INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 6/2011, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 195–204
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Grzegorz Koc, Jacek Rak, Barbara Gąsiorowska, Elżbieta Radzka, Jolanta Jankowska

HYDROŻELE W UPRAWIE PIECZARKI DWUZARODNIKOWEJ

HYDROGELS IN CULTIVATION OF AGRICUS BISPORUS

Streszczenie

Jednym z preparatów mających wpływ na jakość i plonowanie pieczarek, są hydrożele. Są to substancje chemiczne powodujące podniesienie pojemności wodnej okrywy przy jednoczesnym zmniejszeniu strat wody na skutek parowania. Stosowanie sorbentów przyczynia się więc do zredukowania częstotliwości podlewania, a tym samym do zmniejszenia nakładów finansowych. Badania prowadzono w latach 2010–2011, które są kontynuacją wcześniejszych badań przeprowadzono je w dwóch cyklach uprawowych. Do produkcji użyto podłoże pasteryzowane w masie z wysianą grzybnią pieczarki dwuzarodnikowej rasy Sylwan 737. Hydrożel zastosowano w dawkach od 0 do 200 $g \cdot m^{-2}$. W doświadczeniu użyto hydrożel AgroHydroGel. W badaniach określano wielkość i najważniejsze parametry plonu handlowego: zawartość suchej masy, masę jednego owocnika. Celem pracy było określenie wpływu hydrożeli na cechy jakościowe i plon pieczarki dwuzarodnikowej. W wyniku przeprowadzonych badań wykazano różnice w wysokości i jakości plonu w zależności od zastosowanej dawki i rodzaju hydrożelu. W obu cyklach uprawowych najwyższe plony uzyskano przy użyciu hydrożelu w dawce 200 $g \cdot m^{-2}$, najniższe zaś na poletkach bez hydrożelu.

Słowa kluczowe: hydrożele, uprawa pieczarek, plon pieczarek, sucha masa

Summary

One of preparations having an influence on mushrooms are hydrogels. They are chemical substances causing an extension of water capacity in the cover with simultaneous decrease of water losses due to evaporation. Using sorbents affects reduction in watering frequency and lowering financial costs. The researches were done in 2010–2011 in two growing cycles. For the production it was used pasteurized bed with planted two-spore mushroom mycelium of Sylwan

737 race. The doses of hydrogels amounted from 0 to 200 g·m^{-2}. There were two kinds of hydrogels used in the experiment: AgroHydroGel. In the research it was measured size and the most important parameters of commercial crop: dry mass quantity, one fructification mass. The purpose of the study was to determine hydrogels influence on a two-spore mushroom (Agaricus bisporus). As the result of the research it was noticed differences in quantity and quality of the crop depending on the used dose and the kind of hydrogel. In both growing cycles the highest crops were gained with hydrogel in dose of 200 g·m^{-2}, the lowest ones on beds with no hydrogel.

Key words: *hydrogels, mushroom cultivation, crop of mushroom, dry mass*

WSTĘP I CEL PRACY

Pieczarkarstwo w Polsce posiada tradycje sięgające XIX wieku. Uprawa pieczarek zawędrowała do nas z Francji wraz z kuchnią francuską, która jest nie do pomyślenia bez pieczarek [Szudyga 2005]. Pierwsze pieczarki wyhodowane we Francji, uchodziły za wielki rarytas i były bardzo drogie. Obecnie powszechna dostępność pieczarek i przystępne ceny spowodowały, że przestały być produktem luksusowym. Konsumpcja pieczarki, a także innych grzybów uprawnych w Polsce wzrasta w tempie 10-15% rocznie. Uprawa pieczarek traktowana przez stulecia jako ,,sztuka", dziś jest działem biotechnologii.

W ostatnich kilkunastu latach, dzięki wprowadzeniu udoskonalonych technologii przygotowania podłoża nastąpił intensywny rozwój pieczarkarstwa.

Zmiany technologiczne w produkcji pieczarek wymagają właściwego nawadniania. Właściwe nawadnianie należy do czynników istotnie decydujących o wysokości i jakości plonu pieczarek [Gapiński, Woźniak 2007].

