



METODICKÝ POSTUP PRO VYUŽITÍ TECHNOLOGIE AEROPONIE PŘI NOVOŠLECHTĚNÍ A MNOŽENÍ SADBY BRAMBORU

Ing. Milan Čížek, Ph.D.; Mgr. Zuzana Komárková

**CERTIFIKOVANÁ METODIKA
2021**

VÝZKUMNÝ ÚSTAV BRAMBORÁŘSKÝ HAVLÍČKŮV BROD, s. r. o.

KOLEKTIV AUTORŮ

Ing. Milan Čížek, Ph.D.(50%)

Mgr. Zuzana Komárková(50%)

Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o.

Publikaci bylo Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským uděleno osvědčení o uznání metodiky UKZUZ 227682/2021, vydané se souhlasem Odboru vědy, výzkumu a vzdělávání Mze.

OPONENTI

Ing. Václav Čermák, (oponent z odborného orgánu státní správy)

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský,

Národní odrůdový ústav, pracoviště brambor, 582 57 Lípa

Ing. Petr Dvořák, Ph.D., (odborný oponent)

Česká zemědělská univerzita v Praze, FAPPZ, Katedra agrobiologie a rostlinné produkce

Kamýcká 129, 165 00 Praha 6 – Suchbátka, e-mail: dvorakp@af.czu.cz

OBSAH

1. CÍL METODIKY	3
2. VLASTNÍ POPIS METODIKY	3
2.1 Úvod	3
2.2 Výhody a nevýhody aeroponie	6
2.3 Podmínky pro aeroponii u brambor	8
2.3.1 Technické izoláty	8
2.3.2 Živné roztoky, konduktivita, pH, teplota	10
2.3.3 Rostlinný výchozí materiál pro produkci sadby bramboru	14
2.3.3.1 Rostliny tkáňových kultur	14
2.3.3.2 Řízky z matečných rostlin	19
2.3.3.3 Zakořeněné (narašené) hlízy	20
2.3.4 Testování zdravotního stavu	22
2.3.5 Metody skladování minihlízek z postupné sklizně	22
3. OVĚŘENÍ POUŽITÍ SADBY Z AEROPONIE A PK V POLNÍCH PODMÍNKÁCH	23
4. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	25
5. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY	25
6. EKONOMICKÉ ASPEKTY	26
7. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY	27
8. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	28

1. CÍL METODIKY

Cílem certifikované metodiky je rozšířit mezi odbornou zemědělskou veřejností poznatky o technologii aeroponie a její vhodnosti pro množení sadby bramboru. Technologie aeroponie patří mezi tzv. bezsubstrátové technologie, u kterých se předpokládá v budoucnosti široká využitelnost. Produkce minihlízek bramboru technologií aeroponie je velmi rozšířena v zemích, jako jsou Čína, Jižní Korea, Indie, Irán, Rwanda, Brazílie, Peru, z evropských zemí Turecko, Slovinsko, Polsko, zejména z pohledu vysoké výtěžnosti minihlízek. Cílem metodiky je předat odborné zemědělské veřejnosti poznatky o možnostech jejího využití v podmínkách ČR. V metodice jsou uvedeny výsledky ověřování technologie a techniky a technických prvků pro použití aeroponie pro množení sadby brambor.

2. VLASTNÍ POPIS METODIKY

2.1 ÚVOD

Pro množení sadby bramboru je v současné době používána klasická substrátová technologie v polních podmínkách, popřípadě v technických izolátech, jako jsou skleníky, síťovníky, nebo polykarbonátové skleníky, které slouží hlavně pro produkci bezvirózní sadby brambor. Do technických izolátů je vysazován materiál po třítydenním předpěstování ve skleníku. Předpěstované sazenice bramboru v rašelinových sadbovačích se vysazují záhonovým způsobem ručně. Ve výše zmíněných technických izolátech je třeba zajistit zálivku, ochranu proti vektorům chorob a preventivní postřik fungicidními prostředky proti plísni bramboru. Sklizeň hlíz se provádí ručně po úplném zaschnutí natě. Z jedné vysazené rostliny je možné získat 3–5 hlíz sadbové velikosti. Tato technologie množení sadby je velmi náročná na lidskou práci a na ochranu rostlin bramboru proti škodlivým činitelům.

Rozvojem explantátových technik bylo umožněno množení pomocí tkáňových kultur. Pro uchování genetických materiálů bramboru je využívána kultivace *in vitro*, při které jsou používány tkáňové kultury. Tyto rostliny jsou pěstovány v živném médiu v kultivačních místnostech se stanovenou teplotou a fotoperiodou. Z jedné rostliny je možné získat 3–6 dalších rostlin vhodných pro množení. Rostliny bramboru, pěstované touto technologií s využitím médií, mají zvýšené nároky na vodu, přípravky na ochranu rostlin, jejich růst a vývoj je pozvolnější a jsou náchylnější k infekci škodlivými činiteli bramboru.

Bezsubstrátovou alternativou pro množení sadby se zdá být vhodná metoda aeroponie, která je rozšířena hlavně v některých asijských zemích a v zemích Jižní Ameriky.

Název aeroponie pochází z Aero (air) + ponics (work) – původně v řeckém jazyce, což dá se volně přeložit jako „práce ve vzduchu“. Patří mezi tzv. bezsubstrátové technologie. Nejstarší zprávy o aeroponii pocházejí ze čtyřicátých a padesátých let 20. století, kdy byly výzkumné práce věnované této nové technologii zaměřeny na citrusy, avokádo, jabloně, kávu a rajčata (STONER, 1983). V 90. letech bylo v Jižní Koreji provedeno několik pokusů o přizpůsobení technologie pěstování brambor. Od té doby existuje mnoho studií o používání aeroponie pro produkci brambor.

V 90. letech 20. stol. proběhl výzkum NASA k otestování 2 aeroponických systémů (orbitální stanice MIR, kontrola na Zemi). NASA dále financovala výzkum a vývoj nových pokročilých materiálů ke zlepšení spolehlivosti aeroponie a snížení nákladů na opravy a údržbu.

Od té doby se metoda aeroponie velmi rozšířila v zemích, jako jsou Čína, Jižní Korea, Indie, Irán, Rwanda, Brazílie, Peru, z evropských zemí Turecko, Slovinsko, Polsko, zejména z pohledu vysoké výtěžnosti minihlízek u této technologie.

Aeroponie má předpoklady zlepšit produkci a snížit náklady ve srovnání s konvenčními metodami nebo hydroponií – jinou bezsubstrátovou technologií. Aeroponie využívá efektivně vertikální prostor skleníku a bilanci vzdušné vlhkosti pro optimalizaci vývoje kořenů, hlíz a natě (OTAZÚ, 2010).

Aeroponie je technologickou alternativou pro produkci minihlízek při množení sadby bramboru (RYKACZEWSKA, 2016). Je to metoda kultivace rostlin bez využití médií. U brambor se uplatňuje zejména při novošlechtění a množení sadby bramboru. Důvodem je snaha o minimalizaci počtu cyklů polního množení díky jeho nízké efektivitě a riziku infekce sadby původci chorob spojené s mnoha cykly polního přemnožování (CHIIPANTHENA *et al.*, 2013).

Aeroponie využívá technologii výživy rostlin vzdušným aerosolem s obsahem živin, který je rozprašován v pravidelných intervalech do kořenové zóny. Kořenové systémy jsou neustále dokonale okysličené, což vede k intenzivní respiraci kořenových tkání a zrychlení metabolismu. Výsledkem je intenzivní tvorba biomasy, kořenových systémů i nadzemních orgánů rostlin, včetně minihlízek (MUTHURA *et al.*, 2016).

Za účelem optimalizace aeroponických systémů bylo studováno mnoho faktorů ovlivňujících růst rostlin, jako je teplota kořenové zóny, pH, vodní stres, přívod dusíku, elektrická vodivost živného roztoku, hustota rostlin a intervaly sklizně a přerušování dodávky živin (FARRAN a MINGO-CASTEL, 2006). Aeroponie je omezena vyšší citlivostí ke změnám teploty a vlhkosti, poruchami, ke kterým může dojít v důsledku zablo-

kování postřikovacího systému, usazováním přebytečných solí, selháním kontrolního systému, což může způsobit úplnou ztrátu produkce (TIERNO *et al.*, 2014).

Délka pěstebního cyklu u brambor je odrůdově specifická a přibližně o 1-2 měsíce delší než při pěstování v polních podmínkách, minimální doba bývá 4 měsíce. V průběhu roku je možné realizovat více aeroponických cyklů. Aeroponický cyklus u brambor je možné orientačně rozdělit na výsadbu výchozích rostlin; aklimatizaci rostlin bez viditelného růstu nadzemních orgánů (0-3 týdny po výsadbě); intenzivní tvorba biomasy; počátek tuberizace; intenzivní tuberizace starších porostů. Hlízy jsou postupně sklizeny po dosažení požadované velikostní kategorie (1-3 cm). Sklizeň probíhá až do fáze přestárnutí aeroponických rostlin.

Technologie aeroponie je dle WANG *et al.* (2017) nejlepší dostupnou technologií pro produkci sadbových hlíz (minihlízek). Produkce minihlízek brambor prostřednictvím aeroponie se praktikuje po celém světě. V Asii, Evropě, Latinské Americe také pro výzkumné účely a komerční produkci sadby (MATEUS-RODRIGUEZ *et al.*, 2013).

