

OCENA WPŁYWU SPOSOBU NAWOŻENIA NA ZAWARTOŚĆ AZOTU W LIŚCIACH JABŁONI

Waldemar Treder, Tadeusz Olszewski

Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach

Streszczenie. Celem badań była ocena wpływu sposobu nawożenia na zawartość azotu w liściach jabłoni. Doświadczenie prowadzono w latach 1993-1999 w SZD w Dąbrowie. Jednoroczne okulanty jabłoni odmian Jonagold i Gala szczepione na podkładce M9 posadzono wiosną 1993 r. w rozstawie 3,5×1,25 m, (2286 drzew na ha). W doświadczeniu zastosowano dwa sposoby nawożenia: posypywy oraz fertygację przy użyciu dwu rodzajów nawozów: azotowego i wieloskładnikowego. Analiza wyników wykazała zmienną w latach zawartość azotu w liściach obydwu badanych odmian jabłoni. Rodzaj nawożenia ani sposób jego stosowania nie miał istotnego wpływu na średnią z lat badań zawartość azotu w liściach jabłoni. Zawartość ta uzależniona była przede wszystkim od wysokości plonu i wieku roślin.

Słowa kluczowe: jabłonie , azot, fertygacja, nawadnianie

WSTĘP I CEL PRACY

Najpowszechniej stosowanym i najbardziej czułym wskaźnikiem aktualnego stanu zaopatrzenia roślin w azot jest analiza jego zawartości w częściach wskaźnikowych roślin [Nowosielski 1968]. W przypadku roślin sadowniczych analiza chemiczna liści jest powszechnie stosowana jako metoda określająca ich potrzeby nawozowe. Pierwsze liczby graniczne dla roślin sadowniczych w Polsce opracowane zostały na podstawie literatury światowej przez Kłossowskiego [1972]. W następnych latach na podstawie wieloletnich badań prowadzonych w różnych rejonach Polski udoskonalił je Sadowski i in. [1990]. Pomimo ustalenia liczb granicznych wyniki analiz zawartości składników mineralnych w liściach nie są jednoznaczne, ponieważ mogą być modyfikowane przez wiele czynników. W przypadku azotu może być to na przykład poziom owocowania [Sadowski i Kępka 1974, Sadowski i in. 1995], siły wzrostu drzew [Słowik 1984], a także od takich czynników jak odmiana [Olszewski i in. 1994] oraz podkładka [Ben 1976, 1995]. Bardzo duży wpływ na zawartość azotu w liściach drzew owocowych ma

Adres do korespondencji – Corresponding author: doc. dr hab. Waldemar Treder, doc. dr hab. Tadeusz Olszewski, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa, ul. Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice, e-mail: wtreder@insad.pl, tolszew@insad.pl

przebieg pogody [Pacholak 1986], a także zabiegi agrotechniczne [Olszewski i Mika 1986]. Nawadnianie kropłowe oraz fertygacja stwarzają nowe możliwości agrotechniczne. Według Bravdo i Proebstinga [1993], stosowanie fertygacji otwiera możliwości tworzenia programów nawożeniowych, opartych nie na dotychczas stosowanych dawkach nawozów, przeliczanych na powierzchnię uprawy, lecz na optymalnych dla roślin stężeniach i proporcjach pomiędzy poszczególnymi jonami. Większe zagęszczenie korzeni w strefie zwilżania, powodując intensywniejsze pobieranie jonów z tej strefy, szybko obniża ich stężenie, co wpływa na ograniczenie pobierania. Dlatego też szczególnie na glebach bardzo lekkich rośliny nawadniane stają się po pewnym czasie uzależnione od fertygacji [Bravdo i Proebsting 1993]. Bardzo różne są opinie dotyczące wpływu fertygacji na zawartość składników mineralnych w liściach i owocach jabłoni. Dencker [1992] nie zaobserwował wpływu fertygacji nawozami wieloskładnikowymi na zawartość makroelementów w liściach jabłoni. Także Zydlik i Pacholak [1997] podają, że fertygacja nawozem azotowym nie wpłynęła na zawartość makroelementów w liściach jabłoni Šampion i Golden Delicious. Horing i Bünemann [1995] stwierdzają, że fertygacja azotem powodowała podniesienie jego zawartości w liściach jabłoni w porównaniu do nawożenia posypowego.