Podstawą maksymalnego wykorzystania podłoża jest prawidłowa gospodarka wodą w całym okresie uprawy. Utrzymanie okrywy bez deficytu wody pozwala na pełny zbiór trzech rzutów w ciągu trzech tygodni. Jednym z preparatów mających wpływ na gospodarkę wodną pieczarek są hydrożele. Są to substancje chemiczne powodujące podniesienie pojemności wodnej okrywy przy jednoczesnym zmniejszeniu strat wody na skutek parowania. Stosowanie sorbentów przyczynia się więc do zredukowania częstotliwości podlewania, a tym samym do zmniejszenia nakładów finansowych [Koc, Szarek 2006].

Aktualnie na rynku dostępnych jest wiele hydrożeli. Mają one postać żelu polimerowego. Są to nowoczesne preparaty służące do zatrzymywania wody w okrywie oraz stopniowego jej przekazywania pieczarkom w miarę ich potrzeb. Jednym z nich jest produkowany przez firmę AGROIDEA KRAKÓW superabsorbent o nazwie handlowej AgroHydroGel®. Został on opracowany w Instytucie Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego i jest jednym z najnowocześniejszych tego typu produktów na rynku (rys. 1).

Rysunek 1. Granulat AgroHydroGel służący do mieszania z podłożem (fot. własna)
Figure 1. Granulate AgroHydroGel used to mixing with substratum (fot. priv.)

Celem badań niniejszego opracowania było przedstawienie wpływu AgroHydroGelu na wysokość i jakość plonu pieczarek uprawianych w warunkach sterowanego mikroklimatu.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Badania prowadzono w latach 2010–2011 w trzech cyklach uprawowych. W doświadczeniu na hali uprawowej o powierzchni 200 m^2, rozlosowano poletka doświadczalne w układzie losowanych bloków o powierzchni 2,0 m^2 każde w trzech powtórzeniach (rys. 2).

Regulacja i utrzymanie warunków mikroklimatycznych odbywała się przy pomocy regulatora klimatu LB-760-A firmy LA-BEL (rys. 3).

Do produkcji użyto podłoże pasteryzowane w masie z wysianą grzybnią pieczarki dwuzarodnikowej rasy Sylwan 737. W czasie przerostu grzybni w podłożu utrzymywano temperaturę 24-27 ^oC, temperatura powietrza wahała się na poziomie 21-22 ^oC, wilgotność względna powietrza ponad 95%, a stężenie $C0_2$ powyżej 3000 ppm.

Rysunek 2. Hala uprawowa (fot. własna)
Figure 2. Cultivation hall (fot. priv.)

Rysunek 3. Regulator klimatu LB-760A (fot. własna)
Figure 3. Climate regulator LB-760A (fot. priv.)

Po przeroście podłoża przez grzybnię nałożono 5 cm okrywy typu Rudnik, pochodzącą z wytwórni podłoża WOKAS. Cechy charakterystyczne okrywy przedstawia tabela 1. Następnie wymieszano odpowiednie dawki hydrożeli na wyznaczonych poletkach i podlano wodą w ilości 2 l/m^2. Podczas wrastania grzybni w okrywę zastosowano łącznie 25 l wody na 1 m^2 uprawy. Rozrost przebiegał w temperaturze podłoża 26–27^{0}C, temperaturze powietrza 21–22 ^{0}C oraz wilgotności powietrza 95%.

Tabela 1. Charakterystyka okrywy Rudnik
Table 1. Specyfication of Rudnik cover

Parametr	Okrywa Rudnik
pH w H_2O	7,89
Zasolenie NaCl w g/l próbki	0,39
Popiół w% suchej masy	45,3
Popiół w% świeżej masy	12,6
Gęstość właściwa	1,13
Zawartość N-NO_3 w mg/l próbki	1,04
Zawartość P w mg/l próbki	53
Zawartość K w mg/l próbki	19
Zawartość Mg w mg/l próbki	162
Zawartość Ca w mg/l próbki	3010

