

Received: 29.11.2016 / Accepted: 17.01.2017

An effect of herbicides and their mixtures on potato yielding and efficacy in potato crop

Wpływ herbicydów i ich mieszanin na plonowanie i skuteczność chwastobójczą w uprawie ziemniaka

Iwona Mystkowska^{1*}, Krystyna Zarzecka², Alicja Baranowska¹, Marek Gugąła²

Summary

The research was carried out to evaluate the effectiveness of selected herbicides and their mixtures in potato crops. The presented results are from the field experiments conducted in the years 2008–2010. The experiment was set up as a split-plot design with three replicates. The factors examined in the experiment included three potato cultivars – Satina, Tajfun, Cekin, and five weed control methods of pesticide applications, four with the use of herbicides and their mixtures: with a mixture: herbicides Command 480 EC, Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC, Stomp 400 SC, Stomp 400 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC and without herbicides (control object). The ratio of dry mass of weeds destroyed before harvesting the tubers varied depending on the method of weed control, and ranged from 34.4% to 68.3%. The mixture of herbicide Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny provided the highest effectiveness.

Key words: herbicides; yield; weed infestation; potato

Streszczenie

Celem badań była ocena skuteczności chwastobójczej wybranych herbicydów i ich mieszanin na plantacji ziemniaka. Wyniki badań pochodzą z doświadczeń polowych przeprowadzonych w latach 2008–2010. Eksperyment założono w układzie split-plot, jako dwuczynnikowy w trzech powtórzeniach. Badanymi czynnikami były trzy odmiany ziemniaka – Satina, Tajfun, Cekin, a także pięć sposobów pielęgnacji – cztery z użyciem herbicydów i ich mieszanin: Command 480 EC, Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC, Stomp 400 SC, Stomp 400 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC oraz bez herbicydów (obiekt kontrolny). Procent zniszczenia suchej masy chwastów przed zbiorem bulw był zróżnicowany w zależności od sposobów pielęgnacji i wynosił od 34,4% do 68,3%. Największą skuteczność chwastobójczą stwierdzono na obiekcie opryskiwanym mieszaniną herbicydów Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny.

Słowa kluczowe: herbicydy; plon; zachwaszczenie; ziemniak

¹Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej
Katedra Nauk Technicznych

Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska

²Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Katedra Agrotechnologii

Prusa 14, 08-110 Siedlce

*corresponding author: imystkowska@op.pl

Wstęp / Introduction

Wielkość i jakość plonu ziemniaka zależą od wielu czynników agrotechnicznych i środowiskowych (Krzysztofik i wsp. 2009; Rębarz i Borówczak 2009; Szewczuk 2009; Gugala i wsp. 2010). Jednym z ważniejszych jest właściwa pielęgnacja skutecznie ograniczająca zachwaszczenie (Zarzecka i wsp. 2014). Chwasty w uprawie ziemniaka wykazują największą szkodliwość w dwóch krytycznych okresach, tj. na początku i pod koniec wegetacji. Ze wszystkich agrofagów cechują się największą potencjalną zdolnością do obniżania plonów – średnio o 34% (Praczyk i Skrzypczak 2011). Zachwaszczenie plantacji ziemniaka wymusza potrzebę stosowania różnych metod pielęgnacji, a właściwy dobór herbicydów zapewnia dużą efektywność w zwalczaniu roślinności segetalnej (Pytlarz-Kozicka 2002).

Celem badań była ocena skuteczności chwastobójczej wybranych herbicydów i ich mieszanin oraz oddziaływanie na plon bulw ziemniaka.

Materiały i metody / Materials and methods

Badania przeprowadzono w latach 2008–2010 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Eksperyment założono metodą losowanych podbloków, jako dwuczynnikowy w trzech powtórzeniach, na glebie zaliczanej do kompleksu żyznego bardzo dobrego, klasy IVa. Czynnikiem pierwszego rzędu były trzy odmiany ziemniaka jadalnego: Cekin, Satina, Tajfun, a drugiego rzędu pięć sposobów pielęgnacji: 1. obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna do i po wschodach roślin ziemniaka, tj. do wschodów dwukrotne obredlanie i jednokrotne obredlanie z bronowaniem, a po wschodach dwukrotne obredlanie, bez bronowania, 2. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. do wschodów obredlanie połączone z bronowaniem, a około 7 dni przed wschodami opryskiwanie herbicydem Command 480 EC 0,2 dm³/ha, 3. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. do wschodów obredlanie połączone z bronowaniem, a około 7 dni przed

