

Biostymulatory - związki inne niż pestycydy. Wpływ induktorów odporności, BTH i jego pochodnych, na przeciwwirusowe mechanizmy obronne roślin

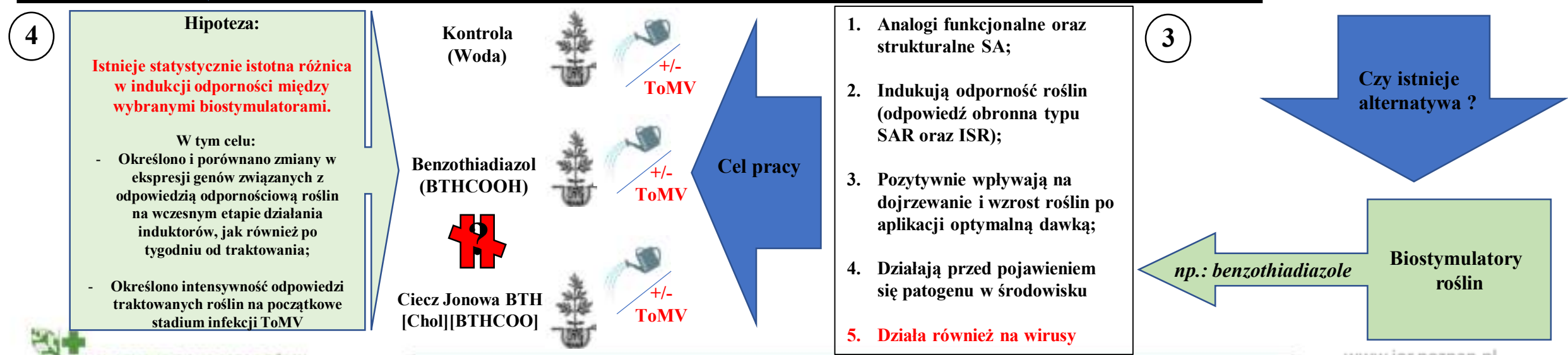
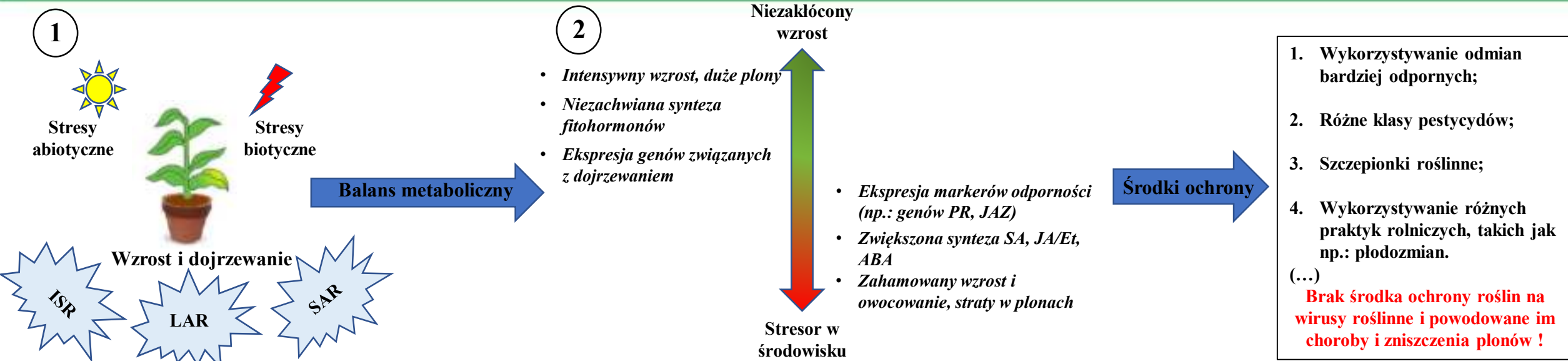
Patryk Frąckowiak, Aleksandra Obreńpalska-Stęplowska



