

Changes in germination of weed seeds stored in liquid swine manure aerobically treated or anaerobically digested

Zmiany zdolności kiełkowania diaspor chwastów przechowywanych w gnojowicy waloryzowanej tlenowo oraz poddanej fermentacji metanowej

Tomasz Piechota¹, Małgorzata Holka², Jacek Dach³,
Krzysztof Pilarski³, Marek Selwet⁴, Leszek Majchrzak¹

Summary

Studies were conducted to determine the effect of aeration and methane fermentation on germination of weed seeds stored in liquid swine manure. Seeds of 12 weed species were placed in manure for one month. All tested weed species stored in biogas digester lost their germinability, most of them in less than 7 days, except for *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* and *Echinochloa crus-galli* which still gave some germination after 7 days. Some seeds of *E. crus-galli* and *Ch. album* germinated after one month in stagnating manure, and germination of *A. retroflexus* was not affected by storage in manure while the remaining species lost their viability. Aeration of liquid swine manure more reduced seed viability as compared to the storage treatment in stagnating manure, also the germination of *A. retroflexus* was much lowered.

Key words: weed seed germination, liquid swine manure, aeration, biogas digestion

Streszczenie

W badaniach oceniano wpływ napowietrzania oraz fermentacji metanowej na zdolność kiełkowania diaspor chwastów znajdujących się w gnojowicy. Diaspory 12 gatunków chwastów umieszczano w gnojowicy na okres jednego miesiąca. Wszystkie badane gatunki przechowywane w fermentorze biogazowni straciły zdolność kiełkowania, większość w ciągu początkowych 7 dni, jednak *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* i *Echinochloa crus-galli* częściowo zachowały zdolność kiełkowania w siódmym dniu. Diaspory *E. crus-galli* i *Ch. album* obniżyły zdolność kiełkowania po miesiącu w stagnującej gnojowicy, umieszczenie diaspor *A. retroflexus* w gnojowicy nie wpłynęło na jego zdolność kiełkowania, natomiast pozostałe gatunki całkowicie utraciły zdolność kiełkowania. Napowietrzanie gnojowicy obniżyło zdolność kiełkowania diaspor w porównaniu do stagnującej gnojowicy. *A. retroflexus* znacznie obniżył zdolność kiełkowania.

Słowa kluczowe: kiełkowanie diaspor chwastów, gnojowica, napowietrzanie, fermentacja metanowa

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Agronomii
Dojazd 11, 60-632 Poznań
tompiech@up.poznan.pl

² Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego w Polskiej Akademii Nauk
Bukowska 19, 60-809 Poznań

³ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Instytut Inżynierii Rolniczej
Wojska Polskiego 50, 60-637 Poznań

⁴ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej
Szydłowska 50, 60-656 Poznań

Wstęp / Introduction

Nawozy organiczne są powszechnie postrzegane jako potencjalne źródło zachwaszczenia pól (Trzciński 1933), a ilość wnoszonych diaspor chwastów może w skrajnych przypadkach przekraczać 420 000 sztuk na tonę (Mt. Pleasant i Schlather 1994). Główne źródła chwastów to ściółka i kał. Nasiona, które dostały się do paszy podlegają wielu, potencjalnie destrukcyjnym procesom takim, jak: mielenie, granulowanie, zakiszanie i trawienie w przewodzie pokarmowym zwierząt. Zamora i Olivarez (1994) podają, że mielenie pozbawia żywotności ponad 99% diaspor chwastów, a następujące po nim granulowanie redukuje liczbę pozostałych, żywotnych nasion o około połowę, stąd granulowane pasze zawierają bardzo niewielkie ilości żywotnych diaspor. Wpływ trawienia w żwaczu zwierząt przeżywających zależy od gatunku chwastu i czasu przebywania w żwaczu. Blackshaw i Rode (1991) wykazali, że takie gatunki, jak: szarłat szorstki, komosa biała i rdest powojowy zachowywały częściowo zdolność kiełkowania po trawieniu przez 24 godziny w żwaczu, nawet jeśli wcześniej poddane zostały procesowi zakiszania. Część diaspor chwastów dostaje się do nawozów z pominięciem przewodu pokarmowego, wraz z niedojadami, w paszy rozrzucanej przez zwierzęta oraz w ściółce. Ich zdolność kiełkowania nie jest w żaden sposób zredukowana. W trakcie fermentacji metanowej w biogazowniach rolniczych do gnojowicy dodawane są różne dodatki (kofermenty), które często są materiałami odpadowymi, potencjalnie źródłami diaspor chwastów.

