

Projekt: „Opracowanie innowacyjnych produktów na bazie suszu z ekologicznie uprawianej soplówki jeżowatej (*Hericium erinaceus*) o wysokich parametrach jakościowych i funkcjonalnych”, umowa o dofinansowanie nr 00048.DDD.6509.00252.2022.15

Podsumowanie wyników badań ETAP 1: Opracowanie innowacyjnego sposobu ekologicznej uprawy soplówki jeżowatej o wysokich parametrach jakościowych i funkcjonalnych

Na podłożach agarowych oraz płynnych testowano wpływ różnych składników na wzrost hodowli grzyba. Badano takie składniki jak: trociny drzew liściastych, ziarniaki zbóż, proso, otręby, wyciągi z owoców, warzyw, roślin oleistych, składniki mineralne. Rezultatem prac badawczych było zaprojektowanie składu 3 podłoży uprawowych (substratów) o zróżnicowanym składzie na bazie trocin bukowych, otrębów pszennych, łusek sojowych, łusek z kawy, wyciąków z roślin oleistych, mielonej kukurydzy, gipsu o składzie:

substrat 1

- 1000 g trociny bukowe
- 100 g łuska kawy
- 100 g wyciągi z lnu
- 50 g otręby pszenne
- 5 g gips

substrat 2

- 1000 g trociny bukowe
- 250 g otręby pszenne
- 50 g kukurydza mielona
- 5 g gips

substrat 3

- 1000 g trociny bukowe
- 300 g łuska sojowa
- 5 g gips

Badania wzrostu różnych odmian soplówki jeżowatej na podłożach płynnych i agarowych pozwoliły na wytypowanie do uprawy w etapie pierwszym 4 odmian oznaczonych jako HE01, HE08, HE13 i HE14. Uprawę prowadzono w warunkach niekontrolowanych oraz kontrolowanych, obejmujących monitorowanie temperatury i wilgotności oraz z

zastosowaniem pilotażowego systemu dezynfekcji pomieszczeń uprawowych. Uprawy prowadzono wg planu:

1 plon - warunki konwencjonalne, niekontrolowane

2 plon - warunki kontrolowane (16°C, wilgotność 90%), dezynfekcja

3 plon - warunki kontrolowane (16°C, wilgotność 95%), dezynfekcja

4 plon - warunki kontrolowane (18°C, wilgotność 90%), dezynfekcja

5 plon - warunki kontrolowane (18°C, wilgotność 95%), dezynfekcja

6 plon - warunki kontrolowane (20°C, wilgotność 90%), dezynfekcja

7 plon - warunki kontrolowane (20°C, wilgotność 95%), dezynfekcja

W poniższych tabelach zamieszczono wyniki wykonanych badań, obejmujące badania plonowania (wykonane u Rolnika) oraz analiz cech funkcjonalnych i jakościowych zebranych owocników (wykonane w spółce Mykoherbals i na UEP).

Dla uprawy prowadzonej w warunkach niekontrolowanych (NK) uzyskano następujące wyniki badań:

HE NK	substrat	plon zebrany z 15 substratów [g]	średnia waga owocnika [g]	średnia sm [%]	średnia ABTS [mM Tx/dm ³]	średnia DPPH [mM Tx/dm ³]
O1	1	6345	423	21,02	2,833	0,435
O1	2	4995	333	15,13	1,97	0,13
O1	3	8610	574	14,15	3,18	0,48
O8	1	5970	398	15,165	3,165	0,48
O8	2	4530	302	14,365	2,66	0,36
O8	3	6030	402	13,88	3	0,328
13	1	6045	403	16,32	2,83	0,407
13	2	5160	344	11,25	2,135	0,33
13	3	6270	418	16,315	3,95	0,428
14	1	6375	425	16,84	3,075	0,398
14	2	5625	376	16,22	2,86	0,4
14	3	8010	534	15,21	4,28	0,6
	plon łącznie	73965				

