

KRYSTYNA ZARZECKAKatedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny, Siedlce

Technologia uprawy ziemniaka w zrównoważonym systemie gospodarowania (praca przeglądowa)

Cultivation technology of potato in sustainable farming system (review)

W opracowaniu przedstawiono różne systemy gospodarowania w rolnictwie i technologię uprawy ziemniaka w systemie zrównoważonym. Głównym celem rolnictwa zrównoważonego jest uzyskanie optymalnych plonów o bardzo dobrej jakości przy zmniejszonych dawkach nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin. Do ważnych czynników agrotechnicznych wpływających na wielkość i jakość plonu ziemniaka należą: dobór odmian odpornych na choroby i szkodniki, właściwa uprawa roli, nawożenie organiczne i międzyplonami uzupełnione nawożeniem mineralnym, terminowe i dokładne sadzenie, właściwa pielęgnacja i ochrona przed chorobami i szkodnikami, przygotowanie plantacji do zbioru i zbior.

Słowa kluczowe: systemy gospodarowania, ziemniak, zrównoważona technologia uprawy

The aim of this paper is to present different farming systems in agriculture and cultivation technology of potato in a sustainable system. The main aim of the sustainable agriculture is to obtain optimum yields of very good quality with reduced doses of mineral fertilizers and pesticides. Important cultivation factors affecting the level and quality of potato yield include: selection of potato cultivars resistant to diseases and pests, proper soil tillage, organic and intercrop supplemented with mineral fertilization, precise and timely planting, proper cultivation and protection of crops against diseases and pests, preparation for harvest and harvesting.

Key words: farming systems, potato, sustainable technology of cultivation

WSTĘP

Przez cały wiek XIX i pierwsze dekady wieku XX kraje rozwinięte żyły kultem nowoczesności. Zagrożenia i katastrofy ekologiczne w środowisku pod koniec lat 70. ubiegłego wieku (np. awaria reaktora atomowego w Czarnobylu, zniszczenia biosfery po Wojnie nad Zatoką Perską) uświadomiły, że rozwój społeczno-gospodarczy wykreowany przez człowieka nie jest bezpieczny. Na tle kryzysu cywilizacyjnego i modernizacji zrodził

Redaktor prowadzący: Wojciech Nowacki

się rozwój podtrzymywalny, zamiennie zwany rozwojem trwałym, ekorozwojem, a najczęściej rozwojem zrównoważonym (ang. sustainable development) (Borkowski, 2001; Krasowicz, 2008).

Rozwój zrównoważony to gospodarowanie środowiskiem przez żyjące pokolenie, które powinno respektować interesy przyszłych pokoleń, a w szczególności zapewnić im warunki rozwoju i zaspokojenia potrzeb na poziomie przynajmniej nie obniżonym w odniesieniu do obecnego. Zrównoważony rozwój społeczno-gospodarczy jest jednym z najważniejszych wyzwań współczesnego świata. Rozwój ten odnosi się do aspektów środowiskowych, gospodarczych i społecznych. Idea rozwoju zrównoważonego stała się w ostatnich kilkunastu latach jednym z podstawowych wyznaczników kierunków gospodarki w świecie (Czarski, 2011). W rozwój zrównoważony wpisuje się główna gałąź gospodarki — rolnictwo zrównoważone. Raman (2006) stwierdził, że "Potrzeba jedzenia należy do podstawowych potrzeb człowieka, dlatego rolnictwo jest i pozostanie najbardziej powszechną i najważniejszą dziedziną działalności ludzkiej".

Rolnictwo zrównoważone wyróżnia się tym, że:

- wydajność biologiczna produkcji roślinnej i zwierzęcej jest wystarczająca aby zaspokoić potrzeby ludności,
- produkcja zapewnia bezpieczeństwo ekologiczne i jakość środowiska,
- produkcja jest opłacalna pod względem ekonomicznym,
- produkcja jest społecznie akceptowalna.

Według Fabera (2001) i Ramana (2006) rolnictwo zrównoważone realizuje równocześnie i harmonijnie cele produkcyjne, ekonomiczne, ekologiczne i społeczne.

Kuś (1995, 2002) wyróżnił w rolnictwie trzy **systemy gospodarowania**:

1. konwencjonalny (intensywny, uprzemysłowiony, klasyczny, zindustrializowany itp.),
2. ekologiczny (biologiczny, organiczny, alternatywny, biologiczno-organiczny, znaturalizowany itp.),
3. integrowany (zintegrowany, zrównoważony, harmonijny, ekologiczno-ekonomiczny itp.).

Podstawą wyróżnienia powyższych systemów jest stopień uzależnienia rolnictwa od przemysłowych środków produkcji, głównie nawozów mineralnych i pestycydów oraz jego oddziaływanie na środowisko przyrodnicze. Kuś (1995) scharakteryzował systemy rolnicze według następujących wskaźników: gospodarstwo, zmianowanie, nawożenie, międzyplony, dawki NPK, orka, materiał siewny, odmiany, siew, pielęgnacja, kształtowanie krajobrazu.

Przyjęte są następujące definicje systemów rolniczych:

rolnictwo konwencjonalne — sposób gospodarowania ukierunkowany na maksymalizację zysku, osiąganego dzięki dużej wydajności roślin i zwierząt. Wydajność tę uzyskuje się w wyspecjalizowanych gospodarstwach stosujących technologie produkcji oparte na dużym zużyciu przemysłowych środków produkcji i bardzo małych nakładach robocizny,

rolnictwo ekologiczne — sposób gospodarowania, w którym stosuje się środki naturalne, nieprzetworzone technologicznie i który zapewnia trwałą żyzność gleby i zdrowotność zwierząt oraz wysoką jakość biologiczną produktów rolniczych,

rolnictwo integrowane — sposób gospodarowania, który umożliwia realizację celów ekonomicznych i ekologicznych poprzez świadome wykorzystanie najnowszych osiągnięć nauki i techniki w zakresie ochrony środowiska i rolnictwa, którego celem jest uzyskanie produktów rolnych o najwyższej jakości, bezpiecznych dla zdrowia ludzi i zwierząt.