<https://orcid.org/0000-0001-9429-879X>
p.frackowiak@iorpib.poznan.pl
www.ior.poznan.pl

07.09 – 08.09.2022

Biostymulatory - związki inne niż pestycydy. Wpływ induktorów odporności, BTH i jego pochodnych, na przeciwwirusowe mechanizmy obronne roślin



Biostymulatory - związki inne niż pestycydy. Wpływ induktorów odporności, BTH i jego pochodnych, na przeciwwirusowe mechanizmy obronne roślin

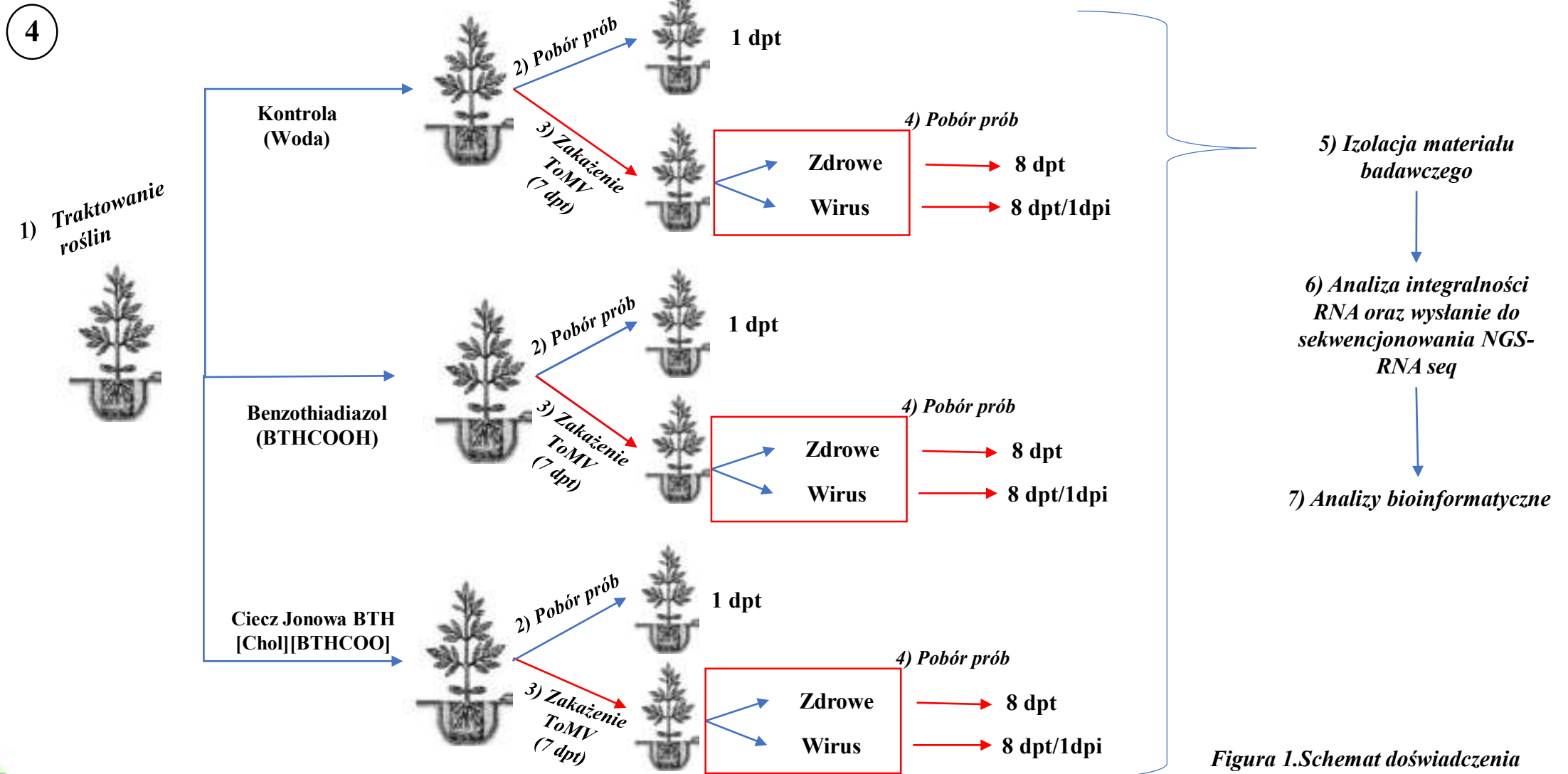


Figura 1. Schemat doświadczenia



Biostymulatory - związki inne niż pestycydy. Wpływ induktorów odporności, BTH i jego pochodnych, na przeciwwirusowe mechanizmy obronne roślin

