

Živiny v jablkách a jablečných listech

Úvod

Měření iontů v listové a ovocné šťávě pomocí měřičů, jako je HORIBA LAQUAtwin, je pro jablka nesmírně důležité. Měření šťávy poskytuje přehled o skutečných živinách pohybujiících se v rostlině, nejen o tom, co je v půdě. Samotné testy půdy jsou nedostatečné, protože dostupnost živin se může denně měnit v závislosti na příjmu vody, fázi růstu a environmentálním stresu. Měřicí přístroje LAQUAtwin mohou měřit K^+ , NO_3^- , Ca^{2+} , Na^+ , pH a EC v plodech, listech, půdě a vodě.

Proč jsou měřiče iontů, pH a elektrické vodivosti nezbytné pro jablečné sady

Moderní produkce jablek již není omezena dostupností hnojiv, ale rovnováhou živin, načasováním a účinností jejich příjmu rostlinami. Poruchy, jako je hořká skvrnitost, korkovitost, špatná skladovatelnost, nadměrný vegetativní růst a kolísavá kvalita plodů, jsou téměř vždy výsledkem nerovnováhy živin, ke které dochází během vegetačního období, nikoli při sklizni. Z tohoto důvodu se nástroje pro měření v reálném čase – měřiče iontů, pH a EC – staly nezbytnými přístroji pro profesionální jablečné farmy.

Proč jsou měření iontů důležitá

Měření konkrétních iontů (K^+ , Ca^{2+} , NO_3^- , Na^+) poskytuje přímý vhled do toho, co strom v daném okamžiku skutečně přijímá a transportuje. Na rozdíl od půdních testů nebo tradiční analýzy listové tkáně odráží měření iontů v míze aktuální fyziologický stav, což pěstitelům umožňuje včas odhalit problémy – často týdny předtím, než se objeví viditelné příznaky nebo dojde k nevratnému poškození plodů.

Mezi hlavní výhody patří:

- Včasná identifikace nerovnováhy K–Ca, která je hlavní příčinou hořké skvrnitosti a poruch při skladování
- Lepší kontrola růstové vitality ovlivněné dusíkem, velikosti plodů a načasování zralosti
- Schopnost aktivně přizpůsobovat programy fertigace a listového hnojení, nikoli pouze reagovat na vzniklé situace
- Snížení plýtvání způsobeného zbytečným hnojením

U odrůd s vysokou hodnotou, jako jsou hrušky Honeycrisp, Golden Delicious a Conference, mohou tato měření znamenat rozdíl mezi prodejným ovocem a významnými ztrátami při skladování.

Proč jsou pH a EC stejně důležité

Zatímco iontové měřiče ukazují, jaké živiny jsou přítomny, pH a EC vysvětlují, proč je příjem živin úspěšný nebo neúspěšný.

- pH řídí dostupnost živin a iontovou konkurenci na úrovni kořenů a listů. I optimální hladiny Ca nebo K jsou neúčinné, pokud podmínky pH omezují absorpci.
- EC (elektrická vodivost) poskytuje rychlý ukazatel celkové koncentrace solí a osmotického stresu. Zvýšená hodnota EC snižuje příjem vody, potlačuje pohyb vápníku a často předchází toxicitě sodíku nebo chloridu.

Společně umožňují měření pH a EC pěstitelům:

- Včas odhalit stres způsobený salinitou
- Diagnostikujte problémy se zavlažováním a hnojením
- Správně interpretujte naměřené hodnoty iontů a vyhněte se nesprávným rozhodnutím

Bez kontextu pH a EC mohou být samotné údaje o iontech zavádějící.

Příprava mízy z jablek nebo jablečných listů

Odběr vzorků

1. Vyberte listy nebo plody
 - U listů: Vyberte zdravé, plně rozvinuté listy z podobných míst.
 - U plodů: Obvykle odebírejte vzorky ovocné šťávy spíše než mízy z listových žilek; to funguje obzvláště dobře u dusičnanů, draslíku, sodíku a vápníku, protože měřiče jsou kompatibilní se šťávou.
2. Extrakce mízy
 - Listy: K vytlačení mízy použijte lis na listové řapíky (např. lis na česnek) nebo malý ruční lis na mízu.

