

FYZIOLOGICKÝ STAV VÝSADEB TŘEŠNÍ PŘI ZMĚNĚ VODNÍHO REŽIMU V LESOSTEPI UKRAJINY

PHYSIOLOGICAL CONDITION OF CHERRY PLANTATIONS UNDER CHANGING WATER REGIME IN THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Daria Makarova¹, Liliia Pavliuk²

¹ Institute of Horticulture of NAAS, Sadova Str., 23, Novosilky, Kyiv-27, 03027, Ukraine

² VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s. r. o., Holovousy 129, 508 01

e-mail: dar.iliencko@ukr.net, ORCID: [0000-0003-2144-9766](https://orcid.org/0000-0003-2144-9766)

ABSTRAKT

V článku jsou prezentovány výsledky studia reakce cenného genetického fondu třešně z výsadby Západní lesostepi Ukrajiny na atypické povětrnostní podmínky let 2023–2024, způsobené klimatickými změnami. Bylo vybráno 8 genetických zdrojů z předchozích etap primárního zkoušení odrůd (2014–2022) podle výnosnosti, velikosti plodů, obchodní a chuťové kvality plodů a podle ekologické tolerance stromů k podmínkám Západní lesostepi Ukrajiny. Nyní jsou zkoumány ve výsadbách Institutu ovocnářství NAAV Ukrajiny v rámci závěrečné etapy primárního zkoušení odrůd s cílem rozšířit sortiment třešně v lesostepi. Komplexní laboratorní hodnocení hydrofyzikálních parametrů a zvláštností fungování pigmentového systému listů umožnilo posoudit adaptabilitu cenného genetického fondu třešně k intenzivnímu abiotickému zatížení. Odrůdy ‘Annushka’, ‘Etyka’ a ‘Talisman’ se vyznačovaly lepším funkčním stavem při výrazném přemokření ve srovnání s třešní tržního významu ‘Nizhnist’ – jednou z nejlepších odrůd ukrajinského šlechtění. Lepší odolností vůči suchu se vyznačovaly odrůdy ‘Annushka’, ‘Donchanka’, ‘Etyka’ a hybridní forma Hybrid 1. Ekologickou plasticitou k souboru abiotických faktorů se vyznačila jako perspektivní odrůda ‘Annushka’.

Klíčová slova: *Prunus avium*, odrůda, fotosyntéza, funkční stav, vodní režim, změny klimatu

ABSTRACT

The article presents the results of a study on the response of a valuable cherry genetic fund from the plantations of the Western Forest-Steppe of Ukraine to the atypical weather conditions of 2023–2024 caused by climate change. Totally 8 genetic samples were selected in previous stages of primary variety testing (2014–2022) according to yield, fruit size, market and taste quality of fruits, and ecological tolerance of trees to the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. They are now being examined in the plantations of the Institute of Horticulture of NAAS of Ukraine within the final stage of primary variety testing, with the aim of expanding the cherry assortment in the Forest-Steppe.

Comprehensive laboratory evaluation of hydrophysical parameters and peculiarities of the functioning of the leaf pigment system made it possible to assess the adaptability of the valuable cherry genetic fund to intensive abiotic stress. The cultivars ‘Annushka’, ‘Etyka’, and ‘Talisman’ were characterized by better functional condition under significant waterlogging compared to the commercially important cultivar ‘Nizhnist’ – one of the best Ukrainian-bred

varieties. Greater drought tolerance was shown by the cultivars 'Annushka', 'Donchanka', 'Etyka' and hybrid form Hibrid1. Ecological plasticity to the set of abiotic factors was distinguished in the promising cultivar 'Annushka'.

Keywords: *Prunus avium*, cultivar, photosynthesis, functional state, water regime, climate change

ÚVOD

Třešeň patří mezi hlavní peckoviny pěstované ve všech ovocnářských oblastech Ukrajiny. Největší produkční plochy této plodiny byly tradičně soustředěny na jihu Ukrajiny. Plody třešně jsou trvale žádané u spotřebitelů, což podmiňuje vysokou ekonomickou efektivitu její produkce. V současné době složité sociálně-politické podmínky a nesporné změny klimatu výrazně komplikují průmyslovou produkci této plodiny v oblasti stepi Ukrajiny. Pro zajištění vysoce kvalitní produkce spotřebitelům je proto důležité rozšíření průmyslových výsadeb třešně do oblastí Polesí a Západní lesostepi Ukrajiny.

V posledních desetiletích je kvůli globálním změnám klimatu ekonomicky účelné ovocnářství ve světě podstatně ztíženo (Ghrab *et al.* 2022, Borgini *et al.* 2024). Stejně tendence pozorujeme také v amatérském i produkčním ovocnářství Ukrajiny. Světové zkušenosti ukazují, že stabilizovat, a dokonce zvýšit výnosnost v průmyslové produkci ovocnářských plodin, umožňují odrůdy, včetně třešní, se zvýšenou funkční odolností vůči pěstitelským stresům a zatěžujícím podmínkám.

Institut ovocnářství Ukrajiny a jeho vědecká síť pokusných stanic uchovávají ve svých kolekcích genetických zdrojů třešně, které se vyznačují souborem rozmanitých hospodářsko-biologických znaků. Vybrat z nich nejlepší, schopné odolávat zvýšenému abiotickému tlaku prostředí bez podstatné ztráty produktivity, je aktuálním úkolem.

V současné době dochází k rychlým změnám povětrnostních podmínek ve všech půdně-klimatických zónách Ukrajiny, přičemž tempo těchto změn výrazně překračuje dlouhodobé průměrné trendy zaznamenané za posledních 50 let. To klade zvýšené nároky na adaptivní schopnosti genetického fondu třešní. Tato skutečnost je potvrzena řadou dlouhodobých studií domácích meteorologů (Adamenko 2014, Shevchenko *et al.* 2014, Kolhanova, 2024). Za těchto podmínek se studium plasticity cenných genetických zdrojů třešně vůči zvýšenému abiotickému stresu stává aktuálním a klíčovým úkolem pro posílení funkční odolnosti výsadeb této plodiny v lesostepní zóně Ukrajiny.

Hlavním cílem našeho výzkumu bylo zhodnotit ekologickou plasticitu vybraného cenného genetického fondu třešní vůči podmínkám Západní lesostepní oblasti Ukrajiny při klimatických změnách. Realizace tohoto cíle podle našeho názoru a na základě podobných světových zkušeností u peckovin umožní zlepšit ekologickou toleranci sadů třešní v uvedené oblasti a stabilizovat výnosy i při výrazném abiotickém stresu (Borgini *et al.* 2024, Osterman *et al.* 2024).

