

**EFEKTYWNOŚĆ ZASTOSOWANIA  
WZRASTAJĄCYCH DAWEK HYDROŻELU  
W UPRAWIE PIECZARKI DWUZARODNIKOWEJ  
*AGARICUS BISPORUS* (LANGE) SING. IMBACH**

Grzegorz Koc, Stanisław Szarek

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

**Abstrakt.** Badano efektywność ekonomiczną zastosowania wzrastających dawek hydrożelu w uprawie pieczarki dwuzarodnikowej *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. Imbach odmiany SYLVAN 737 w warunkach kontrolowanego klimatu. Stwierdzono, że zastosowanie dawki hydrożelu w ilości 50 i 150 g·m<sup>-2</sup> jest ekonomicznie nieuzasadnione, ponieważ nie odnotowano istotnego wzrostu plonowania. Przeprowadzona analiza ekonomiczna oraz analiza istotności różnic upoważniają do stwierdzenia, że ekonomicznie uzasadniona dawka hydrożelu wynosi 100 g·m<sup>-2</sup>.

**Słowa kluczowe:** efektywność produkcji, hydrożele, pieczarka dwuzarodnikowa

**WSTĘP**

W produkcji rolniczej poszukuje się wciąż nowych sposobów na poprawę efektywności gospodarowania. Realizacja tego celu jest możliwa poprzez maksymalizację wielkości produkcji lub minimalizację kosztów uzyskania tej produkcji. W tym celu stosuje się różne substancje mające korzystny wpływ na wzrost wielkości produkcji, poprawę jej jakości, ograniczenie zachorowalności oraz inne cechy produktów. Zasadą racjonalnego gospodarowania jest to, aby wydatkowane środki zwróciły się w całości. Mija się z celem ponoszenie dodatkowych nakładów, jeśli nie zwrócą się one z nawiązką. Dlatego też stosowanie nowych technologii i środków produkcji zawsze powinno być wnikliwie analizowane pod kątem poniesionych kosztów i osiągniętych korzyści.

Większość substancji plonotwórczych zastosowanych w produkcji rolniczej daje efekt hormetyczny. Oznacza to, że przekroczenie optymalnej dawki tej substancji powoduje spadek plonu i pogorszenie jego jakości. Wyznaczenie właściwej dla danej rośliny dawki hormetyzatora jest możliwe wyłącznie wówczas, gdy zastosuje się rachunek marginalny. Rachunek ten został skonstruowany na bazie prawa coraz mniejszej wydajności ziemi i jest, jak udowodniono, pochodną efektu hormetycznego [Szarek 2005].

Nie podlega dyskusji, że plonowanie roślin uprawnych jest uzależnione od ilości dostępnej wody. Niestety, w sezonie wegetacyjnym występują okresy nadmiernej podaży wody oraz okresy deficytu wody. Równomierne zaopatrzenie rośliny w wodę w całym sezonie wegetacyjnym może wydatnie polepszyć plony, a co za tym idzie – w istotny sposób wpływa na poprawę efektywności gospodarowania. Takie założenie było impulsem do wprowadzenia i stosowania hydrożeli (sorbentów) w produkcji rolniczej.

Zastosowanie w podłożach hydrożeli wpływa na wzrost powierzchni właściwej oraz pojemności sorpcyjnej gleby, co zwiększa możliwość zatrzymywania wody [Hetman i Martyn 1996, Martyn i in. 1998]. Równocześnie zmienia się struktura zatrzymywanej wody. Zostaje ograniczona ilość wody adsorpcyjnej, niedostępnej dla roślin, natomiast zwiększa się ilość wody dostępnej dla roślin. Wyniki badań pokazują również, że sorbenty hamują proces filtracji i parowania wody z podłoża [Hajnos i in. 1994, Sokołowska i in. 1994]. Możliwość wbudowania w hydrożele kationów różnych metali i niemetali sprawia, że stają się one potencjalnym źródłem składników pokarmowych dla roślin [Breś i Łuczak 1996].