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu sposobu i rodzaju nawożenia na zawartość azotu w liściach jabłoni.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w SZD Dąbrowice w latach 1993–1999. Sad założono na glebie płowej o składzie mechanicznym piasku gliniastego mocnego zalegającego na glinie lekkiej.

Materiał doświadczalny stanowiły jednoroczne okulanty jabłoni odmian Jonagold i Gala szczepione na podkładce M9. Drzewka posadzono wiosną 1993 r. w rozstawie 3,5×1,25 m (2286 drzew na hektar). W rzędach drzew utrzymywano ugór herbicydowy, a w międzyrzędziach murawę. Ochronę przed chorobami i szkodnikami prowadzono według zaleceń przyjętych dla produkcyjnych sadów jabłoniowych. W doświadczeniu zastosowano dwie dawki i dwa sposoby nawożenia:

- nawożenie azotem 30g N na drzewo w formie saletry amonowej,
- nawożenie nawozem wieloskładnikowym 81 g na drzewo w tym 30 g N, 4 g P, 37 g K, 6 g Mg, 4 g Ca.

Nawozy podawano dwoma sposobami posypowo lub przez system nawodnieniowy (fertygacja). Do pełnych dawek nawożenia dochodzono przez okres 3 lat, stosując w pierwszym roku 1/3 dawek, to jest 10 g N na drzewo i 27 g mieszanki nawozowej/drzewo, a w drugim roku odpowiednio 20 g N/drzewo i 54 g mieszanki nawozowej na drzewo.

Do nawadniania i fertygacji zastosowano linie kroplujące z kompensacją ciśnienia Raam o rozstawie kropłowników 0,7 m i wydatku 2,3 l·h⁻¹. Nawadnianie prowadzono w miarę potrzeb dla utrzymania wilgotności na poziomie 0 – (- 0,02) MPa potencjału wodnego gleby. Pomiar wilgotności gleby prowadzono za pomocą tensjometrów umieszczonych na głębokości 20 cm. Nawozy do instalacji nawodnieniowej dozowano

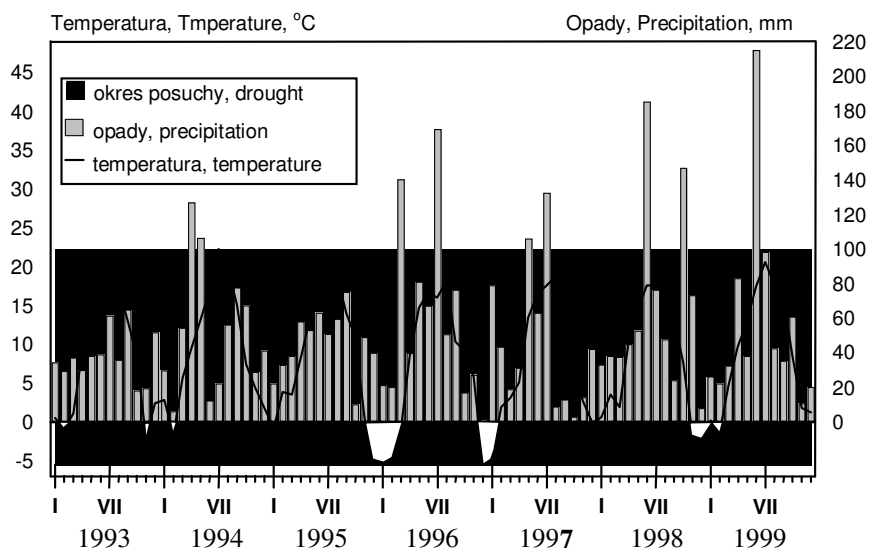
za pomocą pomp proporcjonalnego mieszania Dosatron. Nawożenie posypowe stosowano jednorazowo wiosną każdego roku. Fertygacja prowadzona była od maja do końca lipca z częstotliwością zależną od przebiegu pogody nie rzadziej jednak niż raz na 7 dni. W celu wyeliminowania zróżnicowania wilgotności gleby poletka nawożone posypowo były nawadniane kropłowo takimi samymi ilościami wody jak te, na których stosowano fertygację.

