

Název mapy: „Mapy předpovědi vhodnosti podmínek pro další šíření plísně bramboru a rozvoj alternariových skvrnitostí.“

**Autoři: RNDr. Tomáš Litschmann, Ph.D.¹; Ing. Petr Doležal, Ph.D.²;
Ing. Ervín Hausvater, CSc.²**

Název organizace: ¹Moravský Žižkov, ²Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o.

Místo vydání: Havlíčkův Brod

Dedikace: Mapa je výsledkem řešení výzkumných projektů č. NAZV QK22010073 „Alternativní postupy ochrany brambor proti chorobám a škůdcům minimalizující negativní vliv na životní prostředí“, a podpory na rozvoj výzkumné organizace č.MZE-RO1625..

Dostupná na webových stránkách:

<https://www.vubhb.cz/cs/predpovedni-mapy-listovych-chorob-brambor>
<http://www.amet.cz/mapaPhyto/index.htm>

Jména oponentů (kteří zpracovali posudky) a názvy jejich organizací:

- Ing. Petr Elzner, Ph.D. – Mendelova univerzita v Brně, Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství
- RNDr. Jan Juroch – ÚKZÚZ, sekce osiv, sadby a zdraví rostlin, odd. metod monitoringu a prognóz výskytu ŠO

Každodenně aktualizovaný soubor map území České republiky a přilehlého okolí znázorňuje pomocí izolinií:

- 1. Hodnoty bodového indexu předpovědi vhodnosti povětrnostních podmínek pro šíření plísně bramboru**
- 2. Předpověď hodinových sum efektivních teplot nad 25 °C, signalizujících vhodnost podmínek pro další rozvoj alternariových skvrnitostí**

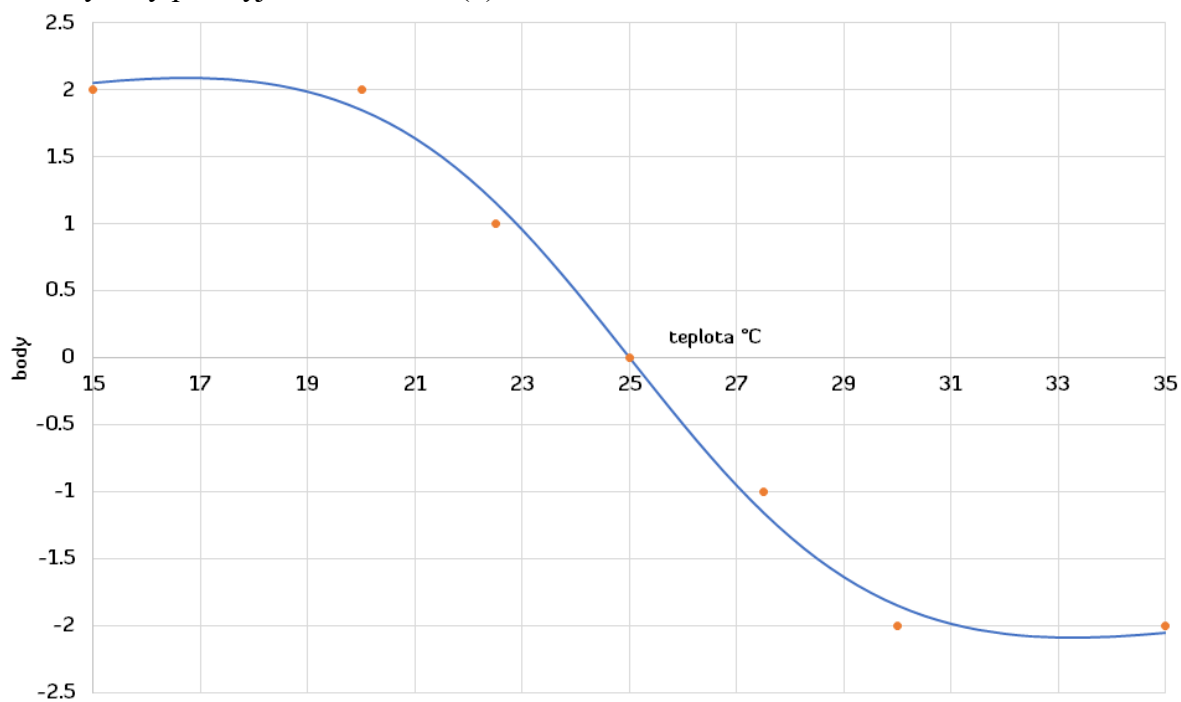
Obě mapy jsou založeny na předpovědi potřebných meteorologických veličin na následující 3 dny v hodinovém kroku získané se serveru YR.NO pro jednotlivé uzlové body gridové sítě pokrývající území ČR. Síť má hustotu bodů 0,25 x 0,25 °. Těmito body jsou následně pomocí metody "Kriging" proloženy izolinie veličin znázorňovaných na jednotlivých mapách.