- Jablka: Jablko rozdrťte nebo nakrájete na plátky a zachyťte šťávu; pevné částice odfiltrujte, aby se měřicí přístroj dostal do kontaktu pouze s čirou tekutinou.
- V případě potřeby vzorky zředte deionizovanou nebo destilovanou vodou tak, aby koncentrace iontů spadala do kalibrovaného rozsahu měřidla.

POSTUP KROK ZA KROKEM

Šťáva z jablečných listů (šťáva z řapíku) — doporučená metoda

1 ■ Odběr vzorků

Kdy: Ráno (8–11 hodin), vyhněte se suchu nebo teplotnímu stresu

Které listy:

- Plně rozvinuté listy z prostřední části výhonku
- Vyhněte se nemocným nebo zastíněným listům

Kolik: 20–30 listů na blok nebo odrůdu

Odstraňte řapíky (stopky listů). Listové čepele ředí mizu a zvyšují variabilitu.

Zařízení na extrakci

mízy

- Lis na česnek nebo ruční lis na šťávu
- Čistý plastový kelímek
- Kávoový filtr nebo injekční filtr (volitelně)

Postup

1. Nakrájete řapíky na kousky o velikosti 5–10 mm
 2. Pevně stlačte, aby se extrahovala šťáva
 3. Nasbírejte celkem $\geq 0,5$ ml mízy
- Typický výtěžek: 20 řapíků → ~0,6–1,0 ml mízy.



3 ■ Ředění (DŮLEŽITÉ pro jablka)

Jablečná šťáva je pro měřiče Ca a K obvykle příliš koncentrovaná. Standardní ředění (doporučený výchozí bod):

Měřič	Ředění
NO ₃ ⁻	1:5
K ⁺	1:10
Ca ²⁺	1:10
Na ⁺	1:5

Jak ředit (příklad 1:10)

Vezměte 0,10 ml mízy a přidejte 0,90 ml destilované/deionizované vody. Jemně promíchejte.

Pro přesnost použijte jednorázové pipety nebo injekční stříkačky.

POSTUP KROK ZA KROKEM

Jablečný ovocný džus

Odběr vzorků

- 3–5 reprezentativních jablek
- Vyhněte se poškozenému nebo přezrálému ovoci

Odběr šťávy

1. Ovoce nakrájete (se slupkou)
2. Rozdrťte nebo rozmixujte
3. Filtrujte pevné částice
4. Shromážděte čirý džus

Ředění

- K, Ca: obvykle 1:5 nebo 1:10
- NO₃⁻, Na⁺: často není nutné ředění

Měření

Před měřením je nutné přístroj kalibrovat.

1. Zapněte měřič
2. Opláchněte senzor demineralizovanou nebo běžnou vodou z kohoutku a pečlivě jej osušte papírovým ubrouskem
3. Naneste na senzor trochu roztoku o koncentraci 150 ppm a stiskněte tlačítko CAL
4. Opláchněte senzor demineralizovanou nebo běžnou vodou z kohoutku a opatrně jej osušte papírovým ubrouskem
5. Naneste na senzor trochu roztoku o koncentraci 2000 ppm a stiskněte tlačítko CAL
6. Opláchněte a osušte senzor
7. Naneste extrahovanou mizu nebo šťávu na senzor
8. Počkejte, až se hodnota ustálí (trvá to několik sekund)

OČEKÁVANÉ HODNOTY

Jedná se o typické pracovní rozsahy, nikoli o absolutní standardy dostatečnosti. Jablečná šťáva se výrazně liší v závislosti na:

- Podnoží
- Úrodou
- Zavlažování
- Počasí
- Fáze růstu

Šťáva z řapíku jablonového listu (ppm, mg/l)

Stav	NO ₃ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Na ⁺
Nízký	<400	<1500	<200	
Adekvátní	400–800	1500–3000	200–500	<50
Vysoká	800–1200	3000–5000	500–800	50–150
Nadměrné	>1500	>5000	>800	>150

Jablka mají obecně nižší obsah **dušičnanů** než zelenina.

Vysoký **obsah K** často potlačuje příjem Ca → riziko vzniku hořkých skvrn.

Jablka vyžadují relativně vysoký **obsah vápníku**, zejména v polovině a ke konci sezóny. **Obsah sodíku** by měl být v jablkách velmi nízký.

