

Wpłynęło 30.10.2016 r.  
Zrecenzowano 20.12.2016 r.  
Zaakceptowano 31.01.2017 r.

A – koncepcja  
B – zestawienie danych  
C – analizy statystyczne  
D – interpretacja wyników  
E – przygotowanie maszynopisu  
F – przegląd literatury

# MOŻLIWOŚĆ WYKORZYSTANIA W WARZYWNICTWIE UPRAWY PASOWEJ I APLIKACJI GNOJOWICY W ASPEKCIE JEJ ODDZIAŁYWANIA NA STAN SANITARNY GLEBY

**Donata KOSICKA-DZIECHCIAREK<sup>BE</sup>, Agnieszka WOLNA-MARUWKA<sup>A</sup>,  
Tomasz PIECHOTA<sup>A</sup>, Zyta WARACZEWSKA<sup>F</sup>,  
Dorota SWĘDRZYŃSKA<sup>F</sup>, Anna TOMKOWIAK<sup>F</sup>**

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Rolnictwa i Bioinżynierii, Katedra Mikrobiologii  
Ogólnej i Środowiskowej

## Streszczenie

Gnojowica od wielu lat jest stosowana jako nawóz naturalny. Zawarte w niej związki azotu, potasu, fosforu, wapnia, magnezu, siarki, chloru i inne czynią ją cennym źródłem substancji mineralnych szczególnie potrzebnych roślinom. Zastosowanie gnojowicy w uprawie roślin warzywnych może przyczynić się do rozwiązania problemu związanego z jej produkcją czy nadmierną ilością już wyprodukowanej. Jednakże wprowadzenie omawianego nawozu naturalnego do gleby może stwarzać zagrożenie sanitarne ze względu na możliwość występowania mikroorganizmów chorobotwórczych (*Escherichia coli*, *Salmonella* spp. itp.). Do precyzyjnego dozowania tego nawozu naturalnego w uprawach niektórych roślin, w tym warzyw, stosowana jest innowacyjna metoda strip-till, która przyczynia się do stworzenia korzystnych warunków do siewu i kiełkowania roślin.

**Słowa kluczowe:** gnojowica, mikroorganizmy patogenne, uprawa pasowa

## WSTĘP

Gnojowica to przefermentowana mieszanina odchodów zwierzęcych (kału) i płynnych (moczu) zwierząt utrzymywanych w oborach bezściółkowych z dodatkiem wody używanej do celów technologicznych lub higienicznych (w tym prze-

---

**Do cytowania For citation:** Kosicka-Dziechciarek D., Wolna-Maruwka A., Piechota T., Waraczewska Z., Swędrzyńska D., Tomkowiak A. 2017. Możliwość wykorzystania w warzywnictwie uprawy pasowej i aplikacji gnojowicy w aspekcie jej oddziaływania na stan sanitarny gleby. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 17. Z. 2 (58) s. 127–138.

cieki z urządzeń do pojenia zwierząt) [SADY 2014]. Zdaniem ROSSY i SIKORSKIEGO [2006] niewłaściwe gospodarowanie gnojowicą należy do najpowszechniejszych źródeł zanieczyszczenia wód powierzchniowych na terenach wiejskich, gdzie prowadzony jest chów trzody chlewnej i bydła. Według SADEGO [2014] omawiany nawóz zalicza się do pełnowartościowych nawozów, w skład którego wchodzi takie składniki pokarmowe, jak: azot (N), fosfor (P), potas (K), wapń (Ca), magnez (M), a także mikroelementy: bor (B), mangan (Mn), cynk (Zn), kobalt (Co), miedź (Cu), żelazo (Fe) oraz molibden (Mo), które są niezbędne do wzrostu i rozwoju roślin. W przeciwieństwie do obornika gnojowica jest nawozem płynnym, który szybciej oddziałuje na glebę. Formy mineralne związków z gnojowicy są znacznie lepiej wykorzystywane przez rośliny niż z obornika. Zawartość suchej masy w niniejszym nawozie mieści się w przedziale od 8 do 10%, natomiast jego skład chemiczny jest uzależniony od wielu czynników, takich jak: gatunek zwierząt, od których jest pozyskiwany, wiek zwierząt oraz sposób ich żywienia [HATCH i in. (red.) 2004]. Gnojowica występuje w formie gęstej lub rzadkiej. W omawianym nawozie pochodzenia bydłowego znajduje się około 60% kału i 40% moczu, natomiast w przypadku gnojowicy świńskiej 60% moczu i 40% kału [STASZEWSKI, BIŚ 2011]. Optymalna dawka gnojowicy przeznaczonej do nawożenia gleb wynosi  $20\text{--}30\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ . Niniejszy nawóz można stosować na nieobsiane pole, najlepiej pod rośliny o długim okresie wegetacji, które dobrze wykorzystują składniki mineralne z nawozów naturalnych. Składniki te występują w formach łatwo przyswajalnych, w szczególności azot, który występuje głównie w formie amonowej.