Ad 1.) Mapa předpovědi vhodnosti povětrnostních podmínek pro šíření plísně bramboru

Metoda prognózy plísně bramboru, popsaná v práci Litschmann, T., Hausvater, E., Doležal, P., Bašťová, P. (2017) umožňuje detekovat vhodné povětrnostní podmínky pro sporulaci *Phytophthora infestans* z případných zdrojů infekce a jejich šíření v daném prostoru. Další rozvoj plísně bramboru do značné míry závisí i na vývoji povětrnostních podmínek v následujícím období, které mohou být více či méně příznivé anebo nepříznivé. Jak uvádí Pejml (1962) „Nejsou-li vhodné makroklimatické podmínky, zůstává fytoftora lokalizována ve svých ohniscích a při delším působení nepříznivých makroklimatických podmínek může dokonce dojít k narušování, popřípadě i k likvidaci fytoftorových ohnisek“. Současné numerické metody předpovědi počasí umožňují pro libovolné místo na daném území s jistou pravděpodobností stanovit na určitou dobu dopředu průběh vybraných meteorologických veličin a z nich lze následně vypočítat pro toto místo tzv. bodový index, udávající vhodnost šíření plísně bramboru. Jeho konstrukce rozvíjí a doplňuje metodu uvedenou Pejmlem (1962) o nové možnosti výpočetní techniky a prezentovat jej ve spojitosti s aktuální předpovědí počasí. Bylo stanoveno několik meteorologických veličin, které do značné míry ovlivňují šíření plísně v porostu, pro každou tuto veličinu bylo přiřazeno určité bodové hodnocení v závislosti na její hodnotě. Jsou to:

- **Maximální teplota v daném dni**

Vliv maximální denní teploty na šíření plísně vychází z předpokladu, že teploty pod 25 °C působí na šíření příznivě, naopak teploty vyšší nepříznivě. Tato závislost je znázorněna na Obr. 1, analyticky pak vyjádřena rovnicí (1)



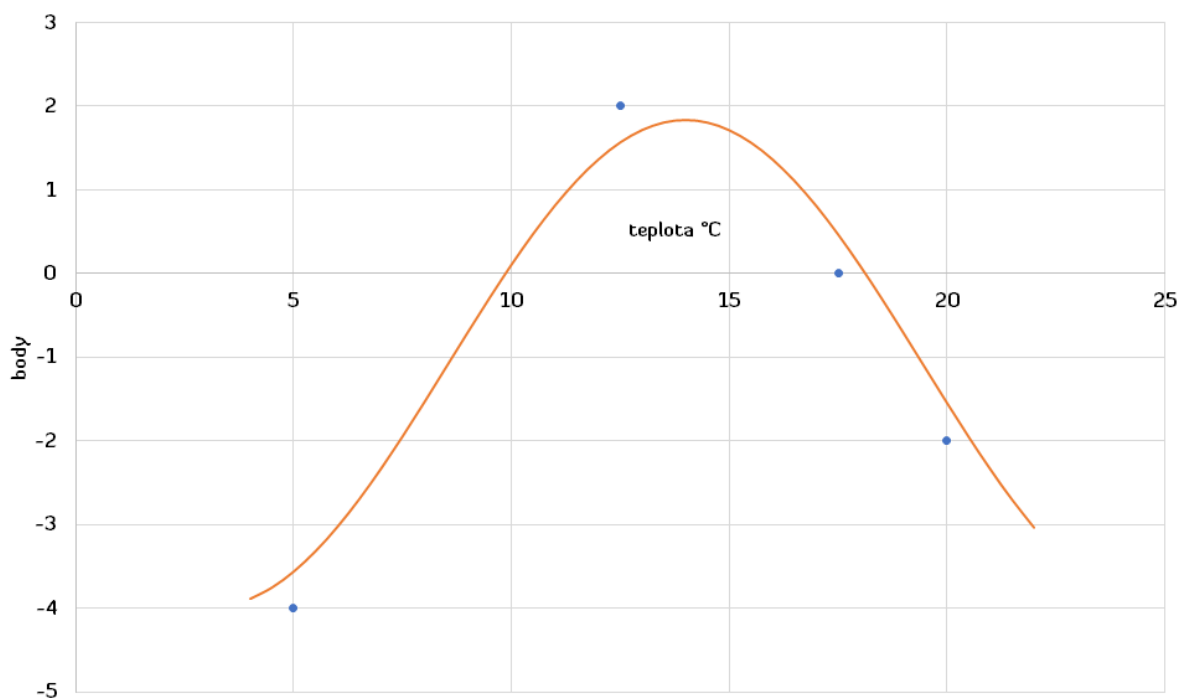
Obr. 1 Vliv maximální teploty vzduchu na šíření plísně bramboru