Jablečný džus (ppm, mg/l)

	Rozsah	Poznámka
NO₃⁻	<50	Vysoký obsah dusičnanů v ovoci je neobvyklý a nežádoucí
K⁺	900–1500	Velmi vysoká hladina K → špatná skladovatelnost
Ca²⁺	20–80	< 40 ppm → riziko vzniku hořkých skvrn
Na⁺	<20	Vyšší hodnoty naznačují zavlažování slanou vodou nebo problémy s půdou

Poznámka: Obsah vápníku v plodech je mnohem nižší než v listové šťávě.

Praktické rozmezí hodnot mízy pro jednotlivé fáze

Níže jsou uvedeny praktické rozmezí hodnot v míze specifické pro jednotlivé fáze, přizpůsobené pro jablka, s využitím měřičů HORIBA LAQUAtwin NO₃⁻, K⁺, Ca²⁺ a Na⁺, s úpravami pro jednotlivé odrůdy tam, kde je to opravdu důležité (zejména u odrůd náchylných k hořkosti).

Jedná se o pracovní cílové rozmezí, nikoli o teoretické úrovně dostatečnosti. Jsou určeny pro rozhodování v sadech, nikoli pro laboratorní diagnostiku.

Šťáva z řapíku listu (ppm, korigováno na ředění)

STANDARDNÍ JABLKA (NÍZKÉ AŽ STŘEDNÍ RIZIKO VZNIKU HOŘKÉ SKVRNY)

Příklady: Gala, Fuji, Braeburn, Elstar

	NO ₃ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Na ⁺
Po odkvětu (10–35 dní po odkvětu)	600–1000	2500–4000	300–600	<50
Časný růst plodů (35–60 DAFB)	500–800	2000–3500	350–650	<50
V polovině sezóny (60–90 DAFB)	300–600	1800–3000	400–700	<50
Před sklizní (2–4 týdny před sklizní)	< 300	1500–2500	450–800	<50

ODRŮDY S VYSOKÝM RIZIKEM HOŘKÝCH JADÉREK

Příklady: Honeycrisp, Golden Delicious, Granny Smith, Jonagold

	NO ₃ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Na ⁺
Po odkvětu (10–35 DAFB)	500–800	2000–3000	400–700	<40
Časná expanze plodů (35–60 DAFB)	400–600	1800–2800	450–750	<40
V polovině sezóny (60–90 DAFB)	250–500	1500–2500	500–800	<40
Před sklizní (2–4 týdny před sklizní)	< 250	1200–2000	550–900	<40

CÍLOVÉ HODNOTY PRO JABLKOVÝ ŠTÁVU (PŘI SKLIZNI)

	NO ₃ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Na ⁺
Požadovaný rozsah	<30	900–1300	> 50	<20
Poměr K:Ca		< 20:1		

Poměr K : Ca (listová šťáva)

Poměr K : Ca (draslík : vápník) v míze jabloňových listů je důležitý, protože výrazně ovlivňuje kvalitu plodů, dobu skladovatelnosti a riziko fyziologických poruch, zejména hořké skvrny a měkké plody.

Fáze	Cíl
Po odkvětu	< 8 : 1
V polovině sezóny	< 6 : 1
Před sklizní	< 4 : 1

Tipy pro jablka a listy

Co měřit

- Listy (míza z řapíku): Vhodné pro rychlé posouzení stavu živin (zejména dusičnanů a draslíku) během vegetačního období.
- Jablečný džus: Vhodný pro rychlou kontrolu kvality (např. obsah draslíku nebo vápníku, který může souviset s kvalitou plodů), ale hodnoty nemusí přímo odrážet fyziologický stav rostliny tak, jako měření mízy.

Konzistence

- Odběr vzorků provádějte ve stejnou denní dobu a za podobných podmínek, aby se snížila variabilita.

Ředění a kompenzace

- Pokud koncentrace iontů překračují rozsah měřidla, vzorek zředte a použijte korekční faktor. Například naměřené hodnoty zředěné rostlinné šťávy je třeba vynásobit poměrem zředění

A co pH a EC?

pH a EC jsou také důležité, ale slouží k mírně odlišnému účelu než měření specifických iontů, jako jsou K⁺, Ca²⁺, NO₃⁻ a Na⁺.

pH (koncentrace vodíkových iontů)

Proč je to důležité:

pH ovlivňuje dostupnost živin. I když aplikujete dostatek Ca nebo K, pokud je pH příliš vysoké nebo příliš nízké, rostlina je nedokáže efektivně přijímat.