Duże znaczenie dla całkowitego wyeliminowania kiełkujących diaspor chwastów ma sposób postępowania z obornikiem przed wywiezieniem na pole. Najważniejszym czynnikiem wydaje się temperatura, jaka panuje w przymie w czasie przechowywania. W badaniach Łowińskiego i wsp. (2006) w temperaturze poniżej 20°C większość badanych gatunków zachowywała częściowo zdolność kiełkowania, w dalszych seriach doświadczeń tego zespołu (Piechota i Dach 2007) w wyższych temperaturach zdolność kiełkowania obniżała się w większym stopniu, natomiast wszystkie badane gatunki całkowicie utraciły zdolność kiełkowania w oborniku kompostowanym na gorąco. Larney i Blackshaw (2003) szacują, że do całkowitej utraty zdolności kiełkowania przez *Erodium cicutarium*, *Sinapis arvensis* i *Matricaria perforata* wystarczy 38,9°C, *Amaranthus retroflexus* traci zdolność kiełkowania przy 56°C, a *Polygonum convolvulus* przy 62°C. Egley (1990) wskazuje jednak, że duże znaczenie ma też czas ekspozycji na podwyższoną temperaturę oraz wilgotność podłoża. Wspomniany wcześniej *A. retroflexus*, w jego badaniach, tracił zdolność kiełkowania po 3 dobach w wilgotnej glebie podgrzanej do 50°C i po sześciu godzinach w 60°C, jednak przy małej wilgotności podłoża znosił 70°C przez okres tygodnia bez uszczerbku dla zdolności kiełkowania.

Obornik nie tylko może stanowić źródło zachwaszczenia, jest również kłopotliwy w stosowaniu ze względu na swą niejednorodność, zmienny skład chemiczny, dużą masę i objętość oraz drażniący zapach spowodowany między innymi przez ulatniający się amoniak (Pietrzak 2003). Kompostowanie obornika pozwala w znacznym

stopniu ograniczyć te niedogodności. Metoda kompostowania z napowietrzaniem pozwala na skrócenie tego procesu z kilku miesięcy do 4–6 tygodni (Dach i Sęk 1999). Charakterystyczne dla tej metody jest silne spulchnienie przymy bezpośrednio po jej ułożeniu, co powoduje napowietrzenie i znaczny wzrost temperatury w początkowej fazie oraz, po około tygodniu, powtórne napowietrzenie służące podtrzymaniu procesów egzogennych (Łowiński i wsp. 2006). Kompostowanie z napowietrzaniem może być również z powodzeniem stosowane do waloryzacji wielu innych kłopotliwych materiałów organicznych, w tym różnego typu odpadów z produkcji rolniczej, a nawet osadów z oczyszczalni ścieków (Dach i wsp. 2003; Hruby i wsp. 2004).

Gnojowica jest równie, a może nawet bardziej, uciążliwa niż obornik – zachodzące w zbiornikach procesy beztlenowe prowadzą do powstawania licznych substancji o znaczącej uciążliwości odorowej. Ponadto w zbiorniku nie zachodzi samozagrzewanie się gnojowicy, co sprzyja przeżywaniu diaspor chwastów. Podwyższona temperatura gnojowicy panuje w biogazowniach rolniczych, w których zazwyczaj ma miejsce fermentacja mezofilna w temperaturze 35–40°C. Katovich i Becker (2004) nie obserwowali obniżenia zdolności kiełkowania diaspor po 20 dniach fermentacji metanowej, czego powodem jest być może brak dostępu powietrza i beztlenowy charakter zachodzących procesów fermentacyjnych.