$$\text{Body}_{T_{\max}} = (1.2443 + T_{\max} * -0.04977747) / (1 + T_{\max} * -0.07210752 + T_{\max}^2 * 0.00144215) \quad (1)$$

kde T_{\max} – maximální teplota vzduchu v daném dni (°C)

- Minimální teplota v daném dni

V případě vlivu minimální teploty se optimální působení na šíření plísně předpokládá při teplotách kolem 13 °C, od této hodnoty na obě strany minimální teplota působí spíše jako inhibitor šíření, zejména pak při teplotách pod 10 °C a nad 18 °C (Obr. 2). Analytickému vyjádření nejlépe odpovídá cosinová funkce v rovnici (2)



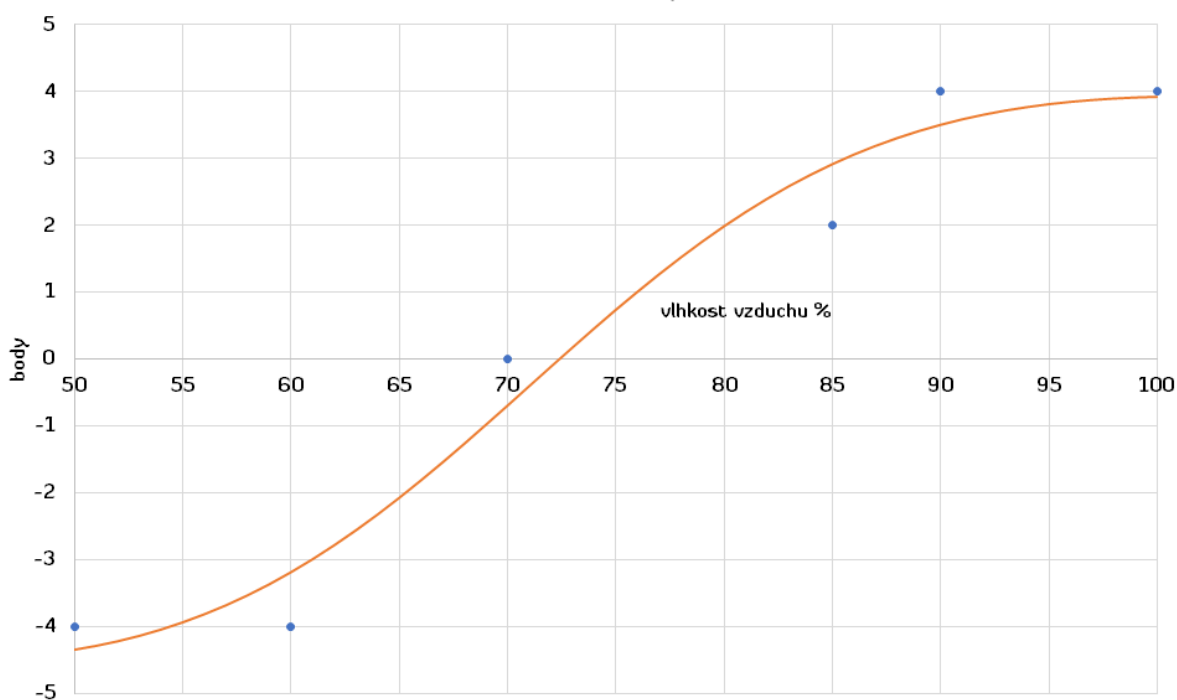
Obr. 2 Vliv minimální teploty vzduchu na šíření plísně bramboru

$$\text{Body}_{T_{\min}} = -1.075 + 2.910026 \cdot \cos(T_{\min} \cdot 0.2885692 + 2.245437) \quad (2)$$

kde T_{\min} – minimální teplota vzduchu v daném dni (°C)