Płynne nawozy naturalne, do których należy zaliczyć gnojowicę, stwarzają rolnikom większe problemy niż np. obornik będący nawozem stałym. Powyższa trudność wynika głównie z konieczności długiego okresu przechowywania omawianego nawozu naturalnego. Wykorzystanie gnojowicy do celów nawozowych w rolnictwie jest ściśle określone przez szereg przepisów prawnych. Zgodnie z Rozporządzeniem MRiRW [2008a, b] gnojowicę można stosować w okresie od 1 marca do 30 listopada. Wyjątkiem są rośliny uprawiane w namiotach foliowych, szklarniach oraz inspektach. Niniejszy okres, w którym można wykorzystywać gnojowicę do celów nawozowych, zmusza rolników do wyposażenia gospodarstwa w odpowiednie zbiorniki do jej magazynowania. W Polsce wymagane są zbiorniki, które umożliwiają zmagazynowanie gnojowicy z 4-miesięcznej produkcji do momentu jej rozlania na pola uprawne. Znaczny odsetek gospodarstw nie dysponuje wystarczającą pojemnością zbiorników, co przyczynia się do aplikowania niniejszych nawozów w nieodpowiednich terminach agrotechnicznych, co stanowi duże zagrożenie dla środowiska naturalnego [ZBYTEK, TALARCZYK 2008].

Szacuje się, że w krajach Unii Europejskiej, jak i krajach Europy Środkowo-wschodniej fermy zwierząt gospodarskich będą coraz większe, co wiąże się z problemami ekologicznymi, a więc trudności z zagospodarowaniem gnojowicy będą narastać [PAWEŁCZYK, MURAVIEV 2003].

## WYKORZYSTANIE GNOJOWICY W UPRAWIE ROŚLIN

Zdaniem MAĆKOWIAKA [1999a] nawożenie roślin gnojowicą przyczynia się do prawie całkowitego pokrycia zapotrzebowania roślin na azot, bez szkody dla plonu i jego jakości. Według KWAŚNEGO i in. [2011] nawożenie gleb gnojowicą powoduje także użyźnienie gleby oraz zwiększenie ilości form metali dostępnych dla roślin. Wyżej wymienieni autorzy wykazują, że podczas stosowania omawianego nawozu naturalnego należy postępować zgodnie z zasadami KDPR („Kodeksu dobrej praktyki rolniczej”) [MRiRW, MŚ 2004], gdyż w przeciwnym wypadku może dojść do zanieczyszczenia gleb, wody, a także powietrza. Zgodnie z KDPR gnojowicę należy stosować na nieobsianą glebę, najlepiej wiosną. Stosowanie wyżej wymienionego nawozu dopuszczone jest pogłównie z wyjątkiem roślin przeznaczonych do bezpośredniego spożycia przez ludzi lub na krótko przed skarmieniem przez zwierzęta. Kolejną zasadą przedstawioną w KDPR jest obowiązek wymieszania gnojowicy z glebą za pomocą narzędzi uprawowych połączonych z zębami kultywatora, nie później niż następnego dnia po zastosowaniu nawozu naturalnego, w celu zapobiegnięcia wydzielaniu się odorów, które wynikają z obecności w niej amoniaku, kwasów organicznych, fenoli, amin oraz innych związków lotnych [COTTA i in. 2003]. Gnojowicy nie należy stosować w odległości mniejszej niż 20 m od stref ochronnych źródeł i ujęć wody, brzegów zbiorników, cieków, kąpielisk oraz nadmorskiego pasa przybrzeżnego. Stosowanie płynnych nawozów naturalnych jest dozwolone, gdy wody gruntowe znajdują się poniżej 1,2 m.

Zgodnie z „Ustawą o nawozach i nawożeniu” [2007] zastosowana dawka nawozu naturalnego nie może przekraczać 170 kg azotu (N) w czystym składniku na hektar użytków rolnych. Zdaniem WATABEGO i in. [2003] rozlanie gnojowicy w dawkach przekraczających 170 kg N·ha<sup>-1</sup> stwarza wiele niebezpiecznych sytuacji, głównie w aspekcie sanitarnym i epidemiologicznym, ze względu na obecność pierwiastków biogenych, które prowadzą do eutrofizacji zbiorników wodnych. Eutrofizacja wynika z przenikania pierwiastków biogenych do wód gruntowych i powierzchniowych, powodując ich znaczne przeżyźnienie [VENGLOVSKY i in. 2009; WATABE i in. 2003].

Według KDPR [MRiRW, MŚ 2004] w okresie wegetacji roślin przeznaczonych do spożycia przez ludzi istnieje zakaz stosowania nawozów w formie płynnej, w tym gnojowicy. Zdaniem KOŁOTY i in. [2000] gnojowica stanowi bardzo wartościowy nawóz sprawiający jednakże trudności w stosowaniu. Może ponadto stwarzać poważne zagrożenie zanieczyszczeniem wód gruntowych podczas intensywnego nawożenia pól. Zgodnie z „Ustawą o nawozach i nawożeniu” [2007] istnieje zakaz stosowania gnojowicy w okresie od początku grudnia do końca lutego na gleby zalane wodą, zmarznięte do głębokości 30 cm oraz przykryte śniegiem, a także na gleby bez okrywy roślinnej o nachyleniu większym niż 10%. Do rozlewania wyżej wymienionego nawozu na polu stosuje się specjalne rozlewacze lub przyczepy asenizacyjne, które są wyposażone we własne pompy podciśnieniowe

lub są napędzane pompami zewnętrznymi. Według KOŁOTY i in. [2000] płynne nawozy naturalne po wywiezieniu na pole powinny zostać przyorane w celu ograniczenia strat azotu na skutek ulatniania się amoniaku. W celu zmniejszenia odorów oraz emisji amoniaku, a także w celu zachowania azotu w glebie, do wprowadzania gnojowicy BŁASZKIEWICZ [2013] proponuje aplikatory glebowe, które mogą okazać się najlepszym rozwiązaniem. Podczas ruchu maszyny gnojowica jest wprowadzana do gleby wężami umieszczonymi za redlicami, zębami lub talerzami, a po ich przejściu zasypywana osypującą się glebą.

