

Agrotechnika i mechanizacja

EFEKTY DOLISTNEGO NAWOŻENIA ZIEMNIAKA

THE EFFECTS OF FOLIAR FERTILIZATION OF POTATO

dr inż. Bernadetta Bienia¹, prof. dr hab inż. Barbara Sawicka²
dr inż. Barbara Krochmal-Marczak¹

¹Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Stanisława Pigionia w Krośnie
Zakład Produkcji i Bezpieczeństwa Żywności, ul. Dmochowskiego 12, 38-400 Krosno

²Uniwersytet Przyrodniczy, Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, e-mail: bernadetta.bienia@pwsz.krosno.pl

Streszczenie

W warunkach utrudnionego pobierania składników pokarmowych z gleby alternatywnym sposobem dostarczenia roślinom brakujących makro- i mikrośladników jest nawożenie dolistne. 3-letnie doświadczenia polowe przeprowadzono w woj. podkarpackim na glebie brunatnej lekko kwaśnej. Zastosowano następujące kombinacje nawozów dolistnych: Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop; Fortis B Mo + Ferti Agro; Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo oraz obiekt standardowy – bez nawożenia dolistnego. Nawozy aplikowano 2-, 3- lub 4-krotnie, począwszy od fazy BBCH 29 (wytworzenie pędów bocznych) do początku tworzenia się owoców (faza BBCH 71). Największy efekt plonotwórczy odnotowano po zastosowaniu kombinacji Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop. Większą akumulację skrobi stwierdzono po aplikacji Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop oraz Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo, zaś witaminy C – kombinacji Fortis B Mo + Ferti Agro. Wszystkie kombinacje nawozów dolistnych obniżyły zawartość azotanów w bulwach.

Słowa kluczowe: nawożenie dolistne, plon, skład chemiczny, ziemniak

Abstract

In the conditions of impeded nutrient uptake from the soil, foliar fertilization is an alternative way of providing plants with missing macro- and microelements. Three-year field experiments were carried out in the province Podkarpackie on the slightly acidic brown soil. The following combinations of foliar fertilizers were used: Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop; Fortis B Mo + Ferti Agro; Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo and standard object - without foliar fertilization. Fertilizers were applied 2-, 3- or 4 times starting from BBCH 29 phase (production of lateral shoots) to the beginning of fruit formation (BBCH 71 phase). The highest yield effect was noted after the combination of Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop. Higher starch accumulation was found after the application of Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop and Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo, while the vitamin C - Fortis B Mo + Ferti Agro combination. All combinations of foliar fertilizers reduced the content of nitrates in tubers.

Keywords: chemical composition, foliar fertilization, potato, yield

W sytuacji utrudnionego pobierania składników pokarmowych z gleby alternatywnym i wysoce efektywnym sposobem dostarczenia roślinom brakujących makro- i mikrośladników może być nawożenie dolistne. Polega ono na opryskiwaniu roślin roztworem soli mineralnych lub chelatowym z dodatkiem środka obniżającego napięcie powierzchniowe liści (Sawicka 2003; Mona i in. 2012; Singh i in. 2013; Fernandez i in. 2013; Trawczyński 2014, 2015).

Nawożenie dolistne pozwala na korygowanie złego stanu odżywienia roślin (Fageria i in. 2009, Singh i in. 2013, Fernandez i in. 2013). Najważniejszą jego funkcją jest interwencyjne uzupełnianie niedoboru składników w okresie wegetacji, wywołanego np. intensywnym rozwojem roślin, suszą, błędami agrotechnicznymi itp. Niedobór składnika odżywczego może wynikać z jego niewystarczającej ilości w środowisku lub niemożności pobrania przez korzenie i wchłonięcia do rośliny w niekorzystnych warunkach (Sawicka 2003; Szewczuk, Michałojć 2003; Fageria i in. 2009; Singh i in. 2013; Trawczyński 2015).

Objawy niedoboru składników pokarmowych na roślinach ziemniaka najpierw pojawiają się na młodszych lub górnych częściach rośliny. Na starszych liściach objawy nie występują w dużym nasileniu ze względu na to, że nieruchome składniki (wapń, bor, miedź, żelazo, mangan, molibden) nie przemieszczają się ze starszych do młodszych części rośliny (Fageria i in. 2009, Singh i in. 2013, Fernandez i in. 2013). Dokarmianie dolistne można stosować również w wypadku średniej zawartości mikrośladników w glebie, wówczas zabieg może mieć również działanie stymulujące na plon i jego jakość (Dkhil i in. 2011; Jawad, Al-Fadhly 2016).

