0,549	-0,152	-0,108
Rubinstep	15	-0,558	0,457	0,091	0,614	0,482	-0,633	0,041	0,038
Selena	17	-0,666	0,121	-0,341	0,226	0,650	-0,292	0,193	0,270
Šampion	15	-0,552	0,471	0,118	0,615	0,508	-0,576	0,016	0,027
Vysočina	15	-0,665	0,322	-0,032	0,487	0,468	-0,475	0,034	0,065
Průměr⁶⁾		-0,532	0,367	-0,004	0,511	0,534	-0,523	0,031	0,067

1) Pearson's correlation coefficient, 2) Parameter, 3) Period, 4) Temperature, 5) Precipitations, 6) Average, 7) Number of evaluations

Tabulka 9. Přehled násady květů s průměrnými hodnotami u každé odrůdy a v jednotlivých letech
Table 9. Summary of flower set and average value of each variety and in each year

Násada květů ¹⁾ (1-9)													
Rok ²⁾	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Průměr ³⁾
Angold	3,45	7,73	1,27	8,91	2,64	8,00	6,82	8,36	-	-	7,91	-	6,12
Ariane	5,69	7,13	3,88	7,63	7,75	5,69	8,81	4,38	-	-	6,00	-	6,33
Braeburn	4,00	8,00	3,73	8,00	5,27	7,82	8,00	6,64	-	-	6,73	-	6,46
Fuji BC 2	2,50	6,36	2,71	6,93	7,71	7,79	8,00	4,57	-	-	5,86	-	5,83
Fuji Nagafu	2,60	6,40	1,33	7,80	4,00	8,07	8,00	3,87	-	-	7,93	-	5,56
King Jonagold	1,40	6,47	1,73	8,00	4,60	7,87	8,07	4,27	-	-	7,67	-	5,56
Lady Silvia	5,2	6,60	7,60	6,93	7,93	4,93	8,87	5,80	-	-	5,80	-	6,63
Meteor	6,27	6,27	3,33	7,80	4,47	7,87	7,07	6,00	-	-	6,73	-	6,20
Rubín	6,23	6,23	7,08	6,62	7,92	7,31	8,00	5,85	-	-	6,38	-	6,85
Rubinstep	3,87	6,07	1,27	8,60	3,47	7,27	7,93	5,60	-	-	6,40	-	5,61
Selena	3,40	7,80	2,20	8,33	2,67	8,27	7,87	7,73	-	-	7,87	-	6,24
Šampion	4,53	7,73	5,73	8,93	4,87	7,33	8,67	5,00	-	-	8,00	-	6,76
Vysočina	5,93	7,67	5,00	7,60	7,80	4,73	8,27	6,13	-	-	6,53	-	6,63
Průměr³⁾	4,24	6,96	3,61	7,85	5,47	7,15	8,03	5,71	-	-	6,91	-	6,21

1) Flower set, 2) Year, 3) Average

Tabulka 10. Přehled začátku kvetení s průměrnými hodnotami u každé odrůdy a v jednotlivých letech
Table 10. Summary of start of flowering and average value of each variety and in each year

Začátek kvetení ¹⁾ (datum)													
Rok ²⁾	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Průměr ³⁾
Angold	24-IV.	6-V.	25-IV.	5-V.	29-IV.	1-V.	11-V.	18-IV.	-	-	7-V.	-	30-IV.
Ariane	19-IV.	30-IV.	17-IV.	30-IV.	22-IV.	27-IV.	8-V.	15-IV.	-	-	2-V.	-	25-IV.
Braeburn	26-IV.	12-V.	25-IV.	7-V.	2-V.	2-V.	14-IV.	22-IV.	-	-	9-V.	-	29-IV.
Fuji BC 2	26-IV.	12-V.	24-IV.	7-V.	2-V.	2-V.	14-IV.	22-IV.	-	-	9-V.	-	29-IV.
Fuji Nagafu	24-IV.	9-V.	25-IV.	7-V.	2-V.	3-V.	14-V.	22-IV.	-	-	9-V.	-	2-V.
King Jonagold	24-IV.	6-V.	22-IV.	5-V.	29-IV.	1-V.	11-V.	20-IV.	-	-	7-V.	-	30-IV.
Lady Silvia	23-IV.	30-IV.	17-IV.	3-V.	26-IV.	29-IV.	9-V.	15-IV.	-	-	3-V.	-	27-IV.
Meteor	28-IV.	10-V.	27-IV.	10-V.	2-V.	3-V.	14-V.	22-IV.	-	-	9-V.	-	3-V.
Rubín	24-IV.	9-V.	21-IV.	3-V.	26-IV.	29-IV.	9-V.	18-IV.	-	-	5-V.	-	29-IV.
Rubinstep	24-IV.	6-V.	22-IV.	3-V.	26-IV.	29-IV.	9-V.	18-IV.	-	-	5-V.	-	29-IV.
Selena	24-IV.	6-V.	22-IV.	3-V.	29-IV.	1-V.	11-V.	18-IV.	-	-	5-V.	-	29-IV.
Šampion	24-IV.	5-V.	22-IV.	5-V.	29-IV.	1-V.	11-V.	20-IV.	-	-	7-V.	-	30-IV.
Vysočina	22-IV.	3-V.	22-IV.	3-V.	26-IV.	29-IV.	9-V.	15-IV.	-	-	3-V.	-	28-IV.
Průměr³⁾	24-IV.	6-V.	22-IV.	4-V.	28-IV.	30-IV.	6-V.	18-IV.			6-V.		29-IV.

