

**Zkrácená technická dokumentace k softwaru „Zralost  
Jonaprince MicroPhazir“  
Kalibrační model pro stanovení stupně zralosti u odrůdy  
jabloně ‘Red Jonaprince’ pro přístroj MicroPhazir**



**Ing. Martina Šubrtová**

**Autorský kolektiv:**

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

Ing. Martina Šubrtová

Ing. Veronika Danková

**Název:** Zkrácená technická dokumentace k softwaru „Zralost Jonaprince MicroPhazir“

**Vydal:** VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o.  
Holovousy 129, 508 01, Hořice

Vydáno v roce 2019

Kontakt na vedoucího autorského kolektivu: [subrtova@vsuo.cz](mailto:subrtova@vsuo.cz)

Software „Zralost Jonaprince MicroPhazir“ vznikl za finanční podpory Technologické agentury České Republiky jako jeden z výstupů řešení projektu TJ01000175 s názvem „Stanovení stupně zralosti plodů pomocí NIR spektroskopie“.

# Popis softwaru pro stanovení zralosti a kvality jablek odrůdy 'Red Jonaprince'

## Základní informace o softwaru

Software je založený na principu nedestruktivního měření vnitřní kvality jablek pomocí NIR spektrometrie (near infra-red spectroscopy). Tato metoda pracuje s paprskem světla spadajícího do blízké infračervené oblasti spektra. Na základě rozborů jablek pomocí standardních destruktivních metod byly vytvořeny kalibrační modely pro stanovení pevnosti dužniny (penetrace), obsahu pevných rozpustných látek (refrakce), množství titrovatelných kyselin (kyselost) a byla změřena hodnota pH. Každý z těchto vytvořených kalibračních modelů dokáže nedestruktivně určit hodnotu příslušného parametru kvality. A na základě statistických a matematických výpočtů je tento software sloučením predikovaných hodnot kalibr.modelů schopen určit výslednou kvalitu jablek na stupnici 1 (excelentní), 3 (dobré) a 5 (nevyhovující).

## Tvorba a parametry kalibračních modelů

Pro tvorbu kalibračních modelů byly využity jablka odrůdy 'Red Jonaprince' pocházející z experimentálních sadů Výzkumného a šlechtitelského ústavu ovocnářského v Holovousích ve východních Čechách. Vzhledem k meziročníkové variabilitě kvality ovoce byly do pokusu zahrnuty plody ze sklizně v roce 2017, 2018 a 2019 a to jak nezralé plody před ideálním stupněm zralosti, tak i jablka skladovaná v klasickém chlazeném skladu i skladu s ULO technologií (ultra low oxygen) až do doby jejich totálního rozpadu dužniny a ztráty jakosti.

Pro získání primárních dat byly využity standardní destruktivní metody, a to penetrometr firmy LLOYD pro stanovení pevnosti dužniny, refraktometr s označením ORD 45BM od firmy KERN optics pro stanovení obsahu pevných rozpustných látek a titrátor s využitím 0,1 mol/L hydroxidu sodného pro stanovení kyselosti a pH elektroda pro měření pH.

Kalibrační modely jednotlivých analytů pro přístroj MicroPhazir byly vyvinuty pomocí programu Method Generator (Thermo Fisher Scientific Inc., USA). Na základě získané závislosti mezi spektrální informací a složením vzorku byly vytvořeny modely pomocí algoritmu Partial Least Squares (PLS).

Tabulka 1. Charakteristiky jednotlivých kalibračních modelů pro odrůdu 'Red Jonaprince' a přístroj MicroPhazir

$R^2$  = Koeficient determinace (kalibrace), RPD = Výběrová směrodatná odchylka / RMSECV, RMSEC = Střední kvadratická chyba kalibrace, RMSECV = Střední kvadratická chyba predikce

Metoda	Počet bodů v kalibraci	Rozsah měření [nm]	$R^2$	RPD	Počet faktorů	RMSEC	RMSECV
Penetrace	2893	1595-2397	0,4081	1,314	15	1,386	1,386
Refrakce	2949	1595-2397	0,5753	1,487	15	1,026	1,059
Kyselost	983	1595-2397	0,5244	1,355	15	1,017	1,108
pH	979	1595-2397	0,5409	1,383	15	1,153	0,167

## Vyhodnocení

Pro výsledné zhodnocení zralosti a kvality jablek jsou použity hodnoty jednotlivých parametrů předpovězených přístrojem, které jsou korigované koeficienty získanými pomocí diskriminantní analýzy. Výsledkem celého software je informace o kvalitě měřeného jablka na stupnici 1 (excelentní), 3 (dobré) nebo 5 (nevyhovující).

