



Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
Państwowy Instytut Badawczy

mgr inż. Katarzyna Agnieszka Franke

Autoreferat rozprawy doktorskiej

**Wpływ uprawy ciągłej na zdrowotność, zachwaszczenie
i plonowanie ziemniaka**

Praca doktorska wykonana pod kierunkiem

Dr. hab. Józefa Tyburskiego, prof. nadzwyczajnego
Uniwersytetu Warmińsko - Mazurskiego w Olsztynie

Promotor pomocniczy:

dr inż. Grzegorz Gryń
Zakład Integrowanej Uprawy Roślin Okopowych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin –
Państwowy Instytut Badawczy w Radzikowie

Recenzenci:

Prof. dr hab. Andrzej Blecharczyk
Katedra Agronomii
Wydział Rolnictwa, Ogrodnictwa i Bioinżynierii
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Prof. dr hab. Jolanta Kowalska,
Zakład Rolnictwa Ekologicznego i Ochrony Środowiska,
Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu

WSTĘP

Wybór tematu badań wynika ze specyfiki uprawy gatunku, przede wszystkim wysokich nakładów na wyposażenie techniczne gospodarstw uprawiających ziemniaka, których opłacalność w dużym stopniu warunkowana jest odpowiednio dużą skalą produkcji. Utrzymywanie specjalistycznego wyposażenia technicznego (specjalistycznych maszyn rolniczych oraz przechowalni), przy małej powierzchni uprawy ziemniaka, grozi zapaścią ekonomiczną. Zwiększanie areału uprawy tej rośliny w obrębie danego gospodarstwa, można osiągnąć zwiększając częstotliwość uprawy ziemniaka na tym samym polu. System ten od strony organizacyjnej jest dobrym kierunkiem rozwoju, jednak zwykle towarzyszą mu negatywne konsekwencje, w postaci zwiększonego zagrożenia plantacji ze strony patogenów, szkodników i chwastów. Krańcowym stopniem rozwoju specjalizacji jest uprawa ciągła, w przypadku której cały areał gospodarstwa byłby przeznaczony pod ziemniaka. Chociaż podejmując badania nad ciągłą uprawą ziemniaka nikt nie zamierzał polecać tego systemu praktyce, to krańcowy stopień specjalizacji pozwala wychwycić ewentualne zagrożenia, które mogą się rozwinąć również przy mniejszym stopniu specjalizacji w uprawie danego ziemniopłodu.

Specjalizacja w uprawie roślin w postaci rosnącego wysycania płodozmianu tym samym gatunkiem, wymaga znalezienia odpowiedzi na pytania, takie jak: czy należy oczekiwać wystąpienia tendencji do obniżania wydajności, a jeśli tak, to po ilu latach może dojść do spadku plonów; czy istnieje możliwość skutecznego przeciwdziałania spadkowi plonów; czy zasadna może być uprawa danego gatunku w monokulturze? Odpowiedzi na pytania tego rodzaju wymagają podjęcia wieloletnich doświadczeń płodozmianowych, w tym również tych dotyczących uprawy ciągłej. Na podstawie porównania dwóch skrajnych systemów uprawy (płodozmian i uprawa ciągła), możliwe jest zdefiniowanie i ocena negatywnych skutków odejścia od płodozmianu, ich zakresu oraz gospodarczego znaczenia różnic. Ponadto badania prowadzone w długim okresie pomagają w ocenie zmieniających się przyczyn i skali reakcji gatunków na wieloletnią uprawę po sobie. Pozwalają na ocenę trwałości określonego systemu gospodarowania na przestrzeni lat. Stanowią źródło danych do opracowania i sprawdzenia modeli symulacyjnych opisujących procesy wzrostu i rozwoju roślin oraz zmian zachodzących w glebie. Umożliwiają ocenę wpływu czynników nierolniczych na żyzność gleby i jakość produktów rolniczych [BLECHARCZYK i in. 2018; MARKS i in., 2018].