średni indeks IE (CV) [VxμA/100g sm]	średni indeks IE (SWV) [VxμA/100 g sm]	średnia zawartość alfa glukanów [% w/w]	średnia zawartość beta glukanów [% w/w]	średnia I-ba bakterii [jtk/g owocnika]	średnia I-ba drożdży i pleśni [jtk/g owocnika]
299	265	1,7731	6,55	8450	3298
87	85	2,0183	9,67	9026	4542
325	312	2,4646	8,68	194	84
356	342	2,0548	6,41	5340	3658
267	276	2,34	6,28	7644	4210
311	298	1,9821	8,7	6024	3567
269	231	0,7079	6,98	6732	3860
234	204	0,9216	12,66	10324	6346
411	329	1,0481	10,33	9453	6002
322	314	1,9452	7,35	7450	4378
309	294	2,1716	10,28	9800	6012
426	353	1,4279	7,13	6240	4028

Dla uprawy prowadzonej warunkach kontrolowanych 1K: 16°C, wilgotność 90%, system dezynfekcji pomieszczeń uprawowych uzyskano następujące wyniki badań:

HE 1K	substrat	plon zebrany z 15 substratów [g]	średnia waga owocnika [g]	średnia sm [%]	średnia ABTS [mM Tx/dm ³]	średnia DPPH [mM Tx/dm ³]
O1	1	7020	468	11,41	3,65	0,62
O1	2	6105	407	13,04	2,67	0,47
O1	3	9360	624	12,63	2,41	0,34
O8	1	5640	376	11,86	3,22	0,22
O8	2	4620	308	11,47	2,94	0,17
O8	3	6255	417	12,91	2,68	0,11
13	1	6540	436	11,49	3,53	0,26
13	2	5805	387	11,87	3,27	0,16
13	3	6480	432	11,45	3,4	0,12
14	1	5175	345	14,21	3,87	0,61
14	2	4530	302	15,18	3,38	0,41
14	3	5970	398	12,57	3,63	0,45
	plon łącznie	73500				

średni indeks IE (CV) [VxμA/100g sm]	średni indeks IE (SWV) [VxμA/100g sm]	średnia zawartość alfa glukanów [% w/w]	średnia zawartość beta glukanów [% w/w]	średnia l-ba bakterii [jtk/g owocnika]	średnia l-ba drożdży i pleśni [jtk/g owocnika]
345	314	2,3899	9,89	473	187
308	276	2,3502	11,51	451	272
287	256	2,2939	11,64	422	174
324	302	1,5797	6,79	624	243
278	266	2,3901	6,28	736	364
254	234	1,0897	6,87	538	231
412	376	1,1801	9,59	2635	1044
367	348	1,1979	6,89	3764	1474
386	365	2,0531	8,79	2187	1105
442	426	1,2363	10,82	439	163
411	399	1,3517	8,83	509	263
428	403	1,4376	7,14	374	209

Dla uprawy prowadzonej warunkach kontrolowanych 2K: 16°C, wilgotność 95%, system dezynfekcji pomieszczeń uprawowych uzyskano następujące wyniki badań:

HE 2K	substrat	plon zebrany z 15 substratów [g]	średnia waga owocnika [g]	średnia sm [%]	średnia ABTS [mM Tx/dm ³]	średnia DPPH [mM Tx/dm ³]
O1	1	7245	483	11,64	3,33	0,47
O1	2	6330	422	11,82	3,25	0,45
O1	3	9540	636	13,26	3,84	0,64
O8	1	5310	354	11,86	1,96	0,3
O8	2	4665	311	11,66	2,9	0,34
O8	3	6810	454	11,55	2,8	0,17
13	1	7170	478	12,81	2,69	0,4
13	2	6240	416	11,47	2,87	0,28
13	3	7470	498	14,83	2,78	0,19
14	1	5280	352	12,06	1,95	0,44
14	2	4605	307	13,44	2,04	0,48
14	3	6240	416	15,72	3,33	0,6
	plon łącznie	76905				