Napowietrzanie płynnych odpadów jest stosowane w oczyszczalniach ścieków, np. w niewielkich przydomowych instalacjach, gdzie zadaniem tego procesu jest przyspieszenie mineralizacji substancji organicznych oraz ograniczenie uciążliwych zapachów. Gnojowica, choć również płynna, jest znacznie bardziej skoncentrowana, przez co przemiany pod wpływem natlenienia powinny zachodzić znacznie intensywniej. W najbardziej optymistycznym wariantcie dojdzie do procesów analogicznych, jak w przymie kompostowej.

Celem przeprowadzonych badań było określenie, w jakim stopniu różne gatunki chwastów tracą zdolność kiełkowania w gnojowicy stagnującej w warunkach beztlenowych, poddanej napowietrzaniu oraz mezofilnej fermentacji metanowej.

Materiały i metody / Materials and methods

W marcu i kwietniu 2009 roku przeprowadzono dwie serie badań, w których użyto świeżej gnojowicy świńskiej z chlewni loch karmiących. Gnojowicę umieszczano w bioreaktorach, skonstruowanych w Instytucie Inżynierii Rolniczej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Izolowały termicznie bioreaktor, o pojemności 30 litrów, pozwalał na śledzenie parametrów waloryzacji, w tym temperatury gnojowicy. Powietrze niezbędne do przebiegu procesu było dostarczane na dno zbiornika i przepływało przez całą miąższość gnojowicy jednocześnie ją natleniając i mieszając. W dwóch zbiornikach zastosowano zróżnicowaną intensywność napowietrzania, a w jednym pozostawiono gnojowicę stagnującą, bez mieszania i napowietrzania.

Równocześnie tą samą gnojowicę poddano fermentacji metanowej, w tym celu wykorzystano komorę minibiogazowni, w której utrzymywano temperaturę 38–40°C.

Do badań wybrano 10 gatunków chwastów segetalnych, w tym trzy trawy: *Apera spica-venti* (L.) Beauv., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Setaria glauca* (L.) P.B. i siedem gatunków dwuliściennych: *Amaranthus retroflexus* L., *Centaurea cyanus* L., *Chenopodium album* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Galium aparine* L., *Geranium pusillum* Burm. R. ex. L., *Matricaria inodora* L. oraz dwa gatunki samosiewów roślin uprawnych: *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* Mac Key i *Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzger. Materiał rozmnożeniowy badanych gatunków został zebrany na polach zakładu doświadczalnego Brody należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu w 2008 roku i do momentu założenia doświadczenia był przechowywany w warunkach pokojowych, w zamkniętych, plastikowych pojemnikach. Diaspory chwastów, po około 300 sztuk, umieszczano w małych woreczkach z gęstej siatki polietylenowej, umożliwiającej kontakt z gnojowicą. Woreczki przywiązywano do dłuższego sznurka polietylenowego tak, aby nie stykały się ze sobą i umieszczano we wnętrzu zbiornika z dala od ścian bioreaktora.

Zdolność kiełkowania oznaczano po siedmiu dniach oraz po zakończeniu procesu (cztery tygodnie). W każdym terminie oznaczeń wyjmowano po dwa zestawy woreczków, diaspory płukano w wodzie destylowanej i umieszczano dwa razy po 100 sztuk na szalkach Petriego na warstwie bibuły. Po podlaniu wodą destylowaną do pełnego nasycenia bibuły, szalki umieszczano w cieplarni, w temperaturze 22°C. Dwa razy w tygodniu liczono i usuwano skielkowane diaspory, a kiełkowanie prowadzono aż do czasu, gdy w dwóch kolejnych terminach oceny nie stwierdzano kiełkujących chwastów, jednak nie krócej niż cztery tygodnie. Nasiona kontrolne kiełkowano w takich samych warunkach, jednocześnie z wyjętymi z bioreaktorów po 4 tygodniach pierwszej serii.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Napowietrzanie nie doprowadziło do wzrostu temperatury gnojowicy powyżej temperatury powietrza w laboratorium, w którym znajdowały się bioreaktory (22°C). Niska zawartość suchej masy i związana z tym wysoka zawartość wody uniemożliwiły zajście intensywnych procesów egzogennych. Podobną temperaturę osiągała gnojowica stagnująca.

