

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

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



**Ing. Martina Šubrtová**

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

**2019**

**Autorský kolektiv:**

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

Ing. Martina Šubrtová

Ing. Veronika Danková

**Název:** Technická dokumentace k softwaru „Zralost Jonagored Antaris II“

**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 Antaris II“ 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 vytvořených kalibračních modelů dokáže nedestruktivně určit hodnotu příslušného parametru kvality. A na základě statistických a matematických výpočtů je tento software sloučením predikovaných hodnot z 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 'Jonagored' pocházející z experimentálních sadů Výzkumného a šlechtitelského ústavu ovocnářského v Holovousích ve východních Čechách. Vzhledem k meziročníkové variabilitě kvality plodů byly do pokusu zahrnuty jablka ze sklizně v roce 2017, 2018 a 2019 a to jak nezralá před ideálním stupněm zralosti, tak 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 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 Antaris II byly vyvinuty pomocí chemometrického programu TQ Analyst (Thermo Fisher Scientific Inc., USA). Na základě získané závislosti mezi spektrální informací a složením vzorku byly vytvořeny modely pomocí algoritmu Partial Least Squares (PLS) s úpravou spektra pomocí 1. derivace a Norrisovým derivačním filtrem.

Tabulka 1 Charakteristiky jednotlivých kalibračních modelů pro odrůdu 'Jonagored' a přístroj Antaris II

$R^2$  = 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 [cm <sup>-1</sup> ]	R <sup>2</sup>	RPD	Počet faktorů	RMSEC	RMSECV
Penetrace	2929	10502-4189	0,9179	2,310	22	0,653	0,713
Refrakce	3031	11751-4222	0,9215	2,363	20	0,569	0,620
Kyselost	1001	11413-4100	0,9532	2,521	23	0,418	0,549
pH	995	11987-4234	0,9203	1,847	22	0,116	0,161

## 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 softwaru 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 odrůdy 'Jonagored'

	Průměrná odchylka [%]	Odchylka v jednotkách daných parametrů		
		Průměrná	Minimální	Maximální
Penetrace [kg/cm <sup>2</sup> ]	15,484	0,750	0,007	4,056
Refrakce [° Brix]	3,626	0,546	0,000	1,930
Kyselost [g/L]	8,826	0,348	0,008	1,022
pH	4,065	0,134	0,036	0,356

Tabulka 3 Přesnost zařazení jablka do správné třídy jakosti a zralosti

Zařazení jablek do tříd jakosti a zralosti	%
Správně zařazené kategorie	80,48
Záměna - třída 3 zařazena jako tř. 1 nebo třída 5 jako tř. 3 (posun o třídu nahoru)	10,95
Záměna – třída 1 zařazena jako tř. 3 nebo třída 3 jako tř. 5 (posun o třídu dolů)	7,62
Záměna – třída 5 zařazena jako tř. 1 (posun o dvě třídy nahoru)	0,95
Záměna – třída 1 zařazena jako tř. 5 (posun o dvě třídy dolů)	0



Obrázek 1 Přístroj Antaris II



Obrázek 2 Měření jablka odrůdy 'Jonagored'

# Vyhodnocovací formulář

Zralost Jonagored Antaris II.xlsx - Excel

SOUBOR DOMŮ VLOŽENÍ ROZLOŽENÍ STRÁNKY VZORCE DATA REVIZE ZOBRAZENÍ

Vymout Kopírovat Vložit Kopírovat formát Schránka Písmo Zarovnání Číslo Styly

Callibri 11 Zamovat text Obecný Podmíněné Formátovat formátování jako tabulku

Normal\_Vysl... Normální\_List2 Normální\_Vý...  
Normální\_vzo... Normální\_vzo... Normální

AA40

Určování zralosti jablek - odrůda 'Jonagored' - Antaris II

Pořadové číslo	Datum	Čas	Označení vzorku	Měření Antaris II				Celkové vyhodnocení	Poznámka
				Měření Penetrace [kg/cm <sup>2</sup> ]	Měření Refrakce [°Brix]	Měření Kyselost [g/L]	Měření pH		
1	19.12.2019	9:44:10	Test 1_19.12.2019_09:44:10_av	2,66	13,85	2,18	3,87	1 Excelentní	
2	19.12.2019	9:52:03	Test 2_19.12.2019_09:52:03_av	2,92	14,48	3,46	3,95	1 Excelentní	
3	19.12.2019	9:57:01	Test 3_19.12.2019_09:57:01_av	2,48	14,73	2,46	3,93	1 Excelentní	
4								1 Excelentní	
5								1 Excelentní	
6								1 Excelentní	
7								1 Excelentní	
8								1 Excelentní	
9								1 Excelentní	
10								1 Excelentní	
11								1 Excelentní	
12								1 Excelentní	
13								1 Excelentní	
14								1 Excelentní	
15								1 Excelentní	
16								1 Excelentní	
17								1 Excelentní	
18								1 Excelentní	
19								1 Excelentní	
20								1 Excelentní	
21								1 Excelentní	
22								1 Excelentní	
23								1 Excelentní	
24								1 Excelentní	
25								1 Excelentní	
26								1 Excelentní	
27								1 Excelentní	
28								1 Excelentní	

## 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