Próbie oceny aktualnie pojawiających się problemów w ciągłej uprawie ziemniaka podjęto w niniejszej pracy dyplomowej. W trakcie 3-letnich badań udokumentowano wpływ uprawy ciągłej ziemniaka na zdrowotność roślin, zachwaszczenie łąnu oraz wydajność i strukturę plonu bulw. Przedstawione wyniki badań dotyczą ciągłej uprawy ziemniaka w latach 2016, 2017 i 2018, w odniesieniu do uprawy tego gatunku w płodozmianie.

CEL PRACY

W niniejszej rozprawie potraktowano ciągłą uprawę ziemniaka, jako model do badań konsekwencji odejścia od płodozmianu. Sformułowano przy tym dwie hipotezy badawcze:

1/ **pierwszą**, zakładającą, jednostronne wyczerpanie składników pokarmowych z gleby, pogorszenie zdrowotności i wzrost zachwaszczenia, a także zmniejszenie wydajności ziemniaka w uprawie ciągłej w porównaniu do płodozmianu

2/ **drugą**, zakładającą, że zastosowanie środków produkcji zapobiegających pogorszeniu zdrowotności ziemniaka (fungicydów), jego zachwaszczeniu (herbicydów) oraz odpowiedni dobór odmian, zminimalizują niekorzystne następstwa odejścia od płodozmianu.

Powyższe hipotezy weryfikowano w ścisłym, doświadczeniu polowym założonym w 1973 roku, którego trzyletni wycinek z lat 2016 – 2018, stanowiący odpowiednio 44, 45 i 46-ty rok ciągłej uprawy ziemniaka, odniesiony do uprawy tego gatunku w sześciopolowym płodozmianie, był przedmiotem niniejszej rozprawy. W ramach przeprowadzonych badań polowych oraz laboratoryjnych określono wpływ następstwa roślin, zakresu ich chemicznej ochrony oraz doboru odmian, na chemiczne właściwości gleby, zdrowotność ziemniaka, zachwaszczenia łanu, wydajność, strukturę plonu i jakości bulw.

METODY I ZAKRES BADAŃ

Ścisłe, statyczne, wieloletnie doświadczanie polowe z ciągłą uprawą ziemniaka, prowadzone jest od 1973 roku w Zakładzie Produkcyjno – Doświadczalnym Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, mieszczącym się w Bałcynach k/Ostródy.

Doświadczanie założono w układzie split-plot-plot z uwzględnieniem trzech czynników:

I – następstwo roślin:

a/ ziemniak uprawiany w 6-polowym płodozmianie (ziemniak – owies – len włóknisty – żyto ozime – bobik – pszenżyto ozime)

b/ ziemniak w uprawie ciągłej (44,45 i 46 rok uprawy);

II – zakres ochrony chemicznej: poletka bez żadnej ochrony chemicznej, poletka odchwaszczane herbicydami oraz poletka chronione herbicydami i fungicydami;

III – dobór odmian: Red Sonia i Catania

Zakres badań:

- analiza właściwości chemicznych gleby;
- wybrane aspekty zdrowotności ziemniaka;
- zachwaszczenie;
- ocena wielkości i jakości (w tym struktury) plonu bulw.

Szczegółowe badania przeprowadzono zgodnie z przyjętymi metodami doświadczalnictwa polowego i metodykami badań wartości gospodarczej odmian roślin uprawnych, protokołami diagnostycznymi z uwzględnieniem obowiązujących rozporządzeń dotyczących jakości handlowej bulw ziemniaka. W ramach oceny statystycznej wykonano analizę wariancji, a w ocenie istotności różnic pomiędzy średnimi zastosowano test Tukey`a na poziomie istotności 0.05 [GINTER, 1981, KAMASA, 1998, ROZRTOPOWICZ, 1999, TURNER 1998, PM 7/40(3)].