Niewiele wyników dotychczas przeprowadzonych badań dotyczyło zastosowania hydrożeli w uprawie pieczarek. Dostępne dane dają podstawę do stwierdzenia, że hydrożele chronią pieczarki przed stresem wodnym, wywołanym okresowymi niedoborami wody w podłożu, poprawiają strukturę okrywy i jej napowietrzenie. Redukują również częstotliwość podlewania [Szyduga 2002].

## CEL PRACY, MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

Celem pracy była ocena efektywności zastosowania wzrastających dawek hydrożelu poliamidowego w uprawie pieczarki dwuzarodnikowej *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. Imbach odmiany SYLVAN 737 w warunkach kontrolowanego klimatu.

Materiałem badawczym były wyniki czterech doświadczeń przeprowadzonych w obiekcie pieczarkarskim zlokalizowanym w powiecie siedleckim. Doświadczenie 1 i 2 przeprowadzono w III rzutach, zaś doświadczenie 3 i 4 w II rzutach ze względu na wystąpienie grzyba zielonych pleśni (*Trichoderma harzianum*). W doświadczeniach zastosowano następujące dawki hydrożeli:

H<sub>0</sub> – kontrola bez dodatku hydrożelu,

H<sub>1</sub> – 50 g·m<sup>-2</sup>,

H<sub>2</sub> – 100 g·m<sup>-2</sup>,

H<sub>3</sub> – 150 g·m<sup>-2</sup>.

We wszystkich doświadczeniach określono wielkość plonu handlowego (kg·m<sup>-2</sup>). Efektywność zastosowania sorbentów określono przeprowadzając rachunek marginalny [Szarek i Witak 2005]. Celem tego rachunku jest wyznaczenie takiego poziomu inten-

sywności produkcji, po przekroczeniu którego dalsze zwiększanie nakładów nie ma uzasadnienia ekonomicznego. Podstawowym wzorem na koszty krańcowe ( $K_k$ ) jest:

$$\frac{\Delta K}{\Delta P} = K_k$$

gdzie:

$\Delta K$  – dodatkowe koszty produkcji

$\Delta P$  – wartość dodatkowej produkcji

Przyrost kosztów ( $\Delta K$ ) można określić jako ciąg arytmetyczny przybierający postać:

$$K_1 - K_0; K_2 - K_1; K_3 - K_2 \dots K_n - K_{n-1}.$$

Przyrost produkcji ( $\Delta P$ ) jest pochodną przyrostu kosztów i można go również określić jako ciąg arytmetyczny w postaci:

$$P_1 - P_0; P_2 - P_1; P_3 - P_2 \dots P_n - P_{n-1}$$

Relację  $\Delta K$  i  $\Delta P$  określa się dla tych samych poziomów intensywności.

Możliwe są następujące warianty relacji  $\Delta K/\Delta P$ :

$$\frac{\Delta K}{\Delta P} < 1 \text{ – dodatkowe nakłady na dodatkową produkcję są opłacalne,}$$

$$\frac{\Delta K}{\Delta P} = 1 \text{ – dodatkowe nakłady są równe dodatkowej produkcji,}$$

$$\frac{\Delta K}{\Delta P} > 1; \frac{\Delta K}{\Delta P} < 0 \text{ – dodatkowe nakłady na dodatkową produkcję są nieopłacalne.}$$

W badaniach obliczono koszt zastosowania hydrożelu –  $\Delta K$  (€·m<sup>-2</sup>) oraz wartość dodatkowej produkcji –  $\Delta P$  (€·m<sup>-2</sup>), przyjmując założenie, że dodatkowa dawka hydrożelu ma wyłączny wpływ na wielkość osiągniętej produkcji. Średnia cena sprzedaży pieczarek będąca podstawą do obliczeń wyniosła 0,997 €·kg<sup>-1</sup>. Cena hydrożelu zastosowanego do doświadczenia wyniosła 7,48 €·kg<sup>-1</sup>.