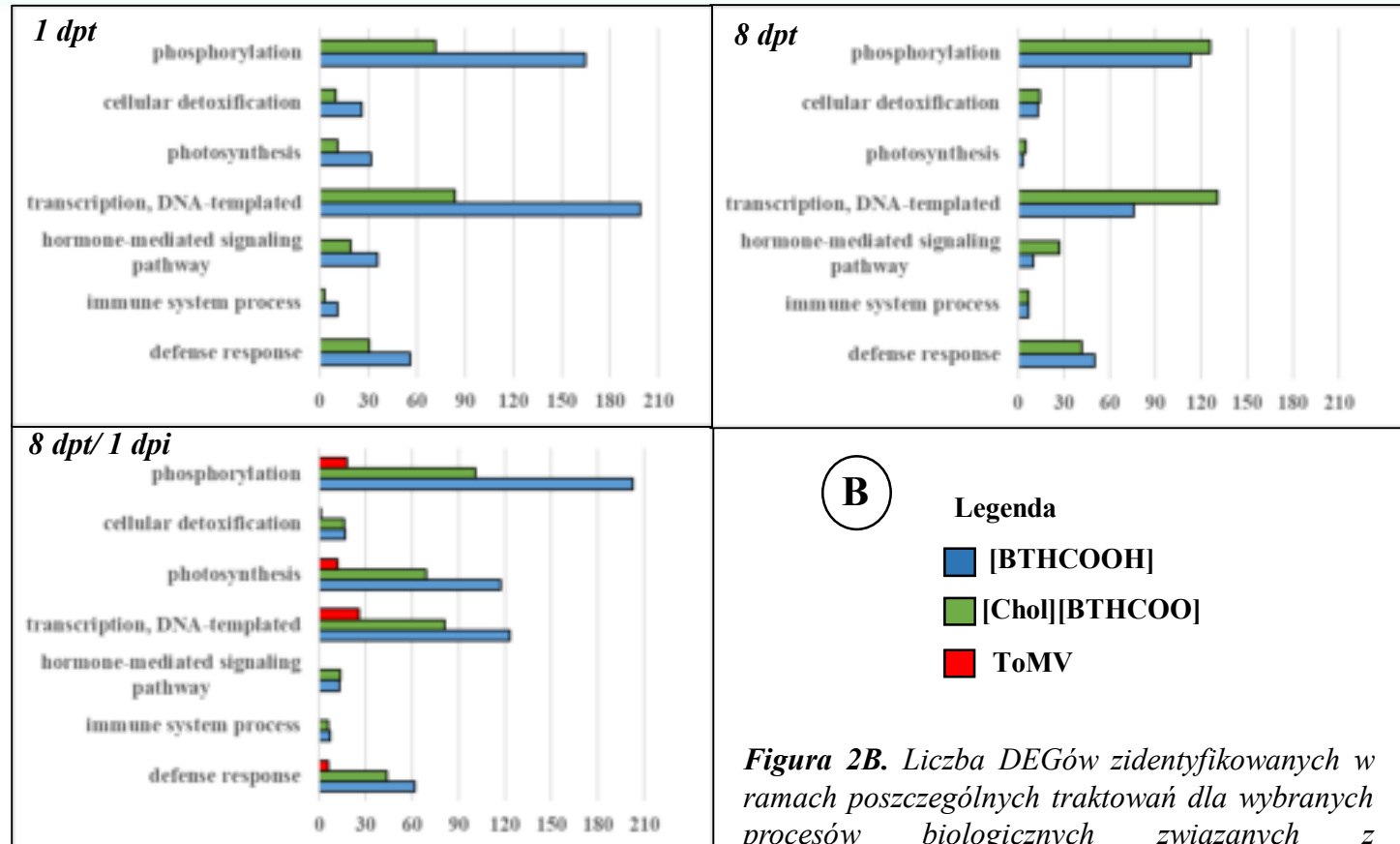
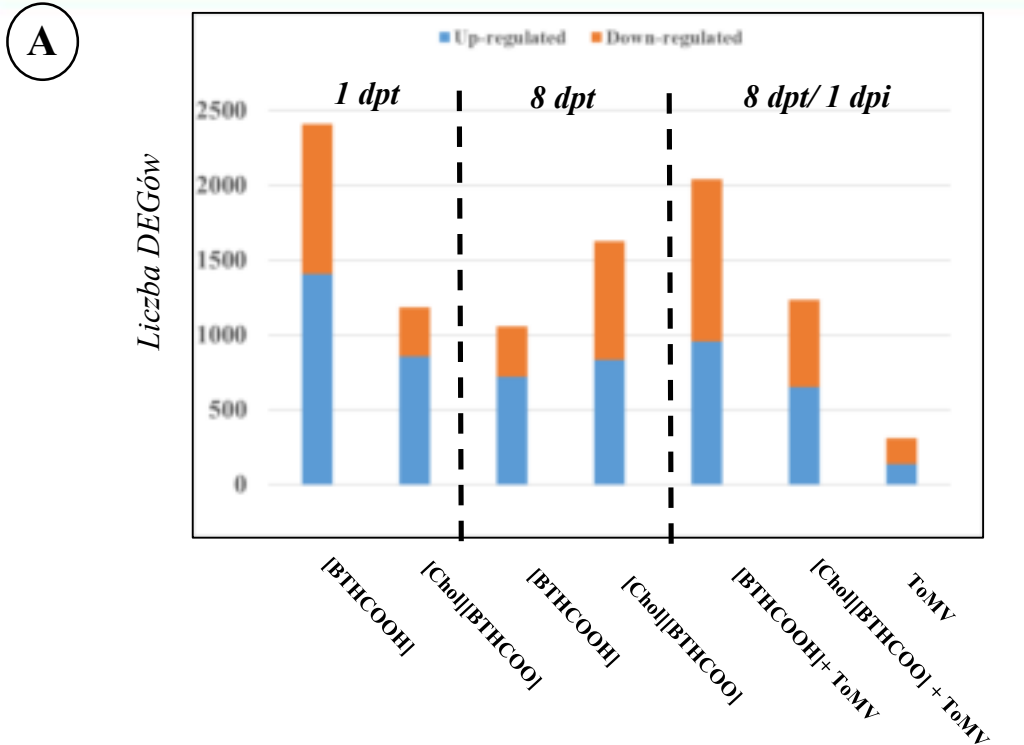


Figura 2A. Liczba DEGów zidentyfikowanych w ramach poszczególnych traktowań.

Figura 2B. Liczba DEGów zidentyfikowanych w ramach poszczególnych traktowań dla wybranych procesów biologicznych związanych z odpowiedzią odpornościową.