WYNIKI

1/ Właściwości chemiczne gleby

Gleba na polu doświadczalnym niezależnie od następstwa roślin, zakresu ochrony i odmiany, charakteryzowała się kwaśnym odczynem, wysoką zawartością fosforu i potasu oraz średnią zawartością magnezu. Wbrew teorii wyjaśniającej zmęczenie gleby (*soil sickness*) poprzez jednostronne wyczerpanie składników pokarmowych, stwierdzono wzrost zawartości substancji organicznej w glebie z uprawy ciągłej (1,7% wobec 1,3% w glebie z płodozmianu). Wyników tych nie potwierdzają badania innych autorów [GAWROŃSKA 1997; STUPNICKA-RODZYŃKIEWICZ, 1970; KÖNNECKE, 1974; HRUSZKA, 1982; WÓJCIK-WOJTKOWIAK, 1987]. Odnotowany w badaniach własnych wzrost zawartości próchnicy na poletkach uprawy ciągłej, może być konsekwencją wprowadzania do gleby dużej ilości biomasy chwastów, rok rocznie wprowadzanej do gleby w ilości równoważnej ok. 15-tonowej dawce obornika.

Oba systemy uprawy cechowała odmienna zasobność gleby w mikroelementy. Większa zasobność w mikroelementy poletek uprawy ciągłej, najprawdopodobniej wynika z mniejszej wydajności ziemniaka w uprawie ciągłej (mniejszego wynoszenia mikroelementów z plonami).

2/ Zdrowotność ziemniaka

Podczas wegetacji ziemniaka określano cechy, tempo szerzenia się zarazy ziemniaka, zasiedlenie łodyg patogenami, obecność mątwika ziemniaczanego na korzeniach ziemniaka oraz porażenie bulw chorobami skórki.

Morfometria roślin ziemniaka. W pełni wegetacji stwierdzono różnice pomiędzy tempem wzrostu i rozwoju roślin na poletkach płodozmianu i uprawy ciągłej. Od fazy początku zwierania rzędów, odnotowano 7-dniowe opóźnienie wegetacji roślin uprawianych po sobie, w stosunku do tych z płodozmianu. Na podstawie oceny parametrycznej łanu we wszystkich wariantach doświadczenia stwierdzono statystycznie istotne różnice dokumentujące słabszy rozwój roślin w

uprawie ciągłej. W obiektach chronionych chemicznie odnotowano poprawę niektórych parametrów rozwoju ziemniaka. Lepsze wyniki parametryczne uzyskały rośliny odmiany Catania.

Zaraza ziemniaka (*Phytophthora infestans*) wstąpiła na wszystkich poletkach doświadczenia. Obserwacje polowe wykazały różnice w tempie szerzenia choroby. Na przebieg rozwoju zarazy na roślinach miały wpływ wszystkie badane czynniki doświadczalne (następstwo roślin, zakres ochrony chemicznej, dobór odmian) oraz zmienne warunki pogodowe w latach badań. Zaraza ziemniaka występowała najwcześniej i miała bardziej dynamicznym przebieg, na poletkach uprawy ciągłej. Pomimo stosowanej ochrony chemicznej, w uprawie ziemniaka po sobie, miał miejsce szybki rozwój zachwaszczenia, który sprzyjał zwiększeniu wilgotności w łanie, a pośrednio również przyspieszeniu rozwojowi zarazy ziemniaka. Ponadto szybciej choroba postępowała na odmianie Red Sonia, o mniejszej odporności na *P. infestans*. Ochrona fungicydem była skuteczniejsza w uprawie ciągłej w przypadku odmiany ziemniaka o średniej odporności (Red Sonia). Opóźnienie rozwoju choroby o kilka dni korzystnie wpłynęło na przyrost plonu.

Patogeny zasiedlające łodygi ziemniaka. W pełni wegetacji łodygi ziemniaka zasiedlone były przez grzyby z rodzajów *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Verticillium* i *Alternaria*. Nasilenie ich występowania było niskie (zasiedlały do 4% ocenianych łodyg) i nie zależało od następstwa roślin, doboru odmian, czy zakresu ochrony chemicznej. Grzyby te nie wywoływały widocznych objawów chorobowych, jednak ich obecność w łodygach stanowi ciekawy temat dla kontynuacji i poszerzenia badań nad uprawą ciągłą ziemniaka [Liu i in., 2014].