MATERIÁL A METODY

Výzkum byl realizován v letech 2023–2024 ve třech až čtyřech opakováních, jejichž počet se odvíjel od charakteru sledovaného parametru. Pokusné výsadby odrůd třešně Institutu ovocnářství (IO) Národní akademie agrárních věd (NAAV) Ukrajiny se nacházejí v zóně Západní lesostepi. Klima je mírně kontinentální, poměrně teplé a vlhké. Průměrná měsíční teplota v lednu je $-6,0$ °C, v červenci $+19,5$ °C, délka vegetačního období 198–204 dní, suma aktivních teplot nad 10 °C 2480–2660 °C.

Zimy během poslední etapy zkoumání odrůd cenného genofondu třešně (2020–2025) byly převážně mírné, krátkodobé, bez sněhu nebo s malým množstvím sněhu. Byly charakterizovány dlouhými oblevami, které provokovaly výsadby třešní k předčasnému vstupu (o 2–3 týdny) do nového vegetačního období a ke ztrátě zimní a mrazové odolnosti. Podmínky jarních sezón v době kvetení třešně se vyznačovaly nestabilním teplotním a vodním režimem, četnými a silnými mrazy, což představovalo vážné riziko pro normální opylení, oplození a nasazení plodů. Letní období se vyznačovala zvýšenými průměrnými denními teplotami vzduchu a malým množstvím srážek. Průměrný dekádní hydrotermický koeficient během suchých období činil 0,35 a méně, tedy byl velmi nízký. Deštivá období se vyznačovala přívalovými dešti s půlměsíční normou srážek spadlých během jediného dne. Takové povětrnostní podmínky zvyšovaly transpiraci výsadeb třešně a komplikovaly využití produktivní půdní vláhy. To umožnilo posoudit funkční stav cenných genotypů třešně při napětí vodního režimu a vybrat z nich nejlepší podle jejich ekologické tolerance k pěstitelským podmínkám.

Zkoumáno bylo 7 odrůd: 'Altruistka', 'Annushka', 'Donchanka', 'Etyka', 'Lapins', 'Nizhnist', 'Talisman', a jedna hybridní forma Hybrid 1. Hlavními požadavky pro výběr byly: vysoká tržní a chuťová kvalita plodů, velikost plodů (hmotnost přibližně 10 g a více), raná plodnost (ve 2.–3. roce po výsadbě), rychlé zvyšování produktivity a schopnost dosahovat výnosu v období plné plodnosti od 25 t/ha, optimální náklady při pěstování (technologičnost). Žádoucími znaky byla rezistence odrůd a elitních forem vůči chorobám a škůdcům a odolnost proti praskání plodů (Osterman *et al.* 2024).

Podle požadavků metodiky primárního odrůdového zkoušení, přijaté pro potřeby ovocnářství Ukrajiny, byly sady třešní založeny na podnoži mahalebka ve sponu 5,0×3 m na jaře roku 2014. Sady již vstoupily do období maximální plodnosti. Agrotechnická péče byla prováděna v souladu s doporučeními IO NAAV Ukrajiny ohledně pěstování ovocných sadů bez zavlažování v podmínkách lesostepní oblasti.

Ochrana proti škůdcům a patogenům byla prováděna podle všeobecně přijímaných doporučení laboratoře ochrany rostlin IO NAAV Ukrajiny. Meziřadí a příkmenné pásy byly udržovány pod černým úhorem. Půdy jsou tmavě šedé podzolizované, lehce jílovité na karbonátovém podloží, typické pro západní lesostep Ukrajiny.

V letech 2022–2025 podle výsledků agrochemických výzkumů obsah humusu v jednom horizontu půdy činil 3,8 %, lehce hydrolyzovatelného dusíku (podle Kornfelda) – 98,0 mg/kg (střední zásobení), pohyblivých fosfátů (podle Kirsanova) – 180,9 mg/kg (optimum), výměnného draslíku (podle Kirsanova) – 202,8 mg/kg (vysoká úroveň). Na hloubce hlavní části kořenů (60–80 cm) se obsah výše uvedených látek snižuje na 48,1 (N), 68,9 (P) a 35 (K) mg/kg. Na hloubce 1 m činí 37,0 (N), 66,0 (P) a 28,7 (K) mg/kg.

Reakce půdního roztoku (pH) podle horizontů (každých 10 cm) kolísá od mírně kyselé (6,1) po mírně zásaditou (7,2). Podzemní vody se nacházejí v hloubce 2,0–2,5 m. Celkově jsou půdy pokusné plochy dostatečně zásobené živinami a svou granulometrickou strukturou jsou zcela vhodné pro kulturu třešní. Fyziologická diagnostika (stav pigmentového systému) rostlin byla prováděna na fluorometru „Floratest“ (VD MAIS, Ukrajina), vyvinutém ve spolupráci s Ústavem kybernetiky jménem V. M. Hluškovy Ukrajinské akademie věd, který poskytuje široký rozsah dat (Romanov *et al.* 2010, Makarova *et al.* 2024). Suchovzdornost byla určena souborem laboratorních metod: vododržné schopnosti, vodním deficitem a turgescence listů (Makarova a Trokhimchuk 2022).

Statistické zpracování dat, včetně výpočtu standardní chyby, bylo provedeno pomocí softwaru Minitab 19 (Minitab 2019). Pro stanovení vzájemných vztahů mezi jednotlivými