DYSKUSJA I WYNIKI

Produkcja integrowana jest reakcją i odpowiedzią na zagrożenia, jakie stwarza wysoki stopień chemizacji rolnictwa, a tym samym perspektywą dla konsumentów, którzy poszukują bezpiecznej, dobrej jakości żywności (Kukuła i Krasowicz, 2007). Integrowana produkcja rolnicza jest systemem gospodarowania łączącym Dobrą Praktykę Rolniczą (sposób gospodarowania zgodny z prawami przyrody), Integrowaną Ochronę Roślin (zabiegi uprawowe, biologiczne i chemiczne zapewniające występowanie agrofagów poniżej progów ich ekonomicznej szkodliwości) oraz Postęp Biologiczny (odmiany o wysokiej odporności na choroby i szkodniki oraz stropy środowiskowe) (Nowacki i in., 2013).

W zrównoważonym systemie gospodarowania udział ziemniaka w zmianowaniu z agronomicznego punktu widzenia jest bardzo ważny. Ziemniak jest główną rośliną rolniczą, mimo że powierzchnia jego uprawy ciągle się zmniejsza i w 2013 roku wynosiła 270 tys. ha (GUS, 2013). Należy on do gatunków o największej produktywności z jednostki powierzchni w czasie. Poziom plonowania nowych odmian wynosi ponad 70 t z 1 ha, a plon potencjalny w europejskiej szerokości geograficznej przekracza 100 ton. Zmniejsza się też wielokierunkowe użytkowanie bulw ziemniaka. Aktualnie dominuje wykorzystanie plonu bulw ziemniaka w bezpośredniej konsumpcji i stanowi surowiec do przetwórstwa spożywczego i skrobiowego. Jego miejsce w sektorze paszowym i energetycznym zajęły zboża oraz kukurydza, a na paszę wykorzystuje się plon uboczny i nadwyżki produkcyjne (Nowacki, 2012 a). Zmianie podlegają także stosowane technologie uprawy ziemniaka. Do praktyki rolniczej coraz częściej wprowadza się technologie specjalistyczne osadzone w różnych systemach gospodarowania. Aktualnie w kraju stosowane są następujące systemy uprawy ziemniaka:

- konwencjonalny intensywny,
- konwencjonalny zrównoważony,
- konwencjonalny ekstensywny,
- certyfikowany system integrowanej produkcji,
- certyfikowany system ekologiczny (Jabłoński, 2009; Nowacki, 2012 b).

Nowacki (2012 b) na podstawie dziesięcioletnich badań monitoringowych stwierdził, że gospodarstwa średniej wielkości, o powierzchni od 1 do kilku hektarów, stosują głównie średnio nakładową zrównoważoną technologię uprawy. Ten system uprawy ziemniaka jest bardzo zbliżony pod względem technologii z systemem integrowanej produkcji, ale nie posiada certyfikacji. Gospodarstwa te prowadzą rynkową produkcję głównie ziemniaka jadalnego oraz skrobiowego dla przemysłu krochmalniczego. W tym systemie gospodarowania jest umiarkowany poziom nawożenia mineralnego, częste stosowanie obornika lub międzyplonów, mechaniczno-chemiczna regulacja zachwaszczenia,

ograniczona liczba zabiegów ochronnych przeciw chorobom i szkodnikom, ale mały udział kwalifikowanego materiału sadzeniakowego i nie stosuje się nawadniania. Gospodarstwa te charakteryzuje wysoki poziom agrotechniki, właściwe zmianowanie i tradycyjna uprawa gleby. System ten powinien najbardziej odpowiadać polskim rolnikom, którzy uprawiają ziemniak w średniej wielkości gospodarstwach.

W związku ze zwiększającymi się wymaganiami jakościowymi technologia uprawy ziemniaka wymaga dużej wiedzy, staranności oraz wprowadzenia zmian na poszczególnych etapach produkcji. Do najważniejszych zmian zachodzących w uprawie należą: uprawa nowych odmian ziemniaka, zwiększenie miąższości warstwy ornej gleby i stosowanie agregatów wieloczynnościowych, optymalne terminy sadzenia i zwiększanie szerokości międzyrzędzi, stosowanie nawozów naturalnych, organicznych i mineralnych zgodnie z potrzebami roślin i zasobnością gleby, nawadnianie i dolistne dokarmianie roślin, racjonalna ochrona przed chorobami, szkodnikami i chwastami (zgodnie z progami szkodliwości i monitoringiem zagrożeń), starannie przeprowadzony zbiór (Gruczek, 2001; Jabłoński, 2010; Nowacki, 2010; Zarzecka, 2006).

Podstawowym celem w technologii produkcji ziemniaka jest uzyskiwanie stabilnych, o wysokiej jakości plonów dostarczanych na rynek zgodnie z wymogami danego kierunku użytkowania. Ponadto ważnym staje się proces ekologizacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej oraz obniżenie kosztów uprawy (Nowacki, 2010, 2012 c).

W produkcji rolniczej coraz większego znaczenia nabiera zrównoważony sposób gospodarowania, w którym ważne jest stosowanie takich zasad agrotechniki i mechanizacji, aby zabiegi w kompleksowej technologii produkcji były nieszkodliwe dla środowiska naturalnego, miały korzystny wpływ na wzrost i rozwój roślin, a także gwarantowały osiąganie optymalnych plonów o wysokiej jakości. Dotyczy to wszystkich elementów agrotechniki ziemniaka, które obejmują:

- dobór odmian odpornych na agrofagi i zgodny z kierunkiem użytkowania,
- kwalifikowany materiał sadzeniakowy,
- właściwe zmianowanie i zabiegi uprawowe,
- nawożenie obornikiem i międzyplonami uzupełnione nawożeniem mineralnym,
- trafny dobór zarejestrowanych środków ochrony roślin, ich dawek i terminów stosowania,
- optymalne terminy sadzenia, właściwa obsada roślin i szerokość międzyrzędzi,
- regulacja zachwaszczenia oraz zwalczanie chorób i szkodników,
- zbiór w optymalnych warunkach, który ograniczy uszkodzenia mechaniczne i zapewni długotrwałe przechowywanie.