Mątwik ziemniaczany (*Globodera rostochiensis*) w omawianym doświadczeniu szybko osiągnął bardzo wysokie zagęszczenie w glebie i był poważnym zagrożeniem dla możliwości kontynuacji uprawy ciągłej ziemniaka jeszcze w latach 70-tych XX-wieku [ZAWIŚLAK i in., 1989]. Od momentu wprowadzenia do uprawy wyłącznie odmian odpornych, nastąpił radykalny spadek populacji mątwika, do poziomu nie wywierającego wpływu na wydajność bulw. Nie uzyskano jednak całkowitej jego eliminacji z poletek uprawy ciągłej. Powstało więc przypuszczenie, że w doświadczeniu pojawił się patotyp mątwika, na który uprawiane odmiany ziemniaka nie były odporne. Wobec powyższego przeprowadzono test biologiczny określania patotypu, w wyniku którego potwierdzono występowanie mątwika ziemniaczanego *G. rostochiensis* patotypu Ro1, czyli występującego powszechnie na terenie kraju.

Choroby skórki bulw. W badaniach własnych zwrócono również uwagę na choroby skórki, których znaczenie w uprawie (a także w hodowli) ziemniaka jadalnego rośnie [DZWONKOWSKI, 2019; DZWONKOWSKI i in., 2019; STAŃKO i MIKUŁA, 2021]. Na bulwach stwierdzono porażenie bulw przez *Streptomyces csabies*, *Helminosporium solani* oraz *Rhizoctonia solani*. W omawianym okresie badań (2016-2018) współczynnik porażenia bulw

chorobami skórki był niski, warunkowany przede wszystkim czynnikami glebowymi i przebiegiem pogody.

3/ Zachwaszczenie ziemniaka

Od początku okresu wegetacji ziemniaka obserwowano różnice w zachwaszczeniu pól warunkowane systemem uprawy, zakresem ochrony i doбором odmiany. Wprawdzie skład gatunkowy zbiorowisk chwastów był zbliżony dla obu systemów uprawy (w sumie 12 gatunków w uprawie ciągłej i 11 w płodozmianie), jednak ich liczebność i biomasa były znacznie większe na poletkach uprawy ciągłej (tab. 1). Wolniejszy rozwój roślin ziemniaka ułatwiał szybki wzrost chwastom, które w krótkim czasie zdominowały poletka uprawy ciągłej.

Tabela 1. Obsada i biomasa chwastów ziemniaka odmian Catania i Red Sonia w płodozmianie i uprawie ciągłej, Bałcyny, 2016 - 2018

Odmiana	Płodozmian				Uprawa ciągła			
	O	H	H+F	średnia	O	H	H+F	średnia
Obsada chwastów, szt. · m ⁻²								
Catania	4,7	3,5	3,8	4,0	75,5	53,6	54,3	61,1
Red Sonia	6,3	4,7	4,8	5,3	85,1	59,3	59,9	68,1
Średnia	5,5	4,1	4,3	4,7	80,3	56,5	57,1	64,6
Biomasa chwastów, g · m ⁻²								
Catania	63	44	43	50	1206	955	953	1038
Red Sonia	74	62	59	65	1288	976	971	1078
Średnia	69	53	51	58	1247	966	962	1058

O – poletka bez ochrony chemicznej, H – poletka chronione herbicydem, H+F – poletka chronione herbicydem i fungycydami

Na podstawie oceny składu florystycznego oraz biomasy świeżych chwastów dokonanych w pełni okresu wegetacji ziemniaka, stwierdzono iż system następstwa roślin (płodozmian, uprawa ciągła) istotnie różnicował zachwaszczenie ziemniaka. Obsada chwastów na poletkach uprawy ciągłej była średnio 14-krotnie, a biomasa 18-krotnie, większa niż w płodozmianie.

Ponadto stwierdzono tendencję do zwiększonego zachwaszczenia ziemniaka w obiektach bez ochrony herbicydowej dla obu omawianych odmian. Ochrona przed zachwaszczeniem obejmowała zabiegi obredlania, a na wyznaczonych poletkach oprysk Afalonem dyspersyjnym, wykonywany przed wschodami ziemniaka.

W badaniach własnych istotnym czynnikiem wpływającym na zachwaszczenie ziemniaka był dobór odmian. Na poletkach z uprawą odmiany Catania w początkowym okresie wegetacji,

rozwój chwastów był częściowo hamowany przez szybki wzrost roślin ziemniaka i szybsze zakrycie międzyrzędzi. Odmiana Red Sonia wytwarzała mniejszą biomasa nadziemną, a ponadto szybciej ulegała porażeniu przez zarazę ziemniaka, co ułatwiało ekspansję chwastom.