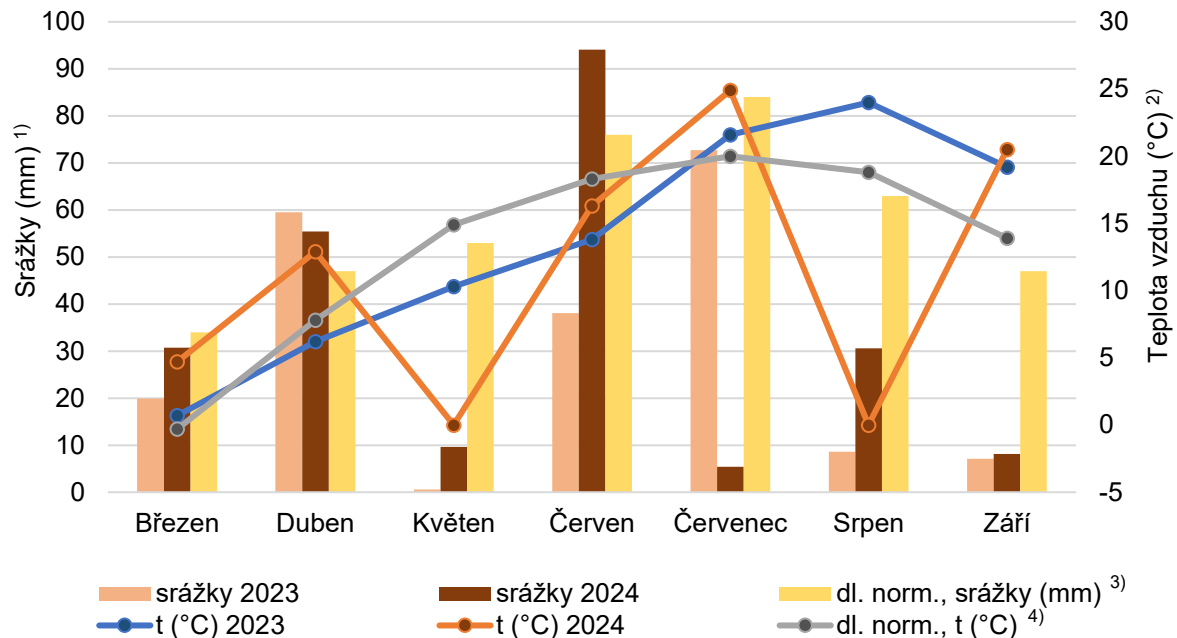
pomologickými znaky byl použit Pearsonův korelační koeficient. Interpretace hodnot korelace probíhala následovně:

- do 0,20: velmi slabá závislost;
- 0,21–0,50: slabá závislost;
- 0,51–0,70: střední závislost;
- 0,71–0,90: silná závislost;
- nad 0,91: velmi silná závislost.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Od roku 2000 na Ukrajině nebyly zaznamenány záporné hodnoty průměrné roční teploty. V evropských zemích byly tyto tendence oteplování registrovány o několik let dříve, jak ukazují údaje Global Time Series (NOAA 2025). Povětrnostní podmínky období výzkumu byly podrobně rozebrány v dřívějších vědeckých pracích, a to v podstatě od roku 2017 do roku 2024 (Makarova *et al.* 2020, 2021a, 2021b). Shrnujeme základní poznatky předchozích prací formou stručné charakteristiky. Povětrnostní podmínky posledních 10 let v Západní lesostepi Ukrajiny se vyznačují stálým trendem ke zvyšování teploty vzduchu, méně výraznými mrazivými obdobími během přezimování pokusných rostlin třešní, zkracováním zimního a jarního období a delším trváním léta. To vyvolává u výsadeb této kultury předčasný výstup ze stavu vegetačního klidu a výraznou ztrátu odolnosti vůči potenciálním jarním mrazíkům. Během kvetení a násady plodů třešní, jak na výsadbách zkoumaných v rámci IO NAAV Ukrajiny, tak i v zahradnických podnicích v zóně lesostepi Ukrajiny, byly zaznamenány četné faktory, které snižovaly produkční potenciál většiny variant pokusů, a to zejména: silné větry na začátku a v období plného kvetení, dlouhotrvající deště, výrazná sucha, prudké výkyvy teplot a další poruchy vodního a teplotního režimu. Vodní režim pokusných stromů se výrazně zhoršoval v důsledku málo sněhových a bez sněžných zim, což vytvářelo předpoklady pro půdní sucho na jaře, častější a delší sucha a zvýšené denní teploty během aktivní vegetace. V takových podmínkách je adaptační schopnost třešní na abiotický stres klíčem k uchování a uplatnění produkčního potenciálu v úrodě. Jak jsme již uvedli výše, poslední roky, zejména rok 2024, byly na Ukrajině rekordní co do zvýšení teplot vzduchu. V posledním sledovaném roce byl také registrován velmi nestabilní vodní režim – od kriticky nízkých hodnot až po nadměrně deštivé počasí (Graf 1). Přičemž srovnávací rozdíl mezi skutečnými hodnotami teploty a vlhkosti vzduchu a půdy a průměrnými víceletými hodnotami těchto ukazatelů byl abnormálně vysoký. Průměrná roční srážková norma podle 30letých pozorování meteorologické stanice IS NAAN Ukrajiny činí 657 mm. Od poloviny 20. let je pozorován pokles srážek. V letech 2021–2024 se jejich množství pohybovalo od 249,4 mm (2022) do 342 mm (2024). Za celé období výzkumu (2014–2024) jsou povětrnostní podmínky posledního sledovaného roku nejvíce určujícími z hlediska ekologické tolerance cenného genetického fondu třešní z výsadeb odrůdového zkoumání IO NAAV Ukrajiny.

Graf 1. Povětrnostní podmínky v letech 2023–2024 výzkumu s nejvíce atypickými povětrnostními podmínkami během aktivní vegetace třešně, výsadby OI NAAV Ukrajiny, oblast Západní lesostepi
Graph 1. Weather conditions during the research years 2023–2024 with the most atypical weather conditions during the active vegetation of sweet cherry, plantings of IH NAAN Ukraine, Western Forest-Steppe region



1) Precipitation (mm), 2) Air temperature (°C), 3) Long-term normal, precipitation (mm), 4) Long-term normal, t (°C)

Komplexní laboratorní hodnocení cenných genotypů třešně v první polovině vegetačního období roku 2024 podle vodního deficitu (VD), vododržné schopnosti (VSL) a turgescence ukázalo, že všechny varianty pokusu se nacházely v mezích fyziologické normy jak při nadměrné vodní zásobě, tak i během sucha (Tabulka 1).