Ziemniak jest gatunkiem o wysokiej produktywności, a jednocześnie bardzo trudnym w uprawie z uwagi na wegetatywne rozmnażanie, zagrożenie przez liczne choroby grzybowe, bakteryjne, wirusowe i szkodniki, łatwość zachwaszczania się plantacji podczas wegetacji oraz duże zróżnicowanie właściwości odmianowych (Nowacki i in., 2013; Rykaczewska, 2010). W ostatnich pięciu latach (2009–2013) w Krajowym Rejestrze znajdowało się 129–138 odmian ziemniaka, natomiast w 2013 r. zarejestrowano 129 odmian, w tym 101 jadalnych i 28 skrobiowych (Lista opisowa odmian, 2009–2013) (tab. 1).

Tabela 1

Liczba odmian ziemniaka zarejestrowanych w Polsce w 2013 roku
Number of potato cultivars registered in Poland in 2013

Kierunek użytkowania Utilization direction	Odmiany Cultivars		
	krajowe — Polish	zagraniczne — foreign	razem — total
Jadalne Table	45	33	78
Przetwórstwo spożywcze Food processing	1	22	23
Skrobiowe Starch	24	4	28
Razem Total	70	59	129

Od 2007 roku ziemniak znajduje się na liście odmian zalecanych do uprawy na obszarze województw. W większości województw (13) w 2013 roku wskazanych do uprawy było od 13 do 22 odmian *Solanum tuberosum* (Listy zalecanych do uprawy odmian na obszarze województwa, 2013). Zatem możliwości wyboru właściwej do uprawy odmiany ziemniaka są duże, ale sztuką jest wybrać właściwą.

Podstawowym krokiem w prawidłowym **doborze odmian** jest określenie kierunku użytkowania (jadalne — do bezpośredniej konsumpcji, skrobiowe czy różne kierunki przetwórstwa spożywczego), gdyż wymagania stawiane odmianom są najczęściej odmienne. Innymi cechami muszą się charakteryzować bulwy ziemniaka jadalnego, innymi odmiany skrobiowe, czy przeznaczone do przetwórstwa (tab. 2–6) (Charakterystyka..., 2012).

Tabela 2

Cechy ogólne i wyglądu zewnętrznego bulw odmian ziemniaka jadalnego i skrobiowego
General characters and appearance of table and starch potato cultivars

1.	rok rejestracji — registration year
2.	plon ogólny bulw — total yield
3.	wielkość bulw — tuber size
4.	kształt bulw — tuber shape
5.	regularność kształtu bulw — tuber shape regularity
6.	kolor miąższu — colour of flesh
7.	kolor skórki — colour of skin
8.	głębokość oczek — eye depth

W produkcji zrównoważonej preferencje mają odmiany o wysokiej wartości kulinarnej i przetwórczej, odporne na choroby i szkodniki, efektywnie wykorzystujące składniki pokarmowe z dostarczanych nawozów. Również stosowanie kwalifikowanego, zdrowego materiału sadzeniakowego jest podstawą uzyskania dobrego plonu.

Tabela 3

Niezbędne informacje agrotechniczne i przechowalnicze dotyczące odmian ziemniaka
Necessary agronomical and storage information's of potato cultivars

Odmiany jadalne — Table cultivars	Odmiany skrobiowe — Starch cultivars
1. wymagania glebowe — soil requirements	1. wymagania glebowe — soil requirements
2. wymagania wodne — water requirements	2. wymagania wodne — water requirements
3. nawożenie N (dawka zalecana) — fertilization N (dose recommended)	3. nawożenie N (dawka zalecana) — fertilization N (dose recommended)
4. temp. przechowywania sadzeniaków °C — storage temp. of seed potato	4. temp. przechowywania sadzeniaków °C — storage temp. of seed potato
5. temp. przechowywania bulw jadalnych °C — storage temp. of table potato	5. temp. przechowywania ziemniaków dla przemysłu °C — storage temp. of potato for industry
6. okres spoczynku bulw — tuber dormancy period	6. okres spoczynku bulw — tuber dormancy period

Tabela 4

Cechy wartości użytkowej odmian ziemniaka
Characters of the usability of potato cultivars

Odmiany jadalne — Table cultivars	Odmiany skrobiowe — Starch cultivars
1. typ kulinarny — cooking type	1. zawartość suchej masy — dry mass content
2. smak — taste	2. plon suchej masy — dry mass yield
3. ciemnienie mięszu surowego po 4 godz. — darkening of raw tuber flesh after 4 h	3. zawartość skrobi — starch content
4. ciemnienie mięszu gotow. po 24 godz. — darkening of cooked flesh after 24 h	4. plon skrobi — starch yield
5. zawartość skrobi — starch content	5. wahania zawartości skrobi (min-max) — starch content (min-max)
6. zawartość suchej masy — dry mass content	6. wydajność bioetanolu — ethanol efficiency
7. zawartość witaminy C — vitamin C content	7. skłonność bulw do ciemnej plamistości — tendency for black spot
8. zawartość glikoalkaloidów — glycoalkaloids content	

Tabela 5

Niezbędne informacje o odporności odmian ziemniaka na choroby i szkodniki
Necessary information on resistance to diseases and pests of potato cultivars

1. mątwik ziemniaczany — potato cyst nematode
2. wirusy Y, L, M — virus PVY, PLRV, PVM
3. zaraza ziemniaka — rośliny — late blight — foliage
4. zaraza ziemniaka — bulwy — late blight — tubers
5. czarna nóżka — black leg
6. mokra zgnilizna — soft rot
7. sucha zgnilizna — dry rot
8. parch zwykły — common scab

Tabela 6

Niezbędne informacje o reakcji odmian ziemniaka na czynniki stresowe
Necessary information on reaction to stressing conditions of potato cultivars

1. ciemna plamistość — black spot
2. rdzawa plamistość — internal rust spot
3. pustowość bulw — hollow hearts of tubers
4. odporność na uszkodzenia mechaniczne — resistance to mechanical damage
5. podatność na porażenie parchem srebrzystym — silver scurf infection
6. porażenie chorobami przechowalniczymi — storage diseases infection
7. przechowywalność — storage ability

Gleby przeznaczone do uprawy ziemniaka w produkcji zrównoważonej powinny należeć do II, III i IV klasy bonitacyjnej, odznaczać się dużą zasobnością w składniki pokarmowe, zawartością próchnicy powyżej 2%, pH 5,8–6,5, uregulowanymi stosunkami powietrzno-wodnymi, brakiem chwastów rozłogowych i korzeniowych oraz kamieni (Gruczek, 2004; Jabłoński, 2012).