Dle MUTHONI *et al.* (2011) aeroponický systém potřebuje úplné hodnocení, pokud jde o produktivitu, ziskovost a udržitelnost; je nezbytná srovnávací analýza nákladů mezi aeroponií a konvenčními metodami z hlediska jednotkových nákladů na hlízu.

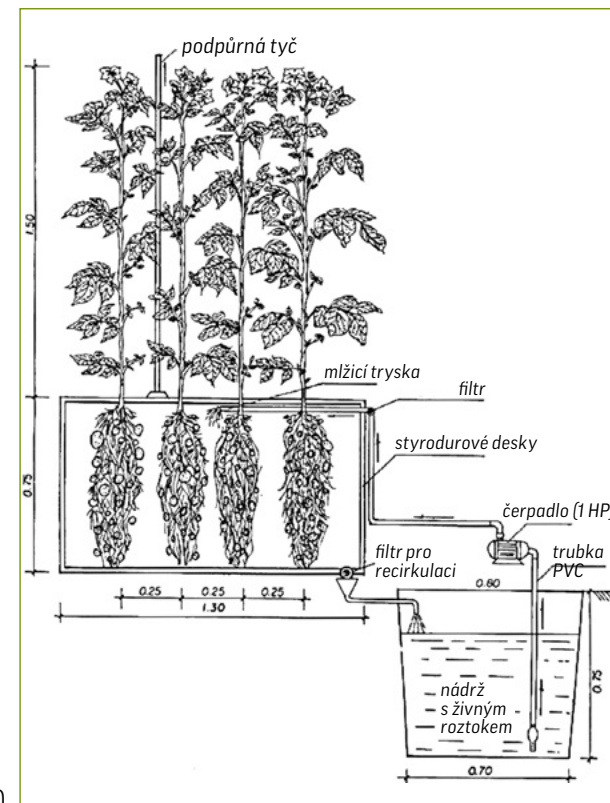
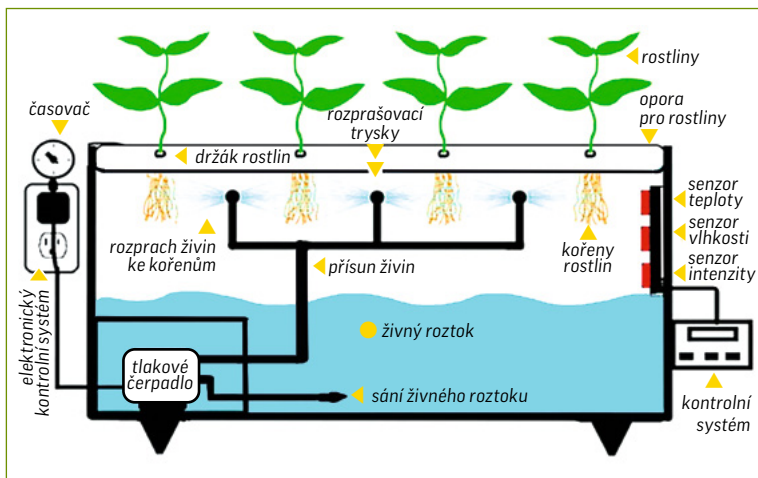


Schéma aeroponického systému pro pěstování sadby brambor (OTAZÚ, 2010)



Aeroponická technologie pěstování rostlin s elektronickým kontrolním systémem (LAKHIAR et al., 2018)



Aeroponie a NASA (Hydroponics gardening 2014)

2.2 VÝHODY A NEVÝHODY AEROPONIE

Aeroponické systémy mají následující výhody

- aeroponie optimalizuje provzdušňování kořenů, což vede k větší produkci minihlízek oproti klasické hydroponii,
- aeroponie používá málo vody, což je 1/10 až 1/30 vody použité v polní produkci stejného množství brambor,
- dochází k dobré recirkulaci živin, kontrole živin a pH,
- možnost vícenásobné sklizně jedné plodiny a zrychleného kultivačního cyklu díky zvýšené rychlosti růstu a zrání (LAKHIAR et al., 2018),

- není nutná žádná sterilizace pěstebního média, čímž se minimalizují náklady. V aeroponických systémech nejsou žádné choroby přenášené půdou, plevel a hádátka.
- intenzivní produkce na malém prostoru, tj. více rostlin na jednotku plochy, a tedy vyšší výnosy (minihlízek bramboru),
- podle MUTHONI et al. (2010) a CIP (2010) je metoda až desetkrát účinnější než u konvenčních technik,
- minihlízky lze sklízet v jakékoli velikosti, kterou uživatel potřebuje, od 1 do 30 g. Postřik hnojiv přímo na kořeny umožňuje, aby růstová fáze pokračovala po dobu více než 180 dnů bez přerušení, k čemuž u konvenčních technik nedochází,
- sklizeň minihlízek v aeroponických systémech je pohodlná, čistá a umožňuje větší kontrolu velikosti prostřednictvím postupné sklizně.

Aeroponický systém používá recirkulaci živného roztoku, proto se používá omezené množství vody. Dle GOPINATH et al. (2017), je pro 1 kg rajčat pěstovaných tradičně potřeba 200–400 l vody, v hydroponii 70 l a v aeroponii pouze 20 l vody. Dle NASA (2006) mají aeroponické systémy řadu výhod: snižují mzdové náklady, spotřebovávají méně vody o 98%, hnojiv o 60%, pesticidů a herbicidů o 100% a maximalizují výnosy rostlin o 45% až 75% oproti hydroponii.

Mezi nevýhody technologie aeroponie patří

- plná závislost na elektrické energii, jakékoliv výpadky mohou způsobit nevratné škody (OTAŽÚ, 2010), je nutné instalovat bezpečnostní systémy (alarmy),
- aeroponické systémy mají vyšší odborné nároky na obsluhu, je to pracné a nákladné, například sázení rostlin, ruční sklizeň apod.,
- citlivost na změny teploty a vlhkosti; ideální teplota by měla být 18 až 22 °C během dne a 14 až 18 °C v noci,
- pro tvorbu minihlízek je třeba absolutní tma, což může být problém, protože strany aeroponických jednotek jsou pravidelně otevírány, aby bylo možné sledovat růst kořenů, stolonů a sklízet minihlízky,
- počáteční náklady na aeroponii (start-up costs) jsou vysoké. Postavit jednoduchý systém schopný vyprodukovat 80 000 minihlízek za rok stojí asi 24 000 dolarů (MBIYU et al., 2012).
- aeroponie nedosahuje dobrého výkonu v teplém prostředí, pokud není implementována s drahým chladicím zařízením, které výrazně zvýší náklady na produkci,
- samozřejmostí je dodržování striktních hygienických opatření pro zabránění kontaminace škodlivými činiteli (patogeny) brambor.

2.3 PODMÍNKY PRO AEROPONII U BRAMBOR

Aeroponické jednotky je nutné instalovat do technického izolátu – skleníku, síťovníku nebo polykarbonátového izolátu zejména kvůli sterilitě vnitřního prostředí. Instalace do venkovního prostředí není vhodná. Sterilita vnitřního prostředí technického izolátu je nutná pro ochranu proti napadení porostů chorobami a škůdci brambor (rychlé šíření v porostech), zvýšené míře citlivosti aeroponických rostlin při použití chemické ochrany a riziku tzv. kritického selhání systému. Normální konstrukce skleníku by měla poskytnout bezpečné prostředí pro produkci brambor, s minimální investicí na řízení klimatu. To umožní udržet náklady na produkci na co nejnižší úrovni. Prostor by mělo chránit rostliny bramboru před škůdci a negativními klimatickými faktory. V podmínkách ČR (VÚB Havlíčkův Brod) byly aeroponické jednotky instalovány do klasického skleníku s podezdívkou. Větrací otvory jsou chráněny proti škůdcům bramboru (mšicím, molicím, třásněnkám apod.) sítí proti mšicím. Skleníky jsou vybaveny vnitřním rozvodem vody, vytápěny zemním plynem. Část skleníku s vlastními aeroponickými jednotkami je oddělena předkomorou. Ta slouží k zajištění striktních hygienických opatření pro zabránění kontaminace a zároveň oddělení od ostatních prostor uvnitř skleníku.

2.3.1 Technické izoláty

K otestování využití technologie aeroponie pro produkci ozdravené sadby brambor v aeroponických jednotkách byla tato metoda porovnána s konvenční metodou substrátového pěstování v polykarbonátovém izolátu.