Fernandez i inni (2013) uważają, że w przypadku intensywnych upraw profilaktyczne stosowanie nawozów dolistnych jest jak najbardziej celowe. Nawozy dolistne minimalizują wówczas nieprzewidziane skutki niedoboru składników odżywczych.

Dolistne stosowanie azotu, magnezu i mikroelementów ma duże znaczenie ze względu na:

- szybkie działanie, co pozwala na osiągnięcie dużej efektywności nawożenia przy użyciu niewielkiej ilości składnika (Gąsiorowska i in. 2010, Singh i in. 2013);
- formę roztworu wodnego, który zapewnia ich równomierne, poziome rozmieszczenie (Gąsiorowska i in. 2010, Trawczyński 2013);
- możliwość dolistnego wniesienia składników pokarmowych w okresie maksymalnego zapotrzebowania roślin na nie (Trawczyński 2013);
- możliwość zwiększenia plonowania odmian (Gąsiorowska i in. 2010, Fernandez i in. 2013).

Za dokarmianiem dolistnym przemawia również fakt, że jest ono bardziej efektywne niż doglebowe, gdyż do osiągnięcia tego samego efektu plonotwórczego w zależności od warunków i rodzaju składnika wystarczy 15-50% dawki składnika zastosowanego doglebowo (Sawicka 2003; Fageria i in. 2009; Villa i in. 2011; Trawczyński 2013, 2014). Dixon (2003) dowiódł, że azot stosowany dolistnie może być nawet 7-krotnie bardziej wydajny niż wniesiony doglebowo.

Poza tym składniki pokarmowe zastosowane dolistnie są od kilku do kilkunastu razy szybciej pobierane niż przy nawożeniu doglebowym (Fageria i in. 2009, Singh i in. 2013). Ma to istotne znaczenie, jeśli na roślinach występują objawy niedoboru konkretnego składnika. Mona i inni (2012) oraz

Singh i inni (2013) stwierdzili, że nawożenie dolistne zwiększa aktywność liści, stymuluje potrzebę pobierania wody przez rośliny i w rezultacie zwiększa wchłanianie składników odżywczych z gleby.

Do głównych czynników agrotechnicznych, decydujących o wysokiej skuteczności nawożenia dolistnego, należą: odkwaszenie gleby, właściwe doglebowe nawożenie fosforem, optymalna obsada i zdrowotność roślin oraz dobór odmian ziemniaka odznaczających się wysokim potencjałem plonotwórczym (Villa i in. 2011, Singh i in. 2013).

Na efektywność nawożenia dolistnego istotny wpływ mają:

- termin zabiegu – najlepiej w okresach niedoboru opadów, gdy występuje ograniczone pobieranie składników pokarmowych z gleby (Fageria i in. 2009, Fernandez i in. 2013);
- dawka, rodzaj i forma składnika – lepiej stosować składniki w formie chelatowej (Fageria i in. 2009, Villa i in. 2011, Mona i in. 2012, Gaj 2013);
- stężenie cieczy użytkowej (Gaj 2013, Singh i in. 2013, Fernandez i in. 2013), które w przypadku roztworu makroskładników powinno mieścić się w zakresie od 0,1 do 1,2%, zaś mikroelementów – od 0,05 do 0,2% (Fageria i in. 2009, Singh i in. 2013);
- rodzaj oprysku – drobnokroplisty, tak by krople osiadały na obu stronach liścia i nie spływały po roślinie, najlepiej z dodatkiem substancji powierzchniowo czynnych, zwiększających przyleganie kropli do liścia (Fageria i in. 2009, Fernandez i in. 2013);
- warunki atmosferyczne – wysoka wilgotność powietrza, dni chłodne i pochmurne lub godziny wieczorne, niższa temperatura powietrza – 10-15°C, maksymalnie do 20°C, oraz prędkość wiatru do 5 m/s (Fageria i in. 2009, Singh i in. 2013, Fernandez i in. 2013). W skrajnie niskich, jak i skrajnie wysokich temperaturach zmieniają się właściwości błon cytoplazmatycznych, co może modyfikować pobieranie jonów (Fernandez i in. 2013). Ilość absorbowanego manganu w temperaturze 10°C jest o 60% wyższa niż w temperaturze 30°C. Wiatr natomiast powoduje nierównomierne rozłożenie preparatu (Fageria i in. 2009, Fernandez i in. 2013);
- wysokość ciśnienia cieczy roboczej, jednorodność i żywotność kropli, równomier-