średni indeks IE (CV) [VxμA/100g sm]	średni indeks IE (SWV) [VxμA/100g sm]	średnia zawartość alfa glukanów [% w/w]	średnia zawartość beta glukanów [% w/w]	średnia I-ba bakterii [jtk/g owocnika]	średnia I-ba drożdży i pleśni [jtk/g owocnika]
326	305	0,6947	6,49	634	239
311	288	0,6902	9,46	752	309
387	367	0,711	6,35	602	211
201	186	0,7204	6,69	749	413
267	245	0,781	6,47	803	638
254	234	1,0915	7,96	705	400
236	211	0,8235	7,73	2854	1574
264	236	0,7628	6,71	3990	1732
253	224	0,7637	18,26	2519	1328
198	175	0,8622	20,3	528	203
189	187	0,8104	17,74	609	311
311	299	0,9937	17,95	517	198

Dla uprawy prowadzonej warunkach kontrolowanych 3K: 18°C, wilgotność 90%, system dezynfekcji pomieszczeń uprawowych uzyskano następujące wyniki badań:

HE 3K	substrat	plon zebrany z 15 substratów [g]	średnia waga owocnika [g]	średnia sm [%]	średnia ABTS [mM Tx/dm ³]	średnia DPPH [mM Tx/dm ³]
O1	1	8235	549	14,15	3,2	0,14
O1	2	6585	439	13,78	2,83	0,12
O1	3	11100	740	12,94	2,53	0,16
O8	1	7635	509	14,43	3,3	0,21
O8	2	5925	395	11,35	3,67	0,27
O8	3	7470	498	14,21	3,05	0,17
13	1	7845	523	13,86	2,9	0,14
13	2	6960	464	14,25	2,95	0,13
13	3	8085	539	12,54	2,87	0,12
14	1	7650	510	18,8	2,99	0,36
14	2	6705	447	13,93	3,17	0,16
14	3	9600	640	17,23	2,85	0,28
	plon łącznie	93795				

średni indeks IE (CV) [VxμA/100g sm]	średni indeks IE (SWV) [VxμA/100g sm]	średnia zawartość alfa glukanów [% w/w]	średnia zawartość beta glukanów [% w/w]	średnia l-ba bakterii [jtk/g owocnika]	średnia l-ba drożdży i pleśni [jtk/g owocnika]
298	275	2,3491	18,99	783	253
267	256	2,2925	18,87	867	348
243	231	2,3234	18,86	673	205
301	287	2,0145	9,26	817	534
346	322	2,1248	8,26	935	768
288	266	1,143	6,52	754	505
268	233	1,614	8,1	3012	1756
279	249	1,6338	8,12	4872	2540
268	244	2,2906	8,73	2948	1532
275	260	2,3702	18,71	621	256
299	254	2,1623	12,39	698	408
268	243	2,15	12,39	572	233

Dla uprawy prowadzonej warunkach kontrolowanych 4K: 18°C, wilgotność 95%, system dezynfekcji pomieszczeń uprawowych uzyskano następujące wyniki badań:

HE 4K	substrat	plon zebrany z 15 substratów [g]	średnia waga owocnika [g]	średnia sm [%]	średnia ABTS [mM Tx/dm ³]	średnia DPPH [mM Tx/dm ³]
O1	1	7770	518	13,77	4,05	0,57
O1	2	6315	421	13,92	4,4	0,56
O1	3	10875	725	12,56	3,29	0,52
O8	1	7170	478	12,04	3,18	0,48
O8	2	5760	384	11,62	2,26	0,35
O8	3	7080	472	11,75	2,52	0,39
13	1	7545	503	11,82	3,98	0,29
13	2	6615	441	12,76	3,32	0,3
13	3	7965	531	13,14	3,61	0,3
14	1	7455	497	11,12	3,59	0,49
14	2	6345	423	13,04	3,28	0,29
14	3	9165	611	13,22	3,99	0,54
	zebrany plon	90060				