## WYKORZYSTANIE METODY PASOWEJ (STRIP-TILL) W UPRAWIE ROŚLIN

Powszechnie stosowanym środkiem do przewozu i rozpylania gnojowicy w Polsce są ciągniki oraz wozy asenizacyjne z płytkami rozbryzgowymi. Gnojowica jest wówczas wylewana pod ciśnieniem przez dyszę wylotową na nachylony talerz, który zwiększa zasięg rozlewania. Omawiany system aplikacji gnojowicy przyczynia się do dużych strat wartości nawozowej i emisji odorów. W celu uniknięcia powyższych niekorzystnych czynników zaleca się rozlewanie gnojowicy jak najbliżej powierzchni pola [ZBYTEK i in. 2008].

Podczas aplikacji gnojowicy należy uwagę zwracać głównie na bezpieczeństwo środowiska przyrodniczego. Środki techniczne do aplikacji gnojowicy należy dobrać tak, aby nie występowała silna emisja odorów i amoniaku do atmosfery, emisja azotanów i fosforanów do gleby, wody gruntowej i powierzchniowej.

W uprawach niektórych roślin stosowana jest metoda pasowa, która wywodzi się ze Stanów Zjednoczonych z tzw. „pasa kukurydzianego”, obejmującego Nebraskę, Illinois, Iowa, Indianę i Ohio, wykorzystywana między innymi w celu precyzyjnego dozowania gnojowicy do gleby [PIECHOTA 2011]. BOLTON i BOOSTER [1981], LEE i in. [2003], MORRIS i in. [2007] oraz OVERSTREET [2009] podają, że uprawa pasowa stosowana była początkowo na niewielkim areale i służyła do siewu buraków cukrowych, pszenicy, soi, kukurydzy, ryżu, bawełny, słonecznika oraz rzepaku. W ostatnich latach obserwuje się w Stanach Zjednoczonych szybki wzrost powierzchni uprawianej tą metodą, natomiast w Europie jest nadal mało znana [PIECHOTA 2015]. Wyżej wspomniany sposób uprawy roli przyczynia się do stworzenia korzystnych warunków do siewu i kiełkowania roślin. Metoda pasowa ogranicza także przejazdy ciągnikiem przyczyniające się do nadmiernego ugniatania gleby, a resztki roślinne pozostawione na powierzchni pola chronią glebę przed erozją wietrzną oraz wodną i niszczeniem struktury roli, co jest niezwykle ważne w aspekcie ochrony środowiska przyrodniczego [GOLKA, PTASZYŃSKI 2014; PRZYBYŁ, MIODUSZEWSKA 2012]. Zdaniem PIECHOTY [2015] połączenie przed-siewnej uprawy roli i wgłębnej aplikacji płynnych nawozów organicznych może przyczynić się do dotrzymania terminów agrotechnicznych, ograniczenia kosztów

oraz zmniejszenia intensywności uprawy roli. Zastosowanie metody w uprawie warzyw gruntowych stanowi novum. Za zastosowaniem uprawy pasowej w uprawie warzyw przemawia to, że pozostawienie ok. 70% pola bez uprawy może przyczynić się do ochrony gleb przed erozją i zachowania zasobów wody glebowej. Ponadto w wyniku stosowania wyżej wymienionej metody zachowana zostaje ciągłość życia biologicznego w profilu glebowym oraz istnieje możliwość wcześniejszego siewu, a także zwiększa się wydajność odpowiednio dobranych maszyn [LICHT, AL-KAISI 2005]. Kolejnymi argumentami przemawiającymi za zastosowaniem tej metody w uprawie warzyw jest możliwość łączenia uprawy z nawożeniem, co skutkuje większymi plonami, a także mniejszymi nakładami czasu i energii oraz kosztów. PIECHOTA [2010] wykazał, że w przypadku uprawy pasowej, podczas której dochodzi do zaniechania odwracania wierzchniej warstwy gleby, nasiona chwastów pozostają na powierzchni gleby. Według wyżej wymienionego autora poprzez ściółkowanie pozostawionymi resztkami poźniwnymi na powierzchni pola dochodzi do całkowitego zahamowania wzrostu niektórych chwastów (np. chwastnicy jednostronnej – *Echinochloa crus galli*).

Do tej pory istnieje znikoma liczba danych literaturowych na temat zastosowania metody pasowej w uprawie warzyw. Jednymi z niewielu doniesień są badania przeprowadzone przez ÜBELHÖR i in. [2014], którzy zastosowali tę metodę w uprawie kapusty białej (*Brassica oleracea convar. capitata var. alba*), a następnie ocenili straty azotu w glebie. Z doświadczenia przeprowadzonego przez wyżej wymienionych autorów wynika, że podczas wegetacji, jak i zbioru roślin nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości azotu mineralnego w glebie uprawianej tradycyjnie oraz metodą pasową. Według przedstawionych danych zastosowanie metody pasowej jesienią przynosi jednakowe efekty w uprawie kapusty, jak w uprawie konwencjonalnej, jeśli bierze się pod uwagę wykorzystanie azotu przez rośliny oraz ich plon. Badania przeprowadzone przez niniejszych autorów przyczyniły się do rozwoju wspomnianej technologii w uprawie warzyw, które wymagają większego zapotrzebowania azotu do wzrostu. Wyniki przez nich przedstawione mogą przyczynić się do wykorzystania tej metody także w uprawie innych roślin warzywnych wymagających dużych dawek azotu do wzrostu. Ponadto przyczynia się ona do zmniejszenia ryzyka erozji związanego z szerokimi międzyrzędziami.

