

OCENA PRZYDATNOŚCI PASOWEJ UPRAWY ROLI DO DOGLEBOWEJ APLIKACJI PŁYNNYCH NAWOZÓW ORGANICZNYCH W UPRAWIE KUKURYDZY*

TOMASZ PIECHOTA¹, MARIUSZ KOWALSKI, ZUZANNA SAWINSKA, LESZEK MAJCHRZAK

Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań

Synopsis. W latach 2010–2012 przeprowadzono ściśle doświadczenie polowe, w którym oceniano wpływ głębokiej aplikacji płynnych nawozów organicznych, wykonanej bezpośrednio przed siewem kukurydzy, rzędowo, przy użyciu agregatu do pasowej uprawy roli. Agregat składał się z czterech sekcji, zbudowanych z zęba, pary talerzy i wałka strunowego. Ze zbiornika nabudowanego na ramie agregatu nawozy organiczne były doprowadzane wężami do rur znajdujących się bezpośrednio za zębami. Uprawę roli wykonywano na głębokość 20 cm a aplikację nawozów na 10 cm. Pasową uprawę roli porównywano z tradycyjną uprawą płużną oraz uprawą uproszczoną, wykonaną broną talerzową. W doświadczeniu użyto pięciu nawozów organicznych (świńska gnojowica, gnojowica + EM, gnojowica napowietrzana, gnojowica po fermentacji metanowej, kukurydziany wywar gorzelniany), które porównano z nawożeniem mineralnym i kontrolą bez nawożenia. Nowa technologia okazała się bezpieczna dla roślin kukurydzy. Nie stwierdzono pogorszenia wschodów ani zwiększonego porażenia przez choroby grzybowe. Plon ziarna kukurydzy był nieco niższy po pasowej uprawie roli niż po uprawie tradycyjnej, lecz wyższy niż po uproszczonej uprawie roli. Plony uzyskane po nawożeniu wszystkimi badanymi rodzajami gnojowicy były podobne jak po nawożeniu mineralnym, natomiast efekt plonotwórczy wywaru gorzelnianego był słabszy. W badaniach wykazano, że nowa technologia głębokiej aplikacji płynnych nawozów organicznych z użyciem pasowej uprawy roli może być zastosowana w uprawie kukurydzy.

Słowa kluczowe: pasowa uprawa roli, gnojowica, kukurydza, wywar gorzelniany

WSTĘP

Kukurydza jest rośliną powszechnie uprawianą w technologiach uproszczonej uprawy roli [Al-kaisi i Kwaw-Mensach 2007, Blecharczyk i in. 2004, Hendrix i in. 2004, Light i Al.-Kaisi 2005a, 2005b, Piechota 2011, Sekutowski i Rola 2010, Vetsch i Randall 2002, 2004]. Problemem w uproszczonych technologiach uprawy roli jest zagospodarowanie nawozów naturalnych i organicznych, które, zgodnie z ustawą o Nawozach i Nawożeniu, wymagają przykrycia glebą najpóźniej następnego dnia po ich zastosowaniu [Ustawa 2007]. Mieszanie nawozu z glebą jest dodatkowym zabiegiem uprawowym, który zwiększa intensywność uprawy roli, podnosi koszty i zmniejsza ilość pozostającej na powierzchni ściółki. W gospodarstwach produkujących duże ilości gnojowicy wiosna jest trudnym okresem, w którym następuje spiętrzenie prac związanych z uprawą roli i siewem roślin jarych, oraz wywozem nawozów organicznych nagromadzonych przez zimę [Chambers i in. 2000]. Największe straty amoniaku oraz ulatnianie odorów i gazów cieplarnianych następuje w trakcie rozlewania i w pierwszych godzinach po nawożeniu, dlatego najbardziej polecane są metody aplikacji polegające na bezpośrednim wprowadzeniu nawozu

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* tompiech@up.poznan.pl

* Praca naukowa wykonana w ramach projektu badawczego Narodowego Centrum Nauki nr N N310 444 338

do gleby [Chambers i in. 2000]. Możliwość połączenia przedsięwzięcia uprawy roli i wgłębnej aplikacji płynnych nawozów organicznych w jeden zabieg znacznie ułatwiłoby dotrzymanie terminów agrotechnicznych, ograniczyło koszty oraz zmniejszyło intensywność uprawy roli.