Tabulka 1. Hydrofyzikální vlastnosti listových pletiv třešně při mikrozávlakování a bez závlahy, IO NAAV Ukrajiny, začátek letní sezóny 2024 v procentech
Table 1. Hydrophysical properties of cherry leaf tissues under micro-irrigation and dryland conditions, IH NAAN Ukraine, beginning of the 2024 summer season, in percentage

Odrůda ¹⁾	Vzdušný a půdní deficit (sucho) ²⁾			Nadbytek vodního zásobení ³⁾		
	VD ⁴⁾	VSL ⁵⁾	Turgescence ⁶⁾	VD	VSL	Turgescence
Altruistka	14,1±0,6 a	65,4±2,2 b	88,7±5,8 a	2,7±0,2 de	74,5±3,8 abc	83,0±8,4 b
Annushka	3,7±0,2 bc	70,2±2,3 ab	86,6±8,4 a	6,6±1,1 bc	72,9±0,2 bcd	87,4±1,0 ab
Hibrid 1	6,6±3,2 b	72,3±8,7 ab	111,2±16,1 a	8,2±1,5 b	66,8±2,4 e	82,6±3,7 b
Donchanka	1,3±0,3 c	69,6±2,6 ab	95,1±13,0 a	4,7±1,1 cde	79,3±2,6 a	95,7±6,0 a
Etyka	3,5±0,5 bc	64,6±3,3 b	93,9±5,9 a	10,8±0,8 a	69,1±1,5 de	88,1±2,3 ab
Lapins	4,9±1,6 bc	66,4±4,1 b	98,0±13,7 a	2,6±0,4 e	71,2±0,6 cde	85,4±2,1 ab
Nizhnist' (k)	5,8±0,7 b	82,0±6,3 a	113,4±6,0 a	5,0±0,7 cd	77,3±0,8 ab	86,6±4,4 ab
Talisman	4,6±1,0 bc	59,7±0,7 b	85,2±2,8 a	3,1±0,3 de	68,2±0,6 de	66,9±2,2 c

1) Variety, 2) Air and soil water deficit, 3) Excess water supply, 4) Water deficit, 5) Water-holding capacity, 6) Turgidity

Statisticky významné rozdíly mezi variantami jsou označeny různými písmeny.
 Statistically significant differences among variants are indicated by different letters.

Při nadměrném zásobení vodou vykázaly odrůdy třešní tendenci k nižší potřebě obnovy turgoru během laboratorního vadnutí a k vyšší vododržné schopnosti listů, což poukazuje na lepší funkční stav stromů ve stavu „nadbytek vláhy“ ve srovnání se suchem. Nejvyšší hodnoty parametru vodního deficitu byly zaznamenány u odrůdy ‘Etyka’ – 10,8 %, což bylo o 116 % více než u kontrolní odrůdy ‘Nizhist’. O něco nižší úroveň vodního deficitu vykazoval Hibrid 1, u něhož hodnota činila 8,2 %, tedy o 64 % více než u kontroly. Odrůda ‘Annushka’ se rovněž vyznačovala zvýšeným vodním deficitem – 6,6 %. Nejnižší hodnota vodního deficitu byla zjištěna u odrůdy ‘Lapins’ – 2,6 %, což bylo téměř o 50 % méně než u kontrolní varianty. Získané výsledky byly potvrzeny statistickou analýzou, která prokázala jejich spolehlivost. Vyšší hodnoty vodního deficitu u jednotlivých variant (Hibrid 1, ‘Etyka’, ‘Annushka’) při nadměrném zásobení vodou byly podle našeho názoru především spojeny s vyšší potřebou vody v důsledku masového dozrávání plodů a vyšší úrody. Všechny výše uvedené varianty se v roce 2024 vyznačovaly velmi vysokou úrodností (více než 20 t/ha). Je třeba poznamenat, že kritické hodnoty vodního deficitu listů pro normální fungování třešně nebyly v roce 2024 zjištěny u žádné varianty pokusu, což svědčí o vysokém adaptačním potenciálu genetických vzorků k nestabilnímu teplotně-vodnímu režimu v kritických obdobích růstu a vývoje.

Při porovnání reakce odrůd na kontrastní podmínky vodní dostupnosti byly zjištěny významné rozdíly v ukazateli vodního deficitu (VD). Za podmínek nedostatku vláhy vykazovala nejvyšší hodnoty VD odrůda ‘Altruistka’, zatímco při nadměrném zásobení vodou se její ukazatele výrazně snížily (–80,9 %), což svědčí o vysoké citlivosti k přemokření. Podobná tendence byla zaznamenána u odrůd ‘Lapins’, ‘Talisman’ a částečně ‘Nizhist’. Naopak odrůdy ‘Donchanka’, ‘Etyka’ a ‘Annushka’ vykázaly zvýšení hodnot VD při nadměrném vodním zásobení (až o +261,5 % u odrůdy ‘Donchanka’), což naznačuje jejich lepší přizpůsobení podmínkám se zavlažováním.

Studium zvláštností průběhu fotochemických reakcí fotosyntetického procesu podle indukce fluorescence nativních chlorofylů listů třešní v první polovině vegetačního období roku 2024 odhalilo průkazný rozdíl ve funkčním stavu pokusných stromů při rozdílném abiotickém tlaku. Intenzita fotosyntetických reakcí při nadměrném zásobení vodou byla podstatně vyšší než v obdobích sucha. Na to ukazují vyšší hodnoty maximálních záblesků fluorescence F_{max1} a F_{max2} téměř u všech variant pokusu ve stavu „nadměrné zásobení vodou“ ve srovnání s podmínkami sucha (Tabulka 2). Je třeba zdůraznit, že při vyšších hodnotách (F_{max1} i F_{max2}) intenzity fotosyntetického procesu byla náročnost činnosti pigmentového komplexu (komplex fotosyntetických pigmentů v chloroplastech) třešní podstatně nižší než u variant ve stavu „sucho“. To potvrzují průkazně nižší hodnoty koeficientu efektivity přenosu světla $F_v = (F_{pl} - F_0) / (F_{max1} - F_0)$ u většiny variant pokusu s nadměrným zásobením vodou. Zvýšení tohoto koeficientu u třešně odrůdy ‘Altruistka’ při přirozené závlaze je podle našeho názoru spojeno nikoli se zhoršením funkčního stavu (což nebylo zjištěno ani při vizuální prohlídce pokusných objektů), ale s mimořádně silným nárůstem fotochemické aktivity pigmentového komplexu těchto stromů. Tato odrůda je intenzivní svou strukturálně-funkční organizací a je potenciálně schopna výrazně zvyšovat produkční potenciál a hospodářskou úrodnost, pokud jsou podmínky růstu a vývoje optimální.

