

*Grzegorz Koc, Jacek Rak, Elżbieta Radzka, Jolanta Jankowska*

**HYDROŻELE W UPRAWIE PIECZARKI**  
**(*AGRICUS BISPORUS*)**

***HYDROGELS IN MUSHROOM (*AGRICUS BISPORUS*)***  
***CULTIVATION***

**Streszczenie**

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. Celem pracy było określenie wpływu hydrożeli na gospodarkę wodną i plon pieczarki dwuzarodnikowej. Badania prowadzono w latach 2007–2008 w dwóch cyklach uprawowych. Do produkcji użyto podłoże pasteryzowane w masie z wysianą grzybnią pieczarki dwuzarodnikowej rasy Sylwan 737. Hydrożele zastosowano w dawkach od 0 do 200 g·m<sup>-2</sup>. W doświadczeniu użyto hydrożel Super Absorbent Plus i Agro-Hydro-Gel. W badaniach określano wielkość i najważniejsze parametry plonu handlowego: zawartość suchej masy, masę jednego owocnika. 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·m<sup>-2</sup>, najniższe zaś na poletkach bez hydrożelu. W wyniku zastosowania hydrożelu poprawiła się struktura okrywy oraz ograniczono częstość podlewania uprawy, co wpłynęło na lepszą jakość owocników.

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

**Summary**

*One of preparations having an influence on mushrooms water metabolism 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 purpose of the study was to determine hydrogels influence on a two-spore mushroom (*Agaricus bisporus*) water metabolism. The researches were done in 2007–2008 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<sup>-2</sup>. There were two kinds of hydrogels used in the experiment: Super Absorbent Plus and Agro-Hydro-Gel. In the research it was measured size and the most important parameters of commercial crop: dry mass quantity, one fructification mass. 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<sup>-2</sup>, the lowest ones on beds with no hydrogel. Thanks to the hydrogel the structure of the cover improved and there was a reduction in watering frequency which affected better quality of fructifications.*

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

## WSTĘP I CEL PRACY

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

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

Nadmiar jak i niedobór wody stanowi moment krytyczny w uprawie pieczarek. Wysokie dawki wody w ciągu pierwszych dni po nałożeniu okrywy powodują jej zamulenie co skutkuje utratą struktury i powstaniem stref beztlenowych [Sakson 2008].

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, które mają one postać żelu polimerowego. Są to nowoczesne preparaty służące do zatrzymywania wody w okrywie oraz stopniowego przekazywania jej pieczarkom w miarę ich potrzeb.

Celem pracy było określenie wpływu różnych hydrożeli na gospodarkę wodną okrywy i plon pieczarki dwuzarodnikowej.

## MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Badania prowadzono w latach 2007–2008 w dwóch cyklach uprawowych. W doświadczeniu na hali uprawowej o powierzchni 200 m<sup>2</sup>, rozlosowano poletka doświadczalne w układzie losowanych bloków o powierzchni 2,0 m<sup>2</sup> każde w trzech powtórzeniach. Regulacja i utrzymanie warunków mikroklimatycznych odbywała się przy pomocy regulatora klimatu LB-760-A firmy LA-BEL. 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 °C, temperatura powietrza wahała się na poziomie 21–22 °C, wilgotność względna powietrza ponad 95 %, a stężenie CO<sub>2</sub> powyżej 3000 ppm.

Po przeroście podłoża przez grzybnię nałożono 5 cm okrywy typu Rudnik, pochodzącą z wytwórni podłoża WOKAS, o ciężarze objętościowym 1250 kg/m<sup>3</sup>. Następnie wymieszano odpowiednie dawki hydrożeli na wyznaczonych poletkach i podlano wodą w ilości 2 l/m<sup>2</sup>. Podczas wrastania grzybni w okrywę zastosowano łącznie 25 l wody na 1 m<sup>2</sup> grzybni. Rozrost grzybni przebiegał w temperaturze podłoża 26–27°C, w temperaturze powietrza 21–22°C oraz wilgotności powietrza 95%.

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<sup>2</sup>. Po dziewięciu dniach przerwano rozwój wegetatywny i rozpoczęto tzw. „szok”. Temperatura powietrza i podłoża była stopniowo obniżana do poziomu 17–18°C w powietrzu i 20–21°C w podłożu. Stężenie CO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> utrzymywano na poziomie 1300 ppm. W okresie zbiorów temperaturę powietrza utrzymywano na poziomie 17 °C, natomiast podłoża 18–19 °C.

Hydrożel zastosowano w dawkach od 0 do 200 g·m<sup>-2</sup>.

W doświadczeniu użyto hydrożel Super Absorbent Plus i Agro-Hydro-Gel.

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  $CO_2$ .

W wyniku przeprowadzonych badań wykazano różnice w wysokości plonu w zależności od zastosowanej dawki i rodzaju hydrożelu.