średni indeks IE (CV) [VxμA/100g sm]	średni indeks IE (SWV) [VxμA/100g sm]	średnia zawartość alfa glukanów [% w/w]	średnia zawartość beta glukanów [% w/w]	średnia l-ba bakterii [jtk/g owocnika]	średnia l-ba drożdży i pleśni [jtk/g owocnika]
376	354	0,7451	18,12	894	385
398	361	0,7294	17,53	988	547
297	279	0,7926	18,06	832	342
273	258	0,7745	6,54	934	583
201	188	0,749	10,32	1026	874
226	208	0,7603	9,29	847	527
371	351	0,7793	8,87	3487	2056
273	259	0,7218	8,42	4738	3426
286	244	0,7681	8,86	3011	1967
489	422	0,7684	21,42	706	314
300	288	0,7775	16,605	775	457
511	499	0,7349	15,98	684	295

Dla uprawy prowadzonej warunkach kontrolowanych 5K: 20°C, wilgotność 90%, system dezynfekcji pomieszczeń uprawowych uzyskano następujące wyniki badań:

HE 5K	substrat	plon zebrany z 15 substratów [g]	średnia waga owocnika [g]	średnia sm [%]	średnia ABTS [mM Tx/dm ³]	średnia DPPH [mM Tx/dm ³]
O1	1	7515	501	15,03	3,68	0,57
O1	2	6345	423	13,8	2,9	0,53
O1	3	10635	709	13,46	4,16	0,65
O8	1	7215	481	12,49	3,54	0,61
O8	2	6120	408	13,01	2,91	0,49
O8	3	7485	499	11,43	3,81	0,26
13	1	7665	511	11,37	3,64	0,43
13	2	6885	459	11,62	3,41	0,32
13	3	8220	548	11,37	3,61	0,65
14	1	8850	590	12,79	4,19	0,58
14	2	7545	503	15,26	3,3	0,56
14	3	11880	792	22,65	4,43	0,65
	zebrany plon	96360				

średni indeks IE (CV) [VxμA/100g sm]	średni indeks IE (SWV) [VxμA/100 g sm]	średnia zawartość alfa glukanów [% w/w]	średnia zawartość beta glukanów [% w/w]	średnia l-ba bakterii [jtk/g owocnika]	średnia l-ba drożdży i pleśni [jtk/g owocnika]
365	351	1,5888	21,26	745	362
276	259	1,6959	20,73	817	511
435	404	2,2341	20,52	752	328
294	281	2,3053	18,04	894	438
248	211	2,2808	19,32	947	641
261	239	2,3467	17,81	711	495
333	300	2,0881	19,75	3002	1965
249	238	2,3892	19,01	4118	3021
378	351	2,2624	18,26	2945	1539
398	353	2,359	19,06	632	276
304	263	1,8976	20,99	674	407
411	401	1,8264	20,8	528	212

Dla uprawy prowadzonej warunkach kontrolowanych 6K: 20°C, wilgotność 95%, system dezynfekcji pomieszczeń uprawowych uzyskano następujące wyniki badań:

HE 6K	substrat	plon zebrany z 15 substratów [g]	średnia waga owocnika [g]	średnia sm [%]	średnia ABTS [mM Tx/dm ³]	średnia DPPH [mM Tx/dm ³]
O1	1	7170	478	11,5	3,58	0,53
O1	2	6165	411	11,4	3,46	0,46
O1	3	10260	684	12,34	3,95	0,62
O8	1	7035	469	11,84	3,37	0,53
O8	2	5820	388	11,7	3,3	0,47
O8	3	7080	472	11,79	3,36	0,57
13	1	7530	502	11,78	3,84	0,61
13	2	6660	444	11,61	3,6	0,55
13	3	8040	536	13,61	3,94	0,61
14	1	8715	581	13,45	3,7	0,65
14	2	7290	486	12,68	3,37	0,59
14	3	11595	773	14,62	4,35	0,58
	zebrany plon	93360				