W uprawie kukurydzy coraz większego znaczenia na Świecie nabiera pasowa uprawa roli [Al-Kaisi i Kwaw-Mensach 2007, Hendrix i in. 2004, Light i Al.-Kaisi 2005a, 2005b, Piechota 2011, Vetsch i Randall 2002, 2004]. Ograniczenie szerokości uprawionego pasa do mniej niż połowy szerokości międzyrzędzia znacznie zmniejsza koszty a jednocześnie pozwala na pozostawienie międzyrzędzi zupełnie nienaruszonych. Pierwsze Polskie badania nad tą technologią potwierdziły jej przydatność w warunkach glebowo klimatycznych Środkowej Europy [Piechota 2011].

W wiodących w tej technologii rejonach Świata, głównie tak zwanym „pasie kukurydzianym” Stanów Zjednoczonych, powszechnie jest wgłębne stosowanie nawożenia mineralnego jednocześnie z pasową uprawą roli, bezpośrednio pod przyszły rząd roślin [Al-kaisi i Kwaw-Mensach 2007, Light i Al.-Kaisi 2005a]. W związku z tym pojawia się pytanie czy możliwe jest połączenie pasowej uprawy roli z wgłębny, rzędowym nawożeniem organicznym. Pierwszym problemem może być trudność techniczna wprowadzenia dużych ilości cieczy w wąskim pasie gleby, bez zbytniego poszerzenia uprawionego pasa a jednocześnie z wystarczającym dopraniem roli w rzędzie. Obawy budzi również nagromadzenie całej dawki nawozu bezpośrednio pod roślinami. Wysokie dawki nawozów organicznych mogą ograniczać wschody roślin, co w przypadku kukurydzy i innych roślin sianych punktowo, ma bezpośrednie przełożenie na obniżenie plonu [Loecke i in. 2004]. Znaczne ilości substancji działających drażniąco na korzenie, szczególnie amoniaku mogą również zwiększać porażenie przez sprawców chorób roślin, szczególnie grzyby z rodzaju *Fusarium* [Aydogdu i Boyraz 2011, Lipa 1992].

W związku ze zmianami zachodzącymi w ostatnich latach pojawiają się nowe źródła płynnych nawozów organicznych, których produkcja z roku na rok rośnie. Są to poferment po produkcji biogazu oraz wywar gorzelniany na bazie kiszonego ziarna kukurydzy. Można przypuszczać, że poferment, którego podstawowym składnikiem jest zazwyczaj gnojowica, nie różni się znacząco wpływem na rośliny od surowej gnojowicy, natomiast wywar gorzelniany różni się znacznie swoimi właściwościami chemicznymi od nawozów pochodzenia zwierzęcego [Szulc i in. 2009].

W związku z powyższym postawiono hipotezę, że możliwe jest rzędowe, wgłębne nawożenie płynnymi nawozami organicznymi przy użyciu agregatu do pasowej uprawy roli. Dla weryfikacji powyższej hipotezy oraz w celu poznania ewentualnych zagrożeń dla wzrostu i plonowania roślin, związanych z nową technologią, podjęto badania, których celem była ocena przydatności pasowej uprawy roli do dogłębowej aplikacji płynnych nawozów organicznych w uprawie kukurydzy.

MATERIAŁ I METODY

Dwuczynnikowe doświadczenie polowe zrealizowano w latach 2010–2012 w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Brody (52°26' N, 16°17' E), należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Badania przeprowadzono na glebie płowej o składzie piasków gliniastych lekkich i mocnych, klasy bonitacyjnej IIIb–IVa, kompleksu żyniego bardzo dobrego.

Stosowano trzy systemy uprawy roli: pasowa uprawa roli (głębokość ok. 20 cm), uprawa uproszczona (talerzowanie na ok. 10 cm i wał strunowy) oraz tradycyjna (brona talerzowa, orka wiosenna na ok. 20 cm, agregat uprawowy).

Drugim czynnikiem badawczym był rodzaj zastosowanego nawożenia: mineralne, gnojowica świńska, gnojowica z dodatkiem preparatu EM, gnojowica napowietrzana, gnojowica poddana

mezofilnej fermentacji metanowej oraz wywar gorzelniany. Dawki nawozów organicznych ustalono na podstawie zawartości azotu ogólnego tak, aby ilość wnoszonego składnika wynosiła $170 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, na obiektach nawożonych mineralnie zastosowano azot w dawce $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz 35 kg P i 95 kg K .