W zbiorowisku chwastów ciągłej uprawy ziemniaka dominowała *Echinochloa crus-galli*, której biomasa przekraczała 600g na 1 m², stanowiąc blisko 60% całej biomasy chwastów. Duży udział w biomacie chwastów w uprawie ciągłej stanowiły chwasty wieloletnie: *Agropyron repens* i *Equisetum arvense*, *Sonchus arvensis*, *Cirsium arvense* i *Mentha arvense*. W płodozmianie gatunki te występowały sporadycznie lub wcale.

Konsekwencją odejścia od zasad poprawnego zmianowania jest wzrost zachwaszczenia, które prowadzi do kumulowani diaspor chwastów w glebie. W badaniach wielu autorów stwierdzono istotny spadek plonu ziemniaka przy zagęszczeniu chwastów powyżej 40 szt. · m⁻², przy czym straty plonu powodowane przez roślinność segetalną mogą sięgać nawet 70% [ALMOND i in., 1997; KUŚ, 1995; POMYKALSKA, 1988; RESZEL i RESZEL, 1999; URBANOWICZ, 2010]. Wartości te są bliskie uzyskanym w badaniach własnych, na poletkach ciągłej uprawy ziemniaka. Ponadto na tych poletkach zauważono przyspieszony rozwój zarazy ziemniaka co potwierdza inne doniesienia literaturowe świadczące o pośrednim znaczeniu chwastów w szerzeniu się patogenów ziemniaka [FREDERICK i in., 2017].

4/ Wielkość i struktura plonu bulw

Generalnie uzyskano wysokie plony ziemniaka. W przyrodniczo poprawnym płodozmianie odmiana Catania średnio w okresie badań wydała 48,9 t bulw z ha, a Red Sonia 38,3 t · ha⁻¹. Stwierdzono przy tym silne, statystycznie istotne, zróżnicowanie wydajności bulw w zależności od wszystkich czynników doświadczenia (następstwo roślin, dobór odmian, zakres ochrony chemicznej), jak również od przebiegu pogody w kolejnych latach badań (tab. 2).

Tabela 2. Wydajność bulw [t · ha⁻¹] w płodozmianie i uprawie ciągłej, Bałcyny 2016-2018

Odmiana	Płodozmian				Uprawa ciągła			
	O	H	H+F	Średnie	O	H	H+F	średnie
Catania	46,9	47,0	52,7	48,9	22,6	24,2	27,1	24,6
Red Sonia	37,2	38,0	39,8	38,3	17,4	23,2	24,2	21,6

O – poletka bez ochrony chemicznej, **H** – poletka chronione herbicydem, **H+F** – poletka chronione herbicydem i fungicydami

Wydajność bulw najsilniej warunkowana była w przez następstwo roślin. Obie odmiany charakteryzowała wysoka wydajność w 6-polowym płodozmianie oraz istotnie mniejsza w uprawie ciągłej: średnio o 50 % dla odmiany Catania oraz o 46 % dla odmiany Red Sonia.

Zastosowanie herbicydów w płodozmianie nie przyniosło wzrostu wydajności u żadnej z odmian, co oznacza że płodozmian w wystarczającym stopniu chronił ziemniaka przed nadmiernym zachwaszczeniem. Znaczenie ochrony fungicydowej dla wydajności ziemniaka było większe w uprawie ciągłej. W największym stopniu ochrona chemiczna zrekompensowała brak płodozmianu w ciągłej uprawie odmiany Red Sonia w roku 2017 – na poletkach chronionych uzyskano wówczas plon bulw o 10 t większy niż z poletek kontrolnych.