1) Start of flowering, 2) Year, 3) Average

Tabulka 11. Přehled násady plodů s průměrnými hodnotami u každé odrůdy a v jednotlivých letech
Table 11. Summary of fruit set and average volue of each variety and in each year

Násada plodů ¹⁾ (1-9)													
Rok ²⁾	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Průměr ³⁾
Angold	2,18	7,64	1,18	8,91	1,00	8,09	6,36	-	7,82	1,64	8,09	4,55	5,22
Ariane	3,06	6,94	2,56	7,50	1,13	4,38	8,81	-	7,44	3,25	6,75	7,19	5,36
Braeburn	2,45	5,73	2,27	6,82	1,18	2,55	5,45	-	6,91	3,18	7,09	6,73	4,58
Fuji BC 2	1,93	4,93	1,71	5,00	1,43	3,93	4,14	-	7,21	2,14	6,64	6,00	4,10
Fuji Nagafu	2,00	6,60	1,07	7,80	1,07	3,13	7,13	-	7,00	1,40	7,73	4,67	4,51
King Jonagold	1,13	6,47	1,13	7,87	1,67	4,67	7,00	-	8,00	2,33	7,60	6,80	4,97
Lady Silvia	2,80	3,20	5,93	2,67	1,67	3,00	7,73	-	5,33	4,53	6,60	6,27	4,52
Meteor	4,40	6,27	2,47	6,40	1,60	3,40	3,13	-	6,13	1,53	6,40	3,13	4,08
Rubín	2,92	6,15	5,00	5,69	1,15	6,23	7,77	-	6,92	4,92	6,54	6,15	5,41
Rubinstep	2,33	6,27	1,13	7,87	1,13	4,00	7,07	-	8,00	1,47	6,27	6,53	4,73
Selena	3,07	7,80	2,13	8,00	1,13	7,67	8,00	-	7,93	2,27	8,33	4,07	5,49
Šampion	3,27	7,60	3,80	8,53	1,20	6,53	7,93	-	7,93	3,07	7,93	7,67	5,95
Vysočina	2,73	6,87	3,27	7,73	1,40	3,67	8,00	-	8,00	4,00	7,07	6,00	5,34
Průměr³⁾	2,64	6,34	2,59	6,98	1,29	4,71	6,81	-	7,28	2,75	7,16	5,83	4,94

1) Fruit set, 2) Year, 3) Average

Tabulka 12. Přehled sklizně s průměrnými hodnotami u každé odrůdy a v jednotlivých letech*Table 12.* Summary of harvest and average value of each variety and in each year

Sklizeň ¹⁾ (kg/strom)													
Rok ²⁾	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Průměr ³⁾
Angold	0,59	10,36	0,03	14,55	0,00	10,45	10,91	-	16,64	3,40	17,36	9,55	8,53
Ariane	2,01	8,00	1,33	9,34	0,13	4,00	16,63	-	15,69	4,25	14,44	17,38	8,47
Braeburn	0,98	5,18	1,24	7,50	0,18	1,82	9,09	-	14,73	4,18	15,18	16,45	6,96
Fuji BC 2	0,25	4,96	0,57	5,07	0,43	3,71	6,43	-	15,36	3,14	14,21	14,29	6,22
Fuji Nagafu	0,54	7,67	0,01	11,47	0,07	3,13	12,40	-	15,00	3,00	16,53	9,93	7,25
King Jonagold	0,03	11,27	0,05	9,87	0,63	5,13	12,00	-	17,00	3,33	16,20	16,60	8,37
Lady Silvia	0,95	2,37	5,47	1,80	0,67	3,13	12,87	-	10,67	5,80	14,20	15,27	6,65
Meteor	3,97	8,20	1,47	5,40	0,60	3,67	4,27	-	12,40	3,00	13,73	5,40	5,65
Rubín	0,87	7,38	5,69	6,69	0,15	6,77	14,31	-	14,77	6,08	14,00	14,54	8,30
Rubinstep	0,65	8,60	0,07	9,73	0,13	4,00	11,87	-	17,00	3,00	13,47	16,07	7,69
Selena	2,38	9,87	1,37	10,13	0,13	9,40	16,93	-	16,87	3,27	18,20	8,33	8,81
Šampion	1,94	9,47	2,93	10,00	0,20	6,80	14,80	-	16,87	4,07	16,93	18,33	9,30
Vysočina	0,77	6,93	2,30	9,60	0,40	4,67	17,00	-	17,00	5,00	15,13	15,00	8,53
Průměr³⁾	1,23	7,71	1,73	8,55	0,29	5,13	12,27	-	15,38	3,96	15,35	13,63	7,75

1) Harvest, 2) Year, 3) Average