Aeroponické jednotky VÚB Havlíčkův Brod (AJ, 2 ×)

Jedná se o tunely, sestavené z kovové konstrukce, jejichž vnější vrstvu tvoří desky z extrudovaného polystyrénu. V polystyrenových deskách na vrchní straně tunelu jsou vytvořeny otvory ve vzdálenosti 0,25 m. Do každého otvoru je umístěna jedna rostlina. Aeroponická jednotka zabírá plochu 19,7 m². Může být do ní umístěno celkem 265 rostlin. Vnitřní část tunelu je tvořena gumovou podlahou s odtokovými kanálky a černou fólií na bočních stranách, která zabraňuje průniku světla ke kořenům rostlin umístěných v aeroponické jednotce. Na vnitřní horní straně aeroponického tunelu jsou umístěny hadice s tryskami, které distribuují živný roztok ke kořenům rostlin. Živný roztok dále odtéká odtokovými kanálky do zásobní plastové nádrže na živný roztok. Nádrže jsou umístěny pod zemí z důvodu přirozeného chlazení. Odtud je pomocí čerpadla v určitých intervalech živný roztok čerpán zpátky do aeroponických tunelů, kde je pomocí trysek rozstříkovan na rostliny. Živné roztoky v nádržích jsou chlazeny pomocí chladičů. Systém provozu čerpací stanice je řízen od poklesu tlaku v potrubní síti

(tlakový spínač). K odstranění mechanických nečistot, které by bránily provozu systému, je za čerpadlo zařazen diskový filtr; řízení systému zajišťuje ventil s automatickým ovládním s časovačem doby rozstříku živného roztoku. Rostliny brambor v aeroponické jednotce jsou proti slunečnímu svitu chráněny stíněním umístěným na boku skleníku a k vedení nadzemních částí rostlin slouží síťovina, upevněná na kovové konstrukci.

VÚB Havlíčkův Brod získal v roce 2021 Užitečný vzor s názvem *Zařízení pro množení bramborové sadby* (které využívá aeroponické jednotky).



Obr. 1: Aeroponická jednotka VÚB Havlíčkův Brod

Polykarbonátový izolát (PK)

Rozměry polykarbonátového izolátu jsou 6 × 24 m. Jedná se o robustní široký polykarbonátový skleník dodávaný jako lehce manipulovatelná stavebnice. Konstrukce je složena z nosných oblouků a spojena podélnými trubkami. Jednotlivé profily jsou do sebe zasunuty. Čela skleníku mají dvoudílné dveře, které lze spojit západkou v jeden celek. Polykarbonátový skleník nepotřebuje žádnou podezdívku, protože konstrukce skleníku je připravena na zapuštění do země. Polykarbonátové skleníky významně omezují pro-

pustnost UV záření (s ohledem na zvolenou tloušťku desek), ale naopak propustnost světla je v průměru kolem 75%.

Uvnitř jsou připraveny záhony z profesionálního substrátu pro dopěstování rostlin, je aplikována každodenní závlhka, pod stropem jsou umístěna čidla, která měří teplotu a vlhkost uvnitř polykarbonátového skleníku. Před zahájením přesazování rostlin do PK je aplikován mletý vápenec na desinfekci půdy, a sice v dávce 0,25 kg/m². Během vegetace jsou porosty brambor ošetřeny insekticidy (mšice + mandelinka) a fungicidy (plíseň bramboru). Výsadba a sklizeň brambor je prováděna ručně.



Obr. 2: Polykarbonátový izolát VÚB Havlíčkův Brod

2.3.2 Živné roztoky, konduktivita, pH, teplota

Všechny plodiny mají svoji optimální potřebu živin. Každá odrůda bramboru může vyžadovat odlišný živný roztok. To závisí také na chemické kvalitě vody a živinách používaných pro přípravu živného roztoku. Pokud přidáváme živiny do vody, elektrická vodivost se zvyšuje. Obecně bychom měli mít vodivost do 2,0 milisiemensů na cm (mS/cm), pokud chceme zabránit problémům s fytotoxicitou. ANDRADE-PIEDRA *et al.* (2019) uvádí jako optimální hodnotu konduktivity 1,5–2,5 mS/cm a pH mezi 6,5–6,8 (mírně kyselé). U hydroponie a aeroponie jsou zdrojem živin obvyklá hnojiva, která lze nalézt na trhu, případně chemické sloučeniny, které se používají v laboratorních podmínkách.

Ve VÚB Havlíčkův Brod je k přípravě živného roztoku a k doplňování vody v nádržích používána voda z vlastního hlubinného vrtu, která se využívá i k závlaze rostlin v polykarbonátu a ve sklenících při konvenčním pěstování v substrátu. Dle OTAZÚ (2010) je pro aeroponii vhodná voda s konduktivitou do 0,700 mS/cm. Námi použitá voda má hodnotu 0,597 mS/cm. PH vody se pohybuje kolem hodnoty 6,2. Tato hodnota je mírně nižší než minimální vyhovující hodnota pro pH pitné vody v ČR (6,5–9,5). Ovšem pro využití při pěstování brambor v aeroponii je toto pH plně vyhovující (brambory vyžadují spíše kyselejší živný roztok při pěstování v aeroponii).

Do každé aeroponické jednotky VÚB Havlíčkův Brod byly použity odlišné živné roztoky, označené jako živný roztok 1 a živný roztok 2. Účelem bylo zjištění vlivu složení živného roztoku na růstové parametry a výnos minihlízek bramboru. V živném roztoku 1 byla použita vícesložková komerční speciální hnojiva pro hydroponii a aeroponii. Živný roztok 2 byl namíchan dle OTAZÚ (2010), doplněný o hnojivo Bio Nova MicroMix. Složení živných roztoků:

Živný roztok 1

- NPK 3-1-6 (FloraGro, %): N – 3,0; P₂O₅ – 1,0; K₂O – 6,0; MgO – 0,8.
Dávkování: 1,8–0,8 ml na 1 l vody (dle růstové fáze).
- NPK 5-0-1 (FloraMicro, %): N – 5,0; K₂O – 1,3; B – 0,01; CaO – 1,4; Cu (EDTA) – 0,01; Fe (EDTA) – 0,12; Mn (EDTA) – 0,05; Zn (EDTA) – 0,015; Mo – 0,002.
Dávkování 1,2–2,0 ml/l vody (dle růstové fáze).
- NPK 0-5-4 (FloraBloom, %): P₂O₅ – 5,0; K₂O – 4,0; MgO – 3,0; SO₃ – 5,0.
Dávkování 0,6–2,4 ml/l vody (dle růstové fáze).
- NPK 0-6-5 (Ripen, %): P₂O₅ – 6,0; K₂O – 5,0; SO₃ – 5,0.
Dávkování 5 ml na 1 l vody (po odkvětu).

Dávkování se během vegetační sezony měnilo v závislosti na vývojové fázi rostlin a na výši konduktivity. Dávkování roztoku cca do nasazení pupat a do počáteční fáze kvetení: FloraGro 2 ml/l, FloraMicro 2 ml/l, FloraBloom 1,5 ml/l. Ve fázi pozdního kvetení bylo dávkování: FloraGro 0,8 ml/l, FloraMicro 1,6 ml/l, FloraBloom 2,4 ml/l. Po odkvětu bylo aplikováno hnojivo Ripen v dávce 5 ml/l vody.

Živný roztok 2

Roztok dle OTAŽÚ (Manual on quality seed potato production using aeroponics, International Potato Center, 2010).

- **Složení živného roztoku** dle OTAŽÚ (2010): Dusičnan vápenatý 0,63 g/l, Síran hořečnatý 0,47 g/l, Síran draselný 0,33 g/l, Dusičnan draselný 0,32 g/l, Dusičnan amonný 0,034 g/l, Kyselina fosforečná 59% 0,14 ml/l, Fe (EDTA) 0,009 g/l (chelát železa 6%). Doplněno o mikroprvky (%) ve složení: B – 0,6; Cu (EDTA) – 0,17; Fe (EDTA) – 3,48; Mn (EDTA) – 0,68; Mo – 0,02 a Zn (EDTA) – 0,44 (hnojivo Bio Nova MicroMix, dávkování 0,25 ml/l vody).

Tyto dávky živného roztoku byly použity v období od přesazení do aeroponické jednotky do 20 dnů po výsadbě, kdy byla z důvodu zhoršeného prospívání rostlin zvýšena dávka dusičnanu amonného na hodnotu 0,26 g/l a naopak snížena dávka dusičnanu draselného na hodnotu 0,03 g/l. Toto dávkování zůstalo stejné až do ukončení sezony, pouze od 68. dne po výsadbě bylo zvýšena dávka chelatovaného železa z 0,009 g/l na 0,018 g/l.

V každé nádrži živného roztoku byla 3× týdně měřena konduktivita (vodivost) živného roztoku a pH (pH – konduktometrem). Po změření byly následně hodnoty upravovány. Konduktivita byla upravována přidáním hnojiva a pH pomocí 40% kyseliny dusičné nebo 60% kyseliny fosforečné. Konduktivita byla upravována na hodnotu od 0,9 mS/cm na začátku pokusu až do hranice přibližně 2,0 mS/cm na konci pokusu. Při pH nižším než 5,5 je vývoj řady rostlin zpomalen. Příliš nízká úroveň pH navíc zabraňuje rostlinám vstřebat některé látky, zejména fosfor, vápník a hořčík. Je-li pH příliš vysoké, dochází opět k nedostatečnému vstřebávání některých látek. Např. příjem fosforu je při hodnotách nad 6,5 již znatelně snížen a může docházet k přehnojení rostlin, protože nejsou schopny dodávané látky zpracovat. Hodnota pH byla v průběhu vegetačního cyklu upravována na hodnoty mezi 5,5–6,5.