Liście do analiz pobierano w latach 1993–1999. Próbkę pobierano na początku sierpnia ze środkowej części długopędów rozmieszczonych na obwodzie korony drzew. Każda próba liczyła ok. 100 liści. Liście suszono w temperaturze 60°C, a następnie mielono w młynku agatowym. Zawartość azotu oznaczano metodą Kjeldahla w aparacie Kjelfoss.

Doświadczenie zaplanowano w układzie blokowym w czterech powtórzeniach, po 7 drzewek w powtórzeniu. Łącznie 28 drzew.

WYNIKI

Przebieg opadów i temperatur dla poszczególnych miesięcy w latach 1993–1999 przedstawia klimatodiagram (rys. 1).



Rys. 1. Klimatodiagram dla Skierniewic w latach 1993–1999

Fig. 1. Climatic graph – Skierniewice 1993–1999

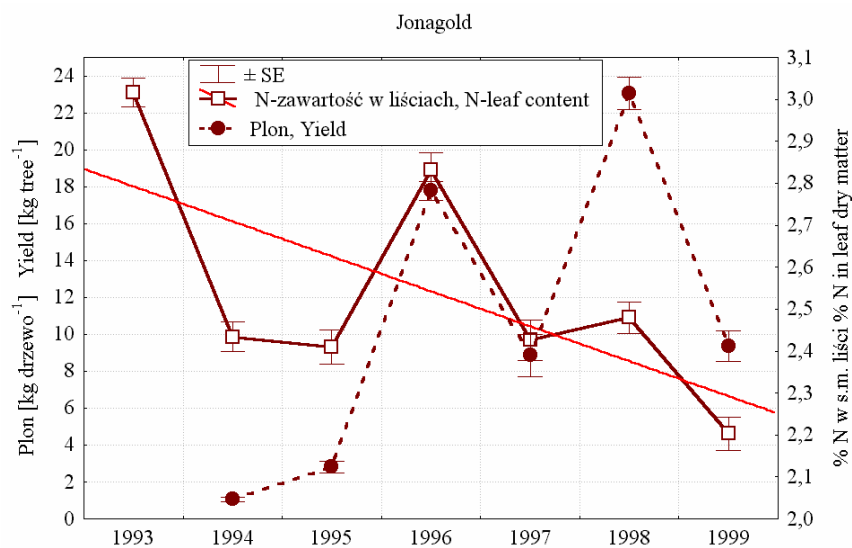
Średnie miesięczne temperatury oraz wielkości opadów wykazują dużą zmienność w poszczególnych latach badań. Z uwagi na znaczne różnice w poszczególnych latach badań pomiędzy zawartościami azotu w liściach ‘Jonagolda’ i ‘Gali’ dalsze analizy