Wpływ gnojowicy przechowywanej beztlenowo był zróżnicowany w zależności od powtórzenia doświadczenia i gatunku chwastu. W pierwszej serii badawczej, po siedmiu dobach przechowywania w gnojowicy (pierwszy termin oznaczeń) nie stwierdzono kiełkujących diaspor: *T. aestivum*, *A. spica-venti*, *S. glauca*, *C. cyanus*, *G. parviflora*, *G. aparine* i *G. pusillum* (tab. 1). Zdolność kiełkowania *B. napus* i *M. inodora* obniżyła się w porównaniu do warunków kontrolnych. Najslabiej zareagowała *E. crus-galli*, *A. retroflexus* i *Ch. album*, u których nie nastąpiło obniżenie ilości kiełkujących diaspor. Dalsze przechowywanie w gnojowicy przez okres jednego mie-

siąca doprowadziło do całkowitej utraty zdolności kiełkowania *B. napus* oraz znacznego obniżenia u *E. crus-galli* i *Ch. album* (odpowiednio 1,0 i 2,5% zdolności kiełkowania). Jedyne *A. retroflexus* zachował zdolność kiełkowania na niemalże niezmiennym poziomie 28,0%.

Napowietrzanie gnojowicy przyspieszało utratę zdolności kiełkowania diaspor chwastów. Wprawdzie krótki okres napowietrzania stymulował kiełkowanie *E. crus-galli* i *A. retroflexus*, których zdolność kiełkowania wzrosła w porównaniu z kontrolą i nasionami przechowywanymi w gnojowicy stagnującej, jednakże po miesiącu napowietrzania obniżyła się znacznie również żywotność *A. retroflexus*, a *E. crus-galli* całkowicie utraciła zdolność kiełkowania. Z pozostałych gatunków jedynie *Ch. album* zachowała 2% zdolności kiełkowania.

Poddanie gnojowicy fermentacji metanowej znacząco ograniczyło zdolność kiełkowania badanych gatunków. Po siedmiu dobach w fermentorze jedynie *A. retroflexus* i *Ch. album* częściowo zachowały zdolność kiełkowania (odpowiednio 20 i 2%) jednak po miesiącu fermentacji nie stwierdzono już żadnych kiełkujących chwastów.

W drugiej serii doświadczalnej zmiany zdolności kiełkowania diaspor badanych gatunków przebiegały w tym samym kierunku (tab. 2). Zaobserwowano jednak wolniejsze tempo utraty zdolności kiełkowania diaspor w gnojowicy stagnującej i napowietrzanej. Po siedmiu dobach częściowo zachowywały jeszcze zdolność kiełkowania: *T. aestivum*, *A. spica-venti*, *C. cyanus*, *G. aparine* i *G. pusillum*, które w pierwszej serii nie kiełkowały już w ogóle. Po miesiącu w gnojowicy utraciły ją jednak całkowicie, podobnie jak w pierwszej serii. Powodem może być początkowa temperatura gnojowicy, która była niższa niż w pierwszej serii. Dochodzenie do temperatury pokojowej było więc dłuższe, a procesy mikrobiologiczne w pierwszych dniach, mniej intensywne niż w pierwszej serii.

Wyniki uzyskane w trakcie mezofilnej fermentacji metanowej były podobne jak w pierwszej serii. Po siedmiu dniach obniżoną zdolność kiełkowania zachowały *A. retroflexus*, *Ch. album*, *E. crus-galli* (odpowiednio 16, 2, 1%), natomiast po miesiącu nie stwierdzono kiełkujących diaspor żadnego z badanych gatunków.

