

Katedra Ekologii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
20-950 Lublin, ul. Akademicka 13
e-mail: sylwia.andruszczak@up.lublin.pl

SYLWIA ANDRUSZCZAK, EWA KWIECIŃSKA-POPPE,
EDWARD PAŁYS, PIOTR KRASKA

Wpływ wodnych wyciągów ze słomy pszenicy ozimej na energię i zdolność kiełkowania odmian pszenicy ozimej i orkisz ozimego

The influence of water extracts from winter wheat straw on germination energy
and capacity of winter wheat and winter spelta varieties

Streszczenie. W doświadczeniu oceniano wpływ wodnych wyciągów ze słomy pszenicy ozimej na energię i zdolność kiełkowania oraz początkowy wzrost siewek *Triticum aestivum* L. (odmiany Turnia i Olivin) i *Triticum spelta* L. (odmiany Schwabenkorn i Spelt I.N.Z.). Wodne wyciągi sporządzono z 2, 4 i 8 g słomy na 100 ml wody destylowanej. Ziarnaki wysiewano do szalek na podłożu z bibuły filtracyjnej i podlewano codziennie wyciągiem o odpowiednim stężeniu. Obiekt kontrolny stanowiły szalki podlewane w tym samym czasie wodą destylowaną.

Wraz ze wzrostem stężenia wodnych wyciągów ze słomy pszenicy ozimej obserwowano istotne zmniejszenie energii i zdolności kiełkowania testowanych odmian. Wyciągi o wyższym stężeniu w istotnie większym stopniu skracały długość korzeni zarodkowych pszenicy zwyczajnej i pszenicy orkisz. Jednocześnie podlewanie siewek wyciągiem sporządzonym z 2 g słomy na 100 ml wody destylowanej stymulowało wzrost pierwszego liścia w porównaniu z pozostałymi stężeniami i obiektem kontrolnym. Biorąc pod uwagę energię i zdolność kiełkowania porównywanych odmian, najbardziej wrażliwa na wodne wyciągi ze słomy pszenicy ozimej była pszenica orkisz odmiany Spelt I.N.Z.

Słowa kluczowe: allelopatia, słoma, wyciągi wodne, *Triticum aestivum*, *Triticum spelta*

WSTĘP

Rozszerzenie areалу uprawy zbóż, zwłaszcza pszenicy ozimej, spowodowało, że słoma stała się uciążliwym produktem odpadowym rolnictwa. Sposobem zagospodarowania słomy może być m.in. wykorzystanie tego materiału bezpośrednio na polu jako źródła substancji organicznej [Dziadowiec 1987]. W pracach z zakresu allelopatii pod-

kreśla się jednak, iż pozostawiane na polu resztki poźniwne mogą być źródłem licznych inhibitorów kiełkowania i wzrostu roślin, spośród których dużą aktywnością biologiczną cechują się występujące w tkankach roślin zbożowych związki fenolowe [Wu i in. 2007]. Mając to na uwadze, podjęto próbę określenia wpływu wodnych wyciągów sporządzonych ze słomy pszenicy ozimej na energię i zdolność kiełkowania oraz początkowy wzrost siewek pszenicy ozimej (odmiany Turnia i Olivin) i orkiszu ozimego (odmiany Schwabenkorn i Spelt I.N.Z.).

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych na płytkach Petriego. W celu uzyskania wodnych wyciągów wysuszoną do powietrznie suchej masy słomę pszenicy ozimej (odmiany Turnia) rozdrobniono i zalano wodą destylowaną. Po 24 godzinach moczenia uzyskany roztwór przesączono przez bibułę filtracyjną. Wodne wyciągi sporządzono z 2, 4 i 8 g słomy na 100 ml wody destylowanej. Ziarniaki wysiewano po 25 szt. do szalek o średnicy 10 cm, umieszczając je na podłożu z dwóch warstw bibuły filtracyjnej Wathman. Bibułę nasączono 25 ml wodnego wyciągu o odpowiednim stężeniu, a następnie szalki podlewano codziennie 10 ml roztworu. Obiekt kontrolny stanowiły szalki podlewane w tym samym czasie wodą destylowaną. Doświadczenie przeprowadzono w 10 powtórzeniach. Przez cały okres kiełkowania utrzymywano temperaturę pokojową 20–22°C.