Tabulka 2. Fyziologický stav třešně při mikrozávlaže a v podmínkách sucha, první polovina vegetačního období 2024, pokusné výsadby IO NAAV Ukrajiny
Table 2. Physiological state of cherry under micro-irrigation and drought, first half of the 2024 growing season, experimental plantings of IH NAAN Ukraine

Odrůda ¹⁾	F ₀	F _{pl}	F _{max1}	F _{max2}	F _t	$F_v = (F_{pl} - F_0) / (F_{max1} - F_0)$	$Ki_1 = (F_{max1} - F_0) / F_{max1}$	$Ki_2 = (F_{max2} - F_t) / F_t$
Vzdušný a půdní deficit (sucha)²⁾								
Altruistka	200±20,7 a	352±0,0 a	837±72,1 a	812±61,8 a	308±15,3 a	0,24±0,0 a	0,75±0,0 a	1,69±0,1 a
Annushka	165±30,2 ab	240±22,6 d	544±0,0 b	528±0,0 b	203±15,1 b	0,20±0,0 a	0,70±0,1 a	1,62±0,2 a
Hibrid 1	160±13,1 ab	256±22,6 cd	650±37,0 ab	632±30,6 ab	196±24,0 b	0,20±0,0 a	0,74±0,0 a	2,11±0,4 a
Donchanka	180±8,0 ab	333±17,1 ab	796±106,5 ab	772±109,6 a	220±15,3 b	0,25±0,0 a	0,77±0,0 a	2,42±0,3 a
Etyka	160±13,1 ab	240±18,5 d	564±78,9 ab	548±65,8 b	192±13,1 b	0,20±0,0 a	0,71±0,0 a	1,77±0,1 a
Lapins	160±22,6 ab	276±37,8 bcd	739±166,3 ab	688±139,5 ab	211±22,6 b	0,20±0,0 a	0,77±0,0 a	2,42±0,5 a
Nizhnist' (k)	192±18,5 ab	314±6,9 abc	700±55,4 ab	684±46,0 ab	224±13,1 b	0,24±0,0 a	0,72±0,0 a	2,03±0,2 a
Talisman	152±27,7 b	256±53,9 cd	652±168,6 ab	632±131,6 ab	192±22,6 b	0,21±0,0 a	0,76±0,0 a	2,39±0,3 a
Nadbytek vodního zásobení³⁾								
Altruistka	424±24,0 a	640±0,0 a	1176±280,0 a	1160±280,0 a	512±57,7 a	0,32±0,1 a	0,62±0,1 b	1,25±0,3 de
Annushka	240±8,0 b	352±16,0 c	864±16,0 bc	848±16,0 bc	240±14,4 d	0,18±0,0 ab	0,72±0,0 ab	2,54±0,1 a
Hibrid 1	224±0,0 b	320±2,3 c	736±12,0 bc	658±46,9 ab	213±9,2 de	0,19±0,0 ab	0,70±0,0 ab	2,21±0,2 ab
Donchanka	224±30,2 b	400±16,0 b	960±10,6 a	944±12,0 ab	352±0,0 bc	0,24±0,0 ab	0,77±0,0 a	1,68±0,0 cd
Etyka	208±20,0 bc	272±2,0 d	576±48,0 c	560±48,0 c	160±16,0 e	0,18±0,1 ab	0,64±0,0 b	2,50±0,1 a
Lapins	160±28,4 b	224±0,0 e	752±98,0 bc	736±74,7 bc	256±31,2 d	0,11±0,1 b	0,79±0,0 a	1,88±0,1 bc
Nizhnist' (k)	97±10,4 bc	272±16,0 d	720±24,3 bc	688±13,9 bc	281±20,1 cd	0,15±0,0 b	0,74±0,0 ab	1,46±0,1 cde
Talisman	224±31,7 b	336±36,1 c	832±13,2 bc	816±16,0 bc	368±17,4 b	0,19±0,0 ab	0,73±0,0 ab	1,0±0,3 e

1) Variety, 2) Air and soil water deficit, 3) Excess water supply

Statisticky významné rozdíly mezi variantami jsou označeny různými písmeny.

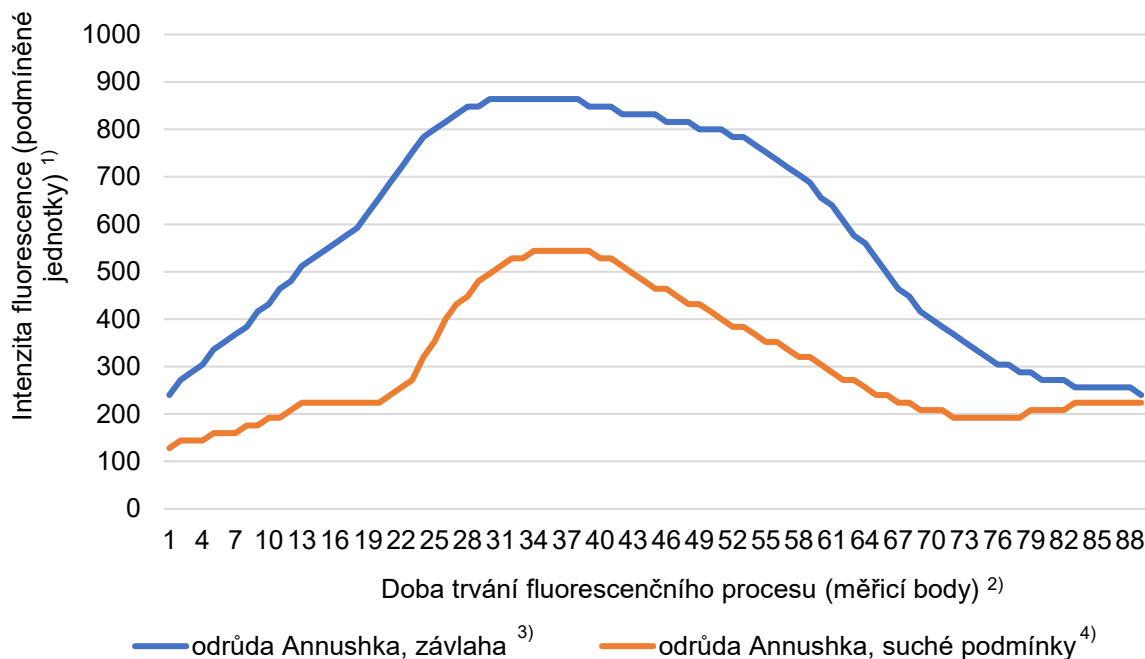
Statistically significant differences among variants are indicated by different letters.

Je zřejmé, že třešeň v podmínkách Západní lesostepi Ukrajiny eliminuje nadbytek vodního zásobení lépe než jeho nedostatek. Fotosyntetická aktivita je v prvním případě udržována na velmi vysoké úrovni a zajišťuje intenzivní syntézu organických látek s menšími náklady na obnovu pigmentového systému ve srovnání se stejnými pomologickými odrůdami v suchých podmínkách.