Aby zbadać stopień zróżnicowania plonów, określono wartość średniej, odchylenia standardowego (SD) i współczynnika zmienności (CV). Przyjęto, że o małym zróżnicowaniu wyników można mówić wtedy, jeśli wartość współczynnika zmienności jest niższa od 10%, o średnim – 10-60% i wysokim – powyżej 60% [Rószkiewicz 2002]. Dla zbadania istotności różnic średnich zastosowano test t-Studenta, dla poziomu istotności  $p = 0,01$ .

## WYNIKI

Przeprowadzone doświadczenia pokazały, że zastosowanie hydrożeli w uprawie pieczarki prowadziło do wzrostu plonu z jednostki powierzchni. Średni plon pieczarek w próbie, gdzie nie stosowano dodatku hydrożelu do podłoża, wyniósł 20,78 kg·m<sup>-2</sup> (tab. 1). Dodatek hydrożelu w ilości 50 g·m<sup>-2</sup> spowodował wzrost średniego plonu z czterech doświadczeń o 0,5 kg. Gdy dodano hydrożel w ilości 100 g·m<sup>-2</sup>, zanotowano wzrost plonu o 1,35 kg·m<sup>-2</sup>, a gdy dodano 150 g·m<sup>-2</sup> hydrożelu zanotowano wzrost

plonu o  $1,29 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ . Należy zauważyć, że przy dawce  $H_3$  hydrożelu plon pieczarek był niższy niż przy dawce  $H_2$ .

W doświadczeniach występowało średnie zróżnicowanie plonowania, bowiem wartość współczynnika zmienności dla czterech doświadczeń wyniosła 18,2%. Na taki wynik miało wpływ zróżnicowane plonowanie w niektórych rzutach. W 3 i 4 doświadczeniu uprawa została zaatakowana przez grzyb zielonej pleśni *Trichoderma harzianum*, co wydatnie zmniejszyło plon handlowy pieczarek z tych doświadczeń, bowiem nie zebrano pieczarek z III rzutu (tab. 1).

Tabela 1. Plony pieczarek w doświadczeniach 1-4 ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ )  
Table 1. Mushrooms harvest during the experiments 1-4 ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ).

Nr rzutu Area nr	Dawka hydrożelu – Hydrogel dose				Średnia Mean	SD	CV (%)
	$H_0$	$H_1$	$H_2$	$H_3$			
Doświadczenie 1 – Experiment 1							
I	11,90	13,20	12,70	13,60	12,85	0,73	5,70
II	11,00	11,70	12,40	12,40	11,88	0,67	5,64
III	3,40	3,30	4,00	4,40	3,78	0,52	13,74
$\Sigma_{I-III}$	26,30	28,20	29,10	30,40	28,50	1,72	6,04
Doświadczenie 2 – Experiment 2							
I	13,50	13,30	14,30	14,20	13,83	0,50	3,61
II	10,60	10,50	10,50	11,60	10,80	0,54	4,96
III	2,10	2,60	2,80	2,80	2,58	0,33	12,83
$\Sigma_{I-III}$	26,20	26,40	27,60	28,60	27,20	1,12	4,12
Doświadczenie 3 Experiment 3							
I	8,39	9,02	9,47	7,90	8,70	0,69	7,94
II	5,09	4,52	5,94	4,22	4,94	0,76	15,31
$\Sigma$	13,48	13,54	15,41	12,12	13,64	1,35	9,91
Doświadczenie 4 – Experiment 4							
I	11,70	10,77	10,47	11,37	11,08	0,56	5,04
II	5,45	6,21	5,93	5,77	5,84	0,32	5,43
$\Sigma_{I-II}$	17,15	16,98	16,40	17,14	16,92	0,35	2,09
Średnia 1-4 Mean 1-4	20,78	21,28	22,13a	22,07	21,56	3,93	18,22