Doba rozstříku živného roztoku na kořeny rostlin bramboru může být dle různých autorů rozdílná. V podmínkách VÚB Havlíčkův Brod se osvědčila optimální doba rozstříku 2 minuty a 3 minuty pauza. Rostlinám tento interval vyhovuje, nedochází k jejich vadnutí ani přemokření. Interval je ovládán časovačem rozstříku, umístěným v čerpací stanici aeroponické jednotky.

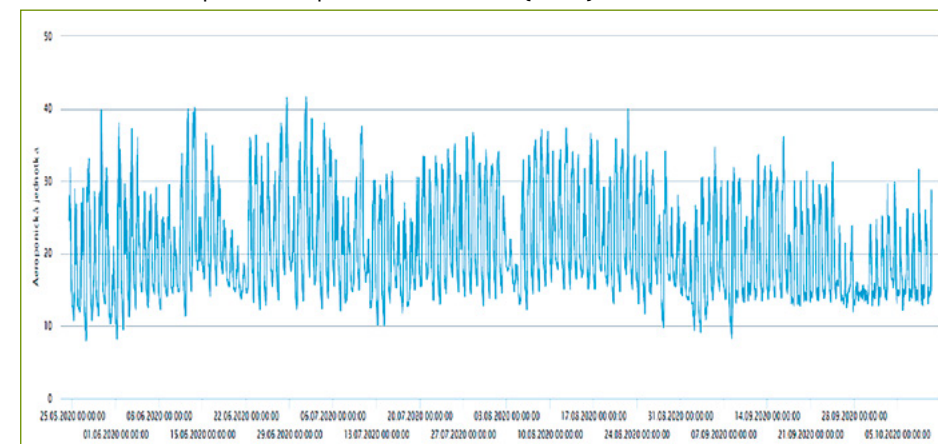
Teplota byla měřena pravidelně pomocí čidel vlastní meteorologické stanice. Teploty byly měřeny celkem na sedmi místech, a sice v zásobních nádržích na živný roztok (nádrž 1 a nádrž 2), přímo v aeroponických jednotkách (tunelech), v aeroponickém skleníku a v polykarbonátovém skleníku (PK). V tab. 1 jsou zaznamenány průměrné, nejvyšší a nejnižší teploty.

Tab. 1: Průměrné, minimální a maximální teploty v jednotlivých objektech (2018–2021)

(°C)	Aeroponický skleník	AJ1	AJ2	Nádrž 1	Nádrž 2	PK
Minimální teplota	8,0	11,0	10,7	10,6	10,5	1,9
Maximální teplota	41,6	28,2	27,5	20,5	19,7	45,7
Průměrná teplota	20,9	17,6	17,2	16,3	16,1	19,5

Zásadní je teplota živného roztoku, která by se měla pohybovat v rozmezí 15,0 až 20,0 °C. ANDRADE-PIEDRA (2019) k tomu uvádí, že v aeroponickém systému lze regulovat teplotu živného roztoku pomocí vodního chladiče, který udržuje teplotu v průměru 15,0 °C, což je ideální pro produkci bramborových hlíz. Tyto chladiče jsou ve VÚB Havlíčkův Brod v provozu od roku 2019 (viz průměrné teploty v nádrži 1 a 2, tab. 1). Stejný autor uvádí optimální teplotu uvnitř aeroponických modulů pro zahájení tvorby hlíz v rozmezí 16,0 °C až 19,0 °C. V podmínkách VÚB Havlíčkův Brod z důvodu vnějších podmínek minimální teplota dosahovala hodnot kolem 11 °C a to zejména na začátku pokusu (vegetace). V tab. 1 jsou znázorněny hodnoty teplot v roce 2020, kdy byl vývoj rostlin v AJ opožděn.

Graf 1: Průběh teplot v aeroponickém skleníku (2020)



Prodloužení sezony (vegetačního cyklu)

Čím delší vegetační cyklus, tím se tvoří a dozrává více hlíz, snahou je proto prodloužit sezonu co nejvíce. Mezi důležité činitele, kterými lze ovlivnit délku sezony, patří teplota živného roztoku, která by neměla dlouhodobě vystoupit nad 20 °C. V našich podmínkách je pro udržení těchto hodnot potřeba instalovat chladiče. Dalším neméně důležitým činitelem je **dobrá ochrana proti škůdcům, zejména mšicím**. Jejich výskyt

se v technickém izolátu dá monitorovat a regulovat aplikací insekticidů, podobně jako v polních podmínkách. V letech 2018 a 2019 byla snaha o jejich likvidaci neúspěšná, na rozdíl od roku 2020 a 2021, kdy díky opakovaným zásahům přípravky s účinnými látkami cypermetrin a spirotetramat byl jejich výskyt redukován na minimum.

2.3.3 Rostlinný výchozí materiál pro produkci sadby bramboru

Pro pěstování rostlin v aeroponických systémech je vhodné používat zdravý rostlinný materiál, tzn. rostliny bez viditelných příznaků virových či bakteriálních chorob, bez přítomnosti škůdců, v dobrém fyziologickém stavu. Důležitý je dobře vyvinutý kořenový systém. V pokusu VÚB Havlíčkův Brod byly použity výchozí rostlinné materiály pro tři odrůdy brambor: Adéla (raná, R), Zuza (poloraná, PR) a Ornella (polopozdní, PP). V letech 2018 a 2021 byly využity pouze rostliny tkáňových kultur (*in vitro* rostliny, TK), v letech 2019 až 2020 navíc řízků z matečných rostlin a narašené hlízy. Výsadba výchozích materiálů do aeroponických jednotek a polykarbonátu, jako porovnání k pokusu v aeroponii, proběhla 25 až 30 dní po výsevu do perlitu. Hustota rostlin v aeroponických jednotkách byla 25/m². V průběhu vegetačního cyklu byly v pravidelných intervalech prováděny nedestruktivní metody hodnocení. Vliv odrůdy a živných roztoků byl sledován u kořenů (délka v m), stolonů (délka v m), výšky rostlin (v m, včetně PK). K hodnocení byla využita vlastní stupnice hodnocení (1–6, pro kořeny a stolonu, 1–8, pro výšku rostlin). Dále byl hodnocen počet minihlízek podle jednotlivých odrůd.

Výška rostlin se v aeroponických jednotkách pohybovala od 0,61 m do 1,80 m. V PK se průměrné hodnoty pohybovaly v rozmezí 0,81–1 m. Rostliny umístěné v AJ byly statisticky průkazně vyšší oproti rostlinám v PK.

Délka kořenů (AJ) se pohybovala v širokém rozmezí od 0,40 m do 1 m, u TK byly kořeny ve dvou letech delší než 1 m.

Délka stolonů (AJ) se pohybovala ve velmi širokém rozmezí, od 0,21 m až 1 m. Nejméně stolonů a hlíz měly zakořeněné řízků, u TK se sice tvořily později, ale byly nejvíce rozvětvené.

Dle dosažených výsledků v letech 2019 a 2020 byly rostliny tkáňových kultur vyhodnoceny jako nejvíce vhodný výchozí materiál. Proto tomuto materiálu bude věnováno nejvíce prostoru.

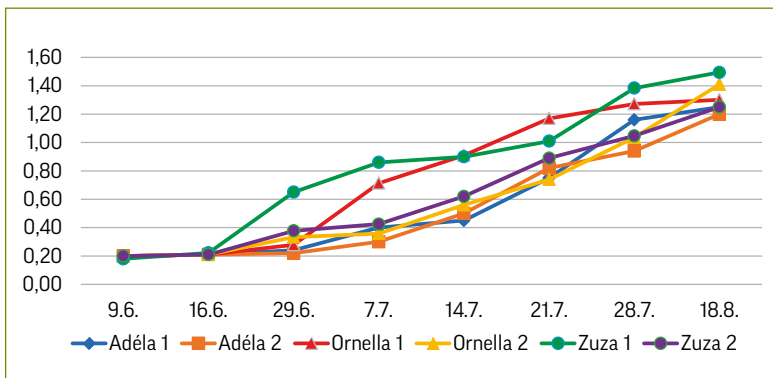
2.3.3.1 Rostliny tkáňových kultur (TK)

Ve sterilních podmínkách byly rostliny bramboru namnoženy metodou nodálních řízků s použitím živné půdy MS (MURASHIGE & SKOOG, 1962) s 30 g sacharózy a 8 g agaru – dávka na 1000 ml. Rostliny byly kultivovány při fotoperiodě 16 hodin světlo,

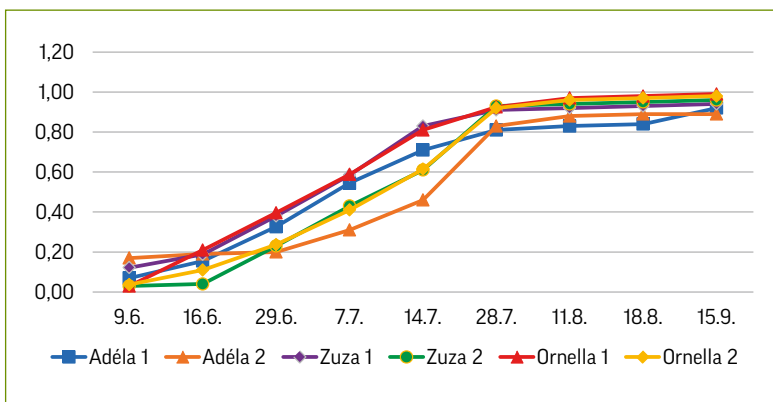
8 hodin tma s teplotou 20 °C a intenzitou osvětlení 3500 luxů. Po získání dostatečného množství rostlin byly rostliny přesazeny do perlitu, který byl až do přemístění rostlin do aeroponických jednotek a polykarbonátu (po 26–37 dnech) udržován dostatečně vlhký. Před přemístěním rostlin do aeroponických jednotek bylo potřeba odstranit perlit z kořínků rostlin, aby nedocházelo k uvolnění perlitu do aeroponického systému. Perlit byl odstraněn pečlivým vymytím kořínků ve vodě. Hned na to byly rostlinky přemístěny, aby nedošlo k uvadnutí rostlin. Vývoj délky kořenů a stolonu a výšky rostlin mezi jednotlivými odrůdami a AJ byl velmi podobný (viz následující grafy) ve všech hodnocených letech. V následujících grafech jsou pro příklad znázorněny sledované charakteristiky pro rok 2020.