średni indeks IE (CV) [VxμA/100g sm]	średni indeks IE (SWV) [VxμA/100 g sm]	średnia zawartość alfa glukanów [% w/w]	średnia zawartość beta glukanów [% w/w]	średnia l-ba bakterii [jtk/g owocnika]	średnia l-ba drożdży i pleśni [jtk/g owocnika]
348	321	2,2996	16,89	903	516
321	296	2,3148	17,88	993	647
386	352	2,1547	17,88	856	498
311	299	1,1633	14,59	977	641
308	273	2,0732	14,85	1045	792
320	292	1,129	13,48	935	612
367	358	2,0578	16,91	3521	2385
351	330	2,0139	16,96	4639	4111
377	354	2,0692	15,63	3024	1896
365	352	1,776	19,84	698	327
368	328	1,901	20,08	764	481
412	400	2,2918	20,72	650	307

Optymalizacja warunków uprawy soplówki wpłynęła na uzyskanie plonu owocników, których masa sięgała nawet 1000 g w obu rzutach. Dla uprawy prowadzonej warunkach

kontrolowanych 5K: 20°C, wilgotność 90%, system dezynfekcji pomieszczeń uprawowych uzyskano najwyższy łączny plon wynoszący ponad 96 kg.

Ustalono optymalny skład podłoża uprawowego gwarantujący najwyższe plony, przy jednoczesnym uzyskaniu wysokich parametrów jakościowych owocników. Na plonowanie soplówki najbardziej korzystny wpływ miał dodatek łuski sojowej, natomiast na zawartość glukanów i aktywność antyoksydacyjną wpływał dodatek łuski z kawy oraz wyciągów z Inu, przy czym wyższy wpływ wykazano na wartość DPPH i indeksu elektrochemicznego, niż na wartość ABTS. Najbardziej niekorzystny wpływ na plonowanie i parametry jakościowe miał dodatek mielonej kukurydzy i mielonych ziaren soi.

Ostatecznie opracowano skład podłoża na bazie trocin bukowych i dębowych oraz otrąb pszennych (z samopszy, orkisz i płaskurki) z dodatkiem łuski sojowej, łusek z kawy i wyciągów z Inu. W zależności od odmiany soplówki ustalono optymalne parametry warunków wzrostu owocników. Odmiany oznaczone jako HE01 i HE13, dobrze owocowały w niższych temperaturach, natomiast w temperaturze 20 stopni najwyższy plon uzyskano dla odmiany HE14. Odmiana HE08 owocowała słabiej niezależnie od temperatury.

Można w związku z tym, w zależności od pory roku, prowadzić uprawę odmiany preferującej zróżnicowaną temperaturę, co ograniczy koszty zużycia energii elektrycznej związanej z zapewnieniem odpowiedniej temperatury dla wegetacji grzyba. Ustalono również, że na wzrost soplówki nie miały zdecydowanego wpływu różnice wilgotności w zakresie 90-95%, natomiast w niższej wilgotności obserwowano niższe zanieczyszczenie mikrobiologiczne owocników.