Kukurydzę odmiany P8000 uprawiano w krótkotrwałej monokulturze, corocznie zachowując poszczególne kombinacje uprawowe i nawozowe na tych samych poletkach. Po zbiorze kukurydzy na poletkach pozostawiano pociętą słomę i do wiosny nie wykonywano jakichkolwiek zabiegów uprawowych. Nawożenie i uprawę roli wykonywano na 1–3 dni przed siewem kukurydzy. Do pasowej uprawy roli wykorzystano czterorzędowy agregat zbudowany w Katedrze Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Sekcja agregatu składała się ze sztywnego zęba, pary talerzy zagarniających glebę za zębem oraz wału strunowego. Do aplikacji gnojowicy i wywaru gorzelnianego nabudowano na agregacie aplikator w skład którego wchodziły zbiornik o pojemności 1000 l, zawór kulowy o średnicy 4", rozdzielacz i węże doprowadzające ciecz do zębów agregatu. Nawozy wprowadzano do gleby bezpośrednio za zębem na głębokość 10 cm, gdzie częściowo przemieszczały się w dół do dna warstwy uprawionej. Do aplikacji nawozów płynnych na pozostałych kombinacjach uprawowych używano tego samego agregatu ale podniesionego nad powierzchnię gruntu i wyposażonego w płytki rozbryzgowy za każdym zębem. Na obiektach z uprawą tradycyjną i uproszczoną, bezpośrednio po powierzchniowej aplikacji, gnojowicę przykrywano talerzowaniem a następnie, tego samego dnia wykonywano pozostałe uprawki.

W badaniach oceniono obsadę roślin, suchą masę roślin oraz stan odżywienia w azot (N test) w fazie 6 liści, plon ziarna i słomy oraz elementy plonowania.

W okresie dojrzałości młecznej ziarna kukurydzy (BBCH 75–77) corocznie przeprowadzano ocenę porażenia chorobami, szczególnie głownią (*Ustilago maydis* (DC.) Corda) oraz fuzariozą kolb (*Fusarium* spp.). Nasilenie występowania głowni kukurydzy oceniano za pomocą skali 5-cio stopniowej [Johnson and Christensen 1935] gdzie 0 to narośla bardzo małe (<2,5 cm średnicy) a 5 narośla duże (> 10 cm średnicy). Fuzariozę kolb oceniano zgodnie z metodyką prowadzenia obserwacji w doświadczeniach z kukurydzą [Borowiecki 1989, Siódmak 1998], oceniając liczbę porażonych roślin na poletku, z rozróżnieniem: zwisania kolb, złamania wierzchołków, gnicia podstawy łodygi oraz porażenia kolb w skali 4°, gdzie: 1 – kolba z nalotem grzybni na wierzchołku, 4 – kolba w całości pokryta grzybnią.

Wyniki badań oceniono statystycznie a istotność zróżnicowania oceniono na poziomie $p=0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Uproszczeniom w uprawie roli często towarzyszy obniżenie obsady roślin [Blecharczyk i in. 2004, Hendrix i in. 2004, Piechota 2011]. Również w badaniach własnych uzyskano większą obsadę kukurydzy po uprawie tradycyjnej niż po uprawie uproszczonej i pasowej uprawie roli, odpowiednio o 0,2 i 0,4 szt·m⁻² (tab. 1). Obsadę roślin po technologiach bezorkowych, choć statystycznie istotnie niższą, należy uznać za zadowalającą z agrotechnicznego punktu widzenia, szczególnie biorąc pod uwagę, że uprawę wykonywano w warunkach dużych ilości słomy kukurydzianej, pozostającej na powierzchni gruntu. Nawożenie organiczne nie wpłynęło na obsadę kukurydzy, nawet po pasowej uprawie roli, gdzie cała dawka nawozu była zgromadzona pod rzędem roślin. Wskazuje to, że nowo opracowana technologia jest bezpieczna dla siewek kukurydzy. Decydujące może być umieszczenie nawozów kilka centymetrów poniżej głębokości siewu, co przy naturalnej tendencji cieczy do spływania głębiej, było wystarczające.