wschodami opryskiwanie mieszaniną herbicydów Command 480 EC 0,2 dm³/ha + Afalon Dyspersyjny 450 SC 1,0 dm³/h, 4. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. do wschodów obredlanie połączone z bronowaniem, a około 7 dni przed wschodami opryskiwanie herbicydem Stomp 400 SC 3,5 dm³/ha, 5. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. do wschodów obredlanie połączone z bronowaniem, a około 7 dni przed wschodami opryskiwanie mieszaniną herbicydów Stomp 400 SC 3,5 dm³/ha + Afalon Dyspersyjny 450 SC 1,0 dm³/ha. Herbicydy i ich mieszaniny aplikowano tuż przed wschodami roślin ziemniaka. Jesienią stosowano nawóz naturalny – obornik w dawce 25,0 t/ha i nawozy mineralne fosforowo-potasowe w ilości P – 44,0 kg/ha (superfosfat potrójny 46%) i K – 124,5 kg/ha (sól potasowa 60%), a wiosną przed zabiegami uprawowymi nawożenie azotowe (saletra amonowa 34%) w dawce 100 kg N/ha. Bulwy ziemniaka sadzono ręcznie w drugiej dekadzie kwietnia, w rozstawie rzędów wynoszącej 67 cm i odległości w rzędzie 37 cm. W celu porównania skuteczności badanych sposobów pielęgnacji określono stopień zachwaszczenia łąnu ziemniaka. Analizę zachwaszczenia poletek przeprowadzono w dwóch terminach: 2–3 tygodnie po zastosowaniu herbicydów i ich mieszanin (przed zwarciem rzędów) i pod koniec wegetacji (1–2 tygodnie przed zbiorem bulw). Oznaczenia wykonano metodą ramkowo-wagową i określono: powietrznie suchą masę chwastów na powierzchni 1 m² przy użyciu ramki o wymiarach 150 cm × 33,4 cm oraz plon frakcji handlowej. Skuteczność chwastobójczą (udział liczby zniszczonych chwastów) wyrażano w procentach w stosunku do obiektu kontrolnego pielęgnowanego tylko mechanicznie, zgodnie z metodyką podaną przez Badowskiego i wsp. (2001). Po zbiorze dokonano podziału bulw na frakcje i za plon bulw frakcji handlowej przyjęto masę bulw o średnicy powyżej 35 mm przeliczoną na 1 ha (Roztropowicz i wsp. 1999; Rozporządzenie 2003). Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, a istotność różnic testowano za pomocą wielokrotnych przedziałów Tukeya.

Do charakterystyki warunków pogodowych panujących podczas wegetacji ziemniaka wykorzystano sumy opadów,

Tabela 1. Warunki pogodowe podczas wegetacji ziemniaka (2008–2010)

Table 1. Weather conditions during of potato vegetation (2008–2010)

Lata Years	Miesiące – Months						kwiecień – wrzesień April – September
	kwiecień April	maj May	czerwiec June	lipiec July	sierpień August	wrzesień September	
1	2	3	4	5	6	7	8
Temperatura powietrza – Air temperature [°C]							
2008	9,1	12,7	17,4	18,4	18,5	12,2	14,7
2009	10,3	12,9	15,7	19,4	17,7	14,6	15,1
2010	8,9	14,0	17,4	21,6	19,8	11,8	15,6
Średnia wieloletnia Multiyear mean (1987–2000)	7,8	12,5	17,2	19,2	18,5	13,1	14,7

1	2	3	4	5	6	7	8
Opady – Rainfalls [mm]							
2008	28,2	85,6	49,0	69,8	75,4	63,4	371,4
2009	8,1	68,9	145,2	26,4	80,9	24,9	354,4
2010	10,7	93,2	62,6	77,0	106,3	109,9	459,7
Suma wieloletnia Multiyear sum (1987–2000)	38,6	44,1	52,4	49,8	43,0	47,3	275,2
Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa – Sielianinov's hydrothermic coefficient							
2008	1,04	2,18	0,94	1,25	1,36	1,73	1,39
2009	0,26	1,72	3,08	0,44	1,48	0,57	1,28
2010	0,40	2,14	1,20	1,15	1,74	3,10	1,61