Instalacja pilotażowego systemu oczyszczania powietrza w hali uprawowej z wykorzystaniem oczyszczaczy fotokatalitycznych oraz generatorów zimnej plazmy zamontowanych w systemach nawiewowych miała zdecydowany wpływ na poprawę jakości mikrobiologicznej owocników. W warunkach uprawy prowadzonych bez oczyszczania środowiska dochodziło czasem do pleśnienia i rozwoju bakterii na powierzchni substratu, zwłaszcza przy wilgotności 95%, i przenoszenia się zanieczyszczeń mikrobiologicznych na owocniki. Uprawa wymagała ścisłej kontroli i natychmiastowego usuwania zakażonych substratów. Po wprowadzeniu systemu oczyszczania pomieszczeń uprawowych stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego owocników został obniżony o 2 rzędy wielkości. Po zamontowaniu systemu oczyszczania środowiska uprawy rozwój drobnoustrojów na powierzchni substratu został zahamowany.

Przyczyniło się to do uzyskania wysokiego stopnia czystości mikrobiologicznej owocników. Zamiast redukcji liczby zarodników pleśni w owocnikach planowanej na poziomie 30% osiągnięto rezultat wynoszący co najmniej 56%.

Ostatecznie dla owocników uprawianych w warunkach kontrolowanych uzyskano następujące parametry:

1) Plon owocników, zebrany w ustalonych jako optymalne warunkach kontrolowanych, czyli wilgotność na poziomie 90%, temperatura 20°C i na zoptymalizowanych substratach uprawowych, był o co najmniej 30% wyższy dla wszystkich odmian łącznie. Najwyższy wzrost plonowania uzyskano dla odmian HE01 i HE14.

2) Zawartość suchej masy zawierająca się w zakresie od 11,35 (odmiana HE08, temperatura 16°C, wilgotność 95%) do 22,65 (odmiana HE14, temperatura 20°C, wilgotność 90%).

3) Zawartość β -glukanów wynosząca od 6,28 (odmiana HE08, podłoże z dodatkiem kukurydzy, temperatura 16°C, wilgotność 90%) do 21,42 (odmiana HE14, podłoże z dodatkiem łuski kawy, temperatura 18°C, wilgotność 95%) i α -glukanów od 0,69 (odmiana HE13, podłoże z dodatkiem kukurydzy, temperatura 16°C, wilgotność 95%) do 2,39 (odmiana HE08, podłoże z dodatkiem łuski kawy i łuski soi, temperatura 16°C, wilgotność 90%).

Zauważono tendencję wskazującą na to, że zawartość β -glukanów jest negatywnie skorelowana z zawartością α -glukanów. Wyższa zawartość α -glukanów występowała w owocnikach uprawianych na podłożu z dodatkiem kukurydzy, jednocześnie dla owocników uprawianych na tym podłożu uzyskano najniższą zawartość β -glukanów, których najwięcej oznaczono w owocnikach pochodzących z upraw z dodatkiem łusek kawy i soi. Uzyskano zakładany stopień wzrostu zawartości β -glukanów w owocnikach soplówki jeżowatej wynoszący minimum 20% w stosunku do upraw prowadzonych w warunkach niekontrolowanych.

4) Aktywność antyoksydacyjna wyrażona w mM Tx/dm³ oznaczana zarówno testem ABTS jak i DPPH oraz na podstawie oznaczeń indeksu elektrochemicznego wykazała zakładany w projekcie stopień wzrostu wynoszący co najmniej 15% w stosunku do uprawy konwencjonalnej prowadzonej w warunkach niekontrolowanych. Dodatek łuski kawy oraz łuski sojowej okazał się być najbardziej istotnym czynnikiem wpływającym na aktywność przeciwutleniającą.

Celem etapu 1 było również wytypowanie odmiany grzyba, z której będzie produkowany susz w etapie 2. Analizując uzyskane wyniki badań zdecydowano, że będą to dwie odmiany: HE01 i HE14. Odmiany te charakteryzowały następujące parametry:

1) Najwyższa masa zebranych owocników, przy czym dla odmiany HE01 – wyższy plon w temperaturach niższych (18°C), a dla odmiany HE14 – wyższy plon w wyższych temperaturach (20°C), w niższych temperaturach plonowanie tej odmiany jest opóźnione. W związku z tym odmiana HE01 może być uprawiana z mniejszym nakładem energetycznym na ogrzewanie pomieszczenia uprawowego w warunkach zimowych, a odmiana HE14 w warunkach letnich, z mniejszym nakładem na chłodzenie.

