

*Katedra Uprawy Roli i Roślin, **Instytut Inżynierii Rolniczej, Akademia Rolnicza w Poznaniu,
ul. Mazowiecka 45/46, 60-623 Poznań, tompiech@au.poznan.pl

TOMASZ PIECHOTA*, JACEK DACH**

Zdolność kiełkowania diaspor chwastów przechowywanych w oborniku kompostowanym z napowietrzaniem i w warunkach składowania beztlenowego

Germination of weed seed in manure stored in anaerobic conditions
and aerobically composted

Streszczenie. W badaniach chodziło o ocenę wpływu kompostowania z napowietrzaniem na zdolność kiełkowania diaspor chwastów znajdujących się w oborniku. Diaspory 12 gatunków chwastów umieszczano w oborniku kompostowanym z napowietrzaniem oraz przechowywanym w warunkach beztlenowych. Wszystkie badane gatunki przechowywane w kompostowanym oborniku straciły zdolność kiełkowania w ciągu początkowych 4 dni. Część diaspor *Echinochloa crus-galli* i *Chenopodium album* kiełkowała po miesiącu w oborniku przechowywanym w warunkach beztlenowych. Umieszczenie diaspor *Amaranthus retroflexus* w oborniku stymulowało ich zdolność kiełkowania, natomiast *Centaurea cyanus*, *Galinsoga parviflora*, *Galium aparine* i *Geranium pusillum* w ogóle nie kiełkowały już po pierwszych czterech dniach w oborniku.

Słowa kluczowe: obornik, kompostowanie, kiełkowanie diaspor chwastów

WSTĘP

Obornik jest powszechnie postrzegany jako potencjalne źródło zachwaszczenia pól, a ilość wnoszonych z nim diaspor chwastów może w skrajnych przypadkach przekraczać 420 tys. szt. \cdot mg⁻¹ [Pleasant i Schlather 1994]. Główne źródła chwastów w oborniku to ściółka i kał. Nasiona, które dostały się do paszy podlegają wielu, potencjalnie destrukcyjnym procesom, takim jak: mielenie, granulowanie, zakiszenie i trawienie w przewodzie pokarmowym zwierząt. Zamora i Olivarez [1994] podają, że mielenie pozbawia żywotność ponad 99% diaspor chwastów, a następujące po nim granulowanie redukuje liczbę pozostałych żywotnych nasion o około połowę. Tak więc granulowane pasze zawierają bardzo niewielkie ilości żywotnych diaspor. Wpływ trawienia w żwaczu zwierząt przeżuwiających zależy od gatunku chwastu i czasu przebywania w żwaczu. Blackshaw i Rode [1991] wykazali, że takie gatunki, jak szarłat szorstki, komosa biała

i rdost powojowy zachowywały częściowo zdolność kiełkowania po trawieniu przez 24 h w zwacu. Sytuacja taka występowała nawet wówczas, jeśli wcześniej poddane zostały procesowi zakiszania. Część diaspor chwastów dostaje się do obornika z pominięciem przewodu pokarmowego, wraz z niedojadami, w paszy rozrzuconej przez zwierzęta oraz w ściółce. Ich zdolność kiełkowania nie jest w żaden sposób zredukowana. 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 przyzmi w czasie przechowywania. Katovich i Becker [2004] nie obserwowali obniżenia zdolności kiełkowania diaspor po 20 dniach metanowej fermentacji beztlenowej, w czasie której temperatura wahała się od 35 do 40°C. W badaniach Łowińskiego i in. [2006] w temperaturze poniżej 20°C większość badanych gatunków zachowywała częściowo zdolność kiełkowania, natomiast wszystkie 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 *Fallopia convolvulus* przy 62°C. Egley [1990] wskazuje jednak, że duże znaczenie ma też czas ekspozycji na podwyższoną temperaturę oraz wilgotność podłoża. Wspomniany wcześniej *Amaranthus retroflexus*, w jego badaniach, tracił zdolność kiełkowania po 3 dobach w wilgotnej glebie podgrzanej do 50°C i po 6 h 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 niejednorodność, zmienny skład chemiczny, dużą masę i objętość oraz drażniący zapach spowodowany m.in. 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 przyzmy 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 in. 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 in. 2003, Hruby i in. 2004]. Wcześniejsze badania autorów [Łowiński i in. 2006] wykazały, że gotowy kompost, uzyskany metodą tlenową, jest całkowicie pozbawiony kiełkujących diaspor chwastów, natomiast przechowywanie bez dostępu tlenu, w niskiej temperaturze prawie nie wpływało na zdolność kiełkowania *Echinochloa crus-galli* i *Chenopodium album*, obniżało zdolność kiełkowania, lecz jej nie pozbawiało, *Triticum aestivum*, *Brassica napus* var. *oleifera*, *Setaria glauca*, *Galium aparine* i *Geranium pusillum*. Jedynie takie gatunki, jak *Centaurea cyanus* i *Galinsoga parviflora* całkowicie utraciły zdolność kiełkowania.