Istnieją jednakże negatywne aspekty wynikające z połączenia pasowej uprawy roli z głębokim, rzędownym nawożeniem organicznym, a mianowicie z trudnością wprowadzenia gnojowicy w wąskim pasie gleby. Ponadto aplikowanie dużych dawek nawozów organicznych może przyczynić się do zmniejszenia plonu roślin sianych punktowo. Największe ryzyko uszkodzenia siewek istnieje w wyniku umieszczenia nasion bezpośrednio obok miejsca aplikacji nawozu [LOECKE i in. 2004]. Znaczna ilość amoniaku, który działa drażniąco na korzenie roślin może przyczynić się do ich uszkodzenia, a przez to zwiększenia prawdopodobieństwa porażenia

roślin, szczególnie przez grzyby z rodzaju *Fusarium* [AYDOGU, BOYZAR 201; LI-PA 1992].

Z badań przeprowadzonych przez PIECHOTĘ [2015] nad przydatnością pasowej uprawy roli do dogłębowej aplikacji nawozów płynnych, w tym gnojowicy, wynika jednak, że zastosowanie niniejszej uprawy jest bezpieczne dla roślin. Nie ogranicza również wschodów roślin i nie wpływa na zwiększenie porażenia roślin przez choroby grzybowe.

## ZAGROŻENIA SANITARNE WYNIKAJĄCE ZE STOSOWANIA GNOJOWICY

Najczęstszą formą zagospodarowania gnojowicy jest wykorzystanie jej w rolnictwie jako nawozu naturalnego, przeznaczonego pod różne uprawy. Zastosowanie gnojowicy w uprawie roślin z jednej strony może przyczynić się do rozwiązania problemu związanego z nadmierną ilością już wyprodukowanej gnojowicy, jak i tej powstającej. Nawożenie warzyw gnojowicą wiąże się z potencjalnym ryzykiem skażenia gleby i roślin mikroorganizmami potencjalnie chorobotwórczymi [BURTON, TURNER 2003], w związku z czym tego nawozu nie powinno się stosować pogłównie. Najbardziej dominującą grupą wyżej wymienionych mikroorganizmów zasiedlających omawiany nawóz naturalny są bakterie, których obecność może stwarzać największe zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt. W gnojowicy występują zarówno bakterie chorobotwórcze, jak i saprofityczne. Najbardziej chorobotwórczymi wśród wyżej wymienionych mikroorganizmów występujących w gnojowicy są: *Brucella* spp., *Escherichia coli*, *Chlamydia* spp. (enteropatogenne szczepy odporne na antybiotyki), *Salmonella* spp., *Leptosporia* spp., *Rickettsia* spp., *Treponema hyodysenteriae*, *Mycobacterium* spp. (m.in. *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium avium* complex), *Bacillus anthracis* oraz *Erysipelothrix rhusiopathiae*.

BÖHM [2005] wykazuje, że przeżywalność drobnoustrojów występujących w gnojowicy zależy od wielu czynników, które są ze sobą ściśle powiązane. Autor ten stwierdza, że do najważniejszych przyczyn limitujących rozwój omawianych mikroorganizmów w gnojowicy należy zaliczyć: temperaturę, gatunek zwierząt, od których pochodzi gnojowica, zawartość suchej masy i suchej masy organicznej, odczyn gnojowicy, obecność antagonistycznej mikroflory naturalnej oraz wyjściowa liczebność badanych drobnoustrojów, właściwości danego szczepu i serotypu, zasobność gnojowicy w składniki odżywcze. Rozwój tych mikroorganizmów zależy także od rozpuszczonych substancji gazowych oraz potencjału oksydo-redukcyjnego. Z badań przeprowadzonych przez OLSZEWSKĄ i SKOWRONA [2013] nad przeżywalnością *Salmonella* spp. wynika, że przeżywalność pałeczek z rodzaju *Salmonella* poza temperaturą i rodzajem gnojowicy zależy od typu serologicznego bakterii. Badania wyżej wymienionych autorów wykazały, że zmniejszenie liczeb-

ności *Salmonella* spp. nastąpiło w trakcie składowania gnojowicy. Na liczebność omawianych mikroorganizmów istotny wpływ wywarła również temperatura podczas doświadczenia. Z badań przeprowadzonych przez wyżej wymienionych autorów wynika, że niezależnie od typu serologicznego czas przeżywalności *Salmonella* spp. w temperaturze 4°C wynosił średnio 112 dni, natomiast gdy temperatura wzrosła do 20°C, czas przeżywalności uległ zmniejszeniu do ok. 40 dni.

W sporadycznych przypadkach z gnojowicy można wyizolować także *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* oraz bakterie z rodzaju *Campylobacter*. Czas przeżywalności wyżej wymienionych mikroorganizmów jest zbliżony do ich przeżywalności w wodzie gnojowej i w małym stopniu zależy od temperatury. Pałeczki *Y. enterocolitica* w gnojowicy mogą przeżyć ok. 10 dni, natomiast czas przeżywalności bakterii z rodzaju *Campylobacter* wynosi 3 dni [GUAN, HOLLEY 2003]. W gnojowicy rzadko można stwierdzić obecność grzybów patogennych, do których głównie należy zaliczyć: *Penicillium*, *Botryotrichum*, *Aspergillus*, *Mucor* [STRAUCH 1991]. W składzie mikroorganizmów bytujących w gnojowicy mogą występować mikroorganizmy, które zostały wydalone z organizmu zwierzęcia.