2) Zbliżona zawartość glukanów w odmianach HE01 i HE14, w przypadku uprawy na zoptymalizowanym podłożu oraz w kontrolowanych warunkach (temperatura 20°C, wilgotność 90%), zawartość ta została wystandaryzowana na poziomie minimum 20%, przy czym dla beta glukanów było to minimum 19%. Pozostałe dwie odmiany: HE08 i HE13 charakteryzowała zawartość glukanów na poziomie poniżej 20%.

3) Najwyższa aktywność antyoksydacyjna, wynosząca minimum 4 mM Tx/dm³ (test ABTS), powyżej 0,65 mM Tx/dm³ (test DPPH) przy indeksie elektrochemicznym wynoszącym powyżej 400 Vx μ A/100g (CV i SWV).

4) Wysoka odporność na zanieczyszczenia mikrobiologiczne – owocniki tych odmian wykazały najwyższą czystość mikrobiologiczną: rzędu 10² jtk/g owocnika. Najbardziej wrażliwą odmianą na zakażenia mikrobiologiczne była odmiana HE13, gdyż podczas jej uprawy sporadycznie dochodziło do rozwoju drobnoustrojów zarówno na powierzchni substratu jak i na powierzchni owocników.

2. Instalacja i monitorowanie działania pilotażowego systemu oczyszczania powietrza oraz kontroli wilgotności i temperatury w hali uprawowej

W powietrzu pomieszczeń uprawowych oraz w kanałach wentylacyjnych montowano zmienną liczbę generatorów zimnej plazmy oraz oczyszczaczy fotokatalitycznych i dokonywano pomiarów liczby jonów ujemnych (miernik AIR ION COUNTER, Alpha Lab Inc). Układ oczyszczaczy był modyfikowany tak, aby utrzymać liczbę jonów wynoszącą co najmniej 100

mln/cm³ powietrza (metodą posiewów płytkowych ustalono, że taki poziom jonów zapewnia inaktywację drobnoustrojów).

Pomiary zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza wykonywano metodą zderzeniową z wykorzystaniem próbnika TRIO.BASTM Mini. Posiewano 100, 250 i 500 l powietrza z szybkością 100 l na minutę. Łącznie pobrano powietrze w 6 punktach pomiarowych. Oznaczanie ogólnej liczby bakterii wykonano na podłożu PCA (Plate Count Agar, Argenta, Poznań), ogólnej liczby drożdży i pleśni na podłożu Sabouraud'a (Argenta, Poznań).

Wykonano również badania optymalizacji procesu emisji jonów ujemnych przez generatory zimnej plazmy. Badania miały na celu ustalenie zależności pomiędzy odległością szczotek generatora i intensywnością nawiewu wentylatora, a liczbą jonów zmierzoną przez miernik jonów. W celu wykonania badań skonstruowano stanowisko robocze, zawierające układ pomiarowy składający się z generatora zimnej plazmy, wentylatora, miernika jonów oraz zasilacza z regulacją napięcia zasilania wentylatora.

Celem badań było ustalenie maksymalnej odległości oraz intensywności nawiewu, przy którym będzie możliwe uzyskanie liczby jonów powyżej 100 mln/cm³ powietrza.

W kolejno wykonanych badaniach zaprojektowano system dezynfekcji pomieszczeń uprawowych u Rolnika z wykorzystaniem oczyszczaczy fotokatalitycznych i generatorów zimnej plazmy. Przed zainstalowaniem systemu wykonano pomiary zanieczyszczenia mikrobiologicznego pomieszczeń uprawowych metodą zderzeniową. Dominującą grupę drobnoustrojów zanieczyszczających powietrze stanowiły pleśnie, które są największym zagrożeniem w trakcie owocowania soplówki jeżowatej.