Długość okresu kiełkowania była zgodna z Polską Normą przewidzianą do oceny zdolności kiełkowania ziarniaków [PN-R-65950, 1994] i wyniosła 8 dób. Energię kiełkowania określono po 4 dobach. Analizę biometryczną siewek przeprowadzono po upływie 8 dni od daty umieszczenia ziarniaków na płytkach. Określono długość najdłuższego korzenia siewki oraz liczbę korzeni zarodkowych. Uwzględniono także wysokość siewki, mierzoną od ziarniaka do wierzchołka najdłuższego liścia. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, wykorzystując półprzedziały ufności Tukeya. Wyniki badań dotyczące energii i zdolności kiełkowania transformowano funkcją $\arcsin\sqrt{x}$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Znaczenie allelopatii we współczesnym rolnictwie jest bardzo złożone, gdyż trudno jest oddzielić działania biochemiczne od działania innych czynników środowiska [Duer 1997]. Prowadzenie obserwacji w ciągu kilku pierwszych dni od rozpoczęcia kiełkowania ziarniaków pozwoliło na wyeliminowanie oddziaływania innych czynników, ponieważ, jak wiadomo, rozwijająca się siewka żyje kosztem substancji zgromadzonych w ziarniaku.

Ujemny wpływ słomy zbóż na wzrost siewek pszenicy obserwowano już w początkowych etapach badań nad allelopatią, przy czym najbardziej podatne na wpływ wydziałin okazały się rośliny młode [Winter i Schönbeck 1954, Guenzi i McCalla 1966]. Srivastava i in. [1986] wykazali, że wodny wyciąg sporządzony z 16 g słomy na 100 ml wody destylowanej zmniejszył kiełkowanie ziarniaków pszenicy o 18%. Podobnie Alam [1990] oraz Wu i in. [2007] dowiedli, że wodne wyciągi z resztek poźniwnych pszenicy

działy toksycznie na kiełkowanie i wzrost siewek. Ujemne oddziaływanie substancji zawartych w wodnym wyciągu ze słomy pszenicy ozimej ujawniło się również w naszym doświadczeniu. Energia kiełkowania odmian pszenicy ozimej i orkiszu ozimego podlewanych wodnymi wyciągami sporządzonymi ze słomy pszenicy ozimej była istotnie mniejsza (średnio od 18 do 58%) niż w obiekcie kontrolnym podlewanym wodą destylowaną (tab. 1). W miarę wzrostu stężenia wodnego wyciągu pogłębiała się ujemna reakcja roślin. Podobne zależności odnotowano w ocenie zdolności kiełkowania obu gatunków pszenic, istotne zaś różnice w wartości tej cechy, w odniesieniu do obiektu kontrolnego, wahały się od 20% do 49% (tab. 2). Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w piśmiennictwie, ponieważ większość autorów jest zgodna, że oddziaływanie allelozwiązków na kiełkowanie nasion roślin akceptorów związane jest z ich koncentracją w środowisku [Ma 2005, Oleszek 1996]. Podobnie Kwiecińska-Poppe i in. [2007], oceniając kiełkowanie pszenicy i jęczmienia w zależności od potencjału allelopatycznego wodnych wyciągów z przytuli czepek, wysunęły wnioski, że najsilniejszy efekt inhibicyjny wywołują najwyższe stężenia.

Tabela 1. Energia kiełkowania odmian pszenicy zwyczajnej i pszenicy orkisz w zależności od stężenia wodnego wyciągu ze słomy pszenicy ozimej
Table 1. Germination energy of winter wheat and spelt depending on the concentration of water extract from winter wheat straw

Stężenie wodnego wyciągu Concentration of water extract	<i>Triticum aestivum</i>		<i>Triticum spelta</i>		Średnio Mean
	Olivin	Turnia	Spelt I.N.Z.	Schwabenkorn	
Dane rzeczywiste – Real data					
Kontrola – Control	82,4	72,4	64,4	91,6	77,7
2%	62,8	61,2	51,2	79,6	63,7
4%	60,4	36,8	28,8	64,0	47,5
8%	49,2	26,0	13,6	42,4	32,8
Średnio – Mean	63,7	49,1	39,5	69,4	-
Dane transformowane – Transformed data					
Kontrola – Control	1,26	1,18	1,11	1,40	1,24
2%	1,12	0,99	1,01	1,25	1,09
4%	1,11	0,89	0,81	1,00	0,95
8%	0,99	0,79	0,59	0,83	0,80
Średnio – Mean	1,12	0,96	0,88	1,12	-
NIR _(0,05) LSD _(0,05)	pomiędzy odmianami 0,09 – between varieties; pomiędzy stężeniami 0,09 – between concentrations; we współdziałaniu odmiany × stężenia 0,23 – interaction varieties × concentration				