## Charakteristiky přesnosti softwaru a dílčích metod

Tabulka 2 Přesnost jednotlivých kalibračních modelů použitých pro predikci zralosti a kvality jablek

Sledovaný parametr	Průměrná odchylka [%]	Odchylka v jednotkách daných parametrů		
		Průměrná	Minimální	Maximální
Penetrace [kg/cm <sup>2</sup> ]	26,283	1,038	0,011	2,857
Refrakce [° Brix]	4,659	0,662	0,000	2,520
Kyselost [g/L]	86,569	3,570	0,081	8,886
pH	19,675	0,632	0,010	2,841

Tabulka 3 Přesnost zařazení jablka do správné třídy jakosti a zralosti

Zařazení jablek do tříd jakosti a zralosti	%
Správně zařazené kategorie	72,5
Záměna - třída 3 zařazena jako tř. 1 nebo třída 5 jako tř. 3 (posun o třídu nahoru)	15,0
Záměna – třída 1 zařazena jako tř. 3 nebo třída 3 jako tř. 5 (posun o třídu dolů)	0
Záměna – třída 5 zařazena jako tř. 1 (posun o dvě třídy nahoru)	0
Záměna – třída 1 zařazena jako tř. 5 (posun o dvě třídy dolů)	12,5



Obrázek 1 Přístroj MicroPhazir



Obrázek 2 Proces měření jablka

# Vyhodnocovací formulář

Zralost Jonaprince MicroPhazir.xlsx - Excel

**Určování zralosti jablek odrůda 'Red Jonaprince' MicroPhazir**

Pořadové číslo	Datum	Označení vzorku	Opakování	Měření MicroPhazir								Celkové vyhodnocení		Poznámka	
				Měření Průměr Jonaprince [kg/cm <sup>2</sup> ]	Měření Průměr Jonaprince [kg/cm <sup>2</sup> ]	Měření Průměr Jonaprince [°Brix]	Měření Průměr Jonaprince [°Brix]	Měření Průměr Jonaprince [g/L]	Měření Průměr Jonaprince [g/L]	Měření Průměr pH	Měření Průměr pH	SSC/TA (vyjádřený jako poměr)	Průměr SSC/TA		
1	6.12.2019	Test1	1	4,20	16,79	5,9	3,3	2,71					5	Nevyhovující	
			2	3,96	13,9	6,09	3,7	2,28							
			3	4,51	14,05	5,51	3,47	4,00							
			průměr	4,25	14,58	5,13	3,49	3,00							
2	6.12.2019	Test2	1	4,78	13,04	3,69	3,27	3,53					5	Nevyhovující	
			2	4,87	14,85	5,28	3,27	2,70							
			3	3,71	14,22	4,08	3,83	3,43							
			průměr	4,45	13,94	4,28	3,42	3,24							
3			1												
			2												
			3												
			průměr												
4			1												
			2												
			3												
			průměr												
5			1												
			2												
			3												
			průměr												
6			1												
			2												
			3												
			průměr												
7			1												
			2												
			3												
			průměr												
8			1												
			2												
			3												
			průměr												

## Interpretace výsledků

Kategorie		
1	Excelentní	Jablko ve špičkové kvalitě, plnohodnotné pro konzumenty
3	Dobré	Jablko ještě plně nedozrálé do ideální konzumní zralosti nebo Jablko mírně prošlé za svou ideální konzumní zralostí
5	Nevyhovující	Jablko nezralé nebo Jablko přezrálé s rozpadlou dužninou