prowadzono oddzielnie dla każdej odmiany. Średnie dla wszystkich wariantów doświadczenia zawartości azotu w liściach 'Jonagolda' i 'Gali' wykazują tendencję obniżania się wraz z wejściem drzew w pełnię owocowania (rys. 2 i 3). Analiza statystyczna wykazała zarówno dla 'Jonagolda' ($r = -0,59$) jak i dla 'Gali' ($r = -0,60$) istotną ujemną korelację pomiędzy wiekiem drzew a zawartością azotu w liściach drzew. Pomimo tendencji obniżania się wraz z wiekiem drzew zawartości azotu w liściach jabłoni, dla obu badanych odmian po siedmiu latach uprawy była ona ciągle według liczb granicznych azotu [Sadowski i in. 1990] na poziomie optymalnym. Analiza przebiegu zawartości azotu w liściach i plonowania drzew wskazuje występowanie wyraźnych zależności pomiędzy tymi cechami. Analiza regresji wielokrotnej przeprowadzona dla wszystkich wariantów doświadczenia wykazała, że zawartość azotu w liściach był ujemnie skorelowana z wiekiem drzew i dodatnio z wysokością ich plonu. Potwierdzają to wysokie poziomy korelacji wielokrotnej R pomiędzy tymi cechami (tab. 1).

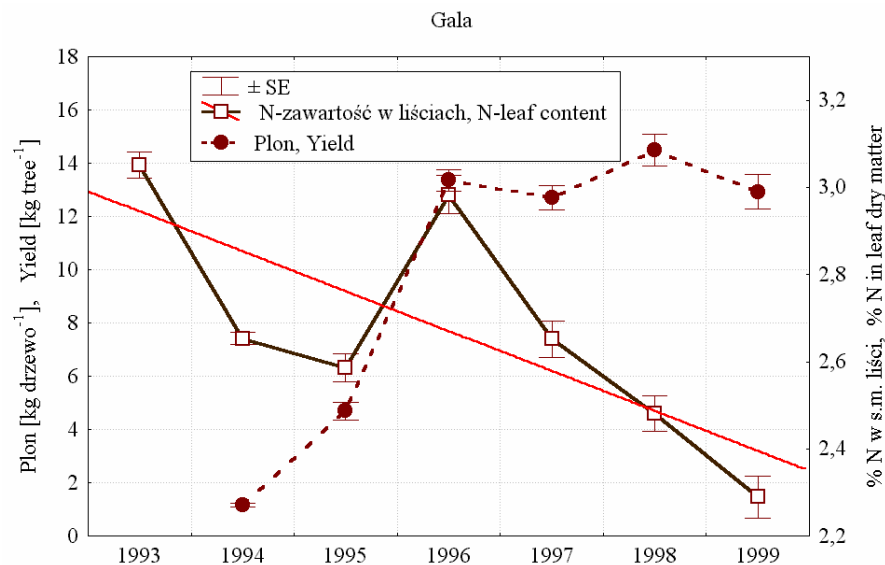
Tabela 1. Współczynnik korelacji wielokrotnej R pomiędzy zawartością azotu w liściach a wiekiem drzew i wysokością plonu

Table 1. Multiple correlation coefficient R between the nitrogen content in the leaves and the age of trees and yielding

Rodzaj nawozu Type of fertilizer	Sposób nawożenia Usage of fertilizer	Jonagold	Gala
Azotowy Nitrogenous	posypowy, broadcasting	0,87	0,87
	fertygacja, fertigation	0,83	0,80
Wieloskładnikowy Complete	posypowy, broadcasting	0,74	0,79
	fertygacja, fertigation	0,67	0,88



Rys. 2. Zawartość azotu w liściach oraz plonowanie jabłoni odmiany Jonagold w latach 1993–1999
Fig. 2. Content of nitrogen in the leaves and yield of Jonagold apple tree in year 1993–1999



Rys. 3. Zawartość azotu w liściach oraz plonowanie jabłoni odmiany Gala w latach 1993–1999
 Fig. 3. Content of nitrogen in the leaves and yield of Gala apple tree in year 1993–1999