Wartość współczynnika – Coefficient value (Bac i wsp. 1998)

do 0,50 silna posucha – strong drought

0,51–0,69 posucha – drought

0,70–0,99 słaba posucha – weak drought

≥ 1 brak posuchy – fault drought

średnią temperaturę powietrza oraz współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa i przedstawiono je w tabeli 1.

W 2008 roku opady były większe niż w okresie wieloletnim, a ich rozkład był korzystny dla wzrostu i rozwoju ziemniaka, natomiast temperatury powietrza były podobne, jak w okresie wieloletnim. Rok 2009 odznaczał się nierównomiernie rozłożonymi opadami i wyższymi temperaturami powietrza, a współczynnik hydrotermiczny wahał się w szerokich granicach od 0,26 do 3,08. Okres wegetacji ziemniaka w 2010 roku był najcieplejszy, charakteryzował się dużą wilgotnością, a współczynnik hydrotermiczny w miesiącach gromadzenia plonu (czerwiec, lipiec, sierpień) był stabilny.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Fernandez-Quintanilla i wsp. (2008) stwierdzili, że spośród agrofagów chwasty cechują się największą potencjalną „zdolnością” ograniczania plonów, gdyż zmniejszają je średnio o 34%, natomiast szkodniki o 18%, a choroby o 16%. Powietrznie sucha masa chwastów przed zwarciem rzędów roślin ziemniaka i przed zbiorom bulw zależała istotnie od sposobów odchwaszczania, odmian i lat badań (tab. 2, 3). Istotne różnice zanotowano pomiędzy obiektem kontrolnym a pozostałymi sposobami odchwaszczania oraz pomiędzy obiektami z pojedynczym herbicydem i mieszaniną dwóch herbicydów w obydwu terminach oznaczeń. Najmniejszą średnią wartość powietrznie suchej masy chwastów zarówno przed zwarciem rzędów, jak i zbiorom bulw ziemniaka stwierdzono na obiekcie 3. pielęgnowanym do wschodów mechanicznie, a po wschodach opryskiwanym mieszaniną herbicydów Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC. Z uprawianych odmian najbardziej zachwaszczona zarówno przed zwarciem rzędów, jak i przed zbiorom bulw była odmiana Satina, która okazała się mało konkurencyjna w stosunku do chwastów ze względu na

łodygowy pokrój krzaka. Istotne różnice w powietrznie suchej masie chwastów zanotowano także w poszczególnych latach uprawy. Najbardziej zachwaszczone poletka ziemniaczane były w 2010 roku, w którym opady i temperatura powietrza były największe w odniesieniu do pozostałych lat badań.

Z przeprowadzonych badań wynika, że zniszczenie powietrznie suchej masy chwastów było większe pod koniec wegetacji niż przed zwarciem rzędów ziemniaka (tab. 4, 5). Skuteczność chwastobójczą najbardziej różnicowały zabiegi mechaniczno-chemiczne z użyciem herbicydów zastosowanych do pielęgnacji ładu ziemniaka. W obydwu terminach oznaczania zachwaszczenia najbardziej skuteczna okazała się mieszanina herbicydów Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC. Na początku wegetacji zniszczenie masy chwastów na obiekcie 3. wynosiło od 48,3 do 76,9% w analizowanych latach badań, a zależnie od odmiany od 58,2 do 71,6% (tab. 4). Przed zbiorom bulw skuteczność zwalczania chwastów na tym obiekcie wynosiła odpowiednio od 52,4 do 74,7% i od 67,2 do 73,0% (tab. 5). Najlepszy efekt chwastobójczy w prowadzonym doświadczeniu po zastosowaniu zabiegów mechaniczno-chemicznych otrzymano w 2010 roku (średnio 62,3% zniszczenia), który był najcieplejszy i charakteryzował się dużą wilgotnością, a najgorszy efekt chwastobójczy – w sezonie 2008 (średnio 35,0%), w którym opady były większe niż w okresie wieloletnim.