ność pokrycia liści preparatem oraz stopień nasycenia nim ich powierzchni (Singh i in. 2013, Fernandez i in. 2013).

Niedobór lub występowanie składnika odżywczego w formie trudno rozpuszczalnej staje się przyczyną stresu i ma wpływ na zaburzenia metabolizmu rośliny, co unieumożliwia pełne wykorzystanie potencjału plonowania (Singh i in. 2013, Fernandez i in. 2013). Do takiej sytuacji często dochodzi w wypadku mikroelementów metalicznych (Fe, Cu, Zn, Mn). Składniki te są często wiązane niewymiennie przez cząstki gleby i stają się trudno dostępne dla roślin. Pobieranie tych mikroelementów przez rośliny umożliwiają nawozy dolistne w postaci chelatów mikroelementowych.

Celem badań była ocena zastosowania w nawożeniu ziemniaka kombinacji wybranych nawozów dolistnych.

Metodyka badań

Trzyletnie doświadczenie polowe przeprowadzono w województwie podkarpackim na glebie brunatnej lekko kwaśnej, o zawartości próchnicy 2,66% i 5,69 pH w 1n KCl. Zasobność gleby w przyswajalny fosfor, potas, mangan, miedź, żelazo i cynk była średnia, zaś w magnez – bardzo wysoka.

W doświadczeniu wykorzystano cztery odmiany ziemniaka: Agnes, Jelly, Viviana i Vineta należące do różnych grup wczesności. Przedplonem ziemniaka był jęczmień ozimy. Po zbiorze przedplonu wykonywano podorywkę, a jesienią stosowano obornik w ilości 25 t/ha. Wiosną pole bronowano i przygotowywano glebę do sadzenia. Przed sadzeniem, pod całe doświadczenie, zastosowano nawozy fosforowo-potasowe w ilości 100 kg P₂O₅ na 1 ha w formie superfosfatu potrójnego (46%) i 150 kg K₂O w postaci siarczanu potasu (50%) oraz azot w ilości 80 kg N w postaci mocznika (46%).

Ziemniaki sadzono w III dekadzie kwietnia w rozstawie 70,5 x 37 cm. Po sadzeniu stosowano zabiegi pielęgnacyjne mechaniczno-chemiczne, polegające na obredleniu tuż przed wschodami, a następnie preparat Platen 41,5 WG w dawce 2 kg/ha. W czasie wegetacji prowadzono ochronę przed zarazą ziemniaka i stonką ziemniaczaną, zgodnie z zaleceniami IOR-PIB. Zbiór przeprowadzono kopaczką elewatorową w fazie dojrzałości

technicznej bulw w III dekadzie sierpnia (Viviana i Vineta) oraz w II dekadzie września (Agnes i Jelly).

Warunki meteorologiczne w latach badań były zróżnicowane. Rok 2013 charakteryzował się suchym latem, ale bardzo mokrym wrześniem, w 2014 r. odnotowano nadmiar opadów, zaś w 2015 – znaczny niedobór opadów w okresie wegetacji ziemniaka.

W doświadczeniu zastosowano następujące kombinacje nawozów dolistnych: Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop; Fortis B Mo + Ferti Agro; Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo. Nawozy dolistne były stosowane zgodnie z zaleceniami producentów 2-, 3- lub 4-krotnie, z 300 l wody na 1 ha, począwszy od fazy BBCH 29 (wytworzenie pędów bocznych) – do początku tworzenia owoców (faza BBCH 71).