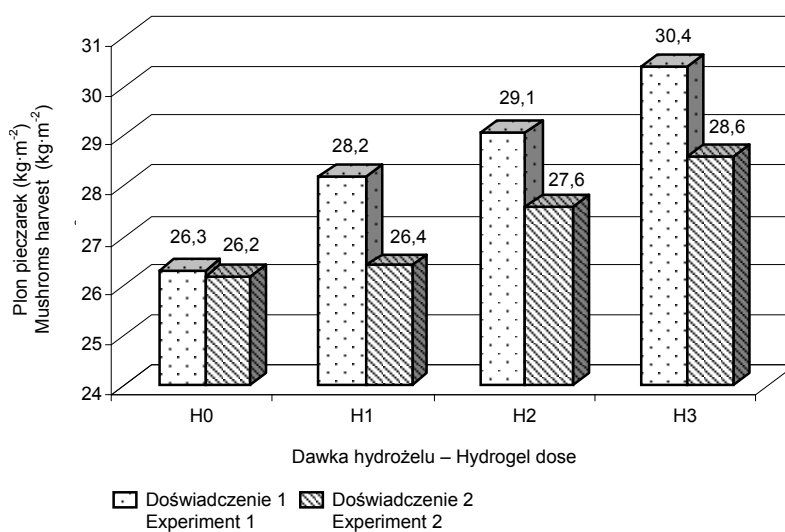
a – różnice istotne dla  $p = 0,01$ .

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników doświadczeń.

a – differences significant on  $p = 0.01$ .

Source: self elaboration based on experiments results.

Analizując poszczególne doświadczenia można zauważyć nierównomierny wzrost plonowania w miarę zwiększania dodatku hydrożelu do podłoża. W doświadczeniu 1 i 2 wzrost plonowania był obserwowany aż do dawki H<sub>3</sub> hydrożelu. W doświadczeniu 3 po przekroczeniu dawki 100 g·m<sup>-2</sup> hydrożelu zaobserwowano wyraźny spadek plonu pieczarki (tab. 1, rys. 1). W doświadczeniu 4 nie zaobserwowano wzrostu plonowania. Dodatek hydrożelu w ilości 50 i 100 g·m<sup>-2</sup> spowodował nawet spadek plonu w stosunku do kontroli. Najwyższe plony pieczarek zanotowano w doświadczeniu 1 i 2. W porównaniu z kontrolą, przyrost plonu (H<sub>3</sub>-H<sub>0</sub>), wywołany dodatkiem hydrożelu, w doświadczeniu 1 wyniósł prawie 1,7 kg·m<sup>-2</sup>. W doświadczeniu 2 i 3 przyrost plonu nie przekroczył 1 kg·m<sup>-2</sup>. Najwyższy wzrost plonowania – 1,93 kg – wywołany dodatkiem hydrożelu, zanotowano w doświadczeniu 3, gdy dawka wyniosła 100 g·m<sup>-2</sup>.



Rys. 1. Średnie plony pieczarek w doświadczeniach I i II

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 1. Average volume of mushrooms harvest in different experiments

Source: self elaboration.

W związku z tym, że cena kilograma pieczarek wyniosła 0,997 €, wartość produkcji z powierzchni 1 m<sup>2</sup> kształtowała się na poziomie takim samym jak plonowanie i występowały pod tym względem jednakowe tendencje (tab. 2), dlatego też w tym wypadku pominięto szczegółową analizę.

Test istotności różnic potwierdził, że dawka hydrożelu w ilości 100 g·m<sup>-2</sup> spowodowała istotny wzrost plonowania w porównaniu z obiektem kontrolnym. Tym samym wartość plonu pieczarek wykazała również istotne różnice.

Aby ocenić ekonomiczną efektywność zastosowania wzrastających dawek hydrożelu, przeprowadzono rachunek marginalny (tab. 3). Jeśli relacja  $\Delta K/\Delta P < 0$ , wówczas zastosowanie dodatkowych nakładów jest efektywne. W tym przypadku dodatkowe koszty hydrożelu są niższe niż wartość dodatkowego plonu pieczarki. Wartość  $\Delta K/\Delta P > 0$  lub ujemna, świadczy o nieefektywnym wykorzystaniu dodatkowych nakładów.