Celem przeprowadzonych badań było określenie stopnia utraty zdolności kiełkowania przez gatunki chwastów w poszczególnych etapach kompostowania obornika metodą gorącą (z napowietrzaniem) oraz składowania obornika w warunkach beztlenowych.

MATERIAŁ I METODY

Do kompostowania użyto świeżego obornika bydłęcego z obory bydła mlecznego. Obornik umieszczono w bioreaktorze, skonstruowanym w Instytucie Inżynierii Rolniczej AR w Poznaniu. Bioreaktor o pojemności około 125 litrów pozwala na wierne odzwierciedlenie warunków panujących we wnętrzu kompostowanej lub składowanej beztlenowo przyzmy i jednocześnie umożliwia śledzenie wielu parametrów kompostowania, w tym temperatury kompostowanej biomasy [Dach 2005]. Przed załadowaniem bioreaktora obornik był intensywnie spulchniany widłami, a następnie luźno układany we wnętrzu, wg standardowej metodyki stosowanej w badaniach z bioreaktorem [Dach i in. 2004]. Powietrze niezbędne do przebiegu procesu było dostarczane w sposób ciągły za pomocą pompy o wydatku 2 l/min. Drugie wymieszanie przeprowadzono, gdy zaczęła się obniżać temperatura. Obornik był wyjmowany z bioreaktora, spulchniany i natychmiast wkładany z powrotem, aby uniknąć jego schłodzenia.

Równocześnie ten sam obornik składowano w warunkach beztlenowych. W tym celu wykorzystano drugą komorę bioreaktora, do której nie dostarczano powietrza z zewnątrz, a obornik został dodatkowo ugnieciony w celu usunięcia powietrza z jego wnętrza.

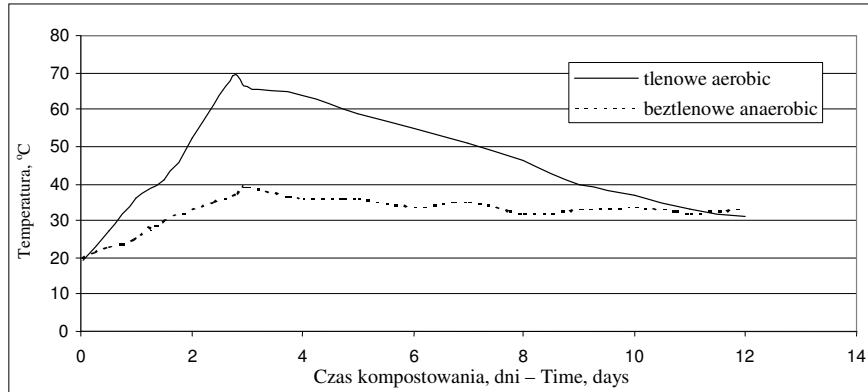
Do badań wybrano 10 gatunków chwastów segetalnych, w tym trzy trawy (*Apera spica-venti* (L.) Beauv., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Setaria Glauca* (L.) P.B.) i siedem gatunków dwuliściennych (*Amaranthus retroflexus* L., *Centaurea cyanus* L., *Chenopodium album* L., *Galinsoga parviflora* 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). Gatunek *Amaranthus retroflexus* przebadano tylko w drugiej serii doświadczenia, wszystkie pozostałe w obu powtórzeniach. Materiał rozmnożeniowy badanych gatunków pochodził ze zbiorów z roku poprzedzającego każdą z serii badań i do momentu założenia doświadczenia był przechowywany w warunkach pokojowych, w szczelnych, plastikowych pojemnikach. Diaspory chwastów, po około 300 sztuk, umieszczano w małych woreczkach z gęstej siatki polietylenowej, umożliwiającej kontakt z otaczającym obornikiem. Woreczki przywiązywano do dłuższego sznurka polietylenowego tak, aby nie stykały się ze sobą i umieszczano we wnętrzu obornika z dala od ścian bioreaktora.