GO ID	GO Name	# of DEGs													
		[BTHCOOH] 1 dpt		[Chol][BTHCOO] 1 dpt		[BTHCOOH] 8 dpt		[Chol][BTHCOO] 8 dpt		[BTHCOOH] + ToMV 8 dpt/1 dpi		[Chol][BTHCOO] + ToMV 8 dpt/1 dpi		ToMV 8 dpt/1 dpi	
		Up-regulated	Down-regulated	Up-regulated	Down-regulated	Up-regulated	Down-regulated	Up-regulated	Down-regulated	Up-regulated	Down-regulated	Up-regulated	Down-regulated	Up-regulated	Down-regulated
GO:0006952	defense response	41	15	27	4	44	6	31	11	47	15	40	4	3	3
GO:0002376	immune system process	6	5	2	1	6	1	5	2	5	2	5	1	0	0
GO:0009755	hormone-mediated signaling pathway	19	17	13	6	7	3	11	16	7	6	5	9	0	0
GO:0006351	transcription, DNA-templated	84	115	54	30	46	30	44	87	51	72	37	44	8	18
GO:0015979	photosynthesis	31	1	10	1	0	3	2	3	0	117	0	69	0	12
GO:1990748	cellular detoxification	21	5	9	1	10	3	8	6	11	6	10	6	1	0
GO:0016310	phosphorylation	88	77	54	18	90	23	96	30	138	65	75	26	9	9

Biostymulatory - związki inne niż pestycydy. Wpływ induktorów odporności, BTH i jego pochodnych, na przeciwwirusowe mechanizmy obronne roślin

C

GO ID	GO Name	# of DEGs					
		Common Gene 1 dpt		Common Gene 8 dpt		Common Gene 8 dpt/ 1 dpi	
		Up-regulated	Down-regulated	Up-regulated	Down-regulated	Up-regulated	Down-regulated
GO:0006952	defense response	18	1	21	2	30	4
GO:0002376	immune system process	1	1	4	1	3	1
GO:0009755	hormone-mediated signaling pathway	5	3	4	2	4	5
GO:0006351	transcription, DNA-templated	42	15	18	19	32	30
GO:0015979	photosynthesis	6	0	0	0	0	55
GO:1990748	cellular detoxification	9	0	6	1	5	5
GO:0016310	phosphorylation	35	9	47	8	60	21

Figura 2C. Liczba wspólnych DEGów zidentyfikowanych dla poszczególnych punktów poboru dla obu biostymulatorów (tabela u góry). Wybrane 5 transkryptów o najwyższej zmiennej ekspresji związanych z procesami biologicznymi o najwyższej liczbie zidentyfikowanych DEGów dla obu biostymulatorów analizowanych w poszczególne dni (tabele poniżej).

Defense response

DPT	Seq ID	[BTHCOOH]	[Chol][BTHCOO]	Description
1 dpt	Solyc01g106520.1	56.00303646	24.88552559	LOW QUALITY:F-box protein SKIP23 (AHRD V3.3 ** A0A151TCP0_CAJCA)
	Solyc01g106130.1	49.86317124	153.5565938	LOW QUALITY:F-box protein (AHRD V3.3 *** G71272_MEDTR)
	Solyc01g106140.1	23.68909209	10.37059176	LOW QUALITY:F-box protein family-like (AHRD V3.3 ** Q6ZCS3_ORYSI)
	Solyc04g076730.1	13.21375468	8.071923309	LOW QUALITY:Transmembrane protein, putative (AHRD V3.3 *** G7JEX2_MEDTR)
	Solyc08g036660.3	10.93235573	19.74491789	Jasmonate zim-domain protein (AHRD V3.3 *** G7IP70_MEDTR)
8 dpt	Solyc01g097240.3	10.37565629	4.640987082	Pathogenesis-related protein PR-4 (AHRD V3.3 *** PR4_PRUPE)
	Solyc01g008620.3	9.047188684	5.795794166	Beta-1,3-glucanase (AHRD V3.3 *** Q9SYX6_TOBAC)
	Solyc04g076730.1	7.907686341	5.212038919	LOW QUALITY:Transmembrane protein, putative (AHRD V3.3 *** G7JEX2_MEDTR)
	Solyc03g070380.3	7.397776729	11.29312162	Methyl esterase (AHRD V3.3 *** A0A072UEL6_MEDTR)
	Solyc02g082920.3	6.468954275	3.309513563	acidic extracellular 26 kD chitinase
8dpt/1dpi	Solyc03g119590.1	21.22785532	17.40132768	LOW QUALITY:NIMIN2c protein (AHRD V3.3 *** A0FJY4_TOBAC)
	Solyc01g008620.3	16.00917627	8.619207865	Beta-1,3-glucanase (AHRD V3.3 *** Q9SYX6_TOBAC)
	Solyc04g016470.3	10.12277693	9.566806895	LEQA L.esculentum TomQ'a beta(1,3)glucanase
	Solyc01g097240.3	10.06230053	6.95353346	Pathogenesis-related protein PR-4 (AHRD V3.3 *** PR4_PRUPE)
	Solyc10g079860.2	9.997451553	14.9665965	LEQB L.esculentum TomQ'b beta(1,3)glucanase