Pigmentový komplex genetických zdrojů třešně se vyznačoval dvěma hlavními typy reakce na nadměrné vodní zásobení. Část sledovaných odrůd při nadměrné přirozené závlaze výrazně zvyšovala fotosyntetickou aktivitu pigmentového komplexu a aktivně syntetizovala organické látky (Graf 2), a to zejména odrůdy 'Annushka' a 'Etyka'. Koeficient efektivity fotochemických reakcí $Ki_2 = (F_{max2} - F_t) / F_t$ y těchto odrůd se výrazně zvyšoval, zatímco $Ki_1 = (F_{max1} - F_0) / F_{max1}$ zůstával na úrovni varianty bez závlahy (nebo se poněkud snižoval). To potvrzuje nárůst intenzity syntézy právě organických látek, a to bez dodatečných energetických a organických nákladů rostliny na obnovu poškozených článků pigmentového systému.

Graf 2. Fotosyntetická aktivita pigmentového komplexu chlorofylů listů třešně odrůdy 'Annushka' při nadměrné přirozené závlaze a suchu, rok 2024, IO NAAV Ukrajiny, oblast Západní lesostep

Graph 2. Photosynthetic activity of the chlorophyll pigment complex in leaves of the cherry cultivar 'Annushka' under excessive natural irrigation and drought, 2024, IH NAAN Ukraine, Western Forest-Steppe region



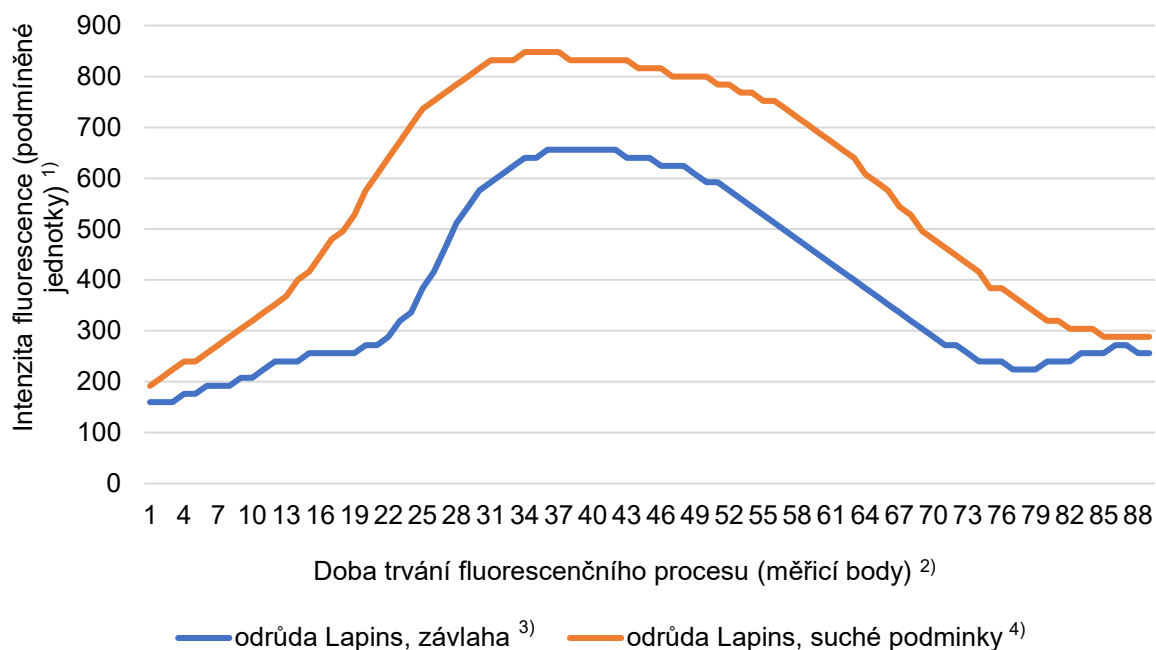
1) Fluorescence intensity (conditional units), 2) Duration of fluorescent process (measuring points), 3) Variety Annushka, irrigation, 4) Variety Annushka, dry conditions

Druhý typ reakce třešně, v závislosti na zkoumaném genetickém vzorku, předpokládal při zvýšeném vodním zásobení výrazné zlepšení fyziologického stavu rostlin, avšak bez průkazného zvýšení syntézy organických látek. Na to ukazuje výrazné snížení koeficientu variability fotochemických reakcí $F_v = (F_{pl} - F_0) / (F_{max1} - F_0)$ v souhrnu se zvýšením intenzity fotosyntetických reakcí podle F_{max1} a F_{max2} , a také s hodnotami základní a stacionární fluorescence (F_0 a F_t). Jedná se o odrůdy 'Altruistka', 'Donchanka', 'Lapins' a elitní forma

Hybrid 1. Tato druhá podmíněná skupina genetických vzorků třešně při závlaze vykazovala vyšší hodnoty maximálních záblesků fluorescence ($F_{\max1}$ a $F_{\max2}$), přičemž stacionární úroveň fluorescence těchto odrůd se při závlaze rovněž výrazně zvyšovala. Příklad reakce této odrůdové skupiny na závlahu je prezentován u třešně 'Lapins' (Graf 3).

Graf 3. Fotosyntetická aktivita pigmentového komplexu chlorofylů listů třešně odrůdy 'Lapins' při nadměrné přirozené závlaze a suchu, rok 2024, IO NAAV Ukrajiny, oblast Západní lesostepi

Graph 3. Photosynthetic activity of the chlorophyll pigment complex in leaves of the cherry cultivar 'Lapins' under excessive natural irrigation and drought, 2024, IH NAAN Ukraine, Western Forest-Steppe region



1) Fluorescence intensity (conditional units), 2) Duration of fluorescent process (measuring points), 3) Variety Lapins, irrigation, 4) Variety Lapins, dry conditions

V tomto případě zvýšené vodní zásobené výrazně snižuje zátěž při fungování pigmentového systému rostlin a snižuje jeho energetické a organické náklady na obnovu jednotlivých článků, které se u těchto rostlin ve stavu „sucho“ intenzivněji poškozují. Nutnost vynakládat více energie na reparaci na samoozdravení pigmentového komplexu se v tomto případě projevuje zvýšením absolutních hodnot maximálních úrovní fluorescence $F_{\max1}$ a $F_{\max2}$, přesto koeficienty produktivity nepotvrzují zvýšení syntézy organických látek.