Przy zastosowanym Super Absorbencie Plus najwyższe plony w dwóch cyklach ( $30,0 kg \cdot m^{-2}$  i  $28,5 kg \cdot m^{-2}$ ) uzyskano przy zastosowaniu jego najwyższej dawki ( $200 g \cdot m^{-2}$ ), które jednak nie różniły się istotnie od zastosowanej niższej dawki hydrożelu ( $150 g \cdot m^{-2}$ ) (tab. 1). Istotnie najniższe plony w obu cyklach uprawowych zanotowano na obiekcie kontrolnym, bez Super Absorbentu Plus, które wyniosły odpowiednio ( $25,6$  i  $26,5 kg \cdot m^{-2}$ ). Podobne zależności uzyskano w badaniach Koc i in. [2006].

**Tabela 1.** Plon owocników pieczarek w  $kg \cdot m^{-2}$  w trzech rzutach dla poszczególnych dawek Super Absorbentu Plus w dwóch cyklach uprawowych

**Table 1.** The crop of mushroom individuals in  $kg \cdot m^{-2}$  in three phases for different Super Absorbentu Plus doses in two cultivation cycles

Rzut Throw	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>
I cykl first cycle				
I	12,0	13,0	13,0	13,4
II	11,2	12,1	12,0	12,0
III	2,4	2,8	4,1	4,6
Suma - Sum	25,6 a	27,9 b	29,1 c	30,0 c
II cykl second cycle				
I	13,0	13,6	14,0	14,1
II	11,1	11,7	10,8	11,3
III	2,4	2,0	3,0	3,1
Suma - Sum	26,5 a	26,7 a	27,8 b	28,5 b

H<sub>0</sub> – kontrola bez dodatku hydrożelu; H<sub>0</sub> – control without hydrogel addition

H<sub>1</sub> –  $100 g \cdot m^{-2}$ ;

H<sub>3</sub> –  $200 g \cdot m^{-2}$ .

H<sub>2</sub> –  $150 g \cdot m^{-2}$ ;

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  $\alpha \leq 0,05$

W przypadku zastosowanego Agro-Hydro-Gelu uzyskane plony były bardziej wyrównane, zwłaszcza w drugim cyklu uprawowym gdzie nie stwierdzono istotnego zróżnicowania. Jednak podobnie jak przy zastosowanym Super Absorbencie Plus najwyższe notowano przy najwyższej jego dawce, a w pierwszym cyklu uprawowym były istotnie wyższe niż uzyskane na pozostałych kombinacjach (tab. 2).

**Tabela 2.** Plon owocników pieczarek w  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$  w trzech rzutach dla poszczególnych dawek Agro-Hydro-Gelu w dwóch cyklach uprawowych  
**Table 2.** The crop of mushroom individuals in  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$  in three phases for different Agro-Hydro-Gel doses in two cultivation cycles

Rzut Throw	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>
I cykl first cycle				
I	11,7	11,4	11,1	11,7
II	12,7	12,6	12,2	11,9
III	1,8	2,3	3,0	3,8
Suma - Sum	26,2 a	26,3 a	26,3 a	27,4 b
II cykl second cycle				
I	11,6	12,1	13,3	11,9
II	11,1	10,9	9,8	12,2
III	2,1	2,0	2,6	3,2
Suma - Sum	24,8 a	25,0 a	25,7 a	25,3 a

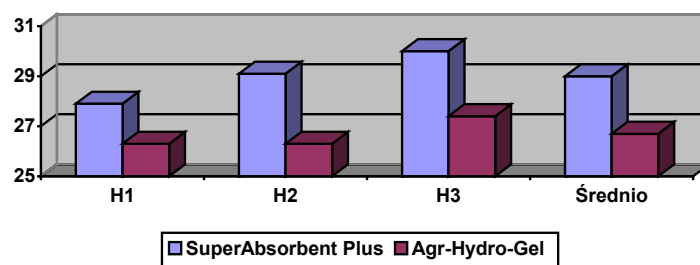
Oznaczenia jak w tab. 1

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

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

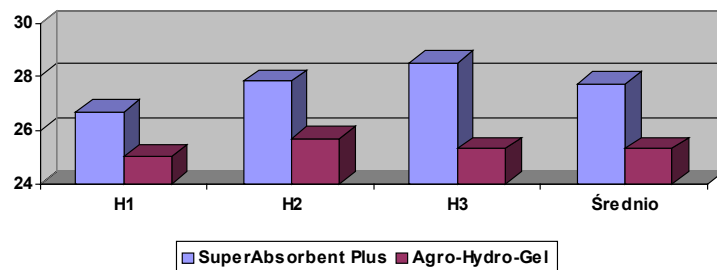
Zarówno w pierwszym jak i w drugim cyklu uprawowym plony uzyskiwane w doświadczeniu były wyższe w przypadku zastosowanego Super Absorbentu Plus we wszystkich zastosowanych kombinacjach (rys. 1 i 2).

