

# Využití plazmatem aktivované vody v moderním zemědělství

**Mgr. Ing. Lubomír Prokeš, Ph.D., Mgr. Jan Čech, Ph.D., doc. Mgr. Pavel St'ahel, Ph.D.,  
doc. RNDr. Vít Gloser, Ph.D.**

*Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta*

**prof. Ing. Blahoslav Maršálek, CSc.**  
*Botanický ústav AV ČR*

*e-mail: prokes@chemi.muni.cz*

## **Souhrn**

*Plazmatem aktivovaná voda (PAV) je inovativní technologie s aplikačním potenciálem v zemědělství a potravinářství, m.j. i díky pozitivnímu vlivu na zdravotní stav (potlačení vlivu plísni a mikrobiálních biofilmů). Experimentálně byla PAV aplikována na rajčata, salát, bylinky (bazalka) a microgreens v prostředí skleníku, resp. akvaponické farmy. Pozitivním výsledkem aplikace PAV bylo snížení obsahu dusičnanů zelené části rostlin (salát, bazalka).*

## **Summary**

*Plasma activated water (PAV) is an innovative technology with application potential in agriculture and food industry, among others due to its positive effect on health (suppression of fungal and microbial biofilms). Experimentally, PAV was applied to tomatoes in a greenhouse environment, respectively lettuce, herb and microgreens in an aquaponic farm environment. A positive result of PAV application was the reduction of nitrate content in leafs (lettuce, basil) during aquaponic/hydroponic cultivation.*

**Klíčová slova:** *plazmatem aktivovaná voda, Caviplasma, rajčata, salát, dusičnany*

## **Úvod**

Plazmatem aktivovaná voda (PAV) je inovativní technologie s aplikačním potenciálem v zemědělství a potravinářství [1-3]. Působením plazmatu na vodu vznikají reaktivní sloučeniny kyslíku (zejm. peroxidy a ozon), případně dusíku. Ty dodávají PAV unikátní vlastnosti, užitečné zejm. v oblasti akvaponického a hydroponického zemědělství. Antimikrobiální vlastnosti PAV mohou být účinným prostředkem v boji s rostlinnými patogeny prostřednictvím dezinfekce semen či závlahové vody. Zvýšená antioxidační aktivita v rostlinách ošetřených PAV jim umožňuje se lépe vyrovnávat s environmentálními stresory.

## **Experimentální ověření účinků plazmatem upravené vody**

Ověření účinků plazmatem aktivované vody bylo provedeno u rostlin se zelenou konzumní částí (saláty, microgreens) a s plodovou částí rostlin (rajčata). Rostliny byly hodnoceny z pohledu jejich stavu (reakce na aplikaci PAV), jejich chemického složení, u rostlin se zelenou konzumní částí pak i dosaženého výnosu (hmotnost jednotlivých rostlin) a senzorických parametrů (vzhled, příp. vůně).

Ošetření vody a pěstebních médií bylo provedeno systémem Caviplasma. Orientační úroveň koncentrace H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> byla stanovena testovacími proužky Quantofix odečítanými kolorimetricky přístrojem Quantofix Relax. Analýza rostlin (stanovení Na, K, Mg, Ca, Zn, Fe, Mn, Cu, Cd, Cr, S, dusičnany, dusitany, kys. askorbová) byla provedena v akreditované laboratoři firmy ALS.



**Obr. 1. Pěstební regály v české akvaponické farmě se sazenicemi po 14 dnech (a) a skleník SCI MUNI s rajčaty po 7 týdnů (B) po výsadbě.**

## Výsledky

### *Rostliny se zelenou konzumní částí – salát a bazalka*

Experimenty probíhaly u smluvního pěstitele f. Future Farming na akvaponické farmě v Kalech u Tišnova v pěstebním regálu (obr. 1A). Úprava s dosažením specifické energie 30 kJ/l, orientační úroveň koncentrace  $\text{H}_2\text{O}_2$   $90 \pm 20$  mg/l (příkon 1 kW, doba úpravy 90 minut, průtok ca 30 l/min). PAV byla aditivována přípravky NUMAZON G1 (25 ml/10 l vody) a NUMAZON BASE (10 ml/10 l vody). Tento proces se opakoval s periodicitou 1 týdne po dobu 1 měsíce. Obdobně byl plazmově upraven i roztok získaný z akvakultury farmy Kaly.