Oprócz wielkości plonu ogromnie ważny, szczególnie w ocenie ekonomicznej, jest udział bulw dużych, czyli plon handlowy, który stanowi główne źródło dochodu. W niniejszej pracy określono strukturę plonu uwzględniając trzy frakcje bulw: bulwy drobne (odpad) oraz dwie sadzeniaki i bulwy duże, stanowiące plon handlowy. Udział frakcji bulw w plonie zależał od wszystkich trzech czynników doświadczalnych: następstwa roślin, odmiany oraz zakresu ochrony ziemniaka. Największą całkowitą masę bulw spod 1 krzaka notowano u roślin uprawianych w płodozmianie (Catania -1167g i Red Sonia - 929,7g). Wskutek uprawy ciągłej zmniejszeniu udziału bulw dużych o połowę, towarzyszył prawie dwukrotny wzrost udziału bulw średniej wielkości (sadzeniaków) i bulw drobnych (odpadów). Jednoznacznie świadczy to o pogorszeniu kondycji roślin uprawianych przez ponad 40 lat po sobie. Średnia masa jednej bulwy dla plonu pozyskanego ze zmianowania wyniosła ok. 86 g (dla obydwu odmian) i była mniejsza w uprawie ciągłej o 26,7g i 39,5g, odpowiednio dla odmiany Catania i Red Sonia.

Wielkość plonu handlowego ziemniaka warunkuje zysk, jaki rolnik może osiągnąć sprzedając bulwy zgodnie z ich przeznaczeniem. Po odrzuceniu bulw, które nie spełniają wymogów, ziemniak handlowy pochodzący z uprawy ciągłej stanowił średnio 45,5% plonu uzyskanego z płodozmianu. Warto dodać, że w frakcji bulw dużych, ich plon w płodozmianie był ponad trzykrotnie większy niż w uprawie ciągłej!

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Podjęwając badania sformułowano dwie hipotezy. Pierwsza z nich, zakładała, że wskutek uprawy ciągłej nastąpi jednostronne wyczerpanie składników pokarmowych z gleby, zdrowotność ziemniaka będzie gorsza niż w płodozmianie, a zachwaszczenie większe, wobec czego dojdzie do zmniejszenia wydajności i pogorszenia jakości bulw. Hipoteza ta okazała się słuszna w stosunku do wzrostu zachwaszczenia i bardzo dużego spadku wydajności oraz dorodności bulw, natomiast nie sprawdziła się w odniesieniu do chemicznych właściwości gleby oraz zdrowotności ziemniaka (z wyjątkiem szybszego rozwoju zarazy).

Druga z hipotez, zakładała możliwość zmniejszenia niekorzystnego wpływu braku właściwego następstwa roślin na ich rozwój, poprzez aplikację chemicznych środków ochrony roślin oraz dobór odmian. Chemiczna ochrona przed zachwaszczeniem nie

zwiększyła wydajności ziemniaka w płodozmianie, w przeciwieństwie do poletek uprawy ciągłej, gdzie ograniczyła straty w plonach. Fungicydy stosowane przeciw zarazie ziemniaka również częściowo spełniły swoją rolę, wydłużając okres wegetacji i redukując spadki wydajności bulw. Z uprawianych odmian większą wydajność uzyskała Catania, ale obydwie silnie obniżyły wydajność w reakcji na wieloletnią uprawę po sobie.