Zabiegi uprawowe pod ziemniak zależą głównie od przedplonu, rodzaju i kultury gleby. Najczęściej ziemniak jest i będzie uprawiany po zbożach, które stanowią w strukturze zasiewów ponad 70%. Po zbożach wskazany jest siew roślin szybko rosnących w międzyplonach, takich jak: gorczyca biała, facelia błękitna. Dobrym przedplonem dla ziemniaka są rośliny motylkowate i ich mieszanki z trawami, ale należy unikać tych stanowisk ze względów fitosanitarnych, a przede wszystkim zagrożenie czarną nóżką, czy występowanie pędaków, których zwalczanie chemiczne jest kosztowne i mało skuteczne. Zasiane międzyplony mogą wytworzyć ok. 20–25 t masy z 1 ha i w działaniu równoważą pełną dawkę obornika. Następnie wysiewa się nawozy fosforowe i potasowe i wykonuje orkę przedzimową na głębokość 25–30 cm. Wskazaniem zabiegowym uprawowym jest głęboszowanie, które likwiduje podeszwę płuźną, poprawia stosunki wodne i strukturę gleby, sprzyja głębszemu ukorzenieniu się roślin wykorzystujących wymyte w głąb gleby składniki mineralne. Badania Jabłońskiego (2012) wykazały, że zastosowanie głębosza na ściernisku zwiększało plony bulw ziemniaka w suchym roku o 30%, a w przeciętnych warunkach wilgotnościowych o ponad 15%. Należy unikać uproszczeń eliminujących niektóre zabiegi uprawowe, gdyż prowadzą one do zwiększenia zachwaszczenia pola.

Wiosenne zabiegi uprawowe mają przede wszystkim na celu staranne przygotowanie gleby do sadzenia, stworzenie optymalnych warunków dla wzrostu i rozwoju roślin oraz dokładne wymieszanie z glebą nawozów azotowych. Pierwszym wiosennym zabiegiem uprawowym na polach zaoranych jesienią powinno być włókowanie lub bronowanie, które przerywa parowanie i przyspiesza ogrzewanie gleby. Staranne przygotowanie gleby do sadzenia umożliwiają agregaty uprawowe — na glebach lekkich i średnich kultywator połączony z wałem strunowym, a na zwięzłych brona wirnikowa z wałem zębatym czy glebogryzarka. Nowoczesne agregaty uprawowe wyposażone są w belkę wyrównującą glebę, spulchniacze śladów kół ciągnika, kultywator, wały zębate, strunowe, co zapewnia właściwe doprawienie warstwy ornej (Jabłoński, 2011).

Nawożenie stanowi kolejny istotny element w technologii uprawy ziemniaka i ma podstawowe znaczenie w kształtowaniu plonu i jego jakości. Dlatego powinno być dostosowane do wymagań pokarmowych ziemniaka i właściwości agrochemicznych gleby oraz opierać się na nawozach naturalnych lub organicznych uzupełnionych odpowiednio nawozami mineralnymi. Potrzeby pokarmowe ziemniaka są dość duże, gdyż z plonem 10 ton bulw wraz z masą łęcin pobiera on 50 kg N, 15 kg P₂O₅, 70 kg K₂O, 20 kg CaO, 10 kg MgO oraz niewielkie ilości mikroelementów (Trawczyński 2012). Najlepszym nawozem naturalnym jest obornik, który należy zastosować jesienią w dawce 25 t na 1 ha. Należy mieć na uwadze, że wykorzystanie składników przez ziemniaki w pierwszym roku stosowania obornika wynosi do 30% N i P i do 50% K.

W gospodarstwach bezinwentarzowych zmianie ulega sposób nawożenia — obornik zastępuje pocięta słoma z dodatkiem azotu 0,8–1,0 kg N na 100 kg słomy oraz biomasa

roślin międzyplonowych czy kompost. Wartość tych zastępczych czy uzupełniających źródeł substancji organicznych wynosi 92–111% (tab. 7) (Jabłoński, 2012; Płaza, 2009; Trawczyński, 2011). Korzystne działanie, przyspieszające rozkład nawozów naturalnych i organicznych, wykazują różnego rodzaju użyźniacze glebowe wzbogacające glebę w pożyteczne mikroorganizmy. Zwiększają one dostępność składników mineralnych dla roślin, co przyczynia się do zwiększenia plonu bulw o 7–30% (tab. 8) (Jabłoński, 2012; Trawczyński, 2011; Zarzecka i Gugala, 2012). Jednocześnie wykazano, że nawożenie naturalne i organiczne wpływa na cechy jakościowe bulw ziemniaka (tab. 9).

Tabela 7

Wpływ nawożenia naturalnego i organicznego na plony bulw ziemniaka
The effect of natural and organic fertilization on the yields of potato tubers

Rodzaj nawożenia organicznego Kind of organic fertilization	Plon ogólny bulw Total yield of tubers (t·ha ⁻¹)	Plon handlowy Commercial yield (t·ha ⁻¹)	Autorzy Authors
Obornik — Manure 25 t ha ⁻¹	26,5	—	Trawczyński (2011)
Słoma — Straw 5 t ha ⁻¹ + 1 kg N na 100 kg słomy	25,2	—	
Nawozy mineralne — NPK fertilization	21,4	—	
Obornik — Manure 25 t ha ⁻¹ + NPK	28,0	—	
Gorzycza — White mustard 26 t ha ⁻¹ + NPK	26,8	—	
Facelia — Phacelia 27 t ha ⁻¹ + NPK	27,3	—	Płaza (2009)
Obornik — Manure 30 t ha ⁻¹	42,8	38,7	
Lucerna chmielowa — Black medicago	45,9	41,7	
Lucerna chmielowa + życica wielok. Black medic + Italian ryegrass	47,5	45,1	
Facelia — Phacelia	43,9	41,0	
Międzyplon żyto — Intercrop rye	30,8	27,4	Krzysztofik i in. (2009)
Międzyplon żyto — Intercrop rye + NPK	41,6	37,0	
Międzyplon żyto — Intercrop rye + ecological	41,3	37,9	