Najbardziej podatne na skażenia mikroorganizmami chorobotwórczymi są części jadalne roślin, mające kontakt z glebą, np. sałata [NELSON 1997]. Według SKOWRONA i in. [2015] w celu prawidłowego zagospodarowania gnojowicy konieczna jest wiedza na temat obecności i przeżywalności mikroorganizmów w niej występujących, a także czynników wpływających na ich żywotność oraz infekcyjność. Zdaniem STASZEWSKIEGO i BISIA [2011] czas przeżywalności mikroorganizmów chorobotwórczych w gnojowicy wydłuża się z powodu braku zachodzących procesów biotermicznego odkażania, które są typowe dla obornika, dlatego gdy metody higienizacji są niewłaściwe, gnojowica może stać się źródłem skażenia sanitarnego środowiska [ARRUS i in. 2006; PUCHALSKI i in. 2008]. Należy podkreślić, że zdaniem SKOWRONA i in. [2015] w skład potencjalnie chorobotwórczych mikroorganizmów zawartych w gnojowicy wchodzi także wirusy i pasożyty. Obecność wirusów przedostających się do gnojowicy wraz z kałem zwierząt ma bardzo duże znaczenie ze względów epidemiologicznych i epizootycznych [PALUSZAK 1998]. W gnojowicy bydłowej najczęściej występują enterowirusy, adenowirusy, reowirusy i rinowirusy, których stwierdzenie występowania oraz przeżywalności jest procesem złożonym. Z badań OLSZEWSKIEJ i in. [2011] wynika, że enterowirusy bytujące w gnojowicy bydłowej przeżywają nawet do 167 tygodni w temperaturze 4°C, natomiast wzrost temperatury do 20°C powoduje skrócenie czasu ich przeżywalności do 8 tygodni. STRAUCH [1991] podaje, że w omawianym nawozie naturalnym mogą także występować wirusy choroby Aujeszky'ego, przeżywające od 3 do 15 tygodni, wirusy choroby Borna, których czas przeżywalności wynosi ok. 22 dni, wirusy choroby Mareka – ok. 7 dni, wirusy afrykańskiego pomoru świń – 6–160 dni, wirusy pryszczycy – 21–103 dni oraz wirusy choroby cieżyńskiej, mogące przeżywać od 3 do 25 dni.

Znajdujące się w gnojowicy pasożyty oraz ich jaja i oocyty przyczyniają do rozprzestrzeniania chorób inwazyjnych [OLSZEWSKA i in. 1997]. W omawianym nawozie naturalnym pochodzącym od bydła najczęściej występują oocyty pierwotniaków z rodzaju *Trichostrongylus*, których przeżywalność dochodzi nawet do 92 dni. Ponadto w omawianym nawozie naturalnym dość powszechnie występują jaja motylicy wątrobowej (*Fasciola hepatica*), które są odporne na działanie czynników środowiskowych. Dużą odpornością na działanie czynników środowiskowych charakteryzują się jaja i larwy pasożytów z rodzaju *Strongyloides* oraz larwy z rodzaju *Dictyocaulus*. W omawianym nawozie bardzo rzadko można odnotować występowanie *Toxocara vitulorum* bardzo odpornych na niekorzystne warunki środowiska. W skład mikroorganizmów chorobotwórczych gnojowicy świńskiej wchodzi także pierwotniaki z rodzaju *Eimeria* i *Balantidium*, a także pasożyty z rodzaju *Ascaris* i ich jaja oraz *Oesophagostomum* spp. Na przeżywalność jaj glist w gnojowicy znaczny wpływ wywiera temperatura składowania. W temperaturze 8°C jaja zachowują swoją aktywność przez 75–85 dni, natomiast wraz ze wzrostem temperatury do 18–26°C ich przeżywalność maleje do 28 dni. MAĆKOWIAK [1999b] i STRAUCH [1991] podają, że dojrzałe człony tasiemca uzbrojonego w gnojowicy świńskiej w temperaturze 8°C mogą przeżyć nawet przez 76 dni.

Jednoznaczne określenie czasu przeżywalności mikroorganizmów potencjalnie chorobotwórczych w gnojowicy jest stosunkowo trudne ze względu na jej skład, który może być bardzo zróżnicowany [PARK, DIEZ-GONZALEZ 2003]. Nie bez znaczenia pozostaje także okres pobierania próbek, różne właściwości fizykochemiczne gnojowicy, sposób żywienia zwierząt oraz skład gatunkowy i wiekowy inwentarza [HUTCHISON i in. 2005; NAHM 2003; PARK, DIEZ-GONZALEZ 2003]. KUDVA i in. [1998] stwierdzili, że istnieją różnice między przeżywalnością mikroorganizmów patogennych w warunkach polowych a przeżywalnością w warunkach laboratoryjnych. Zdaniem VENGLOVSKY’EGO i in. [2009] mikroorganizmy zasiedlające gnojowicę charakteryzują się bowiem zdolnością do sporulacji, czyli przejścia w stan „żywe, lecz nie dające się hodować” (ang. viable but nonculturable, VBNC), a także wykazują zdolności agregacji lub przylegania do cząstek stałych, co wywiera także wpływ na określenie ich liczebności metodami hodowlanymi. Ryzyko wprowadzenia do gleby wraz z gnojowicą zasiedlających ją drobnoustrojów potencjalnie patogennych wiąże się z możliwością ich dalszego rozprzestrzeniania się w środowisku wodnym i powietrznym, a także może doprowadzić do skażenia produktów przeznaczonych do spożycia przez ludzi. W związku z powyższym ryzykiem skażenia istnieje konieczność poddania gnojowicy zabiegom ograniczającym obecność w nim mikroorganizmów potencjalnie chorobotwórczych. Metody stosowane podczas zabiegu higienizacji gnojowicy można podzielić na: chemiczne, fizyczne i biologiczne [SKOWRON i in. 2015]. Wybór metody higienizacji gnojowicy na duże znaczenie w aspekcie przeżywalności zasiedlających ją patogenów.