Zdjęcie poniżej prezentuje przykładowy rezultat w postaci płytek obrazujących wzrost drobnoustrojów po posiewach 500 litrów powietrza pomieszczenia uprawowego przed zastosowaniem pilotażowego systemu oczyszczania (płytki powyżej) i po jego zainstalowaniu (płytki poniżej).

W trakcie uprawy w pomieszczeniach uprawowych Rolnika regularnie wykonywane były badania zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza metodą zderzeniową. Pomiarów dokonywano w trzech punktach pomiarowych w kierunku badania liczby bakterii oraz liczby drożdży i pleśni w 1 m³ powietrza. W poniższych tabelach zestawiono uzyskane wyniki oznaczeń wykonanych przez pracownika zatrudnionego u Rolnika.

	Ogólna liczba pleśni w 1 m ³ powietrza pomieszczenia uprawowego [jtk/m ³]				Stopień redukcji [%]
	1	2	3	średnia	
Przed uruchomieniem systemu 08.08.2023	3739	4875	3463	4025	
Po wprowadzeniu systemu 21.08.2023	936	958	1092	995	75
Po wprowadzeniu systemu 12.09.2023	1248	1058	884	1063	74
Po wprowadzeniu systemu 25.09.2023	733	758	924	805	80
Po wprowadzeniu systemu 09.10.2023	1002	983	1114	1033	74
Po wprowadzeniu systemu 20.10.2023	1375	1336	993	1235	68
Po wprowadzeniu systemu 30.10.2023	1269	1187	1149	1202	70
Po wprowadzeniu systemu 10.11.2023	1159	936	1038	1044	74
Po wprowadzeniu systemu 17.11.2023	1295	1011	1202	1169	71
Po wprowadzeniu systemu 29.11.2023	802	972	983	919	77
Po wprowadzeniu systemu 11.12.2023	1231	1158	1084	1158	71
Po wprowadzeniu systemu 27.12.2023	1214	1056	1034	1101	73

	Ogólna liczba bakterii w 1 m ³ powietrza pomieszczenia uprawowego [jtk/m ³]				Stopień redukcji [%]
	1	2	3	średnia	
Przed uruchomieniem systemu 04.08.2023	1850	2873	1338	2020	
Po wprowadzeniu systemu 16.08.2023	260	156	182	199	90
Po wprowadzeniu systemu 06.09.2023	260	234	208	234	88
Po wprowadzeniu systemu 20.09.2023	230	312	183	242	88
Po wprowadzeniu systemu 04.10.2023	236	275	393	301	85
Po wprowadzeniu systemu 16.10.2023	253	302	263	273	86
Po wprowadzeniu systemu 25.10.2023	297	195	274	255	87
Po wprowadzeniu systemu 06.11.2023	285	201	239	242	88
Po wprowadzeniu systemu 15.11.2023	269	216	246	244	88
Po wprowadzeniu systemu 24.11.2023	253	202	195	217	89
Po wprowadzeniu systemu 06.12.2023	188	194	232	205	90
Po wprowadzeniu systemu 20.12.2023	249	199	205	218	89

W trakcie całego cyklu uprawy modyfikowano, w zależności od zastosowanych warunków i wyników badań mikrobiologicznych, liczbę i rozmieszczenie generatorów zimnej plazmy i oczyszczaczy fotokatalitycznych. Dzięki zastosowaniu tego systemu uzyskano redukcję zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza na poziomie 70-80% w przypadku pleśni i do 90% w przypadku bakterii, co znacznie przewyższyło planowane 50-60%. Wysoka czystość pomieszczeń uprawowych miała zdecydowany wpływ na znaczną redukcję zanieczyszczenia owocników zarówno bakteriami jak i pleśniami i uzyskaną wysoką jakość mikrobiologiczną owocników.