Odrůdy třešně první podmíněné skupiny podle vlastností strukturované organizace pigmentového komplexu listů při nadměrné přirozené závlaze významně zvyšují svou produktivitu.

Odrůdy druhé podmíněné skupiny zlepšují funkční stav, avšak intenzita syntézy organických látek se nezvyšuje. Předpokládáme, že pěstování těchto odrůd při dodatečném vodním zásobené nebude mít vliv na úroveň výnosu, ale může zlepšit kvalitu plodů a stabilizovat výnos v průběhu let sledování.

Výpočet korelačních vazeb zkoumaných parametrů suchovzdornosti a fotosyntetické aktivity třešně z výsadby odrůdového šetření IO NAAV Ukrajiny v roce 2024 odhalil souvislost reakcí fotosyntézy s hydrofyzikálními vlastnostmi listů střední a vyšší síly. Za suchých

podmínek byla fotosyntetická aktivita třešně především závislá na schopnosti rostlin udržovat vnitřní vodní bilanci a nejvíce korelovala s vodním deficitem listů (Tabulka 3).

Tabulka 3. Korelační matice vazeb mezi hydrofyzikálními ukazateli listů třešně a fotosyntetickou aktivitou pigmentového komplexu, výsadby IO NAAV za suchých podmínek, rok 2024

Table 3. Correlation matrix of relationships between hydrophysical indicators of cherry leaves and photosynthetic activity of the pigment complex, IO NAAN plantings under dry conditions, in 2024

	F_0	F_{pl}	F_{max1}	F_{max2}	F_t	$(F_{pl} - F_0) / (F_{max1} - F_0)$	$(F_{max1} - F_0) / F_{max1}$	$(F_{max2} - F_t) / F_t$
VD ¹⁾	0,57	0,46	0,45	0,47	0,83	0,22	0,17	-0,49
VZL ²⁾	0,44	0,25	0,02	0,03	0,01	0,31	-0,38	-0,03
Turgescence ³⁾	0,20	0,14	0,08	0,09	-0,15	0,11	-0,03	0,30

1) Water deficit, 2) Water-holding capacity, 3) Turgidity

Je třeba poznamenat, že intenzita temných fotochemických reakcí (F_t) třešně během sucha byla přímo závislá na vodním deficitu listů; úroveň této vazby byla nejvyšší ze všech zjištěných korelačních závislostí ($r = 0,83$).

Při nadměrné přirozené závlaze se korelační vazby mezi hydrofyzikálními parametry listů třešně, které charakterizují aktivní zásobení rostliny vodou podle systému „kořen-list“, výrazně posílily (Tabulka 4). Výkonnost temných fotochemických reakcí fotosyntézy byla lepší u těch rostlin, které udržovaly nízký vodní deficit a vyšší schopnost listů zadržovat vodu.

Tabulka 4. Korelační matice vazeb mezi hydrofyzikálními ukazateli listů třešně a fotosyntetickou aktivitou pigmentového komplexu, výsadby IO NAAV při mikrozávlaze, 2024

Table 4. Correlation matrix of relationships between hydrophysical indicators of cherry leaves and photosynthetic activity of the pigment complex, IO NAAN plantings under micro-irrigation, in 2024

	F_0	F_{pl}	F_{max1}	F_{max2}	F_t	$(F_{pl} - F_0) / (F_{max1} - F_0)$	$(F_{max1} - F_0) / F_{max1}$	$(F_{max2} - F_t) / F_t$
VD ¹⁾	-0,26	-0,35	-0,64	-0,63	-0,72	-0,14	-0,48	0,80
VZL ²⁾	0,16	0,30	0,45	0,44	0,30	0,33	0,29	-0,17
Turgescence ³⁾	-0,09	-0,02	0,00	-0,01	-0,26	0,10	0,11	0,49

1) Water deficit, 2) Water-holding capacity, 3) Turgidity

Dostupná produktivní voda v půdě, zajištěná v dostatečném až nadměrném množství, podporuje stabilní funkci pigmentového systému a aktivní syntézu organických látek u třešni intenzivního typu, zatímco u skupiny extenzivní zajišťuje stabilní funkční stav.

ZÁVĚR

Výsadby cenných genetických zdrojů třešni v oblasti Západní lesostepi Ukrajiny se ve všech letech výzkumu (2014–2024) vyznačovaly ekologickou plasticitou vůči podmínkám pěstování. Komplexní laboratorní hodnocení funkčního stavu rostlin podle zavodnění, vodního deficitu, retenční schopnosti listů, turgescence a fotoindukovaných parametrů činnosti pigmentového systému listů u 8 nejlepších genetických zdrojů z kolekce IO NAAV Ukrajiny přineslo následující výsledky.

Rostliny optimalizovaly funkční stav ve stavu „přemokření“ výrazně lépe než ve stavu „sucho“. Nejlepším hromaděním organické hmoty a nižšími energetickými a organickými náklady na obnovu pigmentového systému se vyznačovaly třešně odrůd ‘Annushka’ a ‘Etyka’.

Ekologickou plasticitou vůči suchu se vyznačovaly i další odrůdy třešní, avšak zvýšení výnosů třešní v Západní lesostepi Ukrajiny za nestabilního přirozeného zavodnění, které je v posledních letech pozorováno, vyžaduje další hodnocení.

Nejlepší přizpůsobivost suchu vykazovaly odrůdy 'Annushka', 'Donchanka', 'Etyka' a Hibrid 1. U variant 'Donchanka' a Hibrid 1 byla syntéza organické hmoty v suchých podmínkách nejvyšší.

Ekologickou plasticitou vůči komplexu abiotických faktorů a schopností tvořit velmi vysoké výnosy i při významném abiotickém zatížení se vyznačovala perspektivní odrůda třešně 'Annushka'.

PODĚKOVÁNÍ

Tato studie byla provedena v rámci úkolů PND 22 „Ovocnářství a okrasné zahradnictví“; Podprogram 1. „Ovocnářství a zelinářství“, výzkumný projekt na období 2021–2025: 22.01.03.01 F „Vypracování vědecky podložené koncepce rozvoje odvětví ovocnářství Ukrajiny v podmínkách změny klimatu“.