Tabela 1. Obsada roślin, sucha masa kukurydzy w fazie 6 liści oraz indeks zieloności liści (SPAD) w zależności od sposobu uprawy roli i nawożenia (średnio 2010–2012)

Table 1. Plant population, dry matter at 6 leaf stage and index of leaf greenness (SPAD) as affected by tillage method and fertilization (mean of 2010–2012)

Uprawa roli – Tillage (A)	Nawożenie – Fertilization (B)							Średnia Mean
	K*	Min	G	GEM	GN	GM	W	
Obsada roślin (szt·m ⁻²) – Plant population (No·m ⁻²)								
Uprawa pasowa Strip tillage	6,3	6,1	6,4	6,1	6,2	6,0	6,1	6,2
Uprawa uproszczona Reduced tillage	6,2	6,3	6,6	6,5	6,5	6,4	6,4	6,4
Uprawa tradycyjna Conventional tillage	6,6	6,5	6,5	6,7	6,7	6,6	6,4	6,6
Średnio – Mean	6,4	6,3	6,5	6,4	6,4	6,3	6,3	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 0,2; B – r.n.; AxB – r.n.							
Sucha masa – Dry matter (g·m ⁻²)								
Uprawa pasowa Strip tillage	5,11	5,52	6,44	9,02	8,9	8,12	7,95	7,29
Uprawa uproszczona Reduced tillage	6,13	8,06	9,48	10,43	9,14	9,59	8,75	8,80
Uprawa tradycyjna Conventional tillage	8,50	9,33	9,69	9,75	11,96	11,56	10,52	10,19
Średnio – Mean	6,58	7,63	8,54	9,73	10,00	9,76	9,07	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 0,59; B – 0,91; AxB – 1,57							
Indeks zieloności liści – Index of leaf greenness (SPAD)								
Uprawa pasowa Strip tillage	406	432	424	529	530	521	483	475
Uprawa uproszczona Reduced tillage	433	455	445	464	469	482	469	459
Uprawa tradycyjna Conventional tillage	469	480	517	506	509	519	529	504
Średnio – Mean	436	455	462	500	502	508	494	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 8; B – 12; AxB – 21							

*K – kontrola bez nawożenia – untreated control; Min – nawożenie mineralne – mineral fertilization; G – gnojowica – liquid swine manure (LSM); GEM – gnojowica + preparat EM – LSM + Effective Micro-organisms; GN – gnojowica napowietrzana – aerated LSM; GM – gnojowica po fermentacji metanowej – anaerobically digested LSM; W – wywar gorzelniany – distillery effluent

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

Największe ryzyko uszkodzeń siewek istnieje bowiem po umieszczeniu nasion bezpośrednio w sąsiedztwie nawozu [Loecke i in. 2004]. Podobna obsada roślin na wszystkich obiektach nawozowych wskazuje na brak zwiększonego występowania chorób zgorzelowych w okresie wschodów. Również w późniejszym okresie nie stwierdzono zwiększonego występowania chorób, szczególnie fuzariozy i głośni, pod wpływem zróżnicowanego nawożenia. We wszystkich latach badań porażenie było znikome i nie przekraczało 5% roślin porażonych na kombinacji (dane nie prezentowane graficznie). Nie odnotowano więc negatywnego oddziaływania nawozów organicznych. Podobne wnioski znajdujemy w pracy Aydogdu i Boyraz [2011]. Wskazują oni iż racjonalne stosowanie nawożenia organicznego wpływało nawet redukująco na porażenie głowią kukurydzy.

Sucha masa roślin w fazie 6-liści, była w badaniach własnych zróżnicowana zarówno przez rodzaj nawożenia, jak i przez sposób uprawy roli. Najwięcej suchej masy wytworzyły rośliny po uprawie tradycyjnej ($10,19 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$), natomiast uprawa uproszczona i pasowa spowodowała obniżenie do odpowiednio $8,80$ i $7,29 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$. Każdy rodzaj nawożenia zwiększył biomasę roślin w fazie 6-liści, jednak działanie nawożenia mineralnego było istotnie słabsze niż nawozów organicznych; było to szczególnie widoczne w technologii uprawy pasowej. Być może przyczyną był powierzchniowy sposób aplikacji nawozów mineralnych, które przez to były początkowo słabiej dostępne niż nawozy organiczne, które wymieszano z glebą. W pasowej uprawie roli najsilniej ujawniły się też różnice pomiędzy poszczególnymi nawozami organicznymi. Udowodniono wzrost biomasy kukurydzy na obiektach z gnojowicą poddaną waloryzacji przez napowietrzanie, zaszczepienie preparatem EM oraz fermentację metanową w porównaniu do surowej gnojowicy. Podobne zależności zaobserwowano mierząc indeks zieloności liści, będący miarą odżywienia roślin w azot. Generalnie lepsze odżywienie roślin stwierdzono na obiektach o wyższej wytworzonej biomase.