Zdolność kiełkowania oznaczano tuż po osiągnięciu przez kompost fazy termofilnej, w czasie drugiego wymieszania oraz po zakończeniu procesu kompostowania. 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 liczone i usuwane kiełkowane 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 wyjątkami po pierwszym napowietrzaniu.

WYNIKI

Obornik użyty w pierwszej serii doświadczenia był słomiasty i suchy, zawierał 25% suchej masy. Temperatura obornika, zwłaszcza napowietrzanego, ale też i ugniecionego gwałtownie rosła w pierwszych trzech dobach (rys. 1). Temperatura obornika kompo-

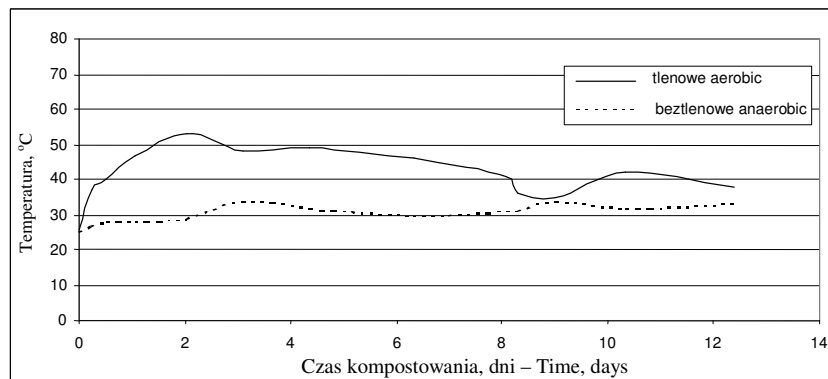
stowanego osiągnęła 69°C, a następnie równomiernie się obniżała i po dziewięciu dobach zakończyła się faza termofilna. Obornik przechowywany beztlenowo nagrzał się do 39°C, przez co prawie osiągnął granicę fazy termofilnej (40°C), a przez następne 4 doby utrzymywała się temperatura powyżej 35°C.



Rys. 1. Przebieg temperatury obornika w pierwszej fazie kompostowania w zależności od warunków przechowywania – I seria doświadczenia

Fig. 1. Changes in temperature of farmyard manure in the first phase of composting – 1st experiment

W drugiej serii doświadczenia użyto obornika o mniejszej zawartości suchej masy (22%), przez co było możliwe jego silniejsze ugniecenie w komorze beztlenowej. Przebieg fazy termofilnej był mniej gwałtowny niż w pierwszej serii i temperatura osiągnęła maksymalnie 53°C (rys. 2). Przeprowadzone w dziewiątej dobie napowietrzanie przedłużyło fazę termofilną o około dwie doby. W oborniku składowanym beztlenowo nastąpił niewielki wzrost temperatury do 34°C po trzech dobach eksperymentu, a następnie temperatura utrzymywała się na poziomie 31–34°C.



Rys. 2. Przebieg temperatury obornika w pierwszej fazie kompostowania w zależności od warunków przechowywania – II seria doświadczenia

Fig. 2. Changes in temperature of farmyard manure in the first phase of composting – 2nd experiment

Wszystkie badane gatunki chwastów całkowicie utraciły zdolność kiełkowania w oborniku kompostowanym z napowietrzaniem (tab. 1 i 2). Utrata zdolności kiełkowania nastąpiła we wczesnej fazie procesu, gdyż już na początku fazy termofilnej nie stwierdzono żadnych kiełkujących diaspor.