## PODSUMOWANIE

Wykorzystanie w celach rolniczych gnojowicy powstającej podczas produkcji zwierzęcej jest uzasadnioną formą jej zagospodarowania ze względu na dużą zawartość łatwo przyswajalnych składników odżywczych, które czynią z niej bardzo dobrej jakości nawóz naturalny. Wprowadzenie do gleby omawianego nawozu naturalnego może stanowić jednak problem natury higieniczno-sanitarnej oraz ekologicznej ze względu na potencjalne występowanie w nim drobnoustrojów patogennych zagrażających ludziom i zwierzętom. Wszystkie zabiegi, którym poddawana jest gnojowica, powinny przede wszystkim ograniczyć aktywność mikrobiologiczną drobnoustrojów potencjalnie chorobotwórczych, których eliminacja umożliwia bezpieczne stosowanie jej w rolnictwie. Wykorzystanie niewłaściwych metod higienizacji gnojowicy lub ich brak może prowadzić do skażenia środowiska glebowego i wodnego mikroorganizmami potencjalnie chorobotwórczymi. W celu wyboru odpowiedniej metody higienizacji gnojowicy konieczna jest wiedza na temat czynników wpływających na ograniczenie występowania mikroorganizmów potencjalnie chorobotwórczych i ich przeżywalności.

Połączenie nawożenia gnojowicą z metodą uprawy pasowej (strip-till) wydaje się być bardzo obiecujące między innymi ze względu na korzyści ekonomiczne. Wykorzystanie nawożenia gnojowicą warzyw przyczynia się do pokrycia zapotrzebowania omawianych roślin na składniki pokarmowe. Natomiast zastosowanie uprawy pasowej w uprawie warzyw przyczynia się do poprawy warunków kiełkowania roślin, ogranicza przejazdy ciągnikiem oraz chroni glebę przed erozją wodną i wietrzną. Zastosowanie w uprawie warzyw nawożenia gnojowicą w połączeniu z innowacyjną metodą pasową wydaje się perspektywiczne.

## BIBLIOGRAFIA

- ARRUS K.M., HOLLEY R.A., OMINSKI K.H., TENUTA M., BLANK G. 2006. Influence of temperature on *Salmonella* survival in hog manure slurry and seasonal temperature profiles in farm manure storage reservoirs. *Livestock Science*. Vol. 102 s. 226–236.
- AYDOGDU M., BOYRAZ N. 2011. Effects of nitrogen and organic fertilization on corn smut (*Ustilago maydis* (DC) Corda.). *African Journal of Agricultural Research*. Vol. 6 s. 4539–4543.
- BŁASZKIEWICZ Z. 2013. *Technika rolnicza. Narzędzia i maszyny rolnicze [Agricultural engineering. Tools and agricultural machinery]*. Poznań. Wydaw. UP w Poznaniu. ISBN 978-83-7160-674-8 ss. 353.
- BOLTON F.E., BOOSTER D.E. 1981. Strip-till planting in dryland cereal production. *Transactions of the ASAE (American Society of Agricultural Engineers)*. Vol. 24(1) s. 59–62.
- BÖHM R. 2005. Epidemiological risks related to chicken manure and strategies for the validation of treatment methods under the aspect of hygienic safety. Universität Hohenheim. Inst Animal Med and Hyg. Stuttgart. Hamburg. CHIMATRA, Abfall aktuell.
- BURTON C.H., TURNER C. 2003. *Manure management: Treatment strategies for sustainable agriculture*. Bedford. Silsoe Research Institute. ISBN 0-9531282-6-1 ss. 412.