Decydującym elementem w ocenie nowego rozwiązania technologicznego w uprawie roślin jest uzyskany plon. W uproszczonych technologiach uprawy roli często obserwuje się obniżenie poziomu plonowania [Al.-Kaisi 2007, Bleharczyk i in. 2004, Light i in. 2005a, Piechota 2011, Vetsch i Randall 2004]. W badaniach własnych również wystąpiło obniżenie plonu ziarna po zastąpieniu uprawy tradycyjnej przez uprawę pasową i uproszczoną o odpowiednio $0,31$ i $0,56 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 2). Obniżki te, choć istotne statystycznie, nie są jednak duże i mogą być rekompensowane oszczędnościami na kosztach uprawy roli, szczególnie w technologii uprawy pasowej, gdzie wykonany był tylko jeden przejazd agregatem uprawowym a obniżka plonu mniejsza niż po uprawie uproszczonej. Największe oszczędności, nie tylko kosztów uprawy roli ale również czasu, można osiągnąć łącząc pasową uprawę roli z aplikacją nawozów organicznych. Poziom plonowania kukurydzy w tej technologii, po zastosowaniu wszystkich rodzajów gnojowicy, pozostawał na podobnym poziomie jak po nawożeniu mineralnym, a nawet obserwowano tendencję do jego wzrostu.

Analiza elementów plonowania wykazała, że zastosowanie pasowej uprawy roli ograniczyło liczbę ziaren w kolbie, natomiast zwiększyło liczbę kolb na roślinie i masę tysiąca ziaren w porównaniu do pozostałych sposobów uprawy roli (tab. 3). Większa liczba kolb na roślinie jest wynikiem mniejszej obsady roślin a w zasadzie większej ilości pustych miejsc w rzędzie. Rośliny sąsiadujące z pustym miejscem często wytwarzały drugą kolbę, która jednak była niewielka i słabo zaziarniona, dlatego też średnia liczba ziaren w kolbie uległa obniżeniu. W tej sytuacji sposobem na poprawienie liczby ziaren w kolbie jest zwiększenie obsady roślin, jednak nie przez zwiększenie gęstości siewu a przez jego większą precyzję i lepsze wschody.

W badaniach własnych wywar gorzelniany wykazał słabsze działanie plonotwórcze niż gnojowica i nawożenie mineralne. Według Szulca i in. [2009] wywary gorzelniane charakteryzują się niekorzystnym stosunkiem poszczególnych makroskładników i wymagają wyrównawczego

Tabela 2. Plon ziarna i słomy kukurydzy w zależności od sposobu uprawy roli i nawożenia (średnio 2010-2012)

Table 2. Grain and stover yield as affected by tillage method and fertilization (mean of 2010-2012)

Uprawa roli – Tillage (A)	Nawożenie – Fertilization (B)							Średnia Mean
	K*	Min	G	GEM	GN	GM	W	
Plon ziarna – Grain yield (t·ha ⁻¹)								
Uprawa pasowa Strip tillage	5,75	7,68	7,73	8,20	8,09	8,06	7,03	7,50
Uprawa uproszczona Reduced tillage	5,61	7,84	7,89	7,62	7,38	6,92	7,46	7,25
Uprawa tradycyjna Conventional tillage	6,02	8,46	8,14	8,00	8,42	8,19	7,43	7,81
Średnio – Mean	5,80	8,00	7,92	7,94	7,96	7,73	7,31	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 0,23; B – 0,36; AxB – 0,61							
Plon słomy – Stover yield (t·ha ⁻¹)								
Uprawa pasowa Strip tillage	6,31	7,91	8,47	7,75	8,33	9,12	6,88	7,83
Uprawa uproszczona Reduced tillage	6,38	8,29	7,41	7,72	7,65	7,28	7,28	7,43
Uprawa tradycyjna Conventional tillage	6,71	8,40	7,87	8,31	7,86	7,26	7,95	7,77
Średnio – Mean	6,47	8,20	7,92	7,93	7,95	7,88	7,37	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 0,34; B – 0,52; AxB – 0,90							