Spośród porównywanych odmian rodzaju *Triticum* największą energią i zdolnością kiełkowania odznaczała się pszenica orkisz odmiany Schwabenkorn, a następnie pszenica zwyczajna odmiany Olivin. Udowodniona interakcja między odmianami a stężeniami wskazuje, że substancje aktywne znajdujące się w wodnym wyciągu mogą niejednakowo oddziaływać na kiełkowanie testowanych odmian. Istotne obniżenie zdolności kieł-

kowania odmian Olivin i Spelt I.N.Z. obserwowano już przy 2% stężeniu, a pozostałych odmian dopiero w obecności wodnych wyciągów o stężeniu 4%, w porównaniu z obiektem kontrolnym. Podobnie Guenzi i McCalla [1966] oraz Wójcik-Wojtkowiak [1980] wskazują na zróżnicowaną wrażliwość poszczególnych gatunków, a nawet odmian na te same substancje toksyczne.

Tabela 2. Zdolność kiełkowania odmian pszenicy zwyczajnej i pszenicy orkisz w zależności od stężenia wodnego wyciągu ze słomy pszenicy ozimej

Table 2. Germination capacity of winter wheat and spelt depending on the concentration of water extract from winter wheat straw

Stężenie wodnego wyciągu Concentration of water extract	<i>Triticum aestivum</i>		<i>Triticum spelta</i>		Średnio Mean
	Olivin	Turnia	Spelt I.N.Z.	Schwabenkorn	
Dane rzeczywiste – Real data					
Kontrola – Control	96,4	83,6	91,2	95,2	91,6
2%	76,4	67,2	62,0	88,0	73,4
4%	67,2	54,0	58,4	72,4	63,0
8%	59,2	42,4	22,4	61,6	46,4
Średnio – Mean	74,8	61,8	58,5	79,3	-
Dane transformowane – Transformed data					
Kontrola – Control	1,47	1,28	1,39	1,45	1,40
2%	1,23	1,14	1,09	1,36	1,20
4%	1,14	1,02	1,06	1,18	1,10
8%	1,07	0,94	0,75	1,09	0,96
Średnio – Mean	1,23	1,10	1,08	1,27	-
NIR _(0,05) LSD _(0,05)	pomiędzy odmianami 0,06 – between varieties; pomiędzy stężeniami 0,06 – between concentrations; we współdziałaniu odmiany × stężenia 0,17 – interaction varieties × concentration				

Badania przeprowadzone przez Kimber [1973] dowodzą, że wyciągi wodne sporządzone z resztek poźniwnych pszenicy hamują zarówno kiełkowanie nasion, jak i początkowy rozwój siewek. Potwierdzają to wyniki badań własnych. Wraz ze wzrostem stężenia wodnych wyciągów ze słomy pszenicy ozimej obserwowano skrócenie korzeni zarodkowych siewek (tab. 3). Istotne różnicowanie tej cechy u odmiany Spelt I.N.Z., w odniesieniu do obiektu kontrolnego, stwierdzono dopiero w obecności wodnego wyciągu o stężeniu 8%, u pozostałych odmian zaś przy stężeniu 4%. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w pracy An i in. [2002], którzy wykazali, że w miarę wzrostu stężenia wodnych wyciągów ze słomy pszenicy nasilał się inhibicyjny wpływ na wzrost korzeni sałaty. Z kolei w doświadczeniach prowadzonych przez Kolbe i Stumpe [1975] wyciąg ze słomy jęczmienia nawet w rozcieńczeniu 1 : 400 hamował rozwój korzeni pszenicy. Podobnie działał wyciąg ze słomy pszenicy i – w słabszym stopniu – z żyta. O fitotoksycznym wpływie słomy pszenicy ozimej świadczą również badania Duer [1997]. Autorka stwierdziła, że wzrost siewek pszenicy na wodnych wyciągach z gleby,

do której dodano $6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ słomy, ulegał wyraźnemu zahamowaniu. W innych badaniach wodne wyciągi ze słomy pszenicy twardej istotnie skracały długość korzeni zarodkowych jęczmienia i pszenicy [Oueslati 2003].