Typické rozmezí pro mízu jabloní nebo závlahovou

vodu: Míza: Obvykle 5,5–6,5

Voda pro zavlažování / fertigaci: 6,0–7,0

Extrémní hodnoty pH mohou způsobit:

- Snížený příjem Ca, Mg, Fe, Mn
- Nerovnováhu živin, která může nepřímo ovlivnit vznik hořkých skvrn a růst

Závěr: pH není samo o sobě iontem, ale ovlivňuje, jak dobře může rostlina využívat jiné živiny.

■ EC (elektrická vodivost) Proč je to

důležité:

EC měří celkový obsah rozpustných solí ve vodě nebo míze.

Vysoká hodnota EC ve vodě nebo míze naznačuje solný stres, který může:

- Snížit příjem vody
- Zvýšit akumulaci Na⁺
- narušit příjem K⁺ a Ca²⁺

Typické cílové rozmezí:

Elektrická vodivost listové šťávy: 1–3 mS/cm (liši se podle odrůdy a fáze růstu) Zavlažovací voda: <0,75 mS/cm (preferováno pro jablka)

Použití v praxi:

- Sledujte EC v závlahové vodě a míze současně, abyste včas odhalili solný stres.
- Pokud je EC vysoká, postřiky listů vápníkem mohou být méně účinné – může být nutné upravit zavlažování nebo hnojení.

■ Jak doplňují měření iontů

Parametr	Použití	Kritické pro
K ⁺ , Ca ²⁺ , NO ₃ ⁻ , Na ⁺	Přímý stav iontů	Rovnováha živin, predikce poruch
pH	Dostupnost živin	Zajišťuje, že aplikované živiny mohou být vstřebány
EC	Celkový obsah solí / salinita	Detekuje stres, interferenci Na ⁺

Stručně řečeno:

- Vždy kontrolujte pH a EC zavlažovací vody a mízy.
- Ionmetry + pH/EC = ucelený přehled o stavu živin v rostlinách a riziku stresu.

Výhody přístrojů LAQUAtwin pro jablečné sady

Přístroje HORIBA LAQUAtwin jsou jedinečně vhodné pro použití v sadech, protože kombinují iontově selektivní technologii laboratorní kvality s praktickým využitím v terénu.

Mezi hlavní výhody patří:

- Přímé měření mízy rostlin a ovocné šťávy bez složité přípravy
- Extrémně malý objem vzorku, ideální pro mízu z řapíku

- Rychlé a opakovatelné výsledky, které umožňují přijímat rozhodnutí o řízení ještě též den
- Přesnost specifická pro jednotlivé ionty, umožňující přesné sledování K, Ca, NO₃⁻ a Na
- Přenosné a odolné provedení vhodné pro prostředí ovocných sadů a balíren
- Osvědčená spolehlivost v zemědělství, výzkumu a poradenských službách po celém světě

Důležité je, že měřiče LAQUAtwin umožňují časté monitorování, což je zásadní, protože dynamika živin se rychle mění během fázi po odkvětu, růstu plodů a před sklizní.

Praktický závěr

Jablečné sady, které integrují monitorování iontů, pH a EC, přecházejí od hnojení podle kalendáře k řízení živin na základě dat. To vede k:

- Lepší kvalitu a konzistenci plodů
- Lepším skladovacím výkonem
- Nižším nákladům na vstupy
- Snížení dopadu na životní prostředí
- Větší jistotu při rozhodování o hospodaření

V dnešních nákladných a rizikových systémech pěstování jablek již měřiče iontů, pH a elektrické vodivosti (EC) nejsou pouze volitelnými diagnostickými nástroji – jsou nezbytnými nástroji pro řízení. Platforma LAQUAtwin umožňuje moderním pěstitelům jablek využívat tuto úroveň přesnosti praktickým, cenově dostupným a využitelným způsobem.



Upozornění: Rozpětí hodnot mízy a jejich interpretace uvedené v této aplikační poznámce jsou **pouze orientačními pokyny**. Skutečné optimální hodnoty se mohou lišit v závislosti na odrůdě, podnoži, stáří sadu, úrodě, fázi růstu, klimatu, kvalitě závlahové vody a postupech hospodaření. Analýza mízy by měla být používána jako **nástroj na podporu rozhodování**, nikoli jako samostatná diagnostická metoda. Pro kritická rozhodnutí týkající se hospodaření s živinami by měření mízy měla být interpretována společně s vizuálním posouzením, analýzou půdy, analýzou závlahové vody a pravidelnými laboratorními testy tkání.