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 [Gapiński, Woźniak 1999].



Oznaczenia jak w tabeli 1

**Rysunek 1.** Plon owocników pieczarek w  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$  dla poszczególnych dawek Super Absorbentu Plus i Agro-Hydro-Gelu w pierwszym cyklu uprawowym  
**Figure 1.** The crop of mushroom individuals in  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$  in three phases for different Super Absorbent Plus and Agro-Hydro-Gel doses in first cultivation cycle



Oznaczenia jak w tabeli 1.

**Rysunek 2.** Plon owocników pieczarek w kg·m<sup>-2</sup> dla poszczególnych dawek Super Absorbentu Plus i Agro-Hydro-Gelu w drugim cyklu uprawowym

**Figure 2.** The crop of mushroom individuals in kg·m<sup>-2</sup> in three phases for different Super Absorbent Plus and Agro-Hydro-Gel doses in two cultivation cycle

Zawartość suchej masy owocników w obu cyklach uprawowych dla badanych hydrożeli wahała się od 7,1% do 8,9% (tab. 3 i 4). Wyższą zawartość suchej masy (7,9–8,9%) zanotowano przy zastosowaniu Agro-Hydro-Gelu (tab. 4). Pieczarki z obiektów z wyższą dawką hydrożeli charakteryzowały się wyższą suchą masą dla obu cykli uprawy.

Najwyższą suchą masę zanotowano w obiektach z dawką 200 g/m<sup>2</sup> hydrożelu. Istotnie najniższą suchą masę owocników stwierdzono w obiektach kontrolnych, wyjątek stanowi I cykl uprawy przy zastosowaniu Agro-Hydro-Gelu.

**Tabela 3.** Sucha masa owocników pieczarek w % w trzech rzutach dla poszczególnych dawek Super Absorbentu Plus w dwóch cyklach uprawowych

**Table 3.** The substance of mushroom individuals in % in three phases for different Super Absorbentu Plus doses in two cultivation cycles

Rzut Throw	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>
I cykl first cycle				
I	7,6	7,9	8,0	8,3
II	7,1	7,2	7,9	8,1
III	7,3	8,2	7,8	8,0
Średnio Mean	7,3 a	7,8 b	7,9 b	8,1 b
II cykl second cycle				
I	7,8	7,7	8,0	8,4
II	7,1	7,3	7,6	8,0
III	7,5	8,1	7,3	7,9
Średnio Mean	7,5 a	7,7 ab	7,6 a	8,1 b

Oznaczenia jak w tab. 1.

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

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

**Tabela 4.** Sucha masa owocników pieczarek w % w trzech rzutach dla poszczególnych dawek Agro-Hydro-Gelu w dwóch cyklach uprawowych  
**Table 4.** The substance of mushroom individuals in % in three phases for different Agro-Hydro-Gel doses in two cultivation cycles

Rzut Throw	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>
I cykl first cycle				
I	8,4	8,6	8,7	8,9
II	8,1	7,8	8,1	8,1
III	8,0	7,9	8,3	8,2
Średnio Mean	8,2	8,1	8,3	8,4
II cykl second cycle				
I	7,9	8,1	8,6	8,7
II	8,2	8,1	8,0	8,6
III	7,5	7,9	8,1	8,2
Średnio Mean	7,9 a	8,0 a	8,2 ab	8,5 b

Oznaczenia jak w tab. 1.

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

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

Kolejną cechą jakościową charakteryzującą owocniki pieczarek wpływającą na ich wartość handlową jest masa jednego owocnika. Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowane w obu cyklach uprawowych hydrozele spowodowały zróżnicowanie w masie jednego owocnika.

**Tabela 5.** Masa jednego owocnika pieczarek w g w trzech rzutach dla poszczególnych dawek Super Absorbentu Plus w dwóch cyklach uprawowych  
**Table 5.** Mushroom individuals in g in three phases for different Super Absorbentu Plus doses in two cultivation cycles

Rzut Throw	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	Średnio Mean
I cykl first cycle					
I	45,2	48,8	44,4	43,9	45,57
II	37,3	41,3	38,6	49,2	41,60
III	39,5	34,3	32,8	46,1	38,17
Średnio Mean	40,6 a	41,5 a	38,6 b	46,4 c	41,8
II cykl second cycle					
I	43,3	44,5	48,1	44,9	45,2
II	41,1	44,7	46,4	47,2	44,8
III	36,3	38,5	39,6	40,1	38,6
Średnio Mean	40,2 a	42,6 b	44,7 c	44,0 c	42,9

Oznaczenia jak w tab. 1

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  $\alpha \leq 0,05$

Wyższe średnie masy jednego owocnika uzyskano w przypadku zastosowania Agro-Hydro-Gelu, które wahały się od 45,5 g do 55,0 g (tab. 6) Przy zastosowaniu super Absorbentu Plus średnie masy jednego owocnika wahały się one od 38,6 g do 46,4 g (tab. 5). Wzrastające dawki badanych hydrożeli nie wpływały istotnie na masę jednego owocnika w obu cyklach uprawowych. Ze względu na zróżnicowane wyniki uzyskane w doświadczeniach nie można jednoznacznie określić wpływu hydrożeli na masę jednego owocnika.