- Vlhkost vzduchu

Vysoká relativní vlhkost vzduchu výraznou měrou přispívá ke klíčení spor a jejich pronikání do pletiv, naopak nízké vlhkosti tomu zabraňují. Významné jsou proto zejména vlhkosti vzduchu nad 85 – 90 %, vlhkosti nižší než 60 procent již působí inhibičně. Funkce znázorňující tuto závislost je na Obr. 3, její analytické vyjádření pak v rovnici (3)



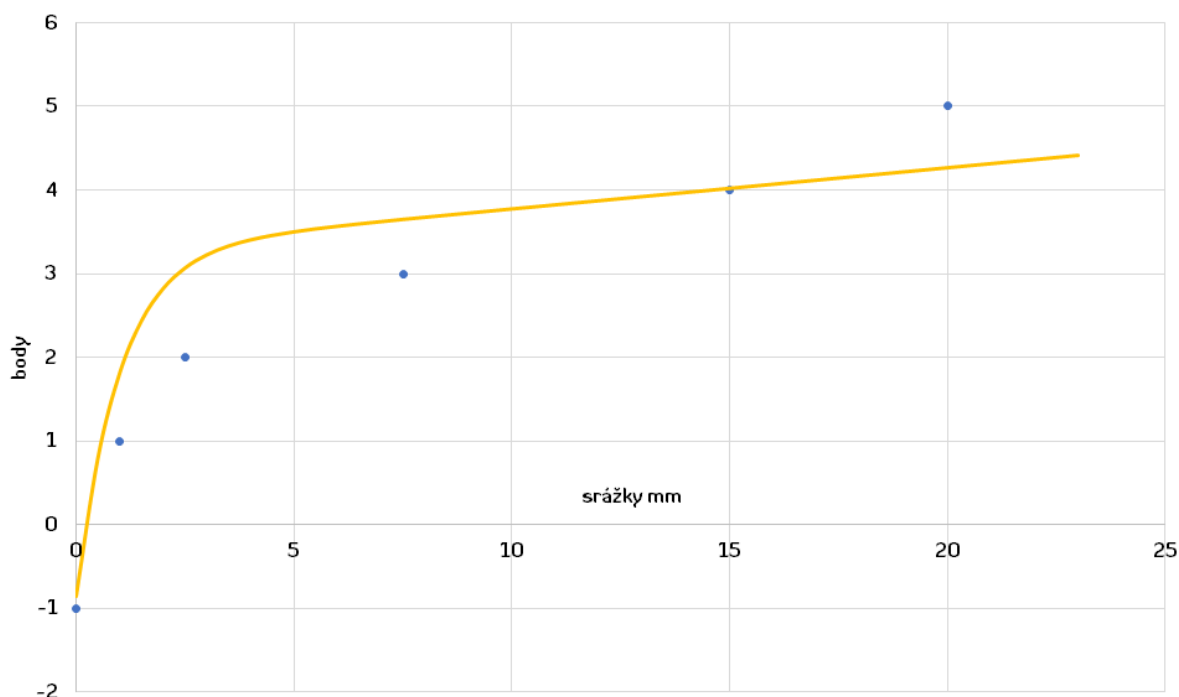
Obr. 3 Vliv vlhkosti vzduchu na šíření plísňě bramboru

$$\text{Body}_{VV} = (-3.05 + VV * 0.04210455) / (1 + VV * -0.02428916 + VV^2 * 0.0001725457) \quad (3)$$

kde VV – průměrná vlhkost vzduchu v daném dni (%)

- Atmosférické srážky

Atmosférické srážky vytvářejí povlak volné vody na listech rostlin a vznikají tím nutné podmínky pro klíčení spor. Důležitější než velikost srážek je jejich přítomnost, proto má tato závislost podobu exponenciální funkce, v níž je hodnota bodu od minimálních úhrnů srážek poměrně vysoká a příliš se nezvyšuje s rostoucím úhrnem srážek (Obr. 4). Analyticky je tato funkce vyjádřena rovnicí (4).