* objaśnienia jak w tabeli 1 – Explanation as in table 1

Tabela 3. Elementy plonowania kukurydzy w zależności od sposobu uprawy roli i nawożenia (średnio 2010–2012)

Table 3. Yield component of maize as affected by tillage method and fertilization (mean of 2010–2012)

Uprawa roli – Tillage (A)	Nawożenie – Fertilization (B)							Średnia Mean
	K*	Min	G	GEM	GN	GM	W	
Liczba kolb na roślinie – Number of cobs per plant								
Uprawa pasowa Strip tillage	1,0	1,1	1,1	1,3	1,2	1,3	1,1	1,2
Uprawa uproszczona Reduced tillage	1,0	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1
Uprawa tradycyjna Conventional tillage	1,0	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1
Średnio – Mean	1,0	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 0,1; B – 0,1; AxB – 0,1							

Tabela 3. cd.
Table 3. cont.

Liczba ziaren w kolbie – Number of grains per cob								
Uprawa pasowa Strip tillage	332	369	349	336	359	361	375	354
Uprawa uproszczona Reduced tillage	337	363	383	374	371	362	374	366
Uprawa tradycyjna Conventional tillage	347	368	371	376	366	382	377	370
Średnio – Mean	338	367	368	362	366	368	376	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 8; B – 12; AxB – r.n.							
Masa tysiąca ziaren – Thousand grain weight (g)								
Uprawa pasowa Strip tillage	277	308	313	313	314	308	293	303
Uprawa uproszczona Reduced tillage	267	304	301	307	301	296	296	296
Uprawa tradycyjna Conventional tillage	266	302	309	292	306	301	289	295
Średnio – Mean	270	304	308	304	307	302	293	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 3; B – 5; AxB – r.n.							

* objaśnienia jak w tabeli 1 – Explanation as in table 1
r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

nawożenia mineralnego. Ponadto w świeżym wywarze gorzelnianym praktycznie cały azot występuje w związkach organicznych, natomiast w gnojowicy głównie w formie amonowej, bezpośrednio dostępnej dla roślin [Chambers i in. 2000, Fotyma i in. 2006a, 2006b].

WNIOSKI

1. Technologia pasowej uprawy roli z jednoczesnym, wgłębnym, rzędownym nawożeniem płynnymi nawozami organicznymi jest bezpieczna dla roślin kukurydzy. Nie ogranicza wschodów roślin ani nie wpływa na zwiększenie porażenia przez choroby grzybowe.
2. Plon ziarna uzyskany po pasowej uprawie roli był średnio o 0,31 t·ha⁻¹ niższy niż po uprawie tradycyjnej i o 0,25 t·ha⁻¹ wyższy niż po płytkiej uprawie uproszczonej.
3. Świńska gnojowica, zarówno świeża jak i waloryzowana, dorównywała działaniem plonotwórczym nawożeniu mineralnemu.
4. Wywar gorzelniany, uzyskany z kiszonego ziarna kukurydzy, może być stosowany w nawożeniu kukurydzy, jednak jego działanie plonotwórcze jest słabsze niż gnojowicy.
5. Plony ziarna kukurydzy, uzyskane w technologii pasowej uprawy roli z jednoczesnym, rzędownym nawożeniem gnojowicą nie ustępowały uzyskanym po nawożeniu mineralnym. Nowa metoda łącznego stosowania nawożenia organicznego i pasowej uprawy roli może być stosowana w uprawie kukurydzy na ziarno.