Wyniki badań uzyskane w 44., 45. i 46-tym roku uprawy ziemniaka po sobie na tle 6-polowego płodozmiannu, pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Nie stwierdzono jednostronnego wyczerpania gleby ze składników pokarmowych wskutek ciągłej uprawy ziemniaka, a nawet odnotowano tendencję do wzrostu jej zasobności w potas, fosfor oraz w mikroelementy. Stwierdzono korzystny wpływ uprawy ciągłej na zasobność gleby w materię organiczną.
2. Rośliny ziemniaka w następstwie uprawy ciągłej charakteryzowały się gorszymi parametrami morfometrycznymi w pełni okresu wegetacji oraz szybszym rozwojem zarazy ziemniaka. Stosowanie środków ochrony roślin wpłynęło korzystnie na parametry morfometryczne roślin.
4. W okresie prowadzonych badań w łodygach ziemniaka zidentyfikowano obecność grzybów z rodzajów *Fusarium*, *Alternaria*, *Verticillium*, *Rhizoctonia*. Zasiedlenie łodyg w/w grzybami było niewielkie, a przy tym nie zależało ani od następstwa roślin, ani zakresu ochrony, czy doboru odmian.
5. W glebie potwierdzono obecność mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*), patotyp Ro1, który występował w bardzo niskim zagęszczeniu, nie mającym żadnego wpływu na wydajność ziemniaka.
6. Liczebność i biomasa chwastów w uprawie ciągłej była wielokrotnie większa niż w płodozmianie. W płodozmianie średnia liczba chwastów wynosiła 4 szt.m⁻², podczas gdy w uprawie ciągłej 53 szt.m⁻². Biomasa chwastów w uprawie ciągłej była niemal 18-krotnie większa niż w płodozmianie. Aplikacja herbicydu istotnie zmniejszyła zachwaszczenie ziemniaka w uprawie ciągłej. Skład gatunkowy chwastów nie zależał od systemu następstwa roślin. Dominującymi gatunkami chwastów były: *Echinochloa crus-galli*, *Agropyron repens*, *Equisetium arvense* i *Polygonum convolvulus*.
7. Bulwy ziemniaka uległy niewielkiemu porażeniu przez *Rhizoctonia solani*, *Streptomyces csabies* i *Helminthosporium solani*. Na indeks ich porażenia nie miał istotnego wpływu żaden z czynników doświadczenia – ani następstwo roślin, ani dobór odmian, ani zakres ochrony chemicznej.
8. W płodozmianie średni plon bulw odmiany Catania wyniósł 48,9 t z ha, a odmiany Red Sonia 38,3 t z ha. Wydajność ziemniaka warunkowana była przez wszystkie czynniki doświadczenia, tj. następstwo roślin, dobór odmian i zakres ochrony chemicznej. Plon bulw uzyskanych z uprawy ciągłej był średnio o 50% mniejszy niż w płodozmianie dla odmiany Catania oraz o 46% mniejszy dla odmiany Red Sonia.
9. Największą masę bulw spod jednego krzaka uzyskano dla odmiany Catania - średnio 1167g, podczas gdy dla odmiany Red Sonia była ona o 20% mniejsza wynosząc 930g. Udział frakcji bulw w plonie zależał istotnie od wszystkich czynników doświadczalnych: następstwa roślin, odmiany oraz zakresu chemicznej ochrony ziemniaka.

11. Spośród uprawianych odmian ziemniaka, Catania charakteryzowała się korzystniejszymi parametrami oceny morfometrycznej, lepszą odpornością na zarazę i większą wydajnością.

12. Wobec niewielkiego stopnia porażenia roślin i braku związku nasilenia odnotowanych jednostek chorobowych z systemem następstwa roślin, w latach 2016 – 2018 za najważniejszy czynnik ograniczający wydajność ziemniaka w uprawie ciągłej uznano bardzo silne zachwaszczenie.

CYTOWANE PIŚMIENNICTWO

ALMOND R. N., MURRAY M. W., GREGORY E.J., SMEAL D. 1997: *Weed control in field of potatoes*. Data dostępu: 14.03.2020r. Strona internetowa: www.aces.nmsu.edu

BLECHARCZYK A., MAŁECKA – JANKOWIAK., SAWINSKA Z., PIECHOTA T., WANIOREK W. 2018: *60-letnie doświadczenie nawozowe w Brodach z uprawą roślin w zmianowaniu i monokulturze*. (red.) M. Marks, Jastrzębska M., Kostrzevska M.K. Eksperymenty wieloletnie w badaniach rolniczych w Polsce. Wyd. UWM w Olsztynie, 280ss

DZWONKOWSKI W. 2019: *Rynek ziemniaka, stan i perspektywy. Analizy rynkowe*. IERiGŻ-PIB, MRiRW, Nr 46

DZWONKOWSKI W., SZCZEPANIAK I., ZDZIARSKA T. 2019: *Popyt na ziemniaki*. W: Dzwonkowski red. Rynek ziemniaka stan i perspektywy. IERiGŻ-PIB 46:20-26

FREDERICK Z. A., CUMMINGS T. F., JOHANSON D. A. 2017: *Subceptibility of weedy hosts from Pacific Notrhwest potato production systems to crop aggressive isolates of Verticillium dahliae*. Plant Dis. 101: 1500-1506