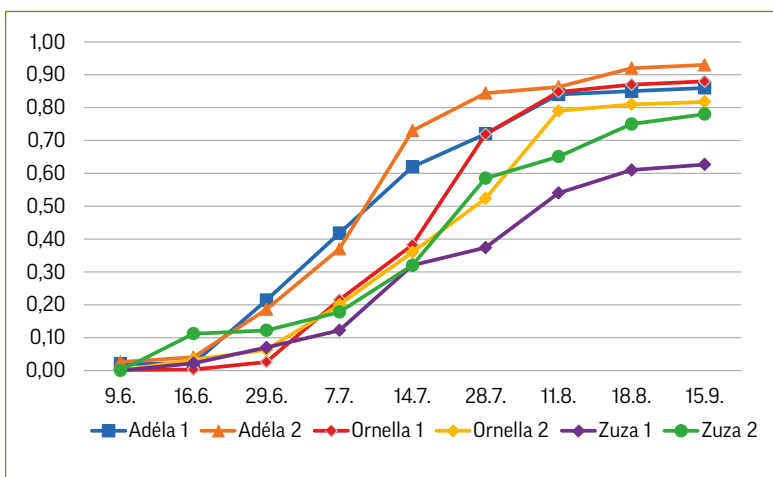
Obr. 3: Rostliny TK brambor přesazené do perlitu



Graf 2:
Vývoj výšky
rostlin
TK brambor
v aeroponii
(2020, m)



Graf 3:
Vývoj délky
kořenů
rostlin
TK brambor
v aeroponii
(2020, m)



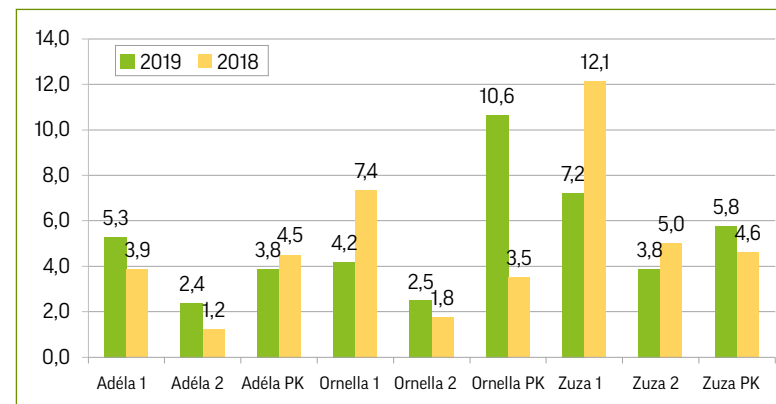
Graf 4:
Vývoj délky
stolonů
rostlin
TK brambor
v aeroponii
(2020, m)

Počet minihlízek

V roce **2018** docházelo vlivem vysoké teploty živného roztoku (nad 20 °C) k předčasnému uhnívání stolonů a k omezené tuberizaci. Počet hlíz byl vyšší u všech odrůd v AJ1 oproti AJ2. V AJ1 bylo použito konvenční hnojivo, v AJ2 hnojivo upravené dle OTAZÚ. V rámci jednotlivých AJ se nejméně hlíz vytvořilo u odrůdy Adéla, a to jak v AJ1 (3,9 hlízky na rostlinu), tak v AJ2 (1,2 hlízky na rostlinu). Naopak nejvíce hlíz se v obou AJ vytvořilo u odrůdy Zuza – AJ1 (12,1 ks/rostlina), AJ2 (5,0 ks/rostlina). Ornella vytvořila v AJ1 7,3 hlízky na rostlinu a v AJ2 4,4 hlízky na rostlinu. V porovnání s kontrolou v polykarbonátu pouze Ornella a Zuza v obou aeroponických jednotkách vytvořily více hlíz.

Počet hlíz v roce **2019** byl ovlivněn drobnými technickými problémy ke konci sezony a zejména masivním náletem mšic na rostliny, které se i přes aplikaci postřiku nepovedlo zlikvidovat a došlo tedy k předčasnému ukončení sezony, kdy bylo nasazeno velké množství hlíz. U všech odrůd bylo sklizeno více hlíz v AJ1 oproti AJ2 (komerčně vyráběné hnojivo vs. namíchaný roztok). Vývoj rostlin v AJ2 byl opožděnější než u AJ1, proto došlo i k pozdější tvorbě hlíz a velká část hlíz nedozrála. V porovnání s kontrolou v polykarbonátu se více hlíz na rostlinu vytvořilo pouze u Adély a Zuzy v AJ1.

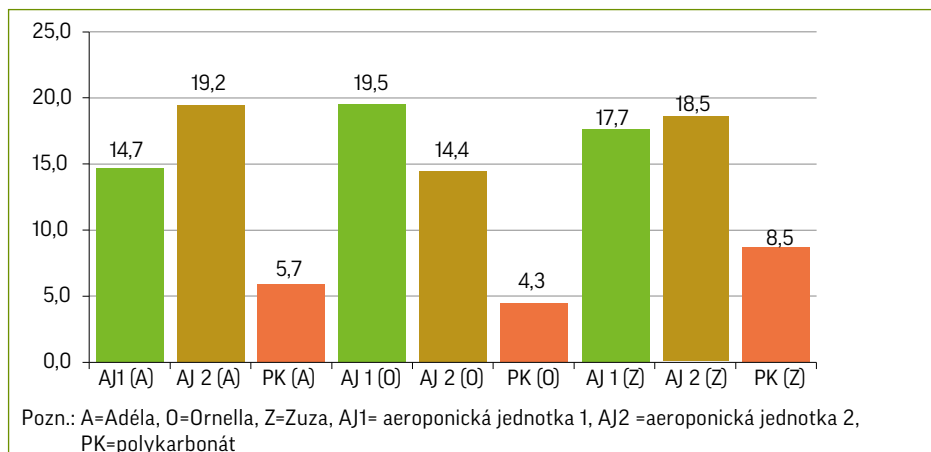
Graf 5:
Porovnání
počtu hlíz
na rostlinu
v letech
2018 a 2019



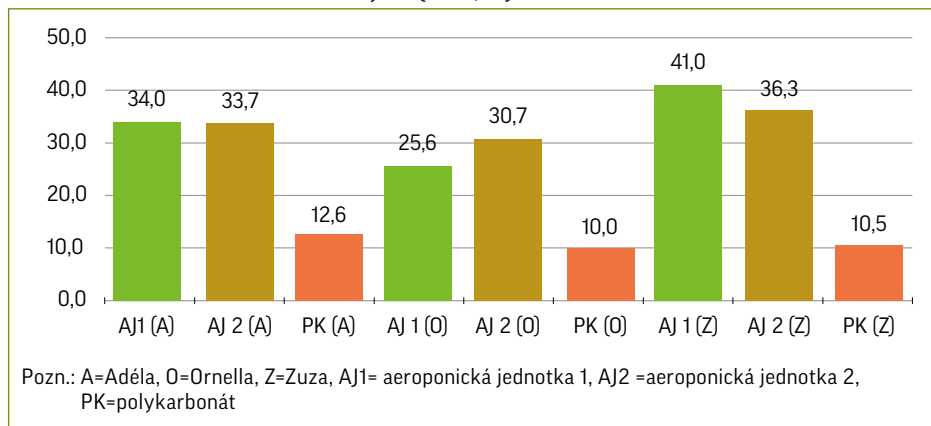
V roce **2020** se dařilo díky chladičům udržet teplotu živného roztoku pod hranici 20 °C a zároveň se dařilo držet výskyt mšic na minimální úrovni. Přestože u nás připraveného roztoku v AJ2 bylo z důvodu horšího prospívání rostlin (cca po třech týdnech) potřeba upravit poměr dusíku ve prospěch dusíku amonného, byl u některých odrůd výnos hlíz vyšší právě v AJ2. Průměrný počet hlíz v AJ na rostlinu se pohyboval v rozpětí 14,6 ks/rostlinu u odrůdy Adéla v AJ1 po 19,5 ks/rostlina u odrůdy Ornella v AJ1. U odrůdy Zuza a Adéla se vytvořilo více hlíz v AJ 2 (Odrůda Adéla: AJ 1 14,6 ks/rostlina,

AJ 2 19,2 ks/rostlina; odrůda Zuza: AJ1 17,6 ks/rostlina, AJ2 18,5 ks/rostlina). V obou aeroponických jednotkách bylo sklizeno více hlíz oproti polykarbonátu. V polykarbonátu se průměrný počet hlíz na rostlinu pohyboval v rozmezí 4,2 ks na rostlinu u Ornella po 8,5 ks na rostlinu u odrůdy Zuza.

