

**Technická dokumentace k softwaru „Zralost Jonagored  
MicroPhazir“  
Kalibrační model pro stanovení stupně zralosti u odrůdy  
jabloně 'Jonagored' pro přístroj MicroPhazir**



**Ing. Martina Šubrtová**

**Autorský kolektiv:**

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

Ing. Martina Šubrtová

Ing. Veronika Danková

**Název:** Technická dokumentace k softwaru „Zralost Jonagored 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 Jonagored 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 'Jonagored'

## 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 kalibračních modelů dokáže nedestruktivně určit hodnotu příslušného parametru kvality. A na základě statistických a matematických výpočtů je tento software 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 'Jonagored' 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 'Jonagored' 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	2643	1595-2397	0,3845	1,234	15	1,299	1,348
Refrakce	2688	1595-2397	0,5408	1,438	15	1,038	1,074
Kyselost	896	1595-2397	0,5927	1,452	15	0,810	0,893
pH	899	1595-2397	0,4799	1,302	15	0,182	0,175

## 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

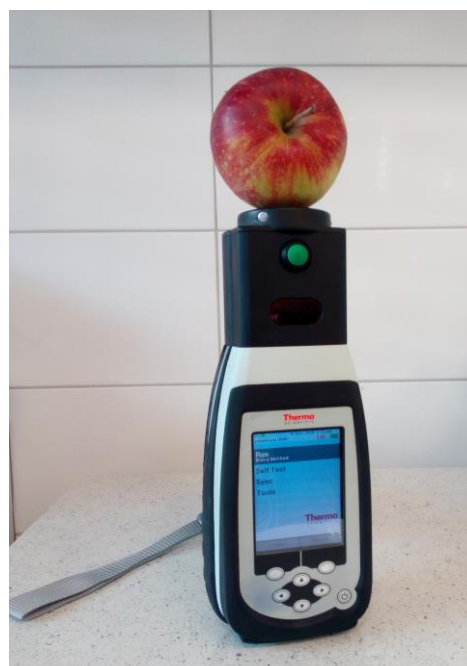
Sledovaný parametr	Průměrná odchylka [%]	Odchylka v jednotkách daných parametrů		
		Průměrná	Minimální	Maximální
Penetrace [kg/cm <sup>2</sup> ]	28,0111	1,158	0,020	5,450
Refrakce [° Brix]	6,024	0,920	0,010	3,000
Kyselost [g/L]	58,926	2,384	0,018	9,242
pH	10,217	0,335	0,001	1,866

Tabulka 3 Přesnost zařazení jablka do správné třídy jakosti a zralosti

Zařazení jablek do tříd jakosti a zralosti	%
Správně zařazené kategorie	57,5
Záměna - třída 3 zařazena jako tř. 1 nebo třída 5 jako tř. 3 (posun o třídu nahoru)	27,5
Záměna – třída 1 zařazena jako tř. 3 nebo třída 3 jako tř. 5 (posun o třídu dolů)	7,5
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)	7,5



Obrázek 1 Přístroj MicroPhazir



Obrázek 2 Proces měření jablka

# Vyhodnocovací formulář

Zralost Jonagored MicroPhazir.xlsx - Excel

Určování zralosti jablek odrůda 'Jonagored' MicroPhazir														
Pořadové číslo	Datum	Označení vzorku	Opakování	Měření MicroPhazir								Celkové vyhodnocení		Poznámka
				Měření Penetrace [kg/cm <sup>2</sup> ]	Průměr Penetrace [kg/cm <sup>2</sup> ]	Měření Břfkalce [°Brix]	Průměr Břfkalce [°Brix]	Měření Kyselost [g/L]	Průměr Kyselost [g/L]	Měření pH	Průměr pH			
1	16.12.2019	Test 1	1	4.21	12.36	1.29	3.63							
			2	4.11	13.46	2.51	3.15							
			3	4.21	14.22	3.5	4.02							
průměr			4.18	13.35	2.43	3.60					5	Nevyhovující		
2	16.12.2019	Test 2	1	3.71	12.93	3.69	3.51							
			2	3.93	13.81	1.94	3.06							
			3	3.59	14.43	3.57	3.52							
průměr			3.74	13.72	3.07	3.36					1	Excelentní		
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														

## 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