Wpływ obornika przechowywanego beztlenowo był bardzo zróżnicowany w zależności od powtórzenia doświadczenia i gatunku chwastu. W pierwszej serii badawczej wszystkie badane gatunki straciły zdolność kiełkowania (tab. 1). Całkowitą utratę zdolności kiełkowania stwierdzono w drugim terminie, czyli po około ośmiu dobach w oborniku. Po trzech dobach przechowywania w oborniku (pierwszy termin oznaczeń) nie stwierdzono kiełkujących diaspor *Centaurea cyanus*, *Galinsoga parviflora*, *Galium aparine* i *Geranium pusillum*. Zdolność kiełkowania pozostałych gatunków obniżyła się w porównaniu do warunków kontrolnych, przy czym najłagodniej zareagowała *Echinochloa crus-galli*, u której nastąpiło obniżenie ilości kiełkujących ziarniaków z 27,5% do 21,5%. Największą obniżkę zaobserwowano u *Apera spica-venti* (z 28 na 4,5%) oraz *Brassica napus var. oleifera* (z 93 na 6,5%).

Tabela 1. Wpływ terminu wyjęcia z obornika i kompostu na zdolność kiełkowania diaspor chwastów – pierwsza seria badań

Table 1. Effect of time of removal from compost and manure on weed seed germination – 1st experiment

Gatunki Species	Kontrola Control	Warunki beztlenowe Anaerobic conditions			Napowietrzanie Aeration		
		T	N	K	T	N	K
<i>Triticum aestivum ssp. vulgare</i> Mac Key	94	43,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Brassica napus</i> L. var. <i>oleifera</i> Metzger	96	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Apera spica-venti</i> (L.) Beauv	28	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	27,5	21,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Setaria Glauca</i> (L.) P.B.	23,5	16,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	-	-	-	-	-	-	-
<i>Centaurea cyanus</i> L.	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Chenopodium album</i> L.	30,5	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Galium aparine</i> L.	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Geranium pusillum</i> Burm.R. ex. L.	46,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Matricaria inodora</i> L.	36,0	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

T – początek fazy termofilnej, beginning of thermophilic phase, N – drugie napowietrzanie, 2nd aeration, K – koniec kompostowania, end of composting

W drugiej serii doświadczalnej częściowo zachowały zdolność kiełkowania *Echinochloa crus-galli* (2,5%) oraz *Chenopodium album* (1,5%). W przypadku *Amaranthus retroflexus* zdolność kiełkowania nie obniżyła się, a nawet nieco wzrosła z 38,5% w warunkach kontrolnych do 47% po przechowaniu w oborniku (tab. 2).

W pierwszym terminie oznaczeń, po około trzech dobach w oborniku, podobnie jak w pierwszym doświadczeniu całkowicie utraciły zdolność kiełkowania *Centaurea cyanus*, *Galinsoga parviflora*, *Galium aparine* oraz *Geranium pusillum*, natomiast zdolność kiełkowania *Triticum aestivum ssp. vulgare* i *Brassica napus var. oleifera* obniżyła się kilkakrotnie. Najmniej wrażliwe na ten krótki okres przebywania wewnątrz obornika okazały się

Tabela 2. Wpływ terminu wyjęcia z obornika i kompostu na zdolność kiełkowania diaspor chwastów – druga seria badań
 Table 2. Effect of time of removal from compost and manure on weed seed germination – 2nd experiment

Gatunki Species	Kontrola Control	Warunki beztlenowe Anaerobic conditions			Napowietrzanie Aeration		
		T	N	K	T	N	K
<i>Triticum aestivum ssp. vulgare</i> Mac Key	95,0	12,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Brassica napus</i> L. var. <i>oleifera</i> Metzger	93,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Apera spica-venti</i> (L.) Beauv	21,0	20,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	25,5	21,0	13,0	2,5	0,0	0,0	0,0
<i>Setaria Glauca</i> (L.) P.B.	17,5	6,5	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	38,5	53,0	67,5	47,0	0,0	0,0	0,0
<i>Centaurea cyanus</i> L.	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Chenopodium album</i> L.	11,5	6,0	2,5	1,5	0,0	0,0	0,0
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Galium aparine</i> L.	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Geranium pusillum</i> Burm.R. ex. L.	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Matricaria inodora</i> L.	33,5	38,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0