Graf 6: Počet hlíz na rostlinu – rostliny TK (2020, ks)



Graf 7: Počet hlíz na rostlinu – rostliny TK (2021, ks)



Nejvíce hlíz na rostlinu v rámci AJ se vytvořilo v roce **2021**. Mezi jednotlivými aeroponickými jednotkami nebyl však výrazný rozdíl v počtu hlíz. V AJ1 se vytvořilo více hlíz u odrůd Adéla (průměrný počet hlíz na rostlinu: 34,0 ks u AJ1 oproti 33,7ks u AJ2) a Zuza (průměrný počet hlíz na rostlinu: 41,0ks u AJ 1 oproti 36,3ks u AJ 2). V AJ2

se více hlíz vytvořilo u odrůdy Ornella (průměrný počet hlíz na rostlinu: 30,7ks u AJ2 oproti 25,6ks u AJ1).

Ve srovnání s PK (průměrný počet hlíz na rostlinu: Adéla – 12,6 ks, Ornella – 10,0 ks, Zuza – 10,5 ks) se výrazně více hlíz vytvořilo v obou AJ.

Obr. 4: Sklizeň minihlízek brambor z TK brambor použitých odrůd (a, b, c) a jednotlivých rostlin v AJ (d)

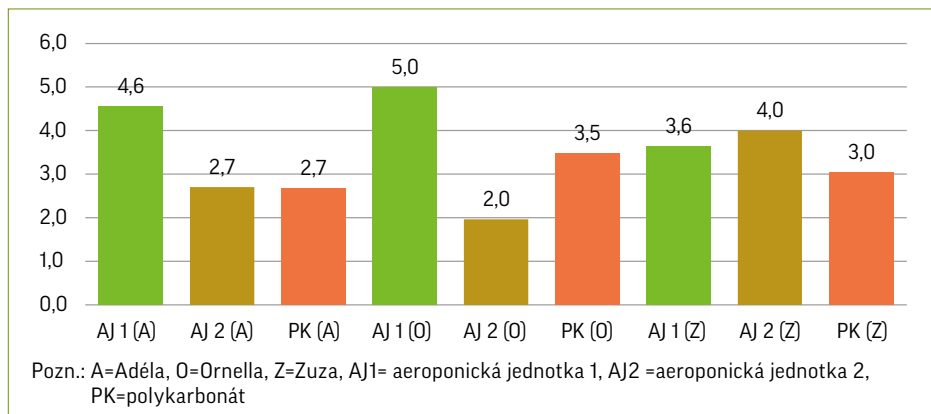


2.3.3.2 Řízky z matečných rostlin

Naklíčené hlízy byly zasazeny do květináčů s organickým substrátem obohaceným o granulovaný kravský hnůj. Po dostatečném vzejití byly rostliny nařízkovány. Vrchní část rostliny byla odříznuta ostrými nůžkami vydezinfikovanými v lihu. Rostliny byly na straně řezu ošetřeny stimulatorem růstu kořenů a dále zasazeny do bedýnek s vlhkým perlitem. Perlit byl až do doby přesazení do aeroponických jednotek a polykarbonátu uchovávan dostatečně vlhký. Do aeroponických jednotek byl umístěn zakořeněný výchozí materiál. Při přípravě řízků je třeba mít na paměti, že délka rozmnožovaného materiálu před umístěním do AJ by měla být minimálně o 1 cm delší než výška polysty-

renové desky, ve které jsou rostliny ukotveny. Vývoj rostlin výchozího materiálu řízky byl velmi rychlý, rostliny však tvořily málo stolonů a až na konci vegetační sezony, tudíž docházelo i k vytváření malého počtu minihlízek. Pro srovnání s TK (graf 6) uvádíme počty minihlízek v roce 2020. Nejvyšší počet minihlízek na rostlinu vykazovala odrůda Ornella (5,0) a Adéla v AJ 1 (4,6); v PK nejvíce hlíz vytvořila odrůda Ornella (3,5). Nejméně hlíz vytvořila odrůda Ornella v AJ 2 (2,0) a odrůda Adéla v AJ 2 a v PK (2,7 ks).

Graf 8: Počet hlíz na rostlinu – řízky z matečných rostlin (2020, ks)



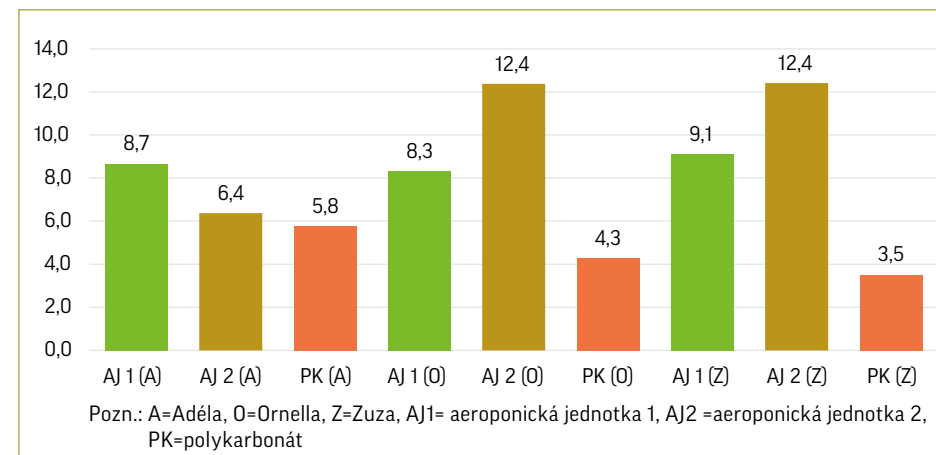
Obr. 5: Řízky z matečných rostlin bramboru předpěstované v perlitu

2.3.3.3 Zakořeněné (narašené) hlízy

Pro přípravu výchozího materiálu bylo potřeba nejprve nechat naklíčit hlízy (hlízy sklizené v předchozím roce v aeroponických jednotkách a v polykarbonátu), které byly potom přesazeny do perlitu. Po dostatečném vzejití byly rostliny přesazeny do aeroponické jednotky a do polykarbonátu (cca 29–37 dní). Perlit byl po celou dobu předpěsto-

vání uchovávan dostatečně vlhký. Pro pěstování v AJ bylo potřeba vybírat spíše menší hlízy, které nebylo problém umístit do otvorů v AJ. Opět je důležité dbát na použití dobře zakořeněného a vzrostlého výchozího materiálu. Rostliny vytvářely poměrně velké hlízy, ovšem počet hlíz byl nižší než u *in vitro* rostlin. Docházelo i k větší úmrtnosti rostlin. V roce 2020 výrazně vyšší výnos hlíz na rostlinu vykazovaly shodně odrůdy Ornella a Zuza v AJ 2 (12,4 ks). Nejmenšího výnosu dosáhly odrůdy Zuza a Ornella v PK (3,5, respektive 4,3 ks). V AJ 1 měly sledované odrůdy bramboru srovnatelné výsledky (8,3 – 9,1 ks hlíz), výrazné rozdíly byly u AJ 2 (6,4 – 12,4 ks hlíz).

Graf 9: Počet hlíz na rostlinu – zakořeněné hlízy (2020, ks)



Obr. 6: Narašené hlízy bramboru předpěstované v perlitu



2.3.4 Testování zdravotního stavu

Testování zdravotního stavu probíhalo po sklizni minihlíz. Imunofluorescenčním testem byly testovány hlízy na přítomnost bakterie *Clavibacter michiganensis* a *Ralstonia solanacearum*, metodou ELISA byly testovány hlízy na přítomnost virů S, X, M, L, A, Y. Pro testy bylo odebráno 10 hlíz od každé odrůdy a zkoušené varianty, tzn. 10 hlíz z polykarbonátového skleníku od každé odrůdy a po 10 hlízách od každé odrůdy z každé aeroponické jednotky. Výsledky obou zkoušek byly negativní; v obou izolátech (AJ, polykarbonát) se podařilo vypěstovat zdravé rostliny prosté virů a karanténních bakterií. Část hlíz byla v letech 2018 a 2019 použita na předpěstování rostlin, aby byly k dispozici různé výchozí materiály. Zbývající hlízy byly vysazeny do polních podmínek, popř. opět do technického izolátu.

V roce 2020 se při testování na přítomnost virů v polních podmínkách objevovala nákaza virem S, a to u všech testovaných vzorků, zejména u odrůdy Ornella. U odrůdy Ornella byl ELISA test pozitivní i na Virus Y. Co se týče přítomnosti viru Y a S, nebyl významný rozdíl mezi hlízami z PK a z AJ.