Warunki panujące w gnojowicy są dość stabilne, nie zachodzą w niej intensywne procesy mikrobiologiczne, dostęp tlenu jest ograniczony do powierzchni. Również temperatura utrzymuje się na niezbyt wysokim poziomie. Pomimo tego niektóre gatunki chwastów w szybkim tempie tracą w niej zdolność kiełkowania. Są to te same gatunki, które we wcześniejszych badaniach, w pierwszej kolejności traciły zdolność kiełkowania po przetrzymaniu w oborniku (Łowiński i wsp. 2006; Piechota i Dach 2007). W oborniku tempo utraty zdolności kiełkowania jest tym większe, im wyższa temperatura przyzmy (Larney i Blackshaw 2003; Łowiński i wsp. 2006; Piechota i Dach 2007). Larney i Blackshaw (2003) wykazali, że dla niektórych gatunków w kompostowanym oborniku letalna jest już temperatura 38,9°C, jednak jednocześnie wskazali gatunki ginące dopiero powyżej 50°C, jednym z nich był *A. retroflexus* dla którego letalna była dopiero temperatura 56°C. Również z badań własnych wynika, że ten gatunek nie reagował obniżką zdolności kiełkowania na przetrzymywanie w gnojowicy stagnującej.

Tabela 1. Wpływ terminu wyjęcia z gnojowicy na zdolność kiełkowania diaspor chwastów [%] – pierwsza seria badań
Table 1. Effect of time of removal from liquid swine manure on weed seed germination [%] – 1st experiment

Gatunki Species	Kontrola Control	Gnojowica stagnująca Stagnating manure		Napowietrzanie Aeration		Napowietrzanie intensywne Intensive aeration		Fermentacja matanowa anaerobic digestion	
		I*	II**	I	II	I	II	I	II
<i>Triticum aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i> Mac Key	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Brassica napus</i> L. var. <i>oleifera</i> Metzger	100,0	23,3	0,0	19,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0
<i>Apera spica-venti</i> (L.) Beauv	13,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	33,0	28,3	1,0	43,7	0,0	34,0	0,0	0,0	0,0
<i>Setaria glauca</i> (L.) P.B.	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	33,5	34,7	28,0	47,3	31,5	47,3	7,5	20,0	0,0
<i>Centaurea cyanus</i> L.	25,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Chenopodium album</i> L.	8,0	10,0	2,5	6,0	1,0	8,7	2,0	2,0	0,0
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	88,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Galium aparine</i> L.	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Geranium pusillum</i> Burm. R. ex. L.	33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Matricaria inodora</i> L.	37,0	12,7	0,0	35,0	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0

*I – po siedmiu dniach w gnojowicy – after 7 days in manure

**II – po czterech tygodniach w gnojowicy – after 4 weeks in manure

Tabela 2. Wpływ terminu wyjęcia z gnojowicy na zdolność kiełkowania diaspor chwastów [%] – druga seria badań
Table 2. Effect of time of removal from liquid swine manure on weed seed germination [%] – 2nd experiment

Gatunki Species	Kontrola Control	Gnojowica stagnująca Stagnating manure		Napowietrzanie Aeration		Napowietrzanie intensywne Intensive aeration		Fermentacja matanowa anaerobic digestion	
		I*	II**	I	II	I	II	I	II
<i>Triticum aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i> Mac Key	100,0	25,0	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Brassica napus</i> L. var. <i>oleifera</i> Metzger	100,0	92,5	0,0	59,5	0,0	26,5	0,0	0,0	0,0
<i>Apera spica-venti</i> (L.) Beauv	13,5	12,0	0,0	13,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	33,0	38,0	0,0	48,0	2,0	26,0	0,0	1,0	0,0
<i>Setaria glauca</i> (L.) P.B.	14,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	33,5	61,5	34,5	68,5	12,5	63,0	4,5	16,0	0,0
<i>Centaurea cyanus</i> L.	25,0	8,5	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Chenopodium album</i> L.	8,0	21,5	3,5	15,5	0,0	15,5	0,5	2,0	0,0
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	88,0	14,0	0,0	18,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
<i>Galium aparine</i> L.	27,0	1,0	0,0	11,0	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0
<i>Geranium pusillum</i> Burm. R. ex. L.	33,0	2,0	0,0	7,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0
<i>Matricaria inodora</i> L.	37,0	80,5	0,0	91,0	0,0	74,5	0,0	0,0	0,0