T – początek fazy termofilnej – beginning of thermophilic phase, N – drugie napowietrzanie – 2nd aeration K – koniec kompostowania – end of composting

Apera spica-venti, *Echinochloa crus-galli* i *Matricaria inodora*. Silna reakcja *Amaranthus retroflexus* objawiła się nie obniżeniem a wzrostem zdolności kiełkowania z 38% do 53%, która po dłuższym przebywaniu w oborniku, w drugim terminie oznaczeń, wzrosła jeszcze bardziej, gdyż do 67,5%. W drugim terminie oznaczeń zdolność kiełkowania pozostałych gatunków obniżyła się jeszcze bardziej, szczególnie *Apera spica-venti* i *Matricaria inodora*, zaś *Brassica napus. var. oleifera* całkowicie ją utracił.

DYSKUSJA

Warunki panujące w nawozie bydlęcym są bardzo zmienne. Różny jest sam skład obornika oraz sposób jego przechowywania. Wyniki badań własnych dowiodły, że przebieg procesów zachodzących w czasie składowania jest bardzo zmienny, nawet przy przyjętej takiej samej technologii, tlenowego kompostowania czy składowania ubitej przyzmy bez dostępu tlenu. Podstawowe znaczenie ma tu skład chemiczny, zawartość suchej masy oraz sposób postępowania z przyzimą [Dach i in. 2003, Larney i Blackshaw 2003]. W efekcie znajdujące się w oborniku diaspory chwastów wystawione są na działanie zmiennych temperatur, wilgotności, wydzielanych w wyniku rozkładu obornika substancji chemicznych oraz różnych grup mikroorganizmów. Wyniki pierwszej i drugiej serii badań w oborniku ugniecionym są zróżnicowane i wskazują na znacznie większą utratę zdolności kiełkowania niż we wcześniejszych badaniach tego samego zespołu [Łowiński i in. 2006]. Kluczem do wyjaśnienia takiego zróżnicowania wyników wydaje się różna temperatura obornika uzyskana w poszczególnych doświadczeniach. We wcześniejszych badaniach Łowińskiego i in. [2006] obornik składowano w chłodnym pomieszczeniu, co może odpowiadać warunkom panującym w przyzmy w okresie zimy.

Uzyskano tam wschody prawie wszystkich badanych gatunków. W dwóch seriach badań własnych uzyskano temperaturę prawie dochodzącą do 40°C, przy czym wyższej temperaturze w pierwszej serii towarzyszyła szybsza utrata zdolności kiełkowania. Egley [1990] wykazał, że 40°C nie ma żadnego wpływu na kiełkowanie chwastów znajdujących się w glebie, a wiele gatunków znosi 50, a nawet 60°C przez okres tygodnia. Silne obniżenie zdolności kiełkowania w oborniku, przy temperaturach niższych niż 40°C wskazuje na działanie innych czynników ograniczających kiełkowanie diaspor. 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 *Amaranthus retroflexus*, dla którego letalna była dopiero temperatura 56°C. Również w badaniach własnych ten gatunek nie reagował obniżką zdolności kiełkowania na przetrzymywanie w oborniku ubitym, natomiast stracił ją w kompostowanej masie, mimo że maksymalna temperatura była o 3°C niższa niż letalna. 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 zastosowanej w badaniach własnych metodzie kompostowania z napowietrzaniem jest kładziony duży nacisk na długie i nieprzerwane podtrzymywanie fazy termofilnej na początku procesu [Dach i in. 2003]. Zarówno wyniki badań własnych, jak i literatura wskazują, że jest to sposób na pozbowienie zdolności kiełkowania nawet mało wrażliwych na wysoką temperaturę gatunków.