Tabela 8

Wzrost plonu ziemniaka (%) po zastosowaniu użyźniacza glebowego UGmax
Increase of potato yield (%) after the use of soil fertilizer UGmax

Obiekty z UGmax Objects for UGmax	Wzrost plonu ogólnego Increase of total yield	Wzrost plonu handlowego Increase of commercial yield	Autorzy Authors
UGmax	12,2	15,1	Jabłoński (2012)
UGmax + 80 kg N·ha ⁻¹	8,5	12,5	
UGmax — przed sadzeniem — before planting	20,2	30,5	Zarzecka i Gugala (2012)
UGmax — 2 × dolistnie — 2 × applied on leaves	11,9	21,4	

Oprócz nawożenia naturalnego czy organicznego, należy uwzględnić także stosowanie nawozów fosforowych i potasowych. W produkcji zintegrowanej dawki fosforu i potasu powinny stanowić kompromis, pomiędzy jakością bulw i maksymalizacją plonu bulw handlowych. Podstawą do ustalenia dawek fosforu i potasu są aktualne wyniki analizy gleby i w zależności od zawartości tych składników ustala się dawki nawożenia (Jabłoński, 2011; Nowacki i in., 2013).

Wpływ nawożenia naturalnego i organicznego na jakość bulw ziemniaka
The effect of natural and organic fertilization on the quality of potato tubers

Rodzaj nawożenia organicznego Kind of organic fertilization	Skrobia Starch (%)	Witamina C Vitamin C (mg kg ⁻¹)	Cukry ogółem Total sugars (%)	Autorzy Authors
Nawozy mineralne — NPK fertilization	13,3	—	—	Trawczyński (2011)
Obornik — Manure 25 t ha ⁻¹ + NPK	13,2	—	—	
Gorzycza - White mustard 26 t ha ⁻¹ + NPK	13,5	—	—	
Facelia - Phacelia 27 t ha ⁻¹ + NPK	13,6	—	—	
Bez obornika — No manure + N-60	12,3	212	0,26	Wszelaczyńska i in. (2007)
Obornik — Manure + N-60	13,0	223	0,31	
Obornik — Manure	14,4	221	0,56	Płaza i in. (2009)
Koniczyna biała — White clover	14,1	220	0,54	
Gorzycza biała — White mustard	14,2	220	0,58	

Dawki nawozów azotowych zależą od wymagań odmiany, kierunku użytkowania, kategorii agronomicznej gleby, czynników pogodowych i agrotechnicznych. W zrównoważonym systemie uprawy ziemniaka, w miarę możliwości (aktualne analizy gleby i roślin), należy wykorzystywać określanie dawek na podstawie zasobności azotu w glebie wiosną i uzupełnić je na podstawie pomiaru zawartości azotu w roślinie. Ważnym jest uwzględnienie cech genetycznych odmian, gdyż zalecane dawki dla ziemniaka jadalnego są zróżnicowane i kształtują się od 85 do 150 kg N na 1 ha (Charakterystyka..., 2012). Azot pod ziemniak można stosować w formie saletrzanej (saletra amonowa lub saletrzak) oraz amidowej (mocznik). Saletra amonowa i saletrzak są bardziej wskazane w uprawie odmian wczesnych ze względu na szybszy rozkład, a pozostałe odmiany w pełnej dojrzałości nawozić mocznikiem.

Azot jest składnikiem wpływającym dodatnio na wielkość bulw, zawartość białka i aminokwasów egzogennych. Przekroczenie dawek zalecanych dla odmian powoduje, oprócz niewykorzystania i strat tego składnika, pogorszenie cech jakości bulw:

- spadek zawartości suchej masy i skrobi,
- możliwy wzrost sumy cukrów i cukrów redukujących,
- zwiększenie skłonności bulw do ciemnienia i brunatnienia produktów smażonych,
- wzrost uszkodzeń mechanicznych i strat przechowalniczych (Trawczyński, 2012; Trawczyński i Wierzbicka, 2011; Wszelaczyńska i in., 2007).

W nowoczesnej technologii produkcji ziemniaka w większym zakresie stosowane będzie rzędowe nawożenie podczas sadzenia sadzarką. Ponadto aplikować się będzie nawozy wieloskładnikowe nowej generacji o spowolnionym działaniu. Do nawożenia rzędowego można stosować nawozy wieloskładnikowe lub mocznik. Jabłoński (2011, 2012) wykazał korzystne działanie rzędowego nawożenia mocznikiem i nawozami wieloskładnikowymi, a zwyżka plonów w odniesieniu do nawożenia tradycyjnego wynosiła od 14 do 22%.

Tabela 10

Zawartość skrobi (%) i azotanów ($\text{mg NO}_3 \text{ kg}^{-1}$ św. masy) w zależności od nawożenia N (Trawczyński, 2012)
 Starch (%) and nitrates ($\text{mg NO}_3 \text{ kg}^{-1}$ fresh matter) contents in dependence on nitrogen fertilization
 (Trawczyński, 2012)

Wyszczególnienie Specification	Dawki N $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ — Doses N $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$				
	0	50	100	150	200
Skrobia — Starch	14,2	14,4	14,6	14,2	13,8
Azotany — Nitrates	17,5	22,4	33,2	41,5	50,5

Tabela 11

Wpływ nawożenia N na cechy jakościowe bulw ziemniaka (Wszelaczyńska i in., 2007)
 Influence of nitrogen fertilization on qualitative properties of potato tubers (Wszelaczyńska et al., 2007)

Wyszczególnienie Specification	Dawki N $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ — Doses N $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$			
	0	60	120	180
Sucha masa — Dry matter (%)	21,8	22,3	22,4	22,2
Skrobia — Starch (%)	12,5	13,0	13,1	13,0
Cukry ogółem — Total sugar (%)	0,26	0,31	0,34	0,35
Witamina C — Vitamin C ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	236	223	213	200

Wzrost plonu handlowego i podnoszenie cech jakościowych bulw zapewniają zabiegi związane z przygotowaniem ziemniaków do sadzenia i z sadzeniem. Obejmują one:

- wymianę sadzeniaków co 2-4 lata na kwalifikowane,
- zaprawianie materiału sadzeniakowego, z wyjątkiem odmian na wczesny zbiór,
- podkielkowanie (odmiany wczesne) i pobudzanie,
- przestrzeganie optymalnych terminów sadzenia, właściwej obsady roślin i głębokości sadzenia,
- zwiększanie szerokości międzyrzędzi do 75 i 90 cm (Jabłoński, 2012; Nowacki, 2012 c; Nowacki i in., 2013; Zarzecka, 2006).