Po trzech dniach od nałożenia okrywy przeprowadzono oprysk preparatem Nomolt. Po kolejnych dwóch dniach użyto preparatu Sporgon przeciw chorobom grzybowym. Preparaty zostały zastosowane w dawce 0,3 ml/m^2. Po dziewięciu dniach przerwano rozwój wegetatywny i rozpoczęto tzw. „szok". Temperatura powietrza i podłoża była stopniowo obniżana do poziomu 17–18^{0}C w powietrzu i 20–21^{0}C w podłożu. Stężenie CO_2 zostało obniżone do poziomu 1300–1600 ppm dzięki intensywnemu wietrzeniu hal. Efektem przeprowadzenia szoku było wiązanie owocników. Po 6–7 dniach od rozpoczęcia szoku ponownie zmniejszono wilgotność powietrza do ok. 87%. Stężenie CO_2 utrzymywano na poziome 1300 ppm. W okresie zbiorów temperaturę powietrza utrzymywano na poziomie 17^{0}C , natomiast podłoża 18–19^{0}C.

Hydrożel zastosowano w dawkach od 0 do 200 g·m^{-2}. Właściwości hydrożelu przedstawia tabela 2.

Tabela 2. Cechy charakterystyczne AgroHydroGelu.
Table 2. Specific features of AgroHydroGel

Cecha	Charakterystyka cechy
Nazwa chemiczna	Wielocząsteczkowy polimer akrylowy
Nazwa handlowa	AgroHydroGel
Barwa	Biała do kremowej
Postać	Suche nieregularne ziarna o granulacji od pylistej do 3-4mm. W kontakcie z wodą preparat wchłania ją i tworzy trwały żel.
Zapach	Słaby zapach kwasu organicznego.
Odczyn	Zbliżony do obojętnego.
Przechowywanie	Może być przechowywany przez wiele lat w szczelnym opakowaniu
Pakowanie	W workach kilogramowych

W badaniach poza obserwacjami ogólnymi określano:
- plon owocników,
- zawartość suchej masy,
- masę jednego owocnika.

Wyniki dotyczące uzyskanych plonów, suchej masy i masy jednego owocnika, poddano analizie statystycznej w oparciu o program Statistica. Dokonano analizy wariancji modułem Anova/Manova oraz porównania średnich testem NIR.

WYNIKI BADAŃ

Plon jest cechą ilościową określającą opłacalność produkcji. Określa się go w przeliczeniu na m^2 uprawy i podaje się w kg.

W warunkach Polski średnie plony wahają się w granicach 25–28 kg/m^2. Uzyskanie takiego plonu zależne jest od przebiegu uprawy i warunków mikroklimatu tj. temperatury powietrza, temperatury podłoża, wilgotności powietrza oraz stężenia CO_2 (Sakson 2004).

Rozpatrując poszczególne cykle uprawowe najwyższy średni plon uzyskano w cyklu pierwszym (26,38 kg·m^{-2}), najniższy natomiast występował w cyklu trzecim i wynosił 22,33 kg·m^{-2} (tab. 3).

W I cyklu uprawowym dla I rzutu najwyższy plon pieczarek (11,82 kg·m^{-2}) występował na poletkach, z pełną dawką hydrożelu 200 g·m^{-2}, natomiast najniższy plon (10,97 kg·m^{-2}) uzyskano bez dodatku. W drugim i trzecim rzucie najniższy plon uzyskano bez dodatku hydrożelu, natomiast najwyższy plon (10,63 kg·m^{-2}) zebrano w drugim rzucie przy dawce hydrożelu wynoszącej 100 g·m^{-2}, w trzecim zaś rzucie najwyższy plon wynosił 5,46 kg·m^{-2} dla dawki hydrożelu 150 g·m^{-2} . Najwyższy plon ogólny (27,71 kg·m^{-2}) otrzymano po zastosowaniu AgroHydroGel-u w dawce 150 g·m^{-2}, natomiast istotnie najniższy plon ogólny (24,21 kg·m^{-2}) wystąpił bez użycia hydrożelu (tab. 3). Podobne wyniki uzyskali w swoich badaniach (Koc i in. 2006).