*I – po siedmiu dniach w gnojowicy – after 7 days in manure

**II – po czterech tygodniach w gnojowicy – after 4 weeks in manure

Napowietrzanie nie powodowało wzrostu temperatury gnojowicy, a mimo to prowadziło do znacznie silniejszego ograniczenia zdolności kiełkowania diaspor i to nawet *A. retroflexus*. Wskazuje to na inne czynniki wpływające na żywotność diaspor.

Najszybszą utratę zdolności kiełkowania diaspor chwastów obserwowano w fermentorze biogazowni. Nawet *A. retroflexus* tracił ją częściowo po siedmiu dniach, a całkowicie przed upływem miesiąca. Egley (1990) obserwował, że u tego gatunku po kilku dniach odporności na temperaturę 50°C następuje gwałtowne obniżenie, a następnie całkowita utrata zdolności kiełkowania, natomiast wielokrotne poddawanie dwugodzinnemu

działaniu 60°C przerywanemu okresami niższych temperatur nie wywierało prawie żadnego wpływu. W biogazowni utrzymywana jest stała, dość wysoka temperatura 38–40°C, a jednocześnie zachodzą intensywne procesy mikrobiologiczne zbliżone do panujących w żwaczu krowy. Blackshaw i Rode (1991) wykazali, że takie gatunki, jak: szarłat szorstki, komosa biała i rdest powojowy zachowywały częściowo zdolność kiełkowania po trawieniu przez 24 godziny w żwaczu, nawet jeśli wcześniej poddane zostały procesowi zakiszania. Czas przebywania w fermentorze biogazowni jest znacznie dłuższy i wynosi najczęściej 30–40 dni. Jak pokazują wyniki badań własnych, jest to okres wystarczający do

pozbawienia zdolności kiełkowania wszystkich badanych gatunków. Biogazownia jednak pracuje w trybie ciągłym, codziennie jest dodawana świeża porcja substratów i pobierana część pofermentu, dlatego czas przebywania w komorze to czas średni. Część wsadu wydostanie się znacznie wcześniej i może zawierać kiełkujące diaspory.

Z przeprowadzonych badań wynika, że wszystkie testowane metody waloryzacji w znaczącym stopniu ograniczyły ilość kiełkujących diaspor, jednak żadna nie zapewnia całkowitego pozbawienia gnojowicy kiełkujących chwastów. Czy będą to ilości w znaczący sposób zwiększające zachwaszczenie pól zależy od ilości żywych diaspor dostających się do gnojowicy, ale również od zasobności banku nasion w glebie, obornik zawierający dużo diaspor najczęściej powstaje w gospodarstwach o zachwaszczonych glebach (Mt. Pleasant i Schlather 1994), natomiast u rolników skutecznie odchwaszczających uprawy niewiele diaspor trafi do gnojowicy i jeszcze mniej wróci na pole. Jednakże coraz większa specjalizacja produkcji sprawia, że gospodarstwa specjalizujące się w produkcji zwierzęcej często sprowadzają paszę z innych gospodarstw, a nawet rejonów. Również upowszechnienie biogazowni rolniczych zwiększy przewóz produktów roślinnych i pofermentu. Duża biogazownia będzie obsługiwana przez wielu rolników, co zwiększa znacznie ryzyko związane ze stosowaniem przefermentowanej gnojowicy. Szczególnym przypadkiem będzie pojawienie się gatunków kwarantannowych, inwazyjnych, czy po prostu dotychczas niewystępujących na danym

terenie, wtedy nawet pojedyncze kiełkujące diaspory doprowadzą do rozprzestrzenienia gatunku.