Nawożenie ani sposób jego stosowania nie miały istotnego wpływu na średnią z lat zawartość azotu w liściach obu badanych odmian jabłoni (tab. 2 i 3). W przypadku odmiany Jonagold w pierwszym roku uprawy (1993) oraz w roku 1998 stwierdzono istotnie wyższą zawartość azotu w liściach drzew nawożonych tylko nawozem azotowym. Ale w roku 1997 wyższą zawartość azotu miały liście drzew nawożonych nawozem wieloskładnikowym. W przypadku ‘Gali’ w trzech kolejnych latach badań (1995–1997) drzewa nawożone nawozem azotowym miały istotnie wyższą zawartość azotu w liściach w porównaniu do drzew nawożonych nawozem wieloskładnikowym. W przypadku odmiany Jonagold nawożenie posypowe powodowało istotny wzrost zawartości azotu w liściach drzew w latach 1994, 1998 i 1999. Podobne wyniki uzyskano także dla ‘Gali’. Drzewa nawożone posypowo miały wyższą zawartość azotu w 1995 i tak jak Jonagold w dwu ostatnich latach badań. W roku 1994 dla obu rodzajów nawozów wyższa średnia zawartość azotu w liściach Jonagolda nawożonego posypowo była spowodowana przede wszystkim znacznie wyższym plonowaniem drzew nawożonych posypowo nawozem wieloskładnikowym (rys. 4). Podobnie obserwacje poczyniono w 1995 r. dla drzew odmiany Gala (rys. 5).

Wyższe zawartości azotu w liściach drzew nawożonych posypowo były spowodowane ich silniejszym plonowaniem. Wyższe średnie zawartości azotu w latach 1998 i 1999 u drzew nawożonych posypowo nie były już skorelowane z wysokością plonu, ale z siłą wzrostu drzew wyrażoną przyrostem średnicy pnia (rys. 6, 7). W roku 1998 u ‘Jonagolda’ najniższą zawartość azotu w liściach i jednocześnie najsilniejszy wzrost (dane niepublikowane) miały drzewa nawożone fertygacyjnie nawozem azotowym. Natomiast w 1999 najsłabszy wzrost i najwyższą zawartość azotu w liściach miały drzewa odmiany

Jonagold, które nawożone były posypowo nawozem wieloskładnikowym. W przypadku ‘Gali’ w 1998 r. najwyższą zawartość azotu w liściach i jednocześnie najniższy wzrost (dane niepublikowane) miały drzewa nawożone posypowo nawozem azotowym. Podobne wyniki uzyskano także w roku następnym, kiedy to drzewa nawożone posypowo rosły słabiej i miały wyższą zawartość azotu w liściach od tych, dla których stosowano fertygację (rys. 8, 9).

Tabela 2. Zawartość azotu w liściach jabłoni odmiany Jonagold, % sm – ocena efektów głównych oraz interakcji

Table 2. The content of nitrogen in the leaves of the Jonagold apple tree, % dm – estimation of main effects and interaction

Wyszczególnienie Specification	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Średnio Mean
Rodzaj nawozu – Type of fertilizer (N)								
Nawóz azotowy, Nitrogenous fertilizer	3,07 b	2,34 a	2,37 a	2,74 a	2,21 a	2,60 b	2,13 a	2,49 a
Nawóz wieloskładnikowy, Complete fertilizer	2,92 a	2,33 a	2,31 a	2,68 a	2,35 b	2,31 a	2,14 a	2,43 a
Sposób stosowania nawozu – Usage of fertilizer (S)								
Nawożenie posypowe, Broadcasting	3,02 a	2,37 b	2,38 a	2,75 a	2,29 a	2,54 b	2,20 b	2,51 a
Fertygacja, Fertigation	2,97 a	2,29 a	2,30 a	2,66 a	2,27 a	2,37 a	2,07 a	2,42 a
Interakcja, Interaction	ni ns	ni ns	ni ns	ni ns	ni ns	ni ns	ni ns	ni ns

^{a, b} średnie oznaczone taką samą literą nie różnią się istotnie (5%) wg testu t-Duncana