W cyklu II najwyższy plon owocników (12,10 kg·m^{-2}) przy dawce hydrożelu 100 g·m^{-2} uzyskano w rzucie pierwszym, natomiast najniższy plon (3,79 kg·m^{-2}) zebrano bez dodatku hydrożelu w rzucie trzecim.

W trzecim cyklu uprawowym w rzucie pierwszym najniższą wartość osiągnięto na podłożu gdzie zastosowana została dawka 100 g hydrożelu na 1m^2. Natomiast największy 9,20 kg·m^{-2} plon uzyskano z poletka H_2 wzbogaconego 150 g hydrożelu na 1m^2.

W II rzucie najwyższym plonem owocników 10,48 kg·m^{-2} charakteryzowało się podłoże z 200 gramowym dodatkiem hydrożelu na 1m^2, najniższym zaś podłoże bez dodatku hydrożelu. W III rzucie najniższy plon owocników 4,12 kg·m^{-2} wystąpił przy maksymalnej dawce hydrożelu, najwyższy natomiast przy dawce 100 g hydrożelu/m^2.

Z przeprowadzonej analizy statystycznej wynika, iż istotnie najniższy plon ogólny19,81 kg·m^{-2} wystąpił na poletku kontrolnym (tab. 3).

Tabela 3. Plon owocników pieczarek w kg·m^{-2} w trzech rzutach dla poszczególnych dawek AgroHydroGelu w trzech cyklach uprawowych
Table 3. The crop of mushroom individuals in kg·m^{-2} in three phases for different AgroHydroGel doses in three cultivation cycles

Cykl	Rzut	H_0	H_1	H_2	H_3	Średnio
I	I	10,97	11,77	11,75	11,82	11,58
	II	8,55	10,63	10,50	10,00	9,92
	III	4,69	5,05	5,46	4,33	4,88
	Suma	24,21 a	27,45 b	27,71 b	26,15 c	26,38
II	I	8,37	12,10	11,13	10,82	10,61
	II	9,70	8,40	7,27	8,67	8,51
	III	3,79	4,75	4,87	3,91	4,33
	Suma	21,86 a	25,25 b	23,27 c	23,40 c	23,45
III	I	8,72	8,05	9,20	8,60	8,64
	II	6,85	10,25	8,33	10,48	8,98
	III	4,24	4,90	5,17	4,12	4,61
	Suma	19,81 a	23,20 b	22,70 b	23,20 b	22,23

Wartości oznaczone różnymi literami (a, b, c) różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$

Values followed by different letters (a, b, c) are significantly different at the level of significance $\alpha \leq 0,05$

Jedną z najważniejszych cech jakościowych pieczarek jest sucha masa. Wprowadzenie nowych odmian i intensywne nawadnianie uprawy powoduje, że owocniki pieczarki zawierają coraz mniej suchej masy. Wyższa zawartość suchej masy w owocnikach pieczarek podnosi ich jakość oraz ułatwia przechowywanie. Pieczarki o wysokiej zawartości suchej masy (7,0 - 9,0%) są jędrne, twarde, czyli w opinii konsumenta lepsze.

Zawartość suchej masy w cyklu II dla AgroHydroGelu wahała się w przedziale od 6,63% do 8,10% (tab. 4). Najwyższą zawartość suchej masy odnotowano w rzucie II dla pełnej dawki hydrożelu wynoszącej 200 g·m^{-2}. Najniższy plon suchej masy 6,63% uzyskano przy zastosowaniu dawki hydrożelu w ilości 150 g/m^2 w rzucie pierwszym.

Zawartość suchej masy w cyklu III wahała się w przedziale od 7,29% do 7,69%.

Najwyższa zawartość suchej masy (8,00%) w owocnikach pieczarki wystąpiła w I rzucie przy dawce hydrożelu wynoszącej 100 g·m^{-2} , najniższą natomiast zawartość suchej masy (6,63%) odnotowano w rzucie drugim na poletku z dawką hydrożelu wynoszącą 200 g·m^{-2}.