2.3.5 Metody skladování minihlízek z postupné sklizně

Sklizeň hlíz vypěstovaných v aeroponii se liší od konvenčně vypěstovaných minihlíz. Základním rozdílem jsou postupné sklizně u aeroponických rostlin. V konvenčním systému je pouze jedna konečná sklizeň. V závislosti na odrůdě máme u aeroponie řadu sklizní, až deset nebo více (OTAZÚ, 2010). Interval mezi sklizněmi jsou jedno až dvoutýdenní. V podmínkách aeroponické jednotky VÚB Havlíčkův Brod byly sklizeny minihlízky o hmotnosti nad 1 g (10 až 30 mm). V letech 2019 až 2021 proběhlo 4–10 sklizní v závislosti na odrůdě a výchozím materiálu. Bezprostředně po sklizni byly hlízy 7–10 dní ponechány ve skleníku na filtračních papírech, aby hlízy dostatečně oschly a jejich slupka se stala pevnější. Po jednotlivých sklizních byly hlízy přemístěny do lednice, ve které byla teplota udržována na 4 °C. Po poslední sklizni byly všechny hlízy přemístěny do klimatizované místnosti k uskladnění přes zimu. Zde je teplota udržována mezi 4–6 °C. Hlízy jsou uskladněny v papírových sáčkách.

3. OVĚŘENÍ POUŽITÍ SADBY Z AEROPONIE A POLYKARBONÁTU V POLNÍCH PODMÍNKÁCH

Minihlízky z aeroponie by měly dle ANDRADE-PIEDRA (2019) být použity výhradně k produkci sadby brambor. PATHANIA *et al.* (2016) k tomu uvádí, že minihlízky z aeroponie vyprodukují v polních podmínkách podobný počet středně velkých hlíz bramboru, jako sadba brambor.

Polní pokus s použitím sadby z aeroponie a polykarbonátu byl založen v letech 2020 a 2021 na pokusné lokalitě Hrádek u Pacova (Selekta Pacov, a.s.). Výsadba pokusu proběhla 23. 4. (30. 4.) v rámci tzv. C-klonů, u každé odrůdy 4 opakování (4× 20 hlíz), metodou náhodných bloků.

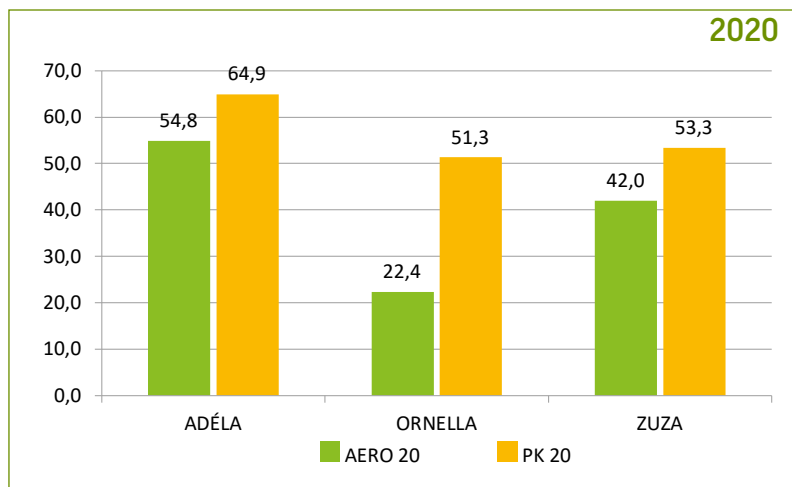
Obr. 7: Polní pokus v Pacově (2021)



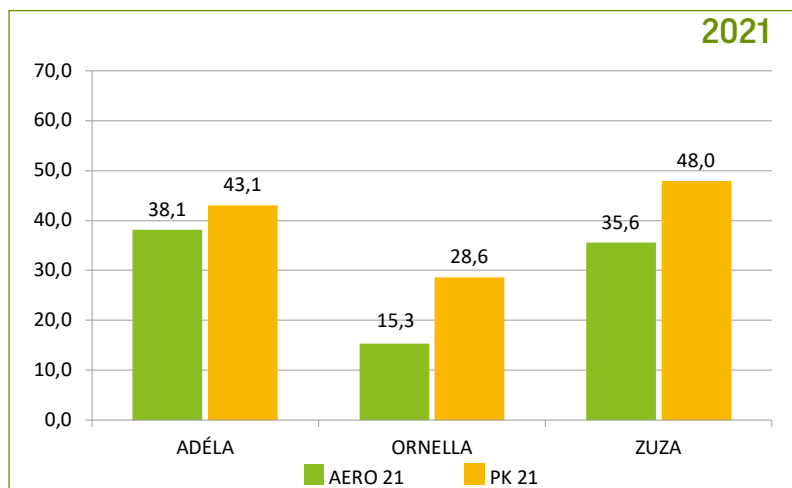
Při porovnání výsledného výnosu hlíz u jednotlivých odrůd bylo zjištěno, že u variant s použitím sadby z PK byl výnos hlíz vyšší oproti sadbě z AJ o 13,9% (Adéla), 23,4% (Zuza) a 52,8% (Ornella). U odrůdy Adéla bylo dosaženo výnosů 46,47 t/ha, respektive 54,00 t/ha, u sadby z PK byla vyšší výtěžnost tržních hlíz o 9,5 t/ha (2020), v roce 2021 pouze o 0,9 t/ha. Odrůda Zuza měla průměrný výnos 50,65 t/ha (sadba z PK)

a 38,78 t/ha (sadba z AJ), výtěžnost tržních hlíz byla vyšší o 7,3 t/ha (sadba z PK, 2020), v roce 2021 o 9,7 t/ha. U odrůdy Ornella byly výnosové rozdíly nejvyšší ve prospěch sadby z PK – průměrné výnosy 39,98 t/ha a 18,85 t/ha, výtěžnost tržních hlíz byla vyšší o 28,0 t/ha (2020), v roce 2021 o 10,0 t/ha. Výnosy hlíz byly vyšší ze sadby z PK u všech hodnocených odrůd v obou letech (graf 10).

Celkově nižší výnos hlíz z aeroponie mohl být způsoben tím, že v aeroponii byly sklizeny menší hlízy oproti hlízám v polykarbonátu, tudíž i sadba byla mnohem menší. Jako tržní hlízy byly označeny hlízy větší než 35 mm.



Graf 10:
Porovnání výnosu brambor mezi sadbou z PK a AJ v letech 2020 a 2021



Hodnocení zdravotního stavu (2020).

Výsledky zkoušek byly negativní na přítomnost bakterií *Clavibacter sepedonicus* a *Ralstonia solanacearum*. Při testování na přítomnost virů se v polních podmínkách objevovala nákaza virem S, a to u všech testovaných vzorků, zejména u odrůdy Ornella. U odrůdy Ornella byl ELISA test pozitivní i na Virus Y. Ojedinele se objevila nákaza virem Y i u odrůdy Adéla. Co se týče přítomnosti viru Y a S, není významný rozdíl mezi hlízami z PK a z AJ. Výsledky roku 2021 budou zpracovány na jaře 2022.

4. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Technologie aeroponie patří mezi tzv. soilless technology (bezsubstrátové technologie), kterým je připisována velká budoucnost. U brambor je podle různých autorů nejlepší dostupnou technologií pro produkci sadbových minihlízek. Je využívána v řadě zemí světa, nejvíce v Asii, Jižní Americe, Africe (Egypt), v Evropě méně, převážně k výzkumným účelům. V ČR v současné době není známa metodika, která se technologií aeroponie zabývá. Je nová z hlediska uvedení výsledků vědy a výzkumu a doporučení o jejím využití pro produkci minihlízek bramboru a je výsledkem experimentální práce zaměřené na získání nových poznatků a dovedností pro vývoj nových postupů. Jedná se v českých podmínkách o zcela novou technologii s využitím aeroponických jednotek, které jsou autorsky chráněny užitným vzorem. Technologie byla ověřena víceletým výzkumem, při kterém byly inovovány vědecké a výzkumné poznatky o jejím využití pro produkci zdravého sadbového materiálu brambor.

5. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika je určena ke zvýšení informovanosti odborné veřejnosti o problematice bezsubstrátových technologií a aeroponie pro produkci zdravého sadbového materiálu brambor. Jednotlivým subjektům, zabývajícím se produkcí sadby brambor, může být podkladem pro návrhy opatření, jak zkrátit množitelský cyklus sadby brambor minimálně o jednu generaci, snížit náklady a zabezpečit vysokou úroveň fytosanitární péče. Technologie aeroponie je dobrou volbou pro národní programy, soukromé společnosti nebo jiné instituce se zkušenostmi s výrobou minihlízek v podmínkách skleníků, s pravidelným přístupem ke službám, vybavení a odborným znalostem. Naopak aeroponie by se neměla doporučovat organizacím producentů nebo institucím v zemích s omezeným nebo nepravidelným přístupem ke vstupům.