GAWROŃSKA A. 1997: *Zmianowanie roślin a zmęczenie gleby*. Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis. Agricultura 64: 67-79

GINTER Z. 1981: *Podręcznik doświadczałnictwa polowego w ochronie roślin*. Tłum z j. niemieckiego. Wyd. IOR, Poznań, 244ss

KÖNNECKE G. 1974. *Zmianowanie*. PWRiL, Warszawa 395ss

HRUSZKA M. 1982. *Studia nad toksycznością związków fenolowych w uprawach monokulturowych*. Acta Univ. Agric. (Brno), fac. Agron., 30(3): 79-85

KAMASA J. 1998: *Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych. Rośliny rolnicze, bulwiaste i korzeniowe, ziemniak*. Wyd. I. Słupia Wielka, 19ss

KUŚ J. 1995: *Systemy gospodarowania w rolnictwie. Rolnictwo integrowane*. Wyd. IUNG Puławy. Mat. Szkol. 42: 38ss

LIU X., ZHANG J., GU T., ZHANG W., SHEN Q., YIN S., QIU H. 2014: *Microbial community diversities and taxa abundances in soils along a seven-year gradient of potato monoculture using high throughput pyrosequencing approach*. PlosOne. 9(1): 1-10

MARKS M., RYCHCIK B., TREDER K., TYBURSKI J. 2018: *50-letnie badania nad uprawą roślin w płodozmianie i w monokulturze – źródło wiedzy i pomnik kultury rolnej*. [W]: Marks M., JASTRZĘBSKA M., KOSTRZEWSKA M.K. Eksperymenty wieloletnie w badaniach rolniczych w Polsce. Wyd. UWM. Olsztyn, 41-56

NIEWIADOMSKI W. 1995: *Nauka o płodozmianie – stan i perspektywy*. Post. Nauk Roln. 42(3):127-139

POMYKALSKA A. 1988: *Wpływ stopnia zachwaszczenia na plonowanie ziemniaka*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 349:25-34

RESZEL R.S., RESZEL H. 1999: *Potato yield in crop rotation and 16-yeat continuous growing*. Rostlinna Vyroba UZPI (Czech Republic) 45(6):279-281

ROZTROPOWICZ S. red. 1999: *Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem*. IHAR O/Jadwisin, 50ss.

RYKACZEWSKA K. 2012: *Fizjologiczne uwarunkowania potencjału plonotwórczego sadzeniaków tradycyjnych i minibułw*. W: Chotkowski J. (red.): Produkcja i rynek ziemniaka. Wieś Jutra. Warszawa, 67-76

- SAWICKA B., PSZCZÓLKOWSKI P. 2004: *Fenotypowa zmienność struktury plonu odmian ziemniaka środkowo-wschodniej Polski*. Biul. IHAR. 232: 53-66
- STAŃKO S., MIKUŁA A. 2021: *Zmiany w produkcji, handlu zagranicznym i zużyciu krajowym ziemniaków w Polsce w latach 2001-2019*. Problemy Rolnictwa Światowego 21(XXXVI)1:33-51
- STUPNICKA-RODZYŃKIEWICZ E. 1970: *Zjawisko allelopatii między niektórymi roślinami uprawnymi i chwastami*. Acta Agr. Silv. Agricult., 10(2): 75-106
- TURNER S. 1998: *Potato cyst nematodes, biology, distribution and control*. Cab international 424p
- URBANOWICZ J. 2010: *Ochrona plantacji ziemniaka przed zachwaszczeniem*. Ziem. Pol. 25-30
- WÓJCIK-WOJTKKOWIAK D. 1987. Rola allelopatii w rolniczych ekosystemach. Post. Nauk Roln., 1-2:37-55
- ZAWIŚLAK K., RZESZUTEK I., SOWA S., GRONOWICZ Z., TYBURSKI J. 1989: *Zwalczanie mątwika ziemniaczanego za pomocą płodozmianu i odpornych odmian ziemniaka*. Wyd. II pop. i uzupeł., Wyd. ART.Olsztyn, 163-171