04.03.00.19 F: PND 22 „Ovocnářství a okrasné zahradnictví“; 04 „Vodní bezpečnost a meliorace půd v podmínkách změny klimatu“; Podprogram 3. „Využívání meliorovaných půd v podmínkách změny klimatu“; výzkumný projekt na období 2021–2025: 04.03.00.19 F „Stanovení zákonitostí tvorby produktivity peckovin a určení jejich odolnosti vůči extrémním faktorům prostředí v oblasti Jižního stepi Ukrajiny za podmínek mikrozávlahy“ (č. státní registrace 0121U108076).

22.01.01.02 F: PND 22 „Ovocnářství a okrasné zahradnictví“; NP 22.01.01.02 F „Formování konkurenceschopného sortimentu peckovin prostřednictvím výběru vysoce adaptabilních a nejlepších introdukovaných odrůd podle souboru hospodářsky cenných znaků“ (0121U107772); výzkumný projekt na období 2021–2025: 22.01.01.02 F „Vyčlenění introdukovaných a domácích neregistrovaných odrůd peckovin se zadanými parametry hospodářsky cenných znaků pro moderní intenzivní technologie“ (č. státní registrace 0121U107772).

Publikace článku byla realizována s pomocí Ministerstva zemědělství České republiky (projekt RO 1524).

LITERATURA

- ADAMENKO, T. I. *Agroklimatické zónování území Ukrajiny s ohledem na změnu klimatu*. Online. Bila Cerkva: TOV „RIA BLITZ“, 2014. Dostupné z: https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cee_files/idmp-cee/idmp-agroclimatic.pdf [cit. 17. 9. 2025].
- BORGINI, N.; BENMOUSSA, H.; GHRAB, M. a MIMOUN, M. B. Key insights for improved climate change adaptation strategies: Assessing chilling and heat requirements of *Prunus* cultivars (*Prunus* sp.) in warm climate regions. Online. *Scientia Horticulturae*. 2024, vol. 325, p. 112683. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112683> [cit. 17. 9. 2025].
- GHRAB, M.; ELLOUMI, O.; BENMOUSSA, H.; TRABELSI, L.; BORGINI, N. a MIMOUN, M. B. Climate change and viability of fruit tree orchards in arid area. Online. *Journal of oasis agriculture and sustainable development*. 2022, vol. 4, no. 2, p. 1–5. Dostupné z: <https://doi.org/10.56027/joasd.spiss012022> [cit. 17. 9. 2025].
- KOLHANOVA, I. Vliv změny klimatu na rozvoj systému pozemkového uspořádání na Ukrajině: 2024. In: *Klimatické změny a zemědělství. Výzvy pro agrární vědu a vzdělávání: sborník materiálů VII. Mezinárodní vědecko-praktické konference, 27. března 2024*. Kyjev: Vědecko-metodické centrum VFPO. 175 s.

- MAKAROVA, D. G. a TROKHIMCHUK, A. *Vědecko-metodická doporučení pro studium a uchování genetických zdrojů ovocných, bobulovinových, ořechoplodných a málo rozšířených kultur*. Kyjev: Institut sadovnictví NAAS Ukrajiny, 2022.
- MAKAROVA, D. G.; VASYLENKO, V. I. a MOISEICHENKO, N. V. Weather conditions monitoring and cherry (*Cerasus vulgaris* L.) elite forms productivity in the Ukraine's Western Lisosteppe. Online. *Horticulture: Interdepartment Subject Scientific Collection*. 2021a, č. 76, s. 66–71. Dostupné z: <https://doi.org/10.35205/0558-1125-2021-76-66-71> [cit. 14. 9. 2025].
- MAKAROVA, D. G.; VASYLENKO, V. I. a MOISEICHENKO, N. V. Weather conditions monitoring and cherry (*Cerasus vulgaris* L.) elite forms productivity in the Ukraine's Western Lisosteppe. Online. *Horticulture: Interdepartment Subject Scientific Collection*. 2021b, no. 76, p. 66–71. Dostupné z: <https://doi.org/10.35205/0558-1125-2021-76-66-71> [cit. 17. 9. 2025].
- MAKAROVA, D. G.; VASYLENKO, V. I. a TROKHYMCHUK, A. I. Weather changes monitoring and their influence on the cherry (*Cerasus vulgaris* Mill.) valuable breeding genetic fund productivity in the Lisosteppe of Ukraine. Online. *Horticulture: Interdepartment Subject Scientific Collection*. 2020, no. 75, p. 92–101. Dostupné z: <https://doi.org/10.35205/0558-1125-2020-75-92-101> [cit. 18. 9. 2025].
- MAKAROVA, D. G.; YARUTA, O. Y.; GRUSHA, V. V.; LUSHPIGAN, O.P. a MARTYNENKO, S. V. Suitability of domestic gooseberry varieties (*Ribes uva-crispa* L.) for creating intensive plantings in the Western Lisosteppe zone of Ukraine. Online. *Horticulture: Interdepartment Subject Scientific Collection*. 2024, no. 79, p. 83–94. Dostupné z: <https://doi.org/10.35205/0558-1125-2024-79-83-94> [cit. 16. 9. 2025].
- MINITAB. Minitab Statistical Software. Version 19 [software]. [přístup 6. 9. 2025]. State College, PA: Minitab, LLC, 2019.
- NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). *Global Time Series*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series/europe/land/1/8/1880-2022?filter=true&filterType=binomial> [cit. 17. 9. 2025].
- OSTERMAN, J.; MATEOS-FIERRO, Z.; SIOPA, C.; CASTRO, H.; CASTRO, S. a EERGERTS, M. The impact of pollination requirements, pollinators, landscape and management practices on pollination in sweet and sour cherry: A systematic review. Online. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2024, vol. 374, p. 109163. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.109163> [cit. 15. 9. 2025].
- ROMANOV, V. A.; GALELYUKA, I. B. a SARAKHAN, E. V. Portable fluoremeter Floratest and its application features. Online. *Sensor Electronics and Microsystem Technologies*. 2010, vol. 7, no. 3, p. 39–44. Dostupné z: <https://doi.org/10.18524/1815-7459.2010.3.114470> [cit. 12. 9. 2025].
- SHEVCHENKO, O.; VLASIUK, O.; STAVCHUK, I.; VAKOLIUK, M.; ILLIASH, O. *et al. Hodnocení zranitelnosti vůči změně klimatu: Ukrajina*. Kyjev: Klimatické fórum Východního partnerství (KfV) a Pracovní skupina nevládních organizací pro změnu klimatu (PS NO ZK), 2014.