Plon frakcji handlowej bulw zależał istotnie od sposobów odchwaszczania, uprawianych odmian i warunków pogodowych panujących w latach badań (tab. 6). Największe plony zebrano z obiektów pielęgnowanych mechaniczno-chemicznie, opryskiwanych mieszaninami herbicydów Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC i Stomp 400 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC. Plony były większe niż na obiekcie kontrolnym odchwaszczanym wyłącznie mechanicznie, odpowiednio o 16,43 i 13,59 t/ha. Uzyskane dane liczbowe wskazują na znaczącą rolę herbicydów wynikającą z redukcji zachwaszczenia.

Tabela 2. Powietrznie sucha masa chwastów przed zwarciem rzędów ziemniaka [g/m²]
Table 2. Air-dry matter of weeds before closing of potato rows [g/m²]

Sposób odchwaszczania Weed control methods	Odmiana – Cultivar			Lata – Years			Średnio Mean
	Cekin	Satina	Tajfun	2008	2009	2010	
1. Obiekt kontrolny – Control object	70,8	106,9	52,9	70,8	25,7	134,1	76,9
2. Command 480 EC	37,8	55,1	34,4	49,3	16,4	61,5	42,4
3. Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	26,0	30,4	22,1	36,6	11,0	31,0	26,2
4. Stomp 400 SC	45,1	68,2	36,4	57,1	21,1	71,5	49,9
5. Stomp 400 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	29,9	36,8	27,0	41,0	14,1	38,0	31,2
Średnio – Mean	41,9	59,5	34,6	51,0	17,7	67,3	45,3
NIR (0,05) – LSD (0.05)							
Lata – Years							12,8
Odmiana – Cultivar							12,8
Sposób odchwaszczania – Weed control method							4,7
Lata × odmiana – Years × cultivar							r.n.
Lata × sposób odchwaszczania – Years × weed control method							18,1
Odmiana × sposób odchwaszczania – Cultivar × weed control method							16,9

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

Tabela 3. Powietrznie sucha masa chwastów przed zbiorem bulw ziemniaka [g/m²]
Table 3. Air-dry matter of weeds before harvest of potato tubers [g/m²]

Sposób odchwaszczania Weed control method	Odmiana – Cultivar			Lata – Years			Średnio Mean
	Cekin	Satina	Tajfun	2008	2009	2010	
1. Obiekt kontrolny – Control object	168,3	224,5	121,0	212,2	27,1	274,4	171,2
2. Command 480 EC	73,4	100,2	58,9	98,9	18,5	113,9	77,1
3. Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	45,9	60,6	39,7	63,8	12,9	69,5	48,7
4. Stomp 400 SC	114,7	130,3	75,6	115,6	22,8	182,2	106,9
5. Stomp 400 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	59,6	82,3	48,2	80,7	14,4	95,0	63,4
Średnio – Mean	92,4	119,6	68,7	114,2	19,1	147,0	93,5
NIR (0,05) – LSD (0.05)							
Lata – Years							18,1
Odmiana – Cultivar							18,1
Sposób odchwaszczania – Weed control method							20,7
Lata × odmiana – Years × cultivar							31,4
Lata × sposób odchwaszczania – Years × weed control method							35,9
Odmiana × sposób odchwaszczania – Cultivar × weed control method							30,7

Tabela 4. Skuteczność zwalczania chwastów przed zwarciem rzędów ziemniaka
Table 4. Efficacy of weed control before row closing of the potato

Sposób odchwaszczania Weed control method	Zniszczenie chwastów Weed control [%]			Lata – Years			Średnio Mean
	odmiana – cultivar			2008	2009	2010	
	Cekin	Satina	Tajfun				
1. Obiekt kontrolny – Control object [g/m ²]	70,8	106,9	52,9	70,8	25,7	134,1	76,9
2. Command 480 EC	46,6	52,2	35,0	30,4	36,2	54,1	42,4
3. Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	63,3	71,6	58,2	48,3	57,2	76,9	62,5
4. Stomp 400 SC	36,3	36,2	31,2	19,3	17,9	46,7	31,3
5. Stomp 400 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	57,8	65,6	49,0	42,0	45,1	71,7	55,2
Średnio – Mean	51,0	56,4	43,3	35,0	39,1	62,3	47,9