- COTTA M.A., WHITEHEAD T.R., ZELTWANGER R.L. 2003. Isolation, characterization and comparison of bacteria from swine faeces and manure storage pits. *Environmental Microbiology*. Vol. 9 s. 737–745.
- GOLKA W., PTASZYŃSKI S. 2014. Nakłady na uprawę roli w technologii zachowawczej i tradycyjnej [Expenditures for growing role of technology in conservative and traditional]. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 3(85) s. 31–47.
- GUAN T.Y., HOLLEY R.A. 2003. Pathogen survival in swine manure environments and transmission of human enteric illness – A review. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 32 s. 383–392.
- HATCH D.J., CHADWICK D.R., JARVIS S.C., ROKER J.A. red. 2004. Controlling nitrogen flows and losses. Wageningen. Wageningen Acad. Publ. ISBN 978-90-8686-528-4 ss. 624.
- HUTCHISON M.L., WALTERS L.D., MOORE A., AVERY S.M. 2005. Declines of zoonotic agents in liquid livestock wastes stored in batches on-farm. *Journal of Applied Microbiology*. Vol. 99 s. 58–65.
- KOŁOTA E., ORŁOWSKI M., BAC S., OSTROWSKA K., MYNETT K. 2000. Podstawy ogrodnictwa [Basics of gardening]. Warszawa. WSiP. ISBN 83-02-07873-5 ss. 439.
- KUDVA I.T., BLANCH K., HOVDE C.J. 1998. Analysis of *Escherichia coli* O157:H7 survival in ovine or bovine manure and manure slurry. *Applied Environmental Microbiology*. Vol. 64 s. 3166–3174.
- KWAŚNY J., KOWALSKI Z., BANACH M. 2011. Właściwości nawozowe gnojowicy w kontekście zawartości wybranych makro- i mikroelementów [Properties fertilizer slurry in the context of the content of selected macro- and microelements]. *Czasopismo Techniczne. Chemia*. Nr 10 s. 107–120.
- LEE S.K., PARK S.H., PARK W.Y., LEE C.S. 2003. Strip tillage characteristics of rotary tiller blades for use in a dryland direct rice seeder. *Soil Tillage Research*. Vol. 71 s. 23–32.
- LICHT M.A., AL-KAISI M. 2005. Strip tillage effect on seedbed soil temperature and other soil physical properties. *Soil Tillage Research*. Vol. 80 s. 233–249.
- LIPA J. 1992. Wpływ nawożenia mineralnego na występowanie chorób i szkodników roślin [Mineral fertilization on the occurrence of plant diseases and pests]. *Postępy Nauk Rolniczych*. Nr 2 s. 30–38.
- LOECKE T., LIEBMAN M., CAMBARDELLA C., RICHART T. 2004. Corn response to composting and time of application of solid swine manure. *Agronomy Journal*. Vol. 96 s. 214–223.
- MAĆKOWIAK Cz. 1999a. Aktualny stan badań i efekty nawożenia organicznego kukurydzy [Current state of research and the effects of organic fertilization of corn]. *Postępy Nauk Rolniczych*. Nr 4 s. 21–34.
- MAĆKOWIAK Cz. 1999b. Gnojowica, jej właściwości i zasady stosowania z uwzględnieniem ochrony środowiska [Slurry, its properties and rules of application with regard to environmental protection]. *Materiały szkoleniowe. T. 75. Puławy. Wydaw. IUNG* ss. 30.
- MORRIS N., MILLER P.C.H., ORSON J., FROUD-WILLIAMS R.J. 2007. Soil disturbed using a strip tillage implement on a range of soil types and the effects on sugar beet establishment. *Soil Use Management*. Vol. 23. Iss. 4 s. 428–436.
- MRIrW, MŚ 2004. Kodeks dobrej praktyki rolniczej [Code of good agricultural practice]. Wyd. 3. Warszawa. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Ministerstwo Środowiska. ISBN 83-8810-58-1 ss. 96.
- NAHM K.H. 2003. Influences of fermentable carbohydrates on shifting nitrogen excretion and reducing ammonia emission of pigs. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. Vol. 33 s. 165–186.
- NELSON H. 1997. The contamination of organic produce by human pathogens in animal manures. [online]. *Ecological Agriculture Projects*. Ste-Anne-de-Bellevue, QC, Canada. McGill Univ. [Dostęp 1.12.2016] Dostępny w Internecie: [http://eap.mcgill.ca/SFMC\\_1.htm](http://eap.mcgill.ca/SFMC_1.htm)
- OLSZEWSKA H., PALUSZAK Z., SZEJNLIK B. 1997. Badania przeżywalności drobnoustrojów *Salmonella enteritidis* w gnojowicy, ścieku bytowym i wodzie w warunkach laboratoryjnych. W: *Problemy*

- higieny w ekologizacji rolnictwa [Research survival of microorganisms *Salmonella enteritidis* in manure, water and sewer ontological under laboratory conditions. In: Problems of hygiene in the ecologisation of agriculture]. Materiały z sympozjum. Warszawa SGGW s. 208–213.
- OLSZEWSKA H., SKOWRON K. 2013. Effect of storage temperature and type of slurry on survivability of *Salmonella*. Journal of Central European Agriculture. Vol. 14. Iss. 2 s. 847–853.
- OLSZEWSKA H., SKOWRON K., SKOWRON K.J., GRYŃ G., ŚWIĄDER A., ROSTANKOWSKA Z., DĘBICKA E. 2011. Przeżywalność wybranych bakterii wskaźnikowych w składowanej gnojowicy świńskiej [The survival of selected indicator bacteria in stored pig slurry]. Ekologia i Technika. Nr 111 s. 62–65.
- OVERSTREET L.F. 2009. Strip tillage for sugarbeet production. International Sugar Journal. Vol. 111 (1325) s. 292–304.
- PALUSZAK Z. 1998. Badania nad zachowaniem i przeżywalnością wybranych drobnoustrojów fekalnych w glebie nawożonej gnojowicą [The study of the behavior and survival of selected microorganisms in soil fertilized with sewage slurry]. Rozprawy. Nr 85. Bydgoszcz. Wydaw. Uczeln. ATR. ISSN 0572-5844 ss. 90.
- PARK G.W., DIEZ-GONZALEZ F. 2003. Utilization of carbonate and ammonia-based treatments to eliminate *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* DT104 from cattle manure. Journal of Applied Microbiology. Vol. 94 s. 675–685.
- PAWELCZYK A., MURAVIEV D. 2003. Zintegrowana technologia oczyszczania ciekłych odpadów z hodowli trzody chlewnej [Integrated technology treatment of liquid waste from the pig]. Przemysł Chemiczny. Nr 82 (8–9) s. 2–4.
- PIECHOTA T. 2010. Zachwaszczenie kukurydzy w różnych sposobach pasowej uprawy roli [Weed infestation of maize in different ways belt cultivation]. Progress in Plant Protection. T. 50. Nr 2 s. 828–831.
- PIECHOTA T. 2011. Pasowa uprawa roli [Strip-till]. Rolnicze ABC. Nr 11(254) s. 1.
- PIECHOTA T. 2015. Pasowa uprawa roli – stan obecny i perspektywy. W: Produkcja roślinna – nie-standardowe technologie i kierunki użytkowania oraz gatunki nowe i reintrodukowane [Strip-till – current status and prospects. In: Plant production – non-standard technologies and directions of use and new and reintroduced species]. Materiały Konferencyjne. Poznań – Szamotuły, 13–15 maja 2015. Poznań. UP w Poznaniu s. 154–155.
- PRZYBYŁ J., MIODUSZEWSKA N. 2012. Strip tillage, czyli uprawa pasowa [Strip tillage, which is belt farming]. Rolniczy Przegląd Techniczny. Nr 1 s. 32–35.
- PUCHALSKI A., KOLASA A., DEC M., URBAN-CHMIEL R., KOWALCZYK-PECKA D. 2008. Charakterystyka elektroforetyczna białek błony zewnętrznej szczepów *Salmonella enteritidis* hodowanych w zróżnicowanych warunkach oraz ocena ich właściwości antygenowych [Electrophoretic characterization of outer membrane proteins of *Salmonella enteritidis* strains grown in different conditions and assess their antigenic properties]. Medycyna Weterynaryjna. Nr 64 s. 193–196.
- ROSSA L., SIKORSKI M. 2006. Odływ wybranych substancji z obszarów zabudowy wiejskiej [The outflow of selected substances in the areas of rural development]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 6. Z. 1(16) s. 335–347.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 kwietnia 2008 r. (a) w sprawie szczegółowego sposobu stosowania nawozów oraz prowadzenia szkoleń z zakresu ich stosowania. Dz.U. 2008. Nr 80 poz. 479.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. (b) w sprawie wykonania niektórych przepisów Ustawy o nawozach i nawożeniu Dz.U. 2008. Nr 119 poz. 765.
- SADY W. 2014. Nawożenie warzyw polowych [Fertilization field vegetables]. Kraków. Plantpress. ISBN 978-83-61438-99-1 ss. 132.