Photosynthesis

DPT	Seq ID	[BTHCOOH]	[Chol][BTHCOO]	Description
1 dpt	Solyc09g016930.1	35.36392951	25.00328562	LOW QUALITY:Photosystem II CP43 reaction center protein (AHRD V3.3 ** PSBC_COFAR)
	Solyc05g021190.2	8.951340683	3.693499138	LOW QUALITY:Photosystem II D2 protein (AHRD V3.3 ** PSBD_PLETE)
	Solyc09g059640.2	7.960604365	7.468374029	LOW QUALITY:Photosystem I P700 chlorophyll a apoprotein A2 (AHRD V3.3 ** PSAB_SOLLC)
	Solyc04g005180.3	7.041700551	15.19640064	Isochorismate synthase, chloroplastic (AHRD V3.3 ** IC5_CATRO)
	Solyc01g017485.1	4.477688895	2.864111396	DNA-directed RNA polymerase subunit beta (AHRD V3.3 ** M7YBH1_TRIUA)
8 dpt				ND
8dpt/1dpi	Solyc12g038080.1	-7.171603835	-7.741517943	LOW QUALITY:Photosystem II CP43 reaction center protein (AHRD V3.3 ** PSBC_SOLTU)
	Solyc09g015290.1	-8.034878337	-25.73468031	Photosystem I P700 chlorophyll a apoprotein A1 (AHRD V3.3 ** PSAA_GOSHI)
	Solyc09g016930.1	-27.22406488	-32.61783637	LOW QUALITY:Photosystem II CP43 reaction center protein (AHRD V3.3 ** PSBC_COFAR)
	Solyc02g020960.2	-27.85596919	-27.12938763	Photosystem I P700 chlorophyll a apoprotein A1 (AHRD V3.3 ** PSAA_ATTRBE)
	Solyc01g018090.2	-28.06106944	-11.42111443	LOW QUALITY:Photosystem I P700 chlorophyll a apoprotein A1 (AHRD V3.3 ** PSAA_ENCLE)