Tabela 2. Wartość plonu pieczarek w doświadczeniach 1-4 ( $\text{€}\cdot\text{m}^{-2}$ ).  
 Table 2. Value of mushroom harvest in experiments 1-4 ( $\text{€}\cdot\text{m}^{-2}$ ).

Nr rzutu Area nr	Dawka hydrożelu – Hydrogel dose			
	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>
Doświadczenie 1 – Experiment 1				
I	11,86	13,16	12,66	13,56
II	10,97	11,66	12,36	12,36
III	3,39	3,29	3,99	4,39
Σ <sub>I-III</sub>	26,22	28,12	29,01	30,31
Doświadczenie 2 – Experiment 2				
I	13,46	13,26	14,26	14,16
II	10,57	10,47	10,47	11,57
III	2,09	2,59	2,79	2,79
Σ <sub>I-III</sub>	26,12	26,32	27,52	28,51
Doświadczenie 3 – Experiment 3				
I	8,36	8,99	9,44	7,88
II	5,07	4,51	5,92	4,21
Σ <sub>I-II</sub>	13,44	13,50	15,36	12,08
Doświadczenie 4 – Experiment 4				
I	11,66	10,74	10,44	11,34
II	5,43	6,19	5,91	5,75
Σ <sub>I-II</sub>	17,10	16,93	16,35	17,09
Średnia 1-4 Mean 1-4	20,72	21,22	22,06a	22,00

a – różnice istotne dla  $p = 0,01$ .

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników doświadczeń.

a – differences significant on  $p = 0.01$ .

Source: self elaboration based on experiments results.

Badania pokazały zróżnicowanie wyników. Zastosowanie hydrożelu w ilości  $50\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  było nieefektywne, bowiem relacja  $\Delta K/\Delta P$  wyniosła 1,89. Dodatek  $100\text{ g}$  hydrożelu okazał się również nieefektywny, bowiem wartość  $\Delta K/\Delta P$  wyniosła 1,11. Bardzo nieefektywne było zastosowanie dawki  $150\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , bowiem w tym przypadku relacja  $\Delta K/\Delta P$  miała wartość ujemną. Wyniki doświadczeń oraz przeprowadzona analiza istotności różnic upoważniają do stwierdzenia, że ekonomicznie uzasadniona dawka hydrożelu wynosi  $100\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , bowiem po zastosowaniu dawki hydrożelu w ilości  $50\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  nie obserwuje się pozytywnych rezultatów. Oznacza to, że jest to dawka zbyt mała. W tej sytuacji za optymalną dawkę należy uznać  $100\text{ g}$  hydrożelu na  $1\text{ m}^2$  powierzchni.

Tabela 3. Przyrosty marginalne wynikające z zastosowania dodatkowej dawki sorbentu ( $\text{€}\cdot\text{m}^{-2}$ ) oraz relacja pomiędzy dodatkowymi kosztami hydrożelu ( $\Delta K = 0,374 \text{ €}$ ) a dodatkowym przychodem uzyskanym z jego zastosowania ( $\Delta P$ )

Table 3. Marginal increases due to the application of sorbing agents' dose ( $\text{€}\cdot\text{m}^{-2}$ ) as well as the ratio between extra expenses on hydro gels ( $\Delta K = 0.374\text{€}$ ) and extra profit from their application ( $\Delta P$ )