Tabela 4. Sucha masa owocników pieczarek w% w trzech rzutach dla poszczególnych dawek AgroHydroGelu w trzech cyklach uprawowych
Table 4. The substance of mushroom individuals in% in three phases for different AgroHydroGel doses in three cultivation cycles

Cykl	Rzut	H_0	H_1	H_2	H_3	Średnio
I	I	8,77	9,27	9,23	9,00	9,07
	II	9,03	8,70	8,57	8,90	8,80
	III	8,43	8,43	8,33	7,73	8,23
	Suma	8,74	8,80	8,71	8,54	8,70
II	I	6,87	6,47	6,63	7,30	6,82
	II	7,47	8,10	7,70	8,10	7,84
	III	7,53	8,10	7,13	7,67	7,61
	Suma	7,29	7,56	7,15	7,69	7,42
III	I	7,57	8,00	7,70	7,65	7,73
	II	6,83	6,77	7,50	6,63	6,96
	III	7,98	8,27	7,73	7,70	7,92
	Suma	7,46	7,68	7,64	7,33	7,53

W trzech cyklach uprawowych nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości suchej masy. Wynika to z faktu, że doświadczenia były wykonywane w obrębie jednej rasy.

Najwyższą średnią procentową zawartość suchej masy dla trzech cykli uprawowych (8,27%) odnotowano w rzucie III przy zawartości hydrożelu 100 $g \cdot m^{-2}$ (tab. 16). Najniższą zawartość suchej masy uzyskano w rzucie III przy dawce hydrożelu wynoszącej 200 $g \cdot m^{-2}$.

Stwierdzono brak istotnych różnic w zawartości suchej masy. Wynika to z faktu, że doświadczenia były wykonywane w obrębie tylko jednej rasy pieczarek.

Kolejną cechą jakościową charakteryzującą owocniki pieczarek wpływającą na ich wartość handlową jest masa jednego owocnika.

Średnia masa jednego owocnika dla trzech cykli uprawowych w trzech rzutach i we wszystkich kombinacjach wynosiła 34,84 g.

Najwyższą średnią masę owocnika pieczarki (35,98 g) otrzymano z poletek, gdzie nie został zastosowany hydrożel, najniższą zaś (33,65 g) uzyskano przy dawce hydrożelu 150 $g \cdot m^{-2}$.

Analizując poszczególne cykle uprawowe największą ogólną średnią masą jednego owocnika (38,00 g) charakteryzował się drugi cykl uprawowy, natomiast najniższą odnotowano w cyklu pierwszym (32,23 g) (tab. 5).

Wartości oznaczone różnymi literami (a, b, c, d) różnią się istotnie na poziomie istotności $\alpha<0,05$. Oznaczenia tych samych liter (a, b, c, d) stanowią grupy jednorodne.

Values followed by different letters (a, b, c, d) are significantly different at the level of significance $\alpha \leq 0,05$

Tabela 5. Masa jednego owocnika pieczarek w g w trzech rzutach dla poszczególnych dawek AgroHydroGelu w trzech cyklach uprawowych
Table 5. Of mushroom individuals in g in three phases for different AgroHydroGel doses in three cultivation cycles

Cykl	Rzut	H_0	H_1	H_2	H_3	Średnia
I	I	34,48	37,28	38,31	37,92	37,00
	II	31,05	29,19	28,98	32,08	30,33
	III	37,09	28,51	22,68	29,18	29,37
	Średnia	34,21 a	31,66 b	29,99 c	33,06 d	32,23
II	I	42,27	37,60	41,63	43,10	41,15
	II	34,87	35,76	33,68	35,19	34,88
	III	37,72	41,00	36,66	36,49	37,97
	Średnia	38,29	38,12	37,32	38,26	38,00
III	I	41,70	43,35	41,23	42,11	42,10
	II	27,18	24,16	30,02	26,92	27,07
	III	37,41	34,76	29,67	32,84	33,67
	Średnia	35,43	34,09	33,64	33,96	34,28
Średnia dla trzech cyki		35,98	34,62	33,65	35,09	34,84

Najwyższą ogólną masę owocnika pieczarki wynoszącą 38,29 g otrzymano w cyklu drugim z poletek, gdzie nie został zastosowany hydrożel, najniższą zaś otrzymano w cyklu pierwszym po zastosowaniu 150 g hydrożelu/m^2 wynoszącą 29,99 g. Nie stwierdzono istotnych różnic w cyklu drugim i trzecim w masie owocnika pieczarki stosując różne dawki hydrożelu. Wynika to z faktu, że doświadczenia były wykonywane w obrębie jednej rasy pieczarek.