Pielęgnowanie plantacji obejmuje zniszczenie chwastów, stworzenie optymalnych właściwości fizycznych gleby oraz właściwe uformowanie kształtu redlin zapewniającego dobry rozwój bulw.

Sposób pielęgnowania odgrywa ważną rolę w plonowaniu i jakości zbieranych bulw ze względu na duże zagrożenie chwastami, głównie w okresie od posadzenia do wschodów i podczas zasychania łącin. Racjonalna regulacja zachwaszczenia polega na wykorzystaniu zabiegów agrotechnicznych związanych z uprawą wszystkich roślin w zmianowaniu. Szczególną uwagę należy zwrócić na staranność zabiegów w okresie pomiędzy sprzętem przedplonu a rośliną następczą.

W zrównoważonym systemie gospodarowania podstawową rolę w ograniczaniu zachwaszczenia pełnią zabiegi mechaniczne, które w okresie od posadzenia do wschodów obejmują obsypywanie z bronowaniem wykonywane co 6–8 dni. Natomiast od wschodów roślin ziemniaka do zwarcia rzędów należy stosować 2–3 razy obsypywanie i opielanie z formowaniem redlin. Pielęgnowanie mechaniczne jest skuteczne w 95–98%, jeśli chwasty są niszczone w początkowej fazie ich rozwoju (białe nitki). Ponadto zabiegi mechaniczne są skuteczne w suchych sezonach wegetacji, natomiast w warunkach ciepłej i wilgotnej pogody chwasty rosną i rozwijają się intensywnie — wówczas największą skuteczność

zniszczenia zapewniają zabiegi mechaniczno-chemiczne z zastosowaniem herbicydów i ich mieszanin (Gugała i Zarzecka, 2009; Urbanowicz, 2012 a). W integrowanej technologii uprawy ziemniaka trzeba umiejętnie łączyć zabiegi mechaniczne z herbicydami. Należy preferować środki o małej szkodliwości dla ludzi, o niskiej zawartości substancji aktywnej, stosować je w optymalnych dawkach i terminach, zgodnie z zaleceniami Instytutu Ochrony Roślin — PIB i MRiRW (Zalecenia Ochrony Roślin, 2012; <http://www.minrol.gov.pl>). W przypadku konieczności zastosowania herbicydów lub ich mieszanin, najlepszym terminem jest okres przed wschodami ziemniaka, przy czym przed zabiegiem chemicznym należy wykonać obsypywanie i formowanie redlin. W tym terminie herbicydy są pobierane głównie przez wschodzące chwasty, stąd powinny być zastosowane na wilgotną glebę.

Kolejnym terminem stosowania herbicydów jest okres po wschodach roślin ziemniaka do chwili, gdy osiągną one do 15 cm wysokości. Zaletą herbicydów powschodowych jest dłuższy okres działania, co skutecznie ogranicza rozwój chwastów i nie dopuszcza do powstawania tzw. zachwaszczenia wtórnego, które występuje pod koniec okresu wegetacji ziemniaka. Natomiast ujemną stroną jest fitotoksyczna reakcja niektórych odmian na herbicyd Sencor 70 WG, który jest powszechnie stosowany w terminie powschodowym. Niewielkie uszkodzenia roślin nie powodują zmniejszenia plonu, a nawet jego wzrost ze względu na wysoki efekt chwastobójczy, a odmiany wrażliwe na metrybuzynę mogą reagować obniżeniem plonu i pogorszeniem jego struktury. W warunkach wysokiej kultury pola i małego zachwaszczenia o celowości wykonania pełnych zabiegów pielęgnowania decyduje tzw. próg szkodliwości, który dla wielu popularnych gatunków wynosi 4–5 szt. na 1 m² (Brzeziński i in., 2012; Urbanowicz, 2010, 2012 a).

Urbanowicz (2012 b) na podstawie dwunastoletnich obserwacji wykazał, że chwasty na plantacjach ziemniaka zwalczano głównie w sposób mechaniczno-chemiczny (63%), a w mniejszym zakresie metodą mechaniczną (37%). Ponadto najczęściej wykonywano jeden zabieg herbicydowy w terminie przedwschodowym. Takie sposoby odchwaszczania plantacji ziemniaczanych, z uwzględnieniem doboru środków ochrony roślin do występujących gatunków chwastów i uprawianych odmian oraz właściwych dawek i terminów aplikacji, a także atestowanego sprzętu do zabiegów chemicznych, upoważniają do stwierdzenia, że ochrona przed chwastami jest skuteczna i bezpieczna dla środowiska.

Tabela 12

Sposoby regulacji zachwaszczenia w Polsce — średnia z lat 2000–2011 (Urbanowicz, 2012 b)
Weed control methods in Poland — mean of years 2000–2011 (Urbanowicz, 2012 b)

Sposoby regulacji zachwaszczenia Weed control methods	Ilość plantacji (%) Number of plantations (%)
Mechaniczno-chemiczny Mechanical and chemical	62,9
Mechaniczny Mechanical	37,1

Ochrona ziemniaka przed agrofagami to złożony kompleks zabiegów, gdyż ziemniak należy do gatunków trudnych w produkcji z uwagi na łatwość zachwaszczania się pól i zagrożenie wieloma chorobami i szkodnikami.