Wnioski / Conclusions

1. Wszystkie badane gatunki chwastów całkowicie utraciły zdolność kiełkowania w trakcie mezofilnej fermentacji metanowej. Utrata zdolności kiełkowania większości gatunków nastąpiła przed upływem siedmiu dni z wyjątkiem *A. retroflexus*, *Ch. album* i *E. crus-galli*, które utraciły ją całkowicie dopiero po tym terminie.
2. W gnojowicy składowanej bez dostępu powietrza nastąpiło znaczne obniżenie lub całkowita utrata zdolności kiełkowania wszystkich badanych gatunków z wyjątkiem *A. retroflexus*, u którego zdolność kiełkowania po miesiącu w gnojowicy pozostała na tym samym poziomie.
3. W gnojowicy najdłużej zachowywały zdolność kiełkowania: *E. crus-galli*, *A. retroflexus* i *Ch. album*.
4. Napowietrzanie gnojowicy przez okres jednego miesiąca zmniejszyło zdolność kiełkowania *E. crus-galli*, *A. retroflexus* i *Ch. album*, w porównaniu do przebywających w stagnującej gnojowicy.
5. Żadna z badanych metod waloryzacji gnojowicy nie gwarantuje całkowitego pozbawienia diaspor chwastów zdolności kiełkowania.

Literatura / References

- Blackshaw R.E., Rode L.M. 1991. Effect of ensiling and rumen digestion by cattle on weed seed viability. *Weed Sci.* 39: 104–108.
- Dach J., Sęk T. 1999. Napowietrzanie obornika jako metoda zwiększenia wartości ekologicznych uzyskanego kompostu. *Rocz. AR Poznań*, 312, *Roln.* 54: 3–9.
- Dach J., Kowalik I., Przybył J. 2003. Zasady kompostowania organicznych odpadów rolniczych i rolniczo-przemysłowych. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 48 (1): 16–20.
- Egley G.H. 1990. High-temperature effects on germination and survival of weed seed in soil. *Weed Sci.* 38: 429–435.
- Hruby J., Badalikova B., Nedelnik J. 2004. Utilization of fast composts in landscape rehabilitation. *Rocz. Gleb.* 55 (2): 185–192.
- Katovitch E.J.S., Becker R.L. 2004. Weed seed survival in anaerobic digesters. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Environmental Quality Incentives Program, Edu. Assis. Grant Prog. final report: 1–7.
- Larney F.J., Blackshaw R.E. 2003. Weed seed viability in composted beef cattle feedlot manure. *J. Environ. Qual.* 32: 1105–1113.
- Łowiński Ł., Dach J., Piechota T. 2006. Wpływ kompostowania obornika na zniszczenie nasion chwastów. s. 93–98. W: „Wybrane Zagadnienia Ekologiczne we Współczesnym Rolnictwie” (Z. Zbytek, red.). Wyd. PIMR, Poznań, tom 3, 285 ss.
- Mt. Pleasant J., Schlather K.J. 1994. Incidence of weed seed in cow (*Bos sp.*) manure and its importance as a weed source for cropland. *Weed Technol.* 8: 304–310.
- Piechota T., Dach J. 2007. Zdolność kiełkowania diaspor chwastów przechowywanych w oborniku kompostowanym z napowietrzaniem i w warunkach składowania beztlenowego. *Ann. UMCS, Sec. E, Agricultura* 62 (2): 177–184.
- Pietrzak S. 2003. Straty amoniaku z gnojówki i obornika zastosowanych na użytki rolne. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 494: 377–382.
- Trzciniński W. 1933. Kiełkowanie chwastów w zależności od ich przechowywania w oborniku zwykłym i gorącym. *Rocz. Nauk Rol.* 30: 213–232.
- Zamora D.L., Olivarez J.P. 1994. The viability of seeds in feed pellets. *Weed Technol.* 8: 148–153.