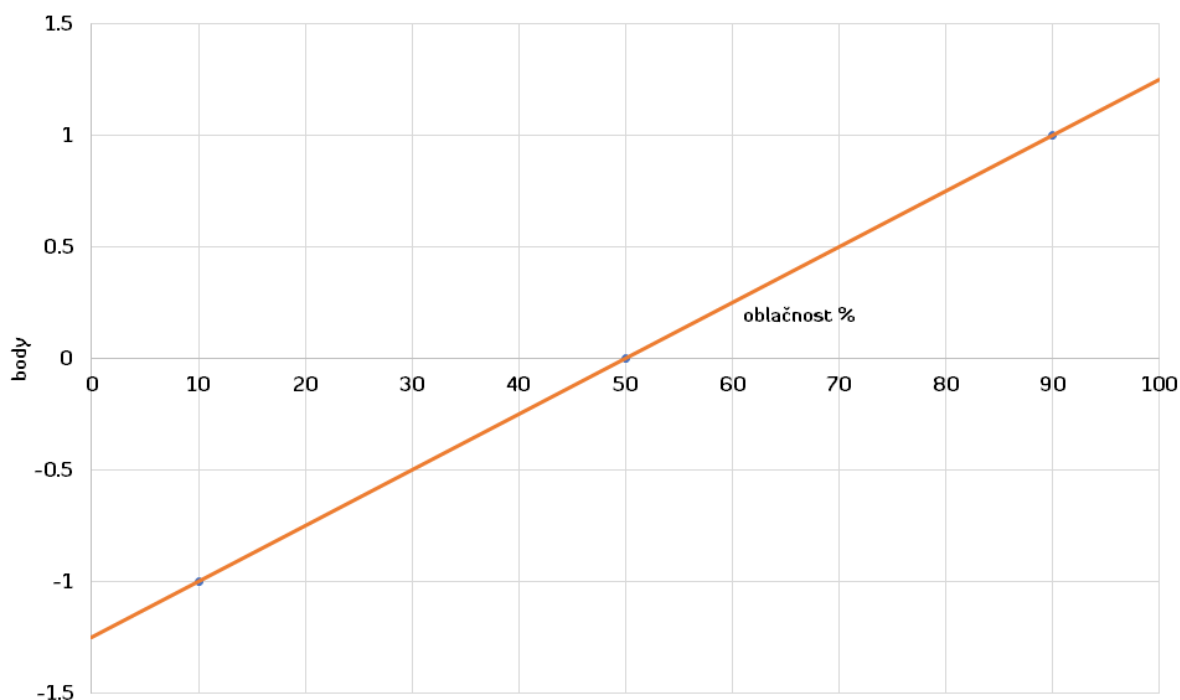
Obr. 4 Vliv srážek na šíření plísňě bramboru

$$\text{Body}_{\text{SRA}} = 3.28937 + -4.14101 * 0.366466^{\text{SRA}} + 0.04925937 * \text{SRA} \quad (4)$$

kde SRA – množství srážek v daném dni (mm)

- Pokrytí oblohy oblačností

Vliv oblačnosti na šíření plísně bramboru není již natolik výrazný jako u předchozích veličin a pohybuje se od -1 do +1 (Obr. 5) a lze jej vyjádřit lineární funkcí (5).