Do najważniejszych i najbardziej rozpowszechnionych **chorób ziemniaka** zalicza się: zarzę ziemniaka, alternariozę, rizoktoniozę, parch zwykły i srebrzysty oraz czarną nóżkę. Do **szkodników** o największym znaczeniu należą: stonka ziemniaczana, szkodniki glebowe — drutowce, rolnice i pędraki. Ziemniak narażony jest także na różne organizmy kwarantannowe, wśród których najważniejsze to: bakterioza pierścieniowa ziemniaka, rak ziemniaka, mątwik ziemniaczany.

W cyklu zabiegów związanych z ochroną łanu, dwa z nich wymagają szczególnej uwagi w zintegrowanej uprawie ziemniaka. Są to zabiegi związane ze zwalczaniem choroby grzybowej — zarazy ziemniaka i podstawowego szkodnika — stonki ziemniaczanej (Brzeziński i in., 2012).

Do zwalczania **zarazy ziemniaka** w systemie zintegrowanym należy wykorzystać czynniki biologiczne i agrotechniczne, a przede wszystkim:

- dobór odmian o wysokiej odporności na zarzę ziemniaka (skala 7–8),
- unikanie sadzenia obok siebie odmian podatnych i odpornych,
- staranne przygotowanie sadzeniaków (odrzuć bulw porażonych zarzą),
- zapewnienie roślinom optymalnych warunków rozwoju (pobudzanie, wczesne sadzenie, kształt redliny),
- zbiór bulw w dni pogodne, po ich całkowitym dojrzeniu.

Podstawową zasadą przy stosowaniu walki chemicznej jest obecność preparatu na roślinie przed spodziewaną infekcją grzyba. Najczęściej zalecany model ochrony przed zarzą polega na zastosowaniu do pierwszego oprysku preparatów systemicznych. Drugi zabieg wykonuje się po 10–14 dniach preparatem wgłębnym, a kolejne co 7–10 dni preparatami kontaktowymi. Ochrona chemiczna powinna być wspomagana monitoringiem zapewniającym optymalne wykorzystanie preparatów o małej toksyczności dla ludzi i środowiska z równoczesnym zbiorem plonów o dobrej jakości.

Ochrona plantacji przed **stonką ziemniaczaną** powinna uwzględnić:

- znajomość biologii rozwoju owada i stopnia zagrożenia plantacji w różnych fazach rozwojowych rośliny,
- wykorzystanie prognoz nasilenia owada,
- progi ekonomicznej szkodliwości stonki (1–2 owady dorosłe na 1 m² plantacji we wczesnej fazie rozwoju, 15 larw na 1 roślinę w pełni wegetacji),
- stosowanie środków o niskiej toksyczności i krótkim okresie karencji.

Chemiczna walka ze stonką, co bardzo często okazuje się niezbędne, powinna preferować preparaty biologiczne oraz inne o niskiej toksyczności i krótkim okresie karencji.

Zbiór ziemniaka. Dla uzyskania plonu wysokiej jakości bez uszkodzeń mechanicznych bulw i zanieczyszczeń należy:

- zniszczyć lęty na 7–21 dni przed zbiorem,
- rozpocząć zbiór w momencie pełnej dojrzałości bulw (oddzielanie się stolonów, w pełni dojrzała skórka), przy suchej, ciepłej pogodzie, w temperaturze $>10^{\circ}\text{C}$,
- używać maszyn z takimi rozwiązaniami konstrukcyjnymi, które zminimalizują uszkodzenia mechaniczne bulw (Nowacki i in., 2013; Zarzecka, 2006).

W integrowanym systemie produkcji, na dużych plantacjach ziemniaka coraz częściej wprowadza się zbiór dwufazowy, który w dużym stopniu zabezpiecza bulwy przed uszkodzeniami mechanicznymi (Jabłoński, 2010, 2012).

PODSUMOWANIE

Dobrym miernikiem porównawczym w technologii produkcji ziemniaka są plony bulw uzyskiwane w różnych systemach produkcji (tab. 13).

Tabela 13

Plonowanie ziemniaka w różnych systemach produkcji (Nowacki, 2012 b)
Yielding of potato in different cultivation systems (Nowacki, 2012 b)

System uprawy Cultivation system	Plon bulw — Potato yield	
	(t·ha ⁻¹)	(%)
Konwencjonalny intensywny — Conventional intensive	44,0	100
Konwencjonalny ekstensywny — Conventional extensive	16,6	37,2
Integrowany — Integrated	31,1	70,7
Ekologiczny — Ecological	25,4	57,7
Średni plon wg GUS — Mean yield by Central Statistical Office	19,1	43,4

Najwyższe plony bulw otrzymuje się w systemie konwencjonalnym intensywnym, w którym nakłady finansowe na środki produkcji są także największe. Natomiast wysokie plony dobrej jakości uzyskuje się w integrowanym systemie produkcji, którego zasady są często zbieżne, a w wielu przypadkach identyczne, z zasadami zrównoważonej technologii uprawy ziemniaka. Zrównoważona technologia uprawy zapewnia dużą stabilność plonowania i dobrą jakość bulw.

LITERATURA

- Borkowski R. 2001. Cywilizacja technika ekologia. Wybrane problemy rozwoju cywilizacyjnego u progu XXI wieku. Uczelniane Wyd. Naukowo-Dydaktyczne, Kraków.
- Brzeziński M., Gugała M., Ponichtera P., Zarzecka K. 2012. Jak uprawiać ziemniaki skrobiowe. Wyd. Wyższej Szkoły Agrobiznesu w Łomży: 1 — 46.
- Charakterystyka krajowego rejestru odmian ziemniaka. 2012. Wyd. XV IHAR — PIB, Oddział Jadwisin: 1—43.
- Czarski E. 2011. Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski. GUS. Katowice: 1—191.
- Faber A. 2001. Bioróżnorodność w krajobrazie rolniczym Polski. Biul. Infor. IUNG, Puławy, 15: 4—9.
- Gruczek T. 2001. Kierunki zmian w technologii produkcji ziemniaka. Ogólnopolskie Forum Producentów, Dystrybutorów i Przetwórców Ziemniaka. Jadwisin-Brwinów, 7—8 marca: 56—64.
- Gruczek T. 2004. Przyrodnicze i agrotechniczne aspekty uprawy ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 500: 31 — 44.