Najwyższą średnią masę owocnika pieczarki w trzech cyklach (35,98 g) otrzymano z poletek, gdzie nie zastosowano hydrożelu, najniższą zaś (33,65 g) odnotowano na poletkach z dawką hydrożelu wynoszącą 150 $g \cdot m^{-2}$.

Z obserwacji ogólnych wynika, że po zastosowaniu AgroHydroGelu poprawiła się struktura okrywy oraz ograniczono częstość podlewania. Podobne zależności zaobserwowano w badaniach Szudygi (1996).

W dostępnej literaturze nie spotkano wpływu AgroHydroGelu na wysokość i jakość plonu innych autorów.

WNIOSKI

1. Rozpatrując poszczególne cykle uprawowe przy zastosowaniu AgroHydroGelu najwyższy średni plon uzyskano w cyklu pierwszym (26,38 $kg \cdot m^{-2}$), najniższy natomiast występował w cyklu trzecim i wynosił 22,33 $kg \cdot m^{-2}$. Najwyższe plony uzyskano przy dawce 150 $g \cdot m^{-2}$ hydrożelu, wyższe dawki nie powodowały wzrostu plonu.

2. Zastosowanie hydrożelu nie wpłynęło istotnie na zawartość suchej masy pieczarek.

3. Ze względu na zróżnicowane wyniki uzyskane w doświadczeniach nie można jednoznacznie określić wpływu hydrożeli na masy jednego owocnika. Jednakże najwyższą średnią masę uzyskano na poletkach bez hydrożelu.

4. Z obserwacji ogólnych wynika, że zastosowany hydrożel wpływał korzystnie na strukturę okrywy, zabezpieczyły uprawę przed deficytem wody w III rzucie, pozwoliły na ograniczenie częstości podlewania w trakcie plonowania co korzystnie wpłynęło na jakość owocników.

BIBLIOGRAFIA

Gapiński M., Woźniak W. *Woda w pieczarkarstwie wczoraj i dziś.* Biuletyn Producenta Pieczarek. Pieczarki 3/2007. Hortpress Warszawa, s. 23-29.

Koc G., Gąsiorowska B., Radzka E. *Reakcja pieczarki dwuzarodnikowej uprawianej z zastosowaniem hydrożelu Super Absorbent Plus.* Roczniki AR w Poznaniu 66, 2006, s. 131-137.

Koc G., Szarek S. *Efficiency of the application o fan increasing hydrożel dose In cultivar mushrooms (Agaricus bisporus)*. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Economics, Volume 9, Issue 2. Wyd. Akademii Roln. Wrocław 2006. ISSN 1505-0297.

Sakson N. *Pieczarka uprawa intensywna*. PWRiL, Poznań 2004.

Szudyga K. *Zastosowanie hydrożeli w uprawie pieczarek*. Biuletyn Producenta Pieczarek 2/1996, s. 51-52.

Szudyga K., 2005: *Uprawa pieczarki,* Hortpress, Warszawa.

Dr inż. Grzegorz Koc
dr inż. Jacek Rak
Dr inż.. Elżbieta Radzka
Dr inż. Jolanta Jankowska
Pracownia Agrometeorologii i Podstaw Melioracji
Uniwersytet Przyrodniczo Humanistyczny
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce
tel. 25 643 1310
e-mail: melioracja@uph.edu.pl

Dr hab. Barbara Gąsiorowska, prof. nzw.
Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Uniwersytet Przyrodniczo Humanistyczny
ul. B. Prusa 14,08-110 Siedlce
tel. 25 643 1280
e-mail: gosiorowska@uph.edu.pl

Recenzent: *Prof.dr hab. Jacek Długosz*