Ferti Agro 10/45/5 zawiera następujące ilości składników pokarmowych: azot 10%, fosfor 45%, potas 5% oraz bor, miedź, żelazo, mangan, cynk, magnez, siarkę, molibden, a ponadto aminokwasy i witaminy. Nawóz stosowano w dawce 3 kg/ha 4-krotnie co 7 dni, począwszy od fazy rozwoju pędów bocznych

Fortis Aminotop zawiera 9% azotu organicznego pochodzenia aminokwasowego. Nawóz zastosowano 4-krotnie w dawce 2-3 l/ha od fazy 15-20 cm, co 10-15 dni.

Fortis B Mo zawiera 11% boru i 0,37% molibdenu rozpuszczalnego w wodzie. Zastosowano go w dwóch dawkach, w ilości 1-1,5 l/ha: pierwszą w okresie od formowania pędów do zwierania międzyrzędzi, drugą – w okresie tworzenia się bulw i kwiatostanów.

Fortis Duotop Zn Mn zawiera 7,1% cynku, 5,1% manganu oraz miedź, bor, molibden i magnez. Stosowano go w dawce

2-3 l/ha 2-krotnie: w fazie 10-15 cm wzrostu roślin i 15 dni później.

Omówienie wyników

Dolistne nawożenie kombinacją nawozów Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop przyczyniło się do zwiększenia plonu o 3,9 t/ha (przyrost o 9,6%). Nawozy te spowodowały także wzrost plonu handlowego o 5,1 t/ha (o 13,4%) oraz plonu skrobi o 14,1% w porównaniu z obiektem standardowym, bez nawożenia dolistnego (tab. 1 i 2).

Po aplikacji dolistnej nawozów Fortis B Mo + Ferti Agro odnotowano przyrost plonu ogólnego i handlowego odpowiednio o 3,9 i 4,8%, tj. o 1,6 i 1,9 t/ha, w porównaniu z obiektem standardowym. Zastosowanie kombinacji nawozów Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo również wpłynęło na wzrost plonu ogólnego i handlowego, odpowiednio o 3,8 i 6,0%, ale nieistotnie obniżyło plon skrobi, o 0,5% (tab. 1 i 2).

Nawozy dolistne badane w doświadczeniu wpłynęły też korzystnie na skład chemiczny bulw poprzez wzrost zawartości skrobi, witaminy C oraz zmniejszenie ilości azotanów. Największy przyrost zawartości skrobi nastąpił po zastosowaniu nawozów Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop oraz Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo (o 2,8%). Natomiast wszystkie kombinacje nawozów dolistnych przyczyniły się do zmniejszenia zawartości azotanów w bulwach. Największy spadek ich zawartości odnotowano po aplikacji kombinacji Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop (10,8%), następnie Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo (9,7%) i Fortis B Mo + Ferti Agro (9,6%) – tabele 1 i 2.

Nawozy dolistne przyczyniły się ponadto do wzrostu zawartości witaminy C, zależnie od ich kombinacji od 5,3 do 7,1% (tab. 1 i 2).

Tabela 1

**Wpływ dolistnego nawożenia ziemniaka
na plon oraz zawartość skrobi, azotanów i witaminy C (średnie z lat 2013-2015)**

| Stosowane nawozy dolistne | Plon (t/ha) | | | Zawartość w świeżej masie bulw | | |
|---|-------------|---------------------|--------|--------------------------------|------------------|-----------------------|
| | ogólny | handlowy Ø >4 cm | skrobi | skrobi (%) | azotanów (mg/kg) | witaminy C (mg/100 g) |
| 0 – obiekt standardowy bez nawożenia dolistnego | 41,0 | 38,2 | 5,7 | 14,3 | 105,3 | 12,9 |
| Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop | 44,9 | 43,4 | 6,4 | 14,7 | 94,0 | 13,6 |
| Fortis B Mo + Ferti Agro | 42,6 | 40,1 | 5,7 | 14,5 | 95,2 | 13,8 |
| Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo | 42,5 | 40,5 | 5,6 | 14,7 | 95,1 | 13,7 |
| HSD _{0,05} | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,5 | 1,5 | 0,2 |

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań

Tabela 2

**Przyrost lub spadek plonu oraz wybranych składników chemicznych
bulw ziemniaka (%). Średnia z lat 2013-2015**

| Stosowane nawozy dolistne | Wzrost / spadek plonu | | | Wzrost lub spadek zawartości składników chemicznych | | |
|---------------------------------------|-----------------------|---------------------|--------|---|----------|------------|
| | ogólny | handlowy Ø >4 cm | skrobi | skrobi | azotanów | witaminy C |
| Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop | 9,6 | 13,5 | 14,1 | 2,8 | -10,8 | 5,3 |
| Fortis B Mo + Ferti Agro | 3,9 | 4,8 | 0,5 | 1,9 | -9,6 | 7,1 |
| Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo | 3,8 | 6,0 | -0,5 | 2,8 | -9,7 | 6,5 |

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań

Wnioski

Wielkość plonu ogólnego i handlowego bulw oraz cechy ich jakości są istotnie modyfikowane przez aplikację nawozów dolistnych.