Tabela 5. Skuteczność zwalczania chwastów przed zbiorem bulw ziemniaka
Table 5. Efficacy of weed control before harvest of the potato

Sposób odchwaszczania Weed control method	Zniszczenie chwastów Weed control [%]			Lata – Years			Średnio Mean
	odmiana – cultivar			2008	2009	2010	
	Cekin	Satina	Tajfun				
1. Obiekt kontrolny – Control object [g/m ²]	168,3	224,5	121,0	212,2	27,1	274,4	171,2
2. Command 480 EC	56,4	55,4	51,3	53,4	31,7	58,5	51,1
3. Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	72,7	73,0	67,2	69,9	52,4	74,7	68,3
4. Stomp 400 SC	31,8	41,9	37,5	45,5	15,9	33,6	34,4
5. Stomp 400 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	64,6	63,3	60,2	62,0	46,0	65,4	60,3
Średnio – Mean	56,4	58,4	54,0	57,7	36,7	58,0	53,5

Tabela 6. Plon bulw frakcji handlowej [t/ha]
Table 6. The yield of trade fraction tubers [t/ha]

Sposób odchwaszczania Weed control method	Odmiana – Cultivar			Lata – Years			Średnio Mean
	Cekin	Satina	Tajfun	2008	2009	2010	
1. Obiekt kontrolny – Control object	24,83	21,81	27,99	32,54	19,40	22,69	24,88
2. Command 480 EC	35,47	30,37	38,18	43,63	24,98	35,41	34,67
3. Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	41,64	38,40	43,88	49,68	33,03	41,21	41,31
4. Stomp 400 SC	32,11	27,64	37,20	42,30	23,23	31,42	32,32
5. Stomp 400 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	39,53	33,66	42,23	48,41	29,99	37,02	38,47
Średnio – Mean	34,72	30,37	37,90	43,31	26,13	33,55	34,33
NIR (0,05) – LSD (0.05)							
Lata – Years							0,55
Odmiana – Cultivar							0,55
Sposób odchwaszczania – Weed control method							0,91
Lata × odmiana – Years × cultivar							0,95
Lata × sposób odchwaszczania – Years × weed control method							1,59
Odmiana × sposób odchwaszczania – Cultivar × weed control method							1,36

Zwiększenie plonu bulw w stosunku do poletek kontrolnych uzyskali także Urbanowicz (2008, 2010), Gugąła i Zarzecka (2009) oraz Krzysztofik i wsp. (2009). Plon ziemniaka różnił się istotnie w latach prowadzenia doświadczenia. Największy średni plon frakcji handlowej (43,31 t/ha) otrzymano w 2008 roku, a najmniejszy (26,13 t/ha) w 2009 roku. Tak znaczne różnice w plonowaniu wynikały z ilości opadów i ich rozkładu oraz warunków termicznych w poszczególnych miesiącach wegetacji. Najkorzystniejszy dla plonowania okazał się 2008 rok, w którym temperatura powietrza była najbardziej zbliżona do panującej w okresie wieloletnim, opady były dość równomiernie rozłożone, a współczynnik hydrotermiczny stabilny. O istotnym wpływie warunków wilgotnościowo-termicznych na plon i jego strukturę donoszą Szewczuk (2009) i Zarzyńska (2010). Również Lahlou i wsp. (2003) wykazali, że susza podczas wegetacji ziemniaka redukowała plon bulw o 11 do 53%. Kalbarczyk (1999) na podstawie wieloletnich badań stwierdził, że plon ziemniaka zmniejszał się zarówno przy niedostatecznym, jak i nadmiernym uwilgotnieniu gleby. Wykazano inter-

akcję lat z czynnikami doświadczenia, która potwierdza, że plonowanie odmian oraz efekty odchwaszczania różnicowały warunki pogodowe w latach badań.