Transcription

DPT	Seq ID	[BTHCOOH]	[Chol][BTHCOO]	Description
1 dpt	Solyc05g050220.3	62.55098961	56.33852714	TAF-3 (AHRD V3.3 *** Q40587_TOBAC)
	Solyc04g071770.3	25.08156099	23.81173227	Ethylene-responsive transcription factor (AHRD V3.3 *** W9RA19_9ROSA)
	Solyc11g045690.2	23.52003259	13.1775053	Ethylene-responsive transcription factor, putative (AHRD V3.3 *** B9RGV0_RICCO)
	Solyc08g078180.1	22.84538379	14.55351264	Ethylene Response Factor A.1
	Solyc01g057080.1	16.36625059	8.569602849	Ethylene-responsive transcription factor (AHRD V3.3 *** A0A0K9P1G2_ZOSMR)
8 dpt	Solyc05g015850.3	10.59014172	8.559842375	WRKY transcription factor 75
	Solyc05g007110.2	8.35753542	11.27494034	WRKY transcription factor 76
	Solyc08g062490.3	6.368141434	2.700416174	WRKY transcription factor 50
	Solyc02g061780.3	6.04875317	3.311343294	NAC domain-containing protein (AHRD V3.3 *** A0A059ZJX7_BOENI)
	Solyc01g036390.2	5.031073751	5.462106164	Calmodulin binding protein-like, putative (AHRD V3.3 *** A0A061G202_THECC)
8dpt/1dpi	Solyc03g034150.2	19.68202904	7.377764793	Homeobox-leucine zipper family protein (AHRD V3.3 *** B9MXR7_POPTR)
	Solyc01g106170.3	9.477123915	10.67282969	AGAMOUS-like MADS-box transcription factor (AHRD V3.3 ** Q84LE8_GINBI)
	Solyc05g007110.2	8.063644704	8.795561472	WRKY transcription factor 76
	Solyc02g021680.3	7.939825235	5.11094762	WRKY transcription factor 35
	Solyc08g082110.3	7.493536039	7.871943857	WRKY transcription factor 54

Phosphorylation

DPT	Seq ID	[BTHCOOH]	[Chol][BTHCOO]	Description
1 dpt	Solyc02g094010.2	114.4399654	61.90075949	Kinase family protein (AHRD V3.3 *** B9GJ77_POPTR)
	Solyc01g106520.1	56.00303646	24.88552559	LOW QUALITY:F-box protein SKIP23 (AHRD V3.3 ** A0A151TCP0_CAJCA)
	Solyc01g106130.1	49.86317124	153.5565938	LOW QUALITY:F-box protein (AHRD V3.3 *** G71272_MEDTR)
	Solyc01g106140.1	23.68909209	10.37059176	LOW QUALITY:F-box protein family-like (AHRD V3.3 ** Q6ZCS3_ORYSI)
	Solyc02g090970.1	16.44067825	14.17024308	MAP kinase kinase kinase 21
8 dpt	Solyc12g036310.1	10.28426853	11.31108624	LOW QUALITY:NAD(P)H-quinone oxidoreductase subunit 5, chloroplastic (AHRD V3.3 ** NU5C_CHLSC)
	Solyc06g006020.2	9.323823041	10.56448931	Non-specific serine/threonine protein kinase (AHRD V3.3 *** M1ANR5_SOLTU)
	Solyc11g072930.2	7.277484935	5.203966917	Leucine-rich repeat transmembrane protein kinase protein, putative (AHRD V3.3 *** A0A061GWK2_THECC)
	Solyc07g005100.3	6.901029372	8.566681933	Chitinase/lysozyme (AHRD V3.3 *** Q43591_TOBAC)
	Solyc02g072070.3	6.00403952	3.65868201	Serine/threonine-protein kinase (AHRD V3.3 *** M1CRP0_SOLTU)
8dpt/1dpi	Solyc06g006020.2	12.01523274	6.449278436	Non-specific serine/threonine protein kinase (AHRD V3.3 *** M1ANR5_SOLTU)
	Solyc01g008497.1	8.615000253	5.849775713	Receptor-like kinase (AHRD V3.3 *** G71982_MEDTR)
	Solyc06g048740.2	7.85753891	4.922045653	Non-specific serine/threonine protein kinase (AHRD V3.3 *** M1ANR5_SOLTU)
	Solyc12g005610.2	7.765998482	7.270904362	Leucine-rich receptor-like kinase family protein (AHRD V3.3 ** G7L9I8_MEDTR)
	Solyc11g072930.2	7.359675201	3.741579385	Leucine-rich repeat transmembrane protein kinase protein, putative (AHRD V3.3 *** A0A061GWK2_THECC)

Biostymulatory - związki inne niż pestycydy. Wpływ induktorów odporności, BTH i jego pochodnych, na przeciwwirusowe mechanizmy obronne roślin