6. EKONOMICKÉ ASPEKTY

V literatuře se uvádí, že počáteční náklady na aeroponii (start-up costs) jsou vysoké. Ucelenou informaci o ekonomické analýze lze nalézt v práci MATEUS-RODRIGUEZ *et al.* (2013), který srovnává různé systémy produkce minihlízek bramboru v latinské Americe, analyzuje variabilní (přímé) a fixní (režijní) náklady na provoz aeroponické jednotky. S ohledem na kurz USD lze vyčíslit jednoleté přímé náklady na provoz AJ na 37 970 Kč, režijní náklady jsou určeny životností, tzn. dobou amortizace (odpisů) technického izolátu (AJ), skleníku a dalšího vybavení. Dle autorů ekonomické analýzy tyto náklady byly 24 640 Kč ročně, celkové náklady na provoz aeroponické jednotky pak 62 610 Kč. Náklady obou AJ VÚB Havlíčkův Brod byly analyzovány podobnou metodou. Při předpokladu nárůstu cen vstupů zhruba o 33%, lze kalkulovat jednoleté přímé náklady na 50 450 Kč, celkové náklady 75 100 Kč na obě aeroponické jednotky ve skleníku VÚB Havlíčkův Brod. Při produkci hlízek v aeroponii na úrovni zhruba 14 500 ks ročně, vychází náklad na 1 minihlízku Kč 5,19. Při porovnání s citovanou prací, byly náklady ve VÚB Havlíčkův Brod, při provozu aeroponických jednotek v experimentálních podmínkách, srovnatelné (Kč 5,19 a 5,62 na ks). V případě zájmu šlechtitelských stanic o produkci minihlízek technologií aeroponie je třeba uvažovat s uvedenými náklady na minihlízku oproti nákladům na hlízky tkáňových kultur v substrátové technologii ve skleníku či polykarbonátovém izolátu (Kč 3,50–4,00 na ks). Na druhé straně, jak bylo výše uvedeno, v aeroponii je možné prodloužit vegetační cyklus, násobit počet sklizní a tím zvýšit produkci hlízek z jednotky plochy.

7. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- ANDRADE-PIEDRA, J. – BARONA, D. – BENÍTEZ, J. – CHUQUILLANQUI, C. – GARCÍA, M. – KROMANN, P. – MATEUS-RODRÍGUEZ, J. – MONTESDEOCA, F. – OTAZÚ, V. – POTOSÍ, B. (2019): Manual for seed potato production using aeroponics – Ten years of experience in Colombia, (CIP) Ecuador and Peru.
- CHIIPANTHENG, M. – MALIRO, M. – DEMO, P. – NJOLOMA, J. – KHUMAR, N. (2013): Performance of different potato genotypes under aeroponics system. *Journal of Applied Horticulture* (Lucknow), Vol. 15, No. 2, pp. 142–146.
- FARRAN, I. – MINGO-CASTEL, A. M. (2006): Potato minituber production using aeroponics: effect of plant density and harvesting intervals. *American Journal of Potato Research*, Vol. 83, No. 1, pp. 47–53.
- GOPINATH, P. – VETHAMONI, P. I. – GOMATHI, M. (2017): Aeroponics Soilless Cultivation System for Vegetable Crops. *Chem Sci Rev Lett*, Vol. 22, No. 6, pp. 838–849.
- OTAZÚ, V. (2010): Manual on quality seed potato production using aeroponics. International Potato Center (CIP), Lima, Peru. 44 p.
- LAKHIAR, IA. – GAO, J. – NAZ SYED, T. – CHANDIO, FA. – BUTTAR, NA. (2018): Modern plant cultivation technologies in agriculture under controlled environment: a review on aeroponics. *Journal of Plant Interactions*, Vol. 13, No. 1, pp. 338–352.
- MATEUS-RODRÍGUEZ, J. R. M. – HAAN, S. – PIEDRA, J. L. A. – MALDONADO, L. – HAREAU, G. – BARKER, I. – CHUQUILLANQUI, C. – OTAZÚ, V. – FRISANCHO, R. – BASTOS, C. – PEREIRA, A.S. – MEDEIROS, C. A. – MONTESDEOCA, F. AND BENÍTEZ, J. (2013): Technical and economic analysis of aeroponics and other systems for potato mini-tuber production in Latin America. *American Journal of Potato Research* Vol. 90, No. 4, pp. 357–368.
- MBIYU, M.W. – MUTHONI, J. – KABIRA, J. – ELMAR, G. – MUCHIRA, C. – PWAIPWAI, P. – NGARUIYA, J. – OTIENO, S. – ONDITI, J. (2012): Use of aeroponics technique for potato (*Solanum tuberosum*) minitubers production in Kenya. *J. Hortic. For.*, Vol. 4, pp. 172–177.
- MUTHONI, J. – KABIRA, J. (2014): Multiplication of seed potatoes in a conventional potato breeding programme: A case of Kenya's national potato programme. *Australian Journal of Crop Science*, Vol. 8, No. 8, pp. 1195–1199.
- MUTHURAJ, R. – SINGH, BP. – BUCKSETH, T. – SINGH, RK. – SINGH, S. – SHARMA, AK (2016): Effect of micro-plants hardening on aeroponics potato seed production. *Potato Journal*, Vol. 43, No. 2, pp. 214–219.
- NASA – SPINOFF. (2006): Progressive plant growing has business blooming. In: *Environmental and Agricultural Resources*. New York: NASA Spinoff; p. 64–77.
- PATHANIA, N. – TREVORROW, P. – HUGHES, M. – JOVICICH, E. (2016): Optimization of aeroponic technology for future integration in quality potato seed production systems in tropical environments. *Acta Horticulturae* (1118), pp. 31–38. ISSN 0567-7572.
- RYKACZEWSKA, K. (2016): The potato minituber production from microtubers in aeroponic culture. *Plant, Soil and Environment*, Vol. 62, 2016, No. 5, pp: 210–214.
- STONER, R. J. (1983): Aeroponics. *Florists' Review*, 173, 4477, September 22, 1983.
- TIERNO, R. – CARRASCO, A. – RITTER, E. – RUIZDEGALARRETA, J. I. (2014): Differential growth response and minituber production of three potato cultivars under aeroponics and greenhouse bed culture. *American Journal of Potato Research*, Vol. 91, No. 4, pp. 346–353.
- WANG, K. – HE, W. – AI, Y. – HU, J. – XIE, K. – TANG, M. – WANG, Y. – ZAAG, P. V. (2017): Optimizing seed potato production by aeroponics in China. *Philippine Journal of Crop Science*, Vol. 42, pp. 54–59.

8. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- CIZEK, M. – KRPALKOVA, A. – KOMARKOVA, Z. (2019): Experience of using aeroponic technology for potato seed propagation. In 4th Agronomy and Physiology Section Meeting of the European Association for Potato Research 1st – 3rd of July 2019 Agricultural Institute of Slovenia, Hacquetova ulica 17, Ljubljana.
- ČÍŽEK, M. – KRPÁLKOVÁ, A. – KOMÁRKOVÁ, Z. (2018): Možnosti využití technologie aeroponie při množení sadby bramboru. Úroda, roč. LXVI, č. 12, vědecká příloha, s. 283–287. ISSN 0139-6013.
- ČÍŽEK, M. – KRPÁLKOVÁ, A. – KOMÁRKOVÁ, Z. (2019): Zkušenosti s technologií aeroponie při množení sadby brambor. Úroda, roč. LXVII, č. 12, vědecká příloha, s. 73–78. ISSN 0139-6013.
- ČÍŽEK, M. – KOMÁRKOVÁ, Z. – KRPÁLKOVÁ, A. (2020): Uplatnění technologie aeroponie u brambor, zeleniny a jahod. Úroda, roč. LXVIII, č. 12, vědecká příloha, s. 289–295. ISSN 0139-6013.
- ČÍŽEK, M. – KOMÁRKOVÁ, Z. (2021): Výsledky pěstování brambor. Úroda, roč. LIX, č. 12, vědecká příloha, s. 103–110. Úroda 12, roč. LIX, 2021, vědecká příloha, 103–110. ISSN 0139-6013.
- URBAN, J. – KRPÁLKOVÁ, A. (2017): Možnosti využití technologie aeroponie při množení sadby bramboru a produkci dalších plodin. Bramborářství, roč. 25, č. 1, s. 14–17. ISSN 1211–2429.



VÝZKUMNÝ ÚSTAV
BRAMBORÁŘSKÝ
HAVLÍČKŮV BROD

Řada PRAKTICKÉ INFORMACE – číslo 84

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

METODICKÝ POSTUP PRO VYUŽITÍ TECHNOLOGIE AEROPONIE PŘI NOVOŠLECHTĚNÍ A MNOŽENÍ SADBY BRAMBORU

Vydal: Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o.,
Dobrovského 2366, CZ-580 01 Havlíčkův Brod.

Vydání první. Náklad: 50 výtisků.

Grafická úprava: Jiří Trachtulec.

T A
Č R

Tato metodika **Metodický postup pro využití technologie aeroponie při novošlechtění a množení sadby bramboru**, byla vytvořena se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci projektu TH03010504 „Integrace technologie aeroponie do produkce vybraných zemědělských plodin“ Programu na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje EPSILON

ISBN 978-80-86940-95-3

© Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o., 2021.

Tato publikace nesmí být přetiskována vcelku nebo po částech, přenášena nebo uváděna do oběhu pomocí elektronických, mechanických, fotografických či jiných prostředků bez výslovného svolení Výzkumného ústavu bramborářského Havlíčkův Brod.

www.vubhb.cz