Tabela 3. Długość korzenia zarodkowego i pierwszego liścia oraz liczba korzeni zarodkowych odmian pszenicy zwyczajnej i pszenicy orkisz w zależności od stężenia wodnego wyciągu ze słomy pszenicy ozimej

Table 3. The length of seedling root and first leaf of winter wheat and spelt and number of seedling roots depending on the concentration of water extract from winter wheat straw

Stężenie wodnego wyciągu Concentration of water extract	<i>Triticum aestivum</i>		<i>Triticum spelta</i>		Średnio Mean
	Olivin	Turnia	Spelt I.N.Z.	Schwabenkorn	
Długość korzenia zarodkowego – The length of seedling root					
Kontrola – Control	12,6	10,7	8,0	13,6	11,2
2%	11,1	9,9	7,0	13,2	10,3
4%	6,2	7,3	5,5	9,7	7,2
8%	4,9	2,2	1,0	2,4	2,6
Średnio – Mean	8,7	7,5	5,4	9,7	-
NIR _(0,05) LSD _(0,05)	pomiędzy odmianami 1,1 – between varieties; pomiędzy stężeniami 1,1 – between concentrations; we współdziałaniu odmiany × stężenia 3,0 – interaction varieties × concentration				
Długość pierwszego liścia – The length of first leaf					
Kontrola – Control	12,8	8,6	9,1	14,4	11,2
2%	13,3	9,3	9,3	16,9	12,2
4%	11,5	7,8	6,5	15,1	10,2
8%	7,4	3,6	2,4	7,4	5,2
Średnio – Mean	11,2	7,3	6,8	13,4	-
NIR _(0,05) LSD _(0,05)	pomiędzy odmianami 0,9 – between varieties; pomiędzy stężeniami 0,9 – between concentrations; we współdziałaniu odmiany × stężenia 2,5 – interaction varieties × concentration				
Liczba korzeni zarodkowych					
Kontrola – Control	3,7	3,5	3,7	4,0	3,7
2%	4,0	3,4	3,5	4,1	3,8
4%	4,2	3,5	4,0	4,0	3,9
8%	4,7	3,4	2,8	4,2	3,8
Średnio – Mean	4,2	3,4	3,5	4,1	-
NIR _(0,05) LSD _(0,05)	pomiędzy odmianami 0,2 – between varieties; pomiędzy stężeniami 0,2 – between concentrations; we współdziałaniu odmiany × stężenia 0,6 – interaction varieties × concentration				

Z literatury wynika [Oleszek 1996], że niskie stężenia substancji allelopatycznych mogą mieć stymulujący wpływ na kiełkowanie i początkowy wzrost roślin akceptorów. Kwiecińska-Poppe i in. [2007] udowodnili korzystny wpływ wodnych wyciągów ze świeżej masy przytuli czepnej o najniższym stężeniu na wzrost pierwszego liścia i korzonek zarodkowych pszenicy i jęczmienia. W omawianym doświadczeniu podlewanie siewek wyciągiem sporządzonym z 2 g słomy na 100 ml wody destylowanej istotnie stymulowało wzrost pierwszego liścia w porównaniu z pozostałymi stężeniami i obiektem kontrolnym (tab. 3). Jednocześnie wyciągi 4% i 8% istotnie hamowały wzrost pierwszego liścia w porównaniu z roślinami podlewanymi wodą destylowaną. Charakterystyczne jest, iż po zastosowaniu wodnych wyciągów ze słomy o najniższym stężeniu wszystkie testowane odmiany reagowały wydłużeniem pierwszego liścia, przy czym istotne różnice w porównaniu z obiektem kontrolnym odnotowano tylko dla odmiany Schwabenkorn.

Siewki podlewane wodnymi wyciągami ze słomy pszenicy ozimej tworzyły na ogół więcej korzeni zarodkowych niż rośliny traktowane wodą destylowaną, jednak istotne różnice w odniesieniu do obiektu kontrolnego stwierdzono jedynie po zastosowaniu wyciągu 4% (średnio o 5,4%) (tab. 3). Udowodniona interakcja pomiędzy czynnikami doświadczenia wskazuje, iż wodne wyciągi sporządzone ze słomy pszenicy ozimej istotnie różnicowały liczbę korzeni zarodkowych odmiany Olivin i Spelt I.N.Z., natomiast nie miały istotnego wpływu na odmiany Turnia i Schwabenkorn.

WNIOSKI

1. Energia i zdolność kiełkowania odmian pszenicy zwyczajnej i pszenicy orkisz podlewanych wodnymi wyciągami sporządzonymi ze słomy pszenicy ozimej była istotnie mniejsza niż w warunkach kontrolnych (z wodą destylowaną). Wraz ze wzrostem stężenia wodnych wyciągów z 2% do 4% i 8% obserwowano istotne zmniejszenie energii i zdolności kiełkowania testowanych odmian.

2. Wyciągi o wyższym stężeniu w istotnie większym stopniu hamowały wzrost korzeni zarodkowych pszenicy zwyczajnej i pszenicy orkisz, jednocześnie istotnie większą liczbę korzeni wytworzyły rośliny traktowane wyciągiem 4%, w porównaniu z obiektem kontrolnym.