Nr rzutu Area nr	Przyrosty marginalne – Marginal increase $\Delta P$			Relacja –Ratio $\Delta K/\Delta P$		
	dawka hydrożelu – hydrogel dose					
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>
Doświadczenie 1 – Experiment 1						
I	1,30	-0,50	0,90	0,29	-0,75	0,42
II	0,70	0,70	0,00	0,54	0,54	0,00
III	-0,10	0,70	0,40	-3,75	0,54	0,94
$\Sigma_{\text{I-III}}$	1,89	0,90	1,30	0,20	0,42	0,29
Doświadczenie 2 – Experiment 2						
I	-0,20	1,00	-0,10	-1,88	0,38	-3,75
II	-0,10	0,00	1,10	-3,75	0,00	0,34
III	0,50	0,20	0,00	0,75	1,88	0,00
$\Sigma_{\text{I-III}}$	-0,15	0,50	0,50	-2,50	0,75	1,00
Doświadczenie 3 – Experiment 3						
I	0,63	0,45	-1,57	0,60	0,83	-0,24
II	-0,57	1,42	-1,71	-0,66	0,26	-0,22
$\Sigma_{\text{I-II}}$	0,03	0,93	-1,64	12,50	0,40	-0,23
Doświadczenie 4 – Experiment 4						
I	-0,93	-0,30	0,90	-0,40	-1,25	0,42
II	0,76	-0,28	-0,16	0,49	-1,34	-2,34
$\Sigma_{\text{I-III}}$	-0,08	-0,29	0,37	-4,41	-1,29	1,01
Średnia 1-4 Mean 1-4	0,20	0,34	-0,02	1,89	1,11	-15,01

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników doświadczeń.  
Source: self elaboration based on experiments results.

## WNIOSKI

1. Dodatek hydrożelu do podłoża miał istotny wpływ na plonowanie pieczarek w warunkach produkcji towarowej.

2. Najwyższe plonowanie uzyskano stosując dawkę hydrożelu w ilości  $150 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ . Pomimo tego, należy uznać, że zwiększenie dawki ze  $100$  do  $150 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  jest ekonomicznie nieuzasadnione. Rachunek marginalny pokazał, że w takim przypadku dodatkowe koszty przewyższają osiągnięte przychody.

3. Ekonomicznie uzasadniona dawka hydrożelu wyniosła w warunkach produkcji towarowej  $100 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ .

## LITERATURA

- Breś W., Łuczak P., 1996. Ocena właściwości hydrożelu alcosorb (AS 400) oraz badanie możliwości jego stosowania jako komponentu podłoża. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 429, 65-68.
- Hajnos M., Sokołowska Z., Stawiński J., 1994. Wpływ sorbenta poliamidowego na opór penetracji i porowatość gleb. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 407, 21-24.
- Hetman J., Martyn W., 1996. Oddziaływanie hydrożeli na właściwości wodne podłoży ogrodniczych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 429, 133-135.
- Martyn W., Onuch J., Amborska J., 1998. Ocena tempa wysychania podłoży ogrodniczych w zależności od udziału w nich hydrożeli. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 461, 291-298.
- Rószkiewicz M., 2002. Narzędzia statystyczne w analizach marketingowych. C.H. Beck, Warszawa.
- Sokołowska Z., Hajnos M., Gliński J., Wolski T., 1994. Retencja wody w glebie gliniastej i piaszczystej modyfikowanej dodatkiem sorbenta poliamidowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 407, 51-55.
- Szarek S. 2005. Deficiencies in the law of diminishing returns. EJPAU 8, 2.
- Szarek S., Witak B., 2005. Zastosowanie analizy marginalnej do wyznaczenia ceny równowagi skupu żywca indyjskiego. Pol. Drob. 6, 38.
- Szyduga K., 2002. Uprawa pieczarki. Hortpress, Warszawa.

## EFFICIENCY OF THE APPLICATION OF AN INCREASING HYDROGEL DOSE IN BISPORE MUSHROOMS CULTIVATION. *AGARICUS BISPORUS* (LANGE) SING. IMBACH

**Summary.** The economical efficiency of the application of an increasing hydrogel dose in bispore mushrooms (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing. Imbach SYLVAN 737) has been experimented in controlled weather conditions. It was found that the application of a 50 and  $150 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  hydrogel dose is not economically proved due to the lack of harvest significant increase. In the cultivation of this particular variety of mushrooms, the optimal hydrogel dose should not be  $100 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  of subsoil.

**Key words:** production efficiency, hydrogel, bispore mushroom

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 17.06.2011

Do cytowania – For citation: Koc G., Szarek S., 2011. Efektywność zastosowania wzrastających dawek hydrożelu w uprawie pieczarki dwuzarodnikowej *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. Imbach. *J. Agribus. Rural Dev.* 4(22), 115-122.