^{a, b} Means marked with the same letters do not differ significantly at (5%), Duncan's t-test

ni – brak istotności różnic, ** istotność na poziomie 0,01; * istotność na poziomie 0,05

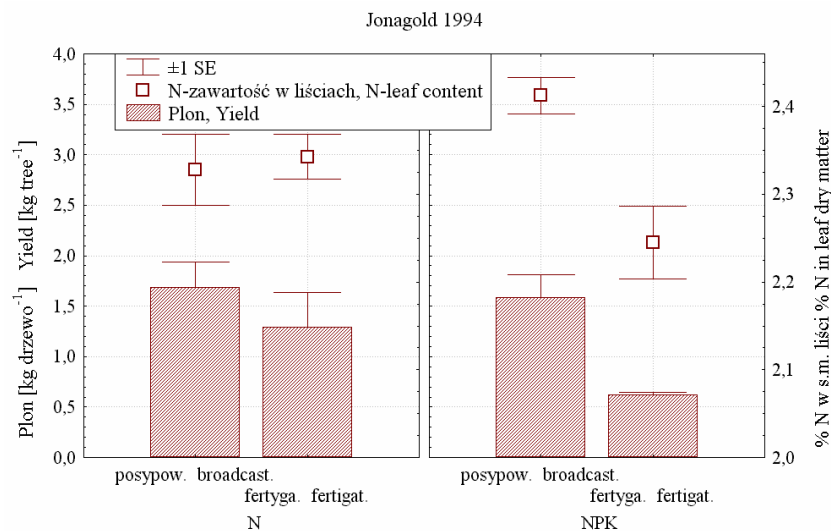
ns – not significant, ** means significantly different at 0.01 level of significance, * means significantly different at 0.05 level of significance

Tabela 3. Zawartość azotu w liściach jabłoni odmiany Gala, % sm – ocena efektów głównych oraz interakcji (N×S)

Table 3. The content of nitrogen in the leaves of the Gala apple tree, % dm – estimation of main effects and interaction (N×S)

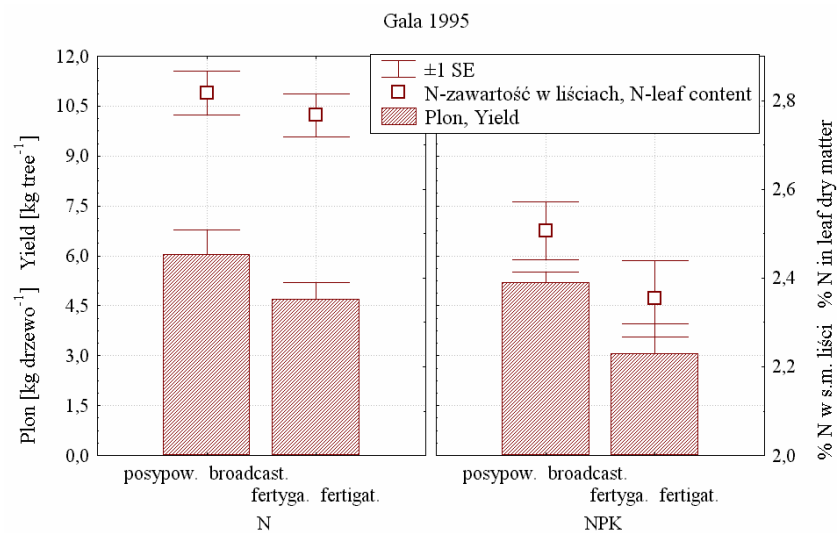
Wyszczególnienie Specification	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Średnio Mean
Rodzaj nawozu – Type of fertilizer (N)								
Nawóz azotowy, Nitrogenous fertilizer	3,10 a	2,67 a	2,74 b	3,16 b	2,82 b	2,63 a	2,43 a	2,79 a
Nawóz wieloskładnikowy, Complete fertilizer	3,06 a	2,64 a	2,55 a	3,08 a	2,72 a	2,53 a	2,34 a	2,70 a
Sposób stosowania nawozu – Usage of fertilizer (S)								
Nawożenie posypowe, Broadcasting	3,09 a	2,68 a	2,73 b	3,14 a	2,81 a	2,68 b	2,47 b	2,80 a
Fertygacja, Fertigation	3,07 a	2,63 a	2,56 a	3,10 a	2,73 a	2,48 a	2,31 a	2,70 a
Interakcja, Interaction	ni ns	ni ns	ni ns	ni ns	ni ns	ni ns	ni ns	ni ns