3. Podlewanie siewek wyciągiem sporządzonym z 2 g słomy na 100 ml wody destylowanej istotnie stymulowało wzrost pierwszego liścia w porównaniu z pozostałymi stężeniami i obiektem kontrolnym.

4. Biorąc pod uwagę energię i zdolność kiełkowania porównywanych odmian najbardziej wrażliwa na wodne wyciągi ze słomy pszenicy ozimej była pszenica orkisz odmiany Spelt I.N.Z.

PIŚMIENNICTWO

- Alam S.M., 1990. Effect of straw extract on the germination and seedling growth of wheat (cv. Pavon). *Wheat Inf. Serv.*, 71, 16–18.
- An P., Shibayama H., Taya S., 2002. Difference of allelopathic effects of winter cereal straws of different harvesting years. *Report of the Kyushu Branch of the Crop Science Society of Japan*, 68, 73–76.

- Duer I., 1997. Fitotoksyczność słomy i resztek poźniwnych pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln., 452, 59–70.
- Dziadowiec H., 1987. Przemiany w glebie słomy zbóż stosowanej jako nawóz organiczny i jej agroekologiczne działanie. Post. Nauk Roln., 4, 39–58.
- Guenzi W., McCalla T., 1966. Phenolic acid in oats, wheat, sorghum and corn residues and their phytotoxicity. Agron. J., 58, 303–304.
- Kimber R.W., 1973. Phytotoxicity from plant residues. III. The relative effect of toxins and nitrogen immobilization on the germination and growth of wheat. Plant and Soil, 38 (3), 543–555.
- Kolbe G., Stumpe H., 1975. Nawożenie słomą. PWRiL, Warszawa, 77–85.
- Kwiecińska-Poppe E., Kraska P., Pałys E., 2007. Energia i zdolność kiełkowania *Triticum aestivum* i *Hordeum vulgare* w zależności od potencjału allelopatycznego wodnych wyciągów z *Galium aparine*. Annales UMCS, sec. E, Agricultura, 62 (2), 168–176.
- Ma Y., 2005. Allelopathic studies of common wheat (*Triticum aestivum* L.). Weed Biol. Manag., 5, 93–104.
- Oleszek W., 1996. Allelopatia – rys historyczny, definicje, nazewnictwo. [W:] Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii. IUNG Puławy, K(10), 5–15.
- Oueslati O., 2003. Allelopathy in two durum wheat (*Triticum durum* L.) varieties. Agric., Ecosys. Environ. 96, 161–163.
- PN-R-65950, 1994. Materiał siewny. Metody badania nasion.
- Srivastava P.C., Totey N.G., Prakash O., 1986. Effect of straw extract on water absorption and germination of wheat (*Triticum aestivum* L. variety RR-21) seeds. Plant and Soil, 91, 1, 143–145.
- Winter A.G., Schönbeck F., 1954. Untersuchungen über wasserlösliche Hemmstoffe aus Getreideböden. Naturwiss 41, 145–146.
- Wójcik-Wojtkowiak D., 1980. Rozkładające się resztki poźniwne jako jedna z przyczyn zmęczenia gleb uprawnych. Post. Nauk Rol., 4/5, 61–74.
- Wu H., Pratley J., Lemerle D., An M., Liu D.L., 2007. Autotoxicity of wheat (*Triticum aestivum* L.) as determined by laboratory bioassays. Plant and Soil, 296, 85–93.

Summary. The influence of water extracts from winter wheat straw on the germination capacity and energy as well as the growth of seedlings of *Triticum aestivum* L. (Turmia and Olivin variety) and *Triticum spelta* L. (Schwabenkorn and Spelt I.N.Z. variety) were evaluated in the study. The extracts were prepared using 2, 4 and 8 g of dried straw per 100 ml of distilled water. The seeds were sown to Petri dishes and watered with an appropriate extract every day. Dishes wetted only with distilled water were the control objects.

Germination energy and capacity of the examined varieties decreased along with the increase of the concentration of water extracts from winter wheat straw. Higher concentrations of water extracts reduced to a significantly larger extent the growth of seedling roots while the extract prepared from 2 g of straw per 100 ml distilled water significantly stimulated the growth of the first leaf. Taking into account the germination energy and capacity of the tested varieties the most sensitive to water extracts from winter wheat straw was *Triticum spelta* L. Spelt I.N.Z. variety.

Key words: allelopathy, straw, water extracts, *Triticum aestivum*, *Triticum spelta*