- SKOWRON K., BAUZA-KASZEWSKA J., KACZMAREK A., BUDZYŃSKA A., GOSPODREK E. 2015. Mikrobiologiczne aspekty gospodarki gnojowicą [Microbiological aspects of the economy slurry]. *Postępy Mikrobiologii*. Nr 54(3) s. 235–249.
- STASZEWSKI Z., BIŚ B. 2011. Gnojowica jako nawóz, uwarunkowania jej stosowania oraz zagrożenia dla środowiska [The manure as fertilizer, conditions of application and environmental hazards]. *Zeszyty Naukowe – Inżynieria Lądowa i Wodna w Kształtowaniu Środowiska*. Nr 4 s. 69–73.
- STRAUCH D. 1991. Survival of pathogenic microorganisms and parasites in excreta, manure and sewage sludge. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*. Vol. 10(3) s. 813–846.
- Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu. *Dz.U.* 2007. Nr 147 poz. 1033.
- ÜBELHÖR A., GRUBER S., CLAUPEIN W. 2014. Influence of tillage intensity and nitrogen placement on nitrogen uptake and yield in strip-tilled white cabbage (*Brassica oleracea convar. capitata var. alba*). *Soil Tillage Research*. Vol. 144 s. 156–163.
- VENGLOVSKY J., SASAKOVA N., PLACHA I. 2009. Pathogens and antibiotic residues in animal manures and hygienic and ecological risks related to subsequent land application. *Bioresource Technology*. Vol. 100 s. 5386–5391.
- WATABE M., RAO J.R., STEWART T.A., XU J., MILLAR B.C., XIAO L., LOWERY C.J., DOOLEY J.S., MOORE J.E. 2003. Prevalence of bacterial faecal pathogens in separated and unseparated stored pig slurry. *Letters in Applied Microbiology*. Vol. 36 s. 208–212.
- ZBYTEK Z., ŁOWIŃSKI Ł., WOŹNIAK W. 2008. Technika aplikacji gnojowicy [The technique application of slurry]. *Cz. 1. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*. Nr 5 s. 10–12.
- ZBYTEK Z., TALARCZYK W. 2008. Gnojowica a ochrona środowiska naturalnego [Slurry and environmental protection]. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*. Nr 4 s. 12–14.

*Donata KOSICKA-DZIECHCIAREK, Agnieszka WOLNA-MARUWKA, Tomasz PIECHOTA,  
Zyta WARACZEWSKA, Dorota SWĘDRZYŃSKA, Anna TOMKOWIAK*

**ABILITY TO USE IN VEGETABLE CULTIVATION METHOD  
OF STRIP-TILL AND SLURRY APPLICATIONS  
IN ASPECT OF ITS IMPACT ON THE SANITARY CONDITION OF THE SOIL**

**Key words:** *pathogenic microorganisms, slurry, strip-till*

**S u m m a r y**

Slurry has been used as a natural fertilizer for many years. It contains compounds of nitrogen, potassium, phosphorus, calcium, magnesium, sulphur, chlorine and other elements, so it is a valuable source of mineral substances that are particularly necessary for plants. The use of slurry vegetable growing may help to solve the problem of its excessive amount, both which has already produced and which is being produced. However, when this fertilizer is entered into soil, it may cause a sanitary threat due to the content of pathogenic microorganisms (*Escherichia coli*, *Salmonella*, etc.). Strip-till is an innovative method used in the cultivation of some plants for precise dosage of the natural fertilizer. It creates good conditions for sowing and germination.

**Adres do korespondencji:** mgr inż. Donata Kosicka-Dziechciarek, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej, ul. Szydlowska 50, 60-656 Poznań; tel. + 48 61 848-7194, e-mail: dkosicka@gmail.com