Objaśnienia – patrz tabela 2. For explanation see table 2



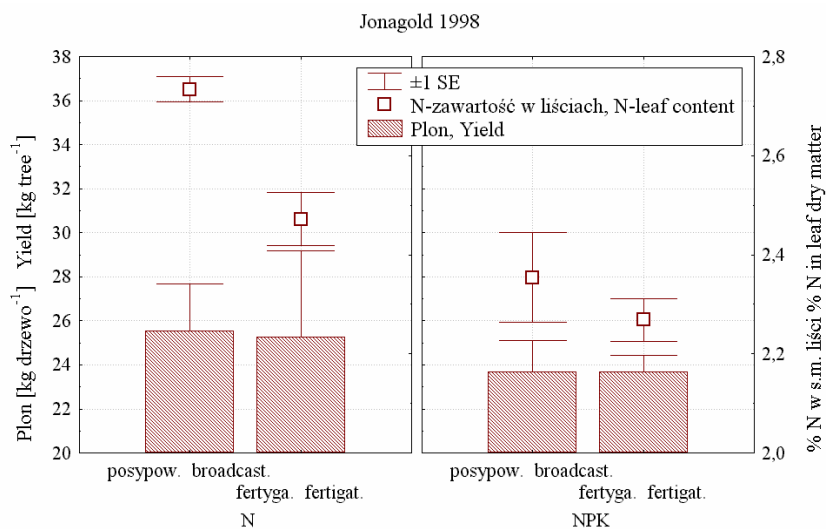
Rys. 4. Wpływ rodzaju nawozu i sposobu nawożenia na zawartość azotu w liściach oraz plonowanie jabłoni odmiany Jonagold w 1994 r.

Fig. 4. The influence of type of fertilizer and content of nitrogen in the leaves and yield of the Jonagold apple tree in year 1994



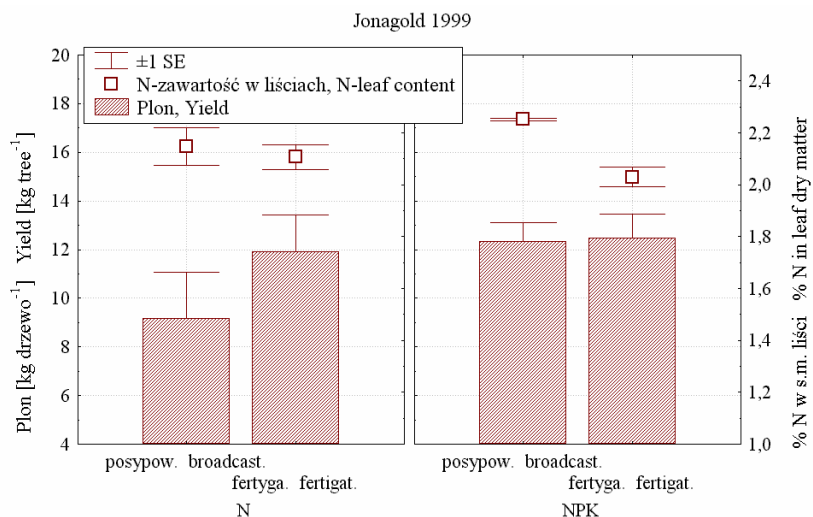
Rys. 5. Wpływ rodzaju nawozu i sposobu nawożenia na zawartość azotu w liściach oraz plonowanie jabłoni odmiany Gala w 1995 r.