#### *Salát*

Dosažené výsledky neindikují překročení limitů pro stanovované chemické látky v důsledku aplikace PAV formou pěstebního média. Rozdíly v koncentracích prvků jako Ca, Na a Zn odrážely spíše rozdíly mezi vodným roztokem a roztokem z akvakultury, bez ohledu na plazmovou úpravu média. Velmi zajímavý je výrazně nižší obsah dusičnanů (o cca 30-50 %) v listech rostlin salátu ošetřených PAV (3370 mg/kg vs. 3980 mg/kg u vodného roztoku, resp. 2600 mg/kg vs. 4000 mg/kg u roztoku z akvakultury). Množství dusičnanů pokleslo do blízkosti cca 1/2 maximální koncentrace pro indoor pěstování a bylo téměř dosaženo splnění i přísnějších limitů pro outdoor pěstování [4, 5]. Také nebyl zjištěn žádný vliv aplikace PAV na kvalitu konzumních částí salátů. U salátu odrůdy Barlach bylo u rostlin vystavených působení PAV zaznamenána nižší míra ztmavnutí jeho listové části. U PAV se navíc projevilo potlačení růstu mikrobiálních biofilmů v rozvodu vody akvaponického/hydroponického regálu.

#### *Bazalka*

V případě bazalky bylo zjištěno, že pěstební roztok z akvakultury způsobuje, pravděpodobně z důvodu nedostatku železa v roztoku, blednutí rostlin, které je dále amplifikováno jeho plazmovou úpravou. Pokles obsahu dusičnanů byl pozorován i u bazalky (4420 mg/kg vs. 6030 mg/kg u vodného roztoku, resp. 1790 mg/kg vs 3980 mg/kg u roztoku z akvakultury). Rozdíly v koncentracích prvků jako Ca, Na a Zn odrážely rozdíly mezi vodným roztokem a roztokem z akvakultury, bez ohledu na plazmovou úpravu média.

## **Rostliny s plodovou konzumní částí – rajčata**

Pěstování rajčat proběhlo ve skleníku MUNI s přirozenou výměnou vzduchu s okolím a kombinací přirozeného světla s přísvitkem (Obr. 1B). PAV, aditivovaná hnojivem Fertyl 2, byla aplikována po dobu cca 3 měsíců (do plné zralosti plodů). PAV pro zálivku i postřik byla generována při specifické dodané energii 42 kJ/l, při vsázce 10 litrů, výkonu 1 kW, době úpravy 7 minut a průtoku ca 25 slpm. Koncentrace H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> byla 100 ± 20 mg/l.

Srovnání výsledků získaných z kontrolních pěstování s rostlinami ošetřenými PAV (zálivka, postřik) neindikuje žádný vliv na kvalitu a zdravotní nezávadnost plodů rajčat. Sledované parametry rostlin, resp. plodů vyhovovaly z pohledu dodržení limitů měřených chemických látek. U plodů z rostlin ošetřených PAV (zálivka a postřik) byl zjištěn pouze statisticky nevýznamný pokles obsahu kyseliny askorbové v plodech ve srovnání s referenčními rostlinami. Rozdíl mezi aplikací formou zálivky resp. postřiku nebyl pozorován.

## **Závěr**

Získané výsledky ukazují potenciál plazmatem aktivované vody pro pěstování rostlin ve sklenících a akvaponických / hydroponických farmách, díky pozitivnímu vlivu na zdravotní stav (potlačení vlivu plísní a mikrobiálních biofilmů). Experimentálně byla PAV aplikována na rajčata v prostředí skleníku a salátu, bylinek a microgreens v prostředí akvaponické farmy. Pozitivním výsledkem aplikace PAV bylo snížení obsahu dusičnanů v listové části (salát, bazalka) v průběhu pěstování v plazmatem upraveném roztoku.

## **Poděkování**

Výzkum byl financován v rámci projektu "Zvýšení komerčního potenciálu technologie plazmatem upravené vody v agroprůmyslu ověřením zdravotní nezávadnosti takto ošetřené rostlinné produkce", MUNI/31/06202105/2021, jakožto dílčí projekt č. 062021/05 projektu TP01010039 „Posílení systému komercializace výsledků VaV na Masarykově univerzitě (POSTKOM)“. Projekt TP01010039 byl spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu GAMA 2.

## **Literatura**

- [1] Ranieri, P. et al. 2020. Plasma agriculture: Review from the perspective of the plant and its ecosystem. *Plasma Processes and Polymers* 2020, e2000162; doi: 10.1002/ppap.202000162
- [2] Thirumdas, R. et al. 2018. Plasma activated water (PAW): Chemistry, physico-chemical properties, applications in food and agriculture. *Trends in Food Science & Technology* 77, 21–31; doi: 10.1016/j.tifs.2018.05.007
- [3] Zhao, Y.-M. et al. 2020. Plasma-activated water: Physicochemical properties, microbial inactivation mechanisms, factors influencing antimicrobial effectiveness, and applications in the food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 19, 3951–3979; doi: 10.1111/1541-4337.12644
- [4] Nařízení komise (ES) č. 1881/2006 ze dne 19. prosince 2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách. <http://data.europa.eu/eli/reg/2006/1881/oj>
- [5] Nitrate in vegetables. *EFSA Journal* (2008) 689, 1-79; doi: 10.2903/j.efsa.2008.689.