**Tabela 6.** Masa jednego owocnika pieczarek w g w trzech rzutach dla poszczególnych dawek Agro-Hydro-Gelu w dwóch cyklach uprawowych

**Table 6.** Of mushroom individuals in g in three phases for different Agro-Hydro-Gel doses in two cultivation cycles

Rzut Throw	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	Średnio Mean
I cykl first cycle					
I	53,6	54,1	54,7	55,7	55,2
II	56,0	58,2	54,3	50,2	54,7
III	50,6	46,7	56,1	52,3	54,1
Średnio Mean	53,4 a	53,0 a	55,0 b	52,7 a	53,5
II cykl second cycle					
I	51,2	50,1	45,7	50,8	49,4
II	48,3	43,2	50,1	47,9	47,4
III	42,3	44,3	40,7	46,9	43,5
Średnio Mean	47,3 a	45,9 b	45,5 b	48,5 a	46,8

Oznaczenia jak w tab. 1

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

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

Wysokie dawki wody powodują zasklepienie okrywy i utratę struktury, która decyduje o plonowaniu w III rzutach. Ponadto częste podlewanie wpływa na barwę i przechowywanie owocników. Z obserwacji ogólnych wynika, że zastosowanie hydrożele wpływały korzystnie na strukturę okrywy, była ona gruzelkowata z dużą ilością powietrza. Ponadto hydrożele zabezpieczyły uprawę przed deficytem wody w III rzucie. Na obiektach z hydrożelami nie stwierdzono zagnicia podłoża na styku z okrywą co może świadczy o dobrym magazynowaniu przez hydrożele wody w początkowym etapie uprawy.

Zastosowane hydrożele pozwoliły na ograniczenie częstości podlewania w trakcie plonowania.

## WNIOSKI

1. Plony uzyskane w doświadczeniu były zróżnicowane w zależności od rodzaju hydrożelu i jego dawki. Wyższe plony uzyskano przy użyciu Super Absorbentu Plus. Przy zastosowanym Super Absorbencie Plus najwyższe plony w dwóch cyklach ( $30,0 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  i  $28,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) uzyskano przy zastosowaniu jego najwyższej dawki ( $200 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ).



2. Zawartość suchej masy owocników w obu cyklach uprawowych dla badanych hydrożeli wahała się od 7,1 % do 8,9%. Wyższą zawartość suchej masy (7,9 – 8,9 %) zanotowano przy zastosowaniu Agro-Hydro-Gelu. Najwyższą suchą masę zanotowano w obiektach z dawką 200 g·m<sup>-2</sup> hydrożelu. Istotnie najniższą suchą masę owocników stwierdzono w obiektach kontrolnych, wyjątek stanowi I cykl uprawy przy zastosowaniu Agro-Hydro-Gelu.

3. Ze względu na zróżnicowane wyniki uzyskane w doświadczeniach nie można jednoznacznie określić wpływu hydrożeli na masy jednego owocnika. Przy zastosowaniu super Absorbentu Plus średnie masy jednego owocnika wahały się od 38,6 g do 46,4 g. Wyższe średnie masy jednego owocnika uzyskano w przypadku zastosowania Agro-Hydro-Gelu wahały się od 45,5 g do 55,0 g.

4. Z obserwacji ogólnych wynika, że zastosowanie hydrozele wpływały 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. *Pieczarka technologia uprawy i przetwarzania*. PWRiL 1999, Poznań.  
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, s. 131–137.  
Koc G., Szarek S. *Efficiency of the application of fan increasing hydrogel 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.  
Sakson N. *Niektóre skutki intensyfikacji produkcji pieczarek na podłożu fazy III*. Biuletyn Producenta Pieczarek, Pieczarki 2/2008. Hortpress Warszawa, s. 16–21.

Dr inż. Grzegorz Koc,  
Dr inż. Jacek Rak,  
Dr inż. Elżbieta Radzka,  
Dr inż. Jolanta Jankowska  
Pracownia Agrometeorologii i Podstaw Melioracji  
Akademia Podlaska w Siedlcach  
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce  
e-mail: melioracja@ap.siedlce.pl

Recenzent: Prof. dr hab. Jacek Długosz