Obr. 5 Vliv oblačnosti na šíření plísně bramboru

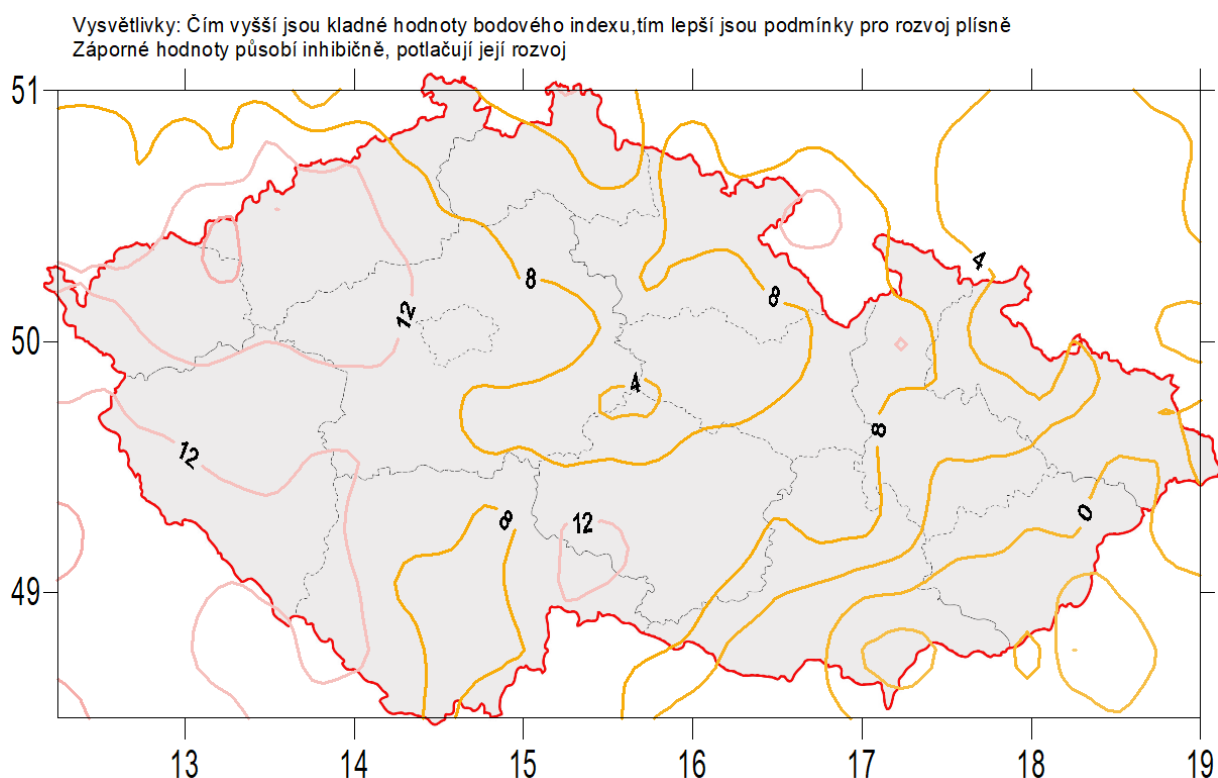
$$\text{Body}_{\text{Obl}} = \text{Obl} * 0.025 - 1.25 \quad (5)$$

kde Obl - průměrné pokrytí oblohy oblačností v daném dne (%)

Bodové indexy pro všechny uvedené veličiny se v jednotlivých dnech sčítají a přiřadí příslušnému uzlovému bodu. Z Obr. 1 až 5 lze odečíst, že v jednom dni se může jejich součet pohybovat od -12 do 14, za celé třídní období pak v rozmezí -36 až 42, tj. v rozsahu 78 bodů. S ohledem na přehlednost mapy byla zvolena vzdálenost mezi jednotlivými izoliniemi 4 body. Čím vyšší jsou kladné hodnoty bodového indexu, tím lepší jsou podmínky pro vznik a šíření plísně bramboru, naopak záporné hodnoty působí inhibičně.

Ukázka výsledné mapy předpovědi vhodnosti povětrnostních podmínek pro šíření plísně bramboru je na Obr. 6.

Použitý server YR.NO, provozovaný Norwegian Meteorological Institute v Oslo, poskytuje bezplatně výstupy předpovědního modelu s vysokým rozlišením ECMWF. Tento model je vytvářen v European Centre for Medium-Range Weather Forecasts v britském Readingu.



Obr. 6 Vzor mapy předpovědi vhodnosti podmínek pro šíření plísně bramboru

Ad 2.) Předpověď hodinových sum efektivních teplot nad 25 °C, signalizujících vhodnost podmínek pro další rozvoj alternariových skvrnitostí

V práci Litschmann, Doležal, Hausvater, Sedlák, Sedláková (2024) bylo zdokumentováno, že k výraznějšímu nárůstu rozsahu poškození na listech brambor, vyvolaných alternariovými skvrnitostmi, dochází většinou za situací s vyššími teplotami vzduchu, překračujícími 25 °C. Dosud nepublikované závěry analýzy množství zachycených spor *A. alternata* rotačními lapači v roce 2024 rovněž potvrzují, že jejich množství se zvyšuje se zvyšováním počtu hodin s teplotou vzduchu nad 25 °C za několik uplynulých dnů.