- 1) Wybrane biostymulatory w istotny sposób indukują odporność w roślinach pomidora – **już 1 dzień po potraktowaniu induktorami ekspresja genów związanych z odpornością znacząco wzrasta;**
- 2) Odpowiedź po pojawieniu się wirusa w środowisku traktowanych biostymulatorami roślin pomidora jest intensywniejsza;
- 3) W odpowiedzi przeciwwirusowej oraz indukcji odporności w znaczący sposób wyróżniły się również procesy związane **z transkrypcją, fosforylacją, fotosyntezą oraz detoksykacją;**
- 4) Oba związki w pierwszym etapie działania indukują ekspresję genów związanych ze szlakami kwasu jasmonowego, oraz etylenem (**odpowiedź odpornościowa typu ISR [z ang. *Induced Systemic Resistance*]**), a także ekspresję **czynników transkrypcyjnych WKRY**. Dopiero w późniejszym czasie wzrasta ekspresja genów PR (**związanych z odpowiedzią typu SAR [z ang. *Systemic Acquired Resistance*]**). Należy również zwrócić uwagę na znacząco **obniżoną ekspresję genów związanych z fotosyntezą w obu związkach po infekcji ToMV.**
- 5) Wyszczególnione w wynikach transkrypty biorą znaczący udział w indukcji odporności roślin pomidora przez wybrane biostymulatory.
- 6) Czysty związek [BTHCOOH] działa **efektywniej pierwszego dnia po potraktowaniu oraz po pojawieniu się wirusa w roślinie**, z kolei działanie [Chol][BTHCOO] jest rozłożone w czasie (**lepsze wyniki 8 dnia po potraktowaniu**).
- 7) Wybrane biostymulatory w przyszłości mogą znacząco obniżyć stosowanie pestycydów oraz ciężkiej chemii, jak również prewencyjne ich użycie może wzmacniać traktowane rośliny i znacząco ograniczyć straty plonów.

Biostymulatory - związki inne niż pestycydy. Wpływ induktorów odporności, BTH i jego pochodnych, na przeciwwirusowe mechanizmy obronne roślin

1. **Pospieszny H** (2017) Systemic Acquired Resistance (SAR) in integrated plant protection. *Progress in Plant Protection* 56:436–442.
<https://doi.org/10.14199/ppp-2016-068>
2. **Frackowiak P, Pospieszny H, Smiglak M, Obrępańska-Stęplowska A** (2019) Assessment of the efficacy and mode of action of benzo(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid s-methyl ester (bth) and its derivatives in plant protection against viral disease. *International Journal of Molecular Sciences* 20:. <https://doi.org/10.3390/ijms20071598>
3. **Smiglak M, Kukawka R, Lewandowski P, et al** (2016) New Dual Functional Salts Based on Cationic Derivative of Plant Resistance Inducer - Benzo[1.2.3]thiadiazole-7-carbothioic Acid, S-Methyl Ester. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering* 4:3344–3351.
<https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.6b00398>
4. **Frackowiak P, Wrzeńska B, Wieczorek P, Sanchez-Bel P, Kunz L, Dittmann A, Obrępańska-Stęplowska A** (2022) Deciphering of BTH-induced response of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and its effect on plant virus infection through the multi-omics approach. bioRxiv 2022.07.08.499279; <https://doi.org/10.1101/2022.07.08.499279> (praca przyjęta w czasopiśmie *Plant and Soil*, DOI : 10.1007/s11104-022-05651-7)

Dziękuję uprzejmie za uwagę!



Odwiedź naszą stronę internetową
www.ior.poznan.pl



Znajdź nas na Facebooku
[@IORPoznan](https://www.facebook.com/IORPoznan)



Obserwuj nas na Twitterze
[@Instytut Ochrony Roślin - PIB](https://twitter.com/InstytutOchronyRoślin-PIB)



Subskrybuj nas na YouTube
[@Instytut Ochrony Roślin - PIB](https://www.youtube.com/InstytutOchronyRoślin-PIB)