Wnioski / Conclusions

1. Z badanych sposobów pielęgnacji największą skutecznością w ograniczaniu liczby chwastów odznaczała się pielęgnacja mechaniczno-chemiczna z wykorzystaniem mieszaniny herbicydów Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC.
2. Herbicydy zastosowane na plantacji ziemniaka, w wyniku eliminacji konkurencji chwastów, przyczyniły się zwiększenia plonu bulw o 7,44 do 16,43 t/ha w stosunku do obiektu kontrolnego pielęgnowanego mechanicznie.
3. Wyniki badań potwierdziły istotny wpływ odmian i warunków wilgotnościowo-termicznych panujących podczas wegetacji na plon bulw frakcji handlowej ziemniaka.

Literatura / References

- Bac S., Koźmiński Cz., Rojek M. 1998. Agrometeorologia. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 274 ss.
- Badowski M., Domaradzki K., Filipiak K., Franek M., Gołębiowska H., Kieloch R., Kucharski M., Rola H., Rola J., Sadowski J., Sekutowski T., Zawerny T. 2001. Metodyka doświadczeń biologicznej oceny herbicydów, bioleguratorów i adiuwantów. Cz. 1. Doświadczenia polowe. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznastwa, Wrocław, 167 ss.
- Fernandez-Quintanilla C., Quadranti M., Kudsk P., Barberi P. 2008. Which future for weed science? *Weed Research* 48: 297–301.
- Gugała M., Zarzecka K. 2009. Ocena skuteczności herbicydów w uprawie ziemniaka. [Evaluation the effectiveness of herbicides in potato cultivation]. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 251: 225–234.
- Gugała M., Zarzecka K., Zadroźniak B. 2010. Wpływ adiuwantów na plonowanie i ograniczenie zachwaszczenia na plantacji ziemniaka. [An effect of adjuvants on potato yielding and limiting weed infestation in potato stands]. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 255: 47–57.
- Kalbarczyk R. 1999. Wpływ czynników agrometeorologicznych na plonowanie ziemniaków w województwie lubelskim. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie* 202, *Agricultura* 79: 91–98.
- Krzysztofik B., Marks N., Baran D. 2009. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na ilościowe cechy plonu bulw ziemniaka. *Inżynieria Rolnicza* 5 (114): 123–129.
- Lahlou O., Ouattar S., Ledent J.F. 2003. The effect of drought and cultivar on growth parameters, yield and yield components of potato. *Agronomie* 23 (3): 257–268.
- Praczyk T., Skrzypczak G. 2011. Stan aktualny i kierunki rozwoju herbologii. [The current state and directions of weed science development]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 51 (1): 354–363.
- Pytlarz-Kozicka M. 2002. Wpływ sposobów pielęgnowania na wysokość i jakość plonów ziemniaka. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 489: 147–155.
- Rębarz K., Boróweczak F. 2009. Wpływ deszczowania, technologii uprawy i nawożenia azotem na zachwaszczenie ziemniaków. *Fragmenta Agronomica* 26 (4): 150–159.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej ziemniaków. 2003. (Dz. U. nr 194 poz. 1900 z 2003 roku).
- Roztropowicz S., Czerko Z., Głuska A., Goliszewski W., Gruczek T., Lis B., Lutomirska B., Nowacki W., Wierzejska-Bujakowska A., Zarzyńska K., Zgórska K. 1999. Metodyka obserwacji pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Jadwisin, 50 ss.
- Szewczuk Cz. 2009. Wpływ dokarmniania dolistnego na plon bulw ziemniaka. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio E, Agricultura* 64 (1): 7–12.
- Urbanowicz J. 2008. Ocena chwastobójczego działania herbicydu Flumioksazin 50 WP w uprawie ziemniaka. [Assessment of Flumioksazin on weed control in potato crop]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 48 (2): 691–694.
- Urbanowicz J. 2010. Wpływ powschodowego stosowania metrybuzyny na plon wybranych odmian ziemniaka. [Influence of metribuzin applied post emergence on yield of selected potato cultivars]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 50 (2): 837–841.
- Zarzecka K., Gugała M., Mystkowska I., Baranowska A. 2014. Wpływ herbicydów i ich mieszanin na wielkość plonu ubocznego bulw ziemniaka. *Acta Agrophysica* 21 (3): 375–385.
- Zarzyńska K. 2010. Struktura plonu bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym i integrowanym w różnych warunkach środowiskowych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 55 (4): 181–184.