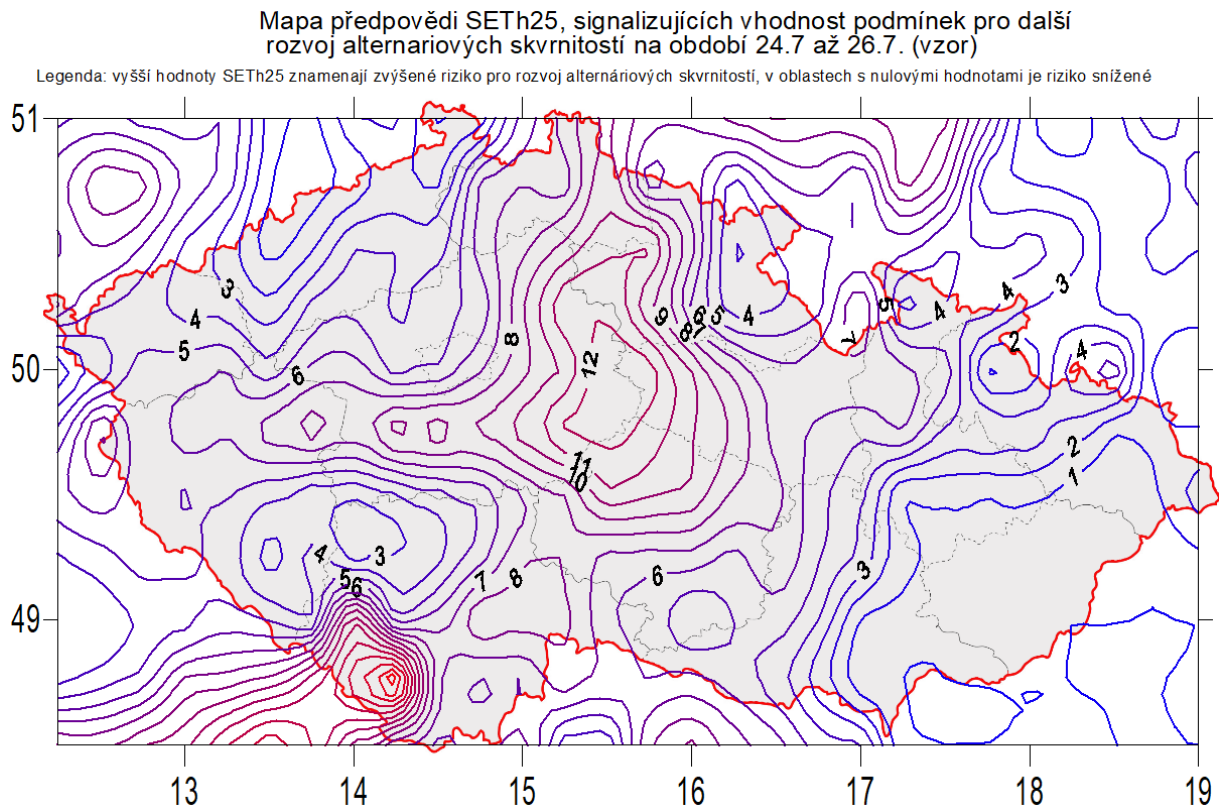
Kumulativní působení vysokých teplot lze vyjádřit pomocí sumy hodinových efektivních teplot (ETh25) nad hranicí 25 °C (SETh25). V případě třídní předpovědi teplot vzduchu pro konkrétní uzlový bod ji lze vyjádřit vztahy (6) a (7):

$$\begin{aligned} ETh25_i &= T_i - 25 \text{ když } T_i \geq 25 && (\text{°C}) \\ ETh25_i &= 0 \text{ když } T_i < 25 && (\text{°C}) \end{aligned} \quad (6)$$

$$SETh25 = \sum_{i=1}^{72} ETh25_i \quad (\text{°C}) \quad (7)$$

kde T_i = teplota vzduchu v i -té hodině (°C)

Každodenně konstruovaná a publikovaná mapa s izoliniemi SETH25 (obr. 7) znázorňuje jejich předpovídané rozložení na území ČR v následujících 3 dnech a umožňuje tak pěstiteli posoudit míru ohrožení porostů alternariovými skvrnitostmi a podle toho usměrnit případnou ochranu.



Obr. 7 Vzor mapy předpovědi SETH25, signalizujících vhodnost podmínek pro další rozvoj alternariových skvrnitostí

Popis novosti mapy:

Mapy využívají výstupů numerických předpovědí počasí pro území ČR a zpracovávají je na základě sestrojených funkčních vztahů do výsledných hodnot bodových indexů, udávajících vhodnost povětrnostních podmínek pro následné šíření plísně bramboru a pro rozvoj projevů alternariových skvrnitostí v porostech brambor.

Účelem těchto specializovaných map je přehledné znázornění těchto veličin v průběhu vegetace tak, aby pěstitel mohl včas reagovat ve svém postřikovém programu na aktuální situaci (např. zařazení odpovídajícího fungicidu, přizpůsobení délky intervalu mezi jednotlivými postřiky).