- Gugała M., Zarzecka K. 2009. Ocena skuteczności herbicydów w uprawie ziemniaka. *Biul. IHAR* 251: 225 — 234.
- Jabłoński K. 2009. Kierunki przewidywanych zmian w technologii produkcji ziemniaka do roku 2020. *Studia i Raporty IUNG — BIP*, 17: 117 — 127.
- Jabłoński K. 2010. Kierunki rozwoju nowoczesnej produkcji ziemniaka. *Mat. Konf. Nauk. nt. Tradycja i nowoczesność w produkcji ziemniaka. Jadwisin*, 7–9 lipca: 12 — 13.
- Jabłoński K. 2011. Nowoczesne sposoby uproszczonej uprawy roli i nawożenia pod ziemniaki. *Ziemniak Polski* 1: 1 — 7.
- Jabłoński K. 2012. Nowoczesna produkcja ziemniaka w systemie rolnictwa integrowanego. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna* 2: 1 — 4.
- Krasowicz S. 2008. Relacje człowiek — środowisko przyrodnicze w aspekcie zrównoważonego rozwoju. *Probl. Inż. Roln.*, 1: 21 — 27.
- Krzysztofik B., Marks N., Baran D. 2009. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na ilościowe cechy plonu bulw ziemniaka. *Inż. Roln.* 5 (114): 123 — 129.
- Kukuła S., Krasowicz S. 2007. Główne problemy i uwarunkowania zrównoważonego rozwoju rolnictwa w Polsce. *Probl. Inż. Roln.*, 1: 5 — 16.
- Kuś J. 1995. Systemy gospodarowania w rolnictwie. *Rolnictwo integrowane. Mat. szkol.*, 42/95, Wyd. IUNG Puławy.
- Kuś J. 2002. Systemy gospodarowania w rolnictwie. W: *Mały poradnik zarządzania gospodarstwem rolniczym. Mat. szkol.*, 9, Wyd. IERiGŻ, Warszawa: 119 — 126.
- Lista opisowa odmian. *Rośliny rolnicze. 2009-2013*. Wyd. COBORU, Słupia Wielka.
- Listy zalecanych do uprawy odmian na obszarze województwa. 2013. Wyd. COBORU, Słupia Wielka.
- Nowacki W. 2010. Współczesne technologie i systemy uprawy ziemniaka. *Mat. Konf. Nauk. nt. Tradycja i nowoczesność w produkcji ziemniaka. Jadwisin*, 7–9 lipca: 7 — 11.
- Nowacki W. 2012 a. Przyszłość polskiego biznesu ziemniaczanego z perspektywy Stowarzyszenia Polski Ziemniak. *Agro Serwis. Forum Producentów „Rolnicza Wiosna 2012” — Polagra Premiery*, Poznań, 18 lutego: 30 — 31.
- Nowacki W. 2012b. Integrowana produkcja ziemniaka na tle innych systemów uprawy. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 52 (3): 740 — 745.
- Nowacki W. 2012c. O kierunkach zmian w uprawie ziemniaka w Polsce. *Biul. IHAR* 266: 21 — 35.
- Nowacki W., Czerko Z., Goliszewski W., Jankowska J., Lutomirska B., Trawczyński C., Zarzyńska K. 2013. *Metodyka integrowanej produkcji ziemniaków. Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa* Warszawa: 1 — 75.
- Płaza A. 2009. Znaczenie nawozów zielonych w uprawie ziemniaka. *Biul. IHAR* 254: 145 — 152.
- Płaza A., Ceglarek F., Królikowska M. A. 2009. Wpływ międzyplonów i słomy jęczmienia jarego na jakość bulw ziemniaka jadalnego. *Fragm. Agron.* 26 (4): 132 — 139.
- Raman S. 2006. *Agricultural sustainability: Principles, processes, and prospects*. Food Products Press, An imprint of the Haworth Press, New York, London — Oxford: 474 pp.
- Rykaczewska K. 2010. Badania z zakresu fizjologicznych podstaw produktywności ziemniaka. *Mat. Konf. Nauk. nt. Tradycja i nowoczesność w produkcji ziemniaka. Jadwisin*, 7–9 lipca: 21 — 22.
- Trawczyński C. 2011. Właściwe stosowanie nawozów naturalnych lub organicznych zapewnia wysoki plon ziemniaków. *Ziemniak Polski* 4: 1 — 7.
- Trawczyński C. 2012. Nawożenie azotem nowych odmian ziemniaka uprawianych na glebach lekkich. *Ziemniak Polski* 2: 1 — 5.
- Trawczyński C., Wierzbicka A. 2011. Reakcja nowych odmian ziemniaka na nawożenie azotem. *Biul. IHAR* 259: 193 — 201.
- Urbanowicz J. 2010. Fitotoksyczna reakcja pięciu odmian ziemniaka na powschodowe stosowanie metrybuzyny. Cz. I. Wpływ na plon bulw i jego strukturę. *Biul. IHAR* 257/258: 185 — 196.
- Urbanowicz J. 2012a. Sposoby pielęgnowania plantacji ziemniaków na różne kierunki użytkowania. *Ziemniak Polski* 2: 1 — 6.
- Urbanowicz J. 2012b. Występowanie chwastów w ziemniaku oraz metody ich zwalczania na terenie Polski w latach 2000–2011. *Biul. IHAR* 265: 129 — 135.

- Wszelaczyńska E., Janowiak J., Spychaj-Fabisiak E., Pińska M. 2007. Wpływ nawożenia na wybrane cechy jakościowe bulw ziemniaka odmiany Bila. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 6 (4): 91-96.
- Zalecenia Ochrony Roślin 2012. Wyd. IOR — PIB, Poznań.
- Zarzecka K. 2006. Uprawa ziemniaka w Polsce warunkująca właściwą jakość plonu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 511: 53 — 72.
- Zarzecka K., Gugala M. 2012. Plonotwórcze działanie użyźniacza glebowego UGmax w uprawie ziemniaka. *Inż. Ekol.*, 28: 144-148.
- Zimny L. 2007. Definicje i podziały systemów rolniczych. *Acta Agrophys.*, 10(2): 507-518.
- <http://www.minrol.gov.pl>.