PIŚMIENNICTWO

- Al-Kaisi M., Kwaw-mensah D. 2007. Effect of tillage and nitrogen rate on corn yield and nitrogen and phosphorus uptake in a corn-soybean rotation. *Agron. J.* 99: 1548–1558.
- Aydogdu M., Boyraz N. 2011. Effects of nitrogen and organic fertilization on corn smut (*Ustilago maydis* (DC) Corda.). *Afric. J. Agric. Res.* 6: 4539–4543.
- Blecharczyk A., Małecka I., Skrzypczak G. 2004. Wpływ uproszczonej uprawy roli na plonowanie i zachwaszczenie kukurydzy oraz na właściwości gleby. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(1): 157–163.
- Borowiecki J. 1989. *Metodyka prowadzenia obserwacji w doświadczeniach z kukurydzą*. Wyd. IUNG Puławy, Ser. P (41): ss. 45.
- Chambers B.J., Smith K.A., Pain B.F. 2000. Strategies to encourage better use of nitrogen in animal manures. *Soil Use Manag.* 16: 157–161.
- Fotyma E., Fotyma M., Gosek S. 2006a. Ocena produkcyjnych skutków azotu stosowanego w nawozach mineralnych i gnojowicy. *Naw. Nawoż./Fert. Fertil.* 1: 18–29.
- Fotyma E., Fotyma M., Gosek S. 2006b. Ocena środowiskowych skutków azotu stosowanego w nawozach mineralnych i gnojowicy. *Naw. i Nawoż./Fert. Fertil.* 1: 31–43.
- Hendrix B.J., Young B.G., Chong S. 2004. Weed management in strip tillage corn. *Agron. J.* 96: 229–235.
- Johnson I.J., Christensen J.J. 1935. Relation between number, size and location of smut infections to reduction in yield of corn. *Phytopathology* 25: 223–233.
- Light M.A., Al-Kaisi M. 2005a. Corn response, nitrogen uptake, and water use in strip-tillage compared with no-tillage and chisel plow. *Agron. J.* 97: 705–710.
- Light M.A., Al-Kaisi M. 2005b. Strip-tillage effect on seedbed soil temperature and other soil physical properties. *Soil Till. Res.* 80: 233–249.
- Lipa J. 1992. Wpływ nawożenia mineralnego na występowanie chorób i szkodników roślin. *Post. Nauk Rol.* 2: 30–38.
- Loecke T., Liebman M., Cambardella C., Richart T. 2004. Corn response to composting and time of application of solid swine manure. *Agron. J.* 96: 214–223.
- Piechota T. 2011. Reakcja kukurydzy na pasową uprawę roli w warunkach niedoborów wody. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 559: 153–160.
- Sekutowski T., Rola H. 2010. Wpływ monokultury i systemu uprawy roli oraz ochrony herbicydowej na agrofitycenozę kukurydzy. *Fragm. Agron.* 27(1): 128–140.
- Siódmak J. 1998. *Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych. Rośliny zbożowe. Kukurydza. COBORU. Słupia Wielka*: 1–21.
- Szulc W., Rutkowska B., Łabętowicz J., Gutowska A. 2009. Wywar gorzelniany – odpad czy nawóz organiczny? *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 535: 423–433.
- Ustawa o nawozach i nawożeniu 2007. *Dz.U.* 2007, 147, poz. 1033.
- Vetsch J.A., Randall G.W. 2002. Corn production as affected by tillage system and starter fertilizer. *Agron. J.* 94: 532–540.
- Vetsch J.A., Randall G.W. 2004. Corn production as affected by nitrogen application timing and tillage. *Agron. J.* 96: 502–509.

T. PIECHOTA, M. KOWALSKI, Z. SAWINSKA, L. MAJCHRZAK

ASSESSMENT OF ONE OPERATION STRIP TILLAGE AND IN ROW LIQUID ORGANIC MANURE INJECTION IN MAIZE

Summary

Field study was conducted between 2010 and 2012 to determine the effects of liquid manures injected with strip tillage into plant row just before planting of maize. Strip tillage machine consisted of four units attached to frame. Every unit included shank, covering discs and rolling basket. The applicator consisted

of a plastic tank mounted on the top of frame, valve, delivery hoses and injection tubes installed just after shanks. Average tillage depth was 20 cm and injection 10 cm. five liquid manures (swine manure (LSM), LSM + EM, LSM aerated, LSM after anaerobic digestion, maize distillery effluent) were compared with mineral fertilizer and untreated control. Strip tillage was compared with mouldboard plough and disc harrow. The new technology was save for corn plants. No seedling injury or higher level of plant diseases was observed. Grain yield was slightly lower at strip tillage then after plough but better then after disc harrow. Yield obtained after all types of LSM was on the level of mineral fertilization. Distilley effluent gave good yield, but not as high as after LSM or mineral fertilization. The new technology of injection manure with strip tillage may be applied in maize production.

Key words: strip tillage, liquid swine manure, maize, distillery effluent

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 4.11.2013

Do cytowania – *For citation*:

Piechota T., Kowalski M., Sawinska Z., Majchrzak L. 2014. Ocena przydatności pasowej uprawy roli do dogłębowej aplikacji płynnych nawozów organicznych w uprawie kukurydzy. *Fragm. Agron.* 31(1): 74–82.