Fig. 5. The influence of type of fertilizer and content of nitrogen in the leaves and yield of the Gala apple tree in year 1995



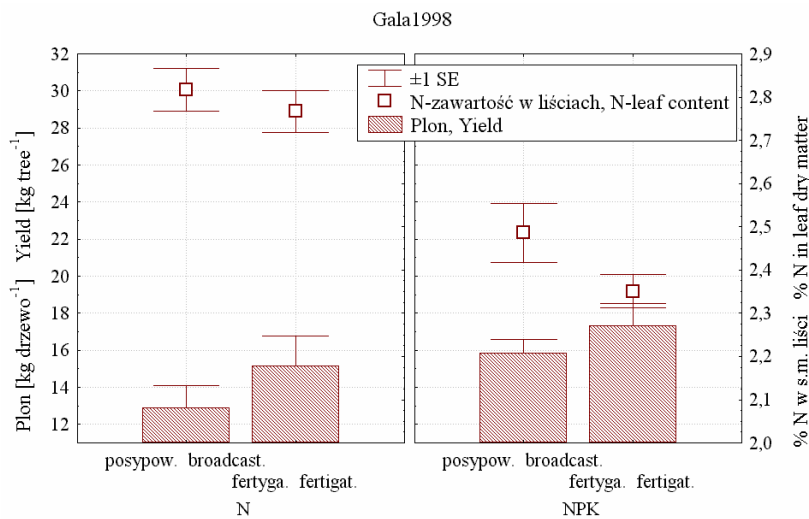
Rys. 6. Wpływ rodzaju nawozu i sposobu nawożenia na zawartość azotu w liściach oraz plonowanie jabłoni odmiany Jonagold w 1998 r.

Fig. 6. The influence of type of fertilizer and content of nitrogen in the leaves and yield of the Jonagold apple tree in year 1998



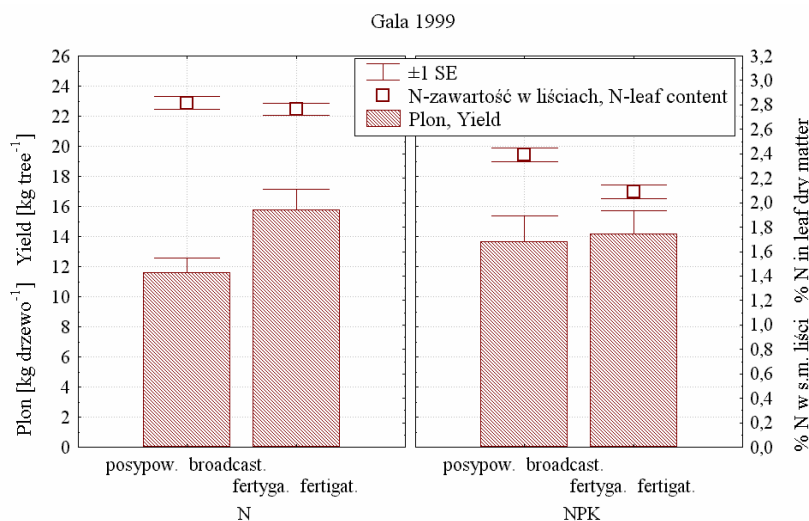
Rys. 7. Wpływ rodzaju nawozu i sposobu nawożenia na zawartość azotu w liściach oraz plonowanie jabłoni odmiany Jonagold w 1999 r.

Fig. 7. The influence of type of fertilizer and content of nitrogen in the leaves and yield of the Jonagold apple tree in year 1999



Rys. 8. Wpływ rodzaju nawozu i sposobu nawożenia