Informace o rozsahu využití mapy: Každodenně aktualizované mapy budou zdarma přístupny všem pěstitelům brambor na území ČR. Umožňují jim získávat aktuální informace o vhodnosti podmínek pro rozvoj a šíření plísně bramboru a alternariových skvrnitostí v dané lokalitě a na jejich základě přizpůsobovat fungicidní postřikové programy infekčnímu tlaku těchto chorob.

Informace o přínosech mapy pro uživatele: Při plochách pěstování brambor v ČR pohybujících se v posledních letech kolem 23–24 tis. ha (pěstitelé nad 1 ha), lze předpokládat, že při ušetření pouze jednoho fungicidního postřiku v ceně cca 1 000 Kč/ha (bez nákladů na aplikaci) v letech s nízkým infekčním tlakem choroby lze docílit úspory nejméně 20 mil. Kč. Naopak v ročnících se silným výskytem choroby lze přesnějším cílením fungicidní ochrany dosáhnout její větší účinnosti a efektivity. Další přínosy spočívají v omezení nadbytečných vstupů fungicidů do životního prostředí, ke kterému dochází při paušální fungicidní aplikaci.

Seznam odborných podkladů, které předcházely vypracování odborných map:

- DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. (2010): Ověření metod prognózy plísně bramboru NoBlight a negativní prognózy v podmínkách České republiky v letech 2006–2010. Vědecké práce – Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, 18: 23-41
- HAUSVATER, E. – DOLEŽAL, P. – LITSCHMANN, T. – BAŠTOVÁ, P. – MAZÁKOVÁ, J. – KREJZAR, V. – PÁNKOVÁ, I. – SEDLÁK, P. (2017): Metodika integrované ochrany proti plísni bramboru v nových agroenvironmetálních podmínkách. Certifikovaná metodika. 1. vydání, Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o. a Poradenský svaz Bramborářský kroužek, *Praktické informace*, ISBN 978-80-86940-72-4, č. 66: 48 s.
- HAUSVATER, E. – DOLEŽAL, P. – LITSCHMANN, T. – SEDLÁKOVÁ, V. – BAŠTOVÁ, P. – SEDLÁK, P. (2022): Metodika integrované ochrany proti alternariovým skvrnitostem. Certifikovaná metodika. 1. vydání, Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o., *Praktické informace*, ISBN 978-80-86940-99-1, č. 88: 24 s. (MZE-RO1622, NAZV QK22010073)
- LITSCHMANN, T. – HAUSVATER, E. – DOLEŽAL, P. – BAŠTOVÁ, P. (2017): Metodika nové prognózy a signalizace plísně bramboru na základě stanovení hodnoty Indexu. Certifikovaná metodika. 1. vydání, Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o. a Poradenský svaz Bramborářský kroužek, *Praktické informace*, ISBN 978-80-86940-74-8, č. 67: 20 s.
- LITSCHMANN, T. – HAUSVATER, E. – DOLEŽAL, P. – BAŠTOVÁ, P. (2018): Climate change and its impact on conditions of late blight occurrence. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 49, 173-180. DOI: 10.2478/sab-2018-0023
- LITSCHMANN, T. – HAUSVATER, E. – DOLEŽAL, P. (2020): A new method of potato late blight forecasting in the Czech Republic. *Journal of Plant Protection Research*, ISSN 1427-4345, 60 (2), 134-140, <https://doi.org/10.24425/jppr.2020.133306>
- LITSCHMANN, T. – DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. – BAŠTOVÁ, P. – SEDLÁK, P. – SEDLÁKOVÁ, V. (2023): Alternariové skvrnitosti u brambor a možnosti jejich prognózy. Vědecké práce – Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, 2023, 29: 9–18 ISBN 978-80-88614-00-5
- LITSCHMANN, T. – DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. – SEDLÁK, P. – SEDLÁKOVÁ, V. (2024): Vliv průběhu teplot ve vegetaci na výskyt alternariových skvrnitostí u brambor. Vědecké práce – Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, 2024, 30: 19–32 ISBN 978-80-88614-08-1
- MUSIL, J., A. – POHOŘELÁ, M. (1978): Studium možností prognózy plísně bramborové na základě meteorologických předpovědí, Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský Havlíčkův Brod, Závěrečná zpráva:, 74s.
- PEJML, K. (1962): Prostorové šíření fytoftory v závislosti na počasí. Meteorologické zprávy, XV., s. 20 – 24