1. Największy efekt plonotwórczy zapewniła kombinacja nawozów Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop.

2. Większą akumulację skrobi w bulwach uzyskano, aplikując nawozy Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop oraz Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo, zaś większe nagromadzenie witaminy C stwierdzono pod wpływem kombinacji nawozów Fortis B Mo + Ferti Agro.

3. Zastosowanie wszystkich kombinacji nawozów dolistnych wpłynęło na obniżenie zawartości azotanów.

Literatura

Dixon R. C. 2003. Foliar fertilization improves nutrient use efficiency. – Fluid J.: 1-2; **2. Dkhil B. B., Denden M., Aboud S. 2011.** Foliar potassium fertilization and its effect on growth, field and quality of potato grown under loam-sandy soil and semi-arid conditions. – Int. J. Agric. Res. 6(7): 593-600; **3. Fageria N. K., Filho B. M. P., Moreira A., Guimarães C. M. 2009.** Foliar Fertilization of Crop Plants. – J. Plant Nutr. 32: 1044-1064; **4. Fernandez V., Sotiropoulos T.,**

- Brown P. 2013.** Foliar Fertilization. Scientific, principles and field practices. International Fertilizer Industry Association (IFA). Paris. France: 144 s. ISBN 979-10-92366-00-6; **5. Gaj R. 2013.** Efektywne wykorzystanie składników mineralnych z nawozów we współczesnym rolnictwie. CDR Brwinów. Oddz. Poznań: 39 s. ISBN 978-83-60232-52-1; **6. Gąsiorowska B., Krawczyk M., Krawczyk P. 2010.** Wpływ sposobów nawożenia mineralnego na plonowanie ziemniaka. – Ziemn. Pol. 1: 1-4; **7. Jawad T. M., Al-Fadhly. 2016.** Response of potato (*Solanum tuberosum*) to foliar application of zinc and manganese which fertilized by organic fertilizer. – IOSR J. Agric. Veter. Sci. 9(4): 91-97; **8. Mona E. E., Ibrahim S. A., Manal F. Mohamed. 2012.** Combined effect of NPK levels and foliar nutritional compounds on growth and yield parameters of potato plants (*Solanum tuberosum* L.). – Afr. J. Microbiol. Res. 6(24): 5100-5109; **9. Sawicka B. 2003.** Przyrodniczy i gospodarczy aspekt dolistnego stosowania preparatów Insol 7 i Atonik w uprawie ziemniaka. – Acta Agroph. 85: 145-156; **10. Singh J., Singh M., Jain A., Bhardwaj S., Singh A., Singh D. K., Bhushan B., Dubey S. K. 2013.** An introduction of plant nutrients and foliar fertilization: a review. [W:] Precision farming: a new approach. Daya Publishing Company. New Delhi: 252-320; **11. Szewczuk C., Michałojć Z. 2003.** Praktyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. – Acta Agroph. 85: 19-29; **12. Trawczyński C. 2013.** Wpływ dolistnego nawożenia preparatem Herbagreen na plonowanie ziemniaków. – Ziemn. Pol. 2: 29-33; **13. Trawczyński C. 2014.** Zastosowanie makro- i mikroelementowych nawozów chelatowych w dolistnym dokarmianiu ziemniaka. – Biul. IHAR 271: 65-77; **14. Trawczyński C. 2015.** Kompleksowe odżywianie ziemniaka na bazie nawozów nowej generacji. – Ziemn. Pol. 3: 14-18; **15. Villa M. R., Rodriguez L. E., Gomez J. M. 2011.** Effect of edaphic and foliar management of manganese on the field of the Criolla Colombia cultivar. – Agron. Colomb. 29(3): 447-454