Użycie w badaniach własnych komory bioreaktora zapewniło w całej masie obornika jednakowe warunki. W praktyce obornik jest jednak składowany najczęściej w sposób przypadkowy i warunki w nim panujące zmieniają się w bardzo szerokim zakresie. Obok miejsc silnie ugniecionych i chłodnych znajdują się strefy luźne i gorące oraz całe kępy suchej słomy, w których nie zachodzą procesy biologiczne. Taka sytuacja stwarza znacznie większe możliwości dla przetrwania diaspor chwastów, niż to wykazano w doświadczeniu. Czy w znaczący sposób zwiększy się zachwaszczenie pól, zależy od ilości żywych diaspor dostających się do obornika, ale również od zasobności banku nasion w glebie. Obornik zawierający dużo diaspor najczęściej powstaje w gospodarstwach o zachwaszczonych glebach [Pleasant i Schlather 1994]. Coraz większa specjalizacja produkcji sprawia, że gospodarstwa specjalizujące się w produkcji zwierzęcej często sprowadzają paszę i ściółkę z innych gospodarstw, a nawet rejonów. Zwiększa to znacznie ryzyko związane ze stosowaniem obornika. Metoda kompostowania z napowietrzaniem, oprócz innych korzyści, może też pomóc w tej kwestii.

WNIOSKI

1. Wszystkie badane gatunki chwastów całkowicie utraciły zdolność kiełkowania w oborniku kompostowanym z napowietrzaniem. Utrata zdolności kiełkowania nastąpiła już na początku fazy termofilnej.

2. W oborniku składowanym bez dostępu powietrza nastąpiło obniżenie lub całkowita utrata zdolności kiełkowania wszystkich badanych gatunków z wyjątkiem *Amaranthus retroflexus*, u którego stwierdzono wzrost zdolności kiełkowania z 38% w warunkach kontrolnych do 47% po miesiącu w oborniku.

3. Najdłużej w oborniku zachowywały zdolność kiełkowania *Echinochloa crus-galli*, *Amaranthus retroflexus* i *Chenopodium album*.

4. Najwrażliwsze na warunki panujące w oborniku okazały się *Centaurea cyanus*, *Galinsoga parviflora*, *Galium aparine* i *Geranium pusillum*. Utraciły one całkowicie zdolność kiełkowania po mniej niż czterech dobach.

PIŚMIENNICTWO

- 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., 2005. Polish experience with ammonia emission abatement for straw-based manure. In: „Emissions from European agriculture”. Wageningen Acad. Publ., 295–303.
- Dach J., Sęk T., 1999. Napowietrzanie obornika jako metoda zwiększenia wartości ekologicznych uzyskanego kompostu. *Rocz. AR Pozn. CCCXII, 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.
- Dach J., Jędrus A., Kin K., Zbytek Z., 2004. Wpływ intensywności napowietrzania na przebieg procesu kompostowania obornika w bioreaktorze. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 49 (1), 40–43.
- 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. LV*, 2, 185–192.
- Katovitch E. J. S., Becker R. L., 2004. Weed seed survival in anaerobic digesters. USDA NRCS EQIP 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. [w:] *Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia*, 3, PIMR, 93–98.
- 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.
- Pietrzak S., 2003. Straty amoniaku z gnojówki i obornika zastosowanych na użytki rolne. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 494, 377–382.
- Trzeciński W., 1933. Kiełkowanie chwastów w zależności od ich przechowywania w oborniku zwykłym i gorącym. *RNR* 30, 213–232.
- Zamora D. L., Olivarez J. P., 1994. The viability of seeds in feed pellets. *Weed Technol.* 8, 148–153.

Summary. Studies were conducted to determine the effect of composting with aeration on germination of weed seeds buried in farmyard manure. Seeds of 12 weed species were buried in farmyard manure composted with aeration and stored in anaerobic conditions. All tested weed species stored in composted manure lost germinability in the initial 4 days. Some seeds of *Echinochloa crus-galli* and *Chenopodium album* germinated after one month in anaerobically stored farmyard manure. Germination of *Amaranthus retroflexus* was promoted by anaerobical storage of farmyard manure. No seeds of *Centaurea cyanus*, *Galinsoga parviflora*, *Galium aparine* and *Geranium pusillum* germinated after initial 4 days in anaerobically stored manure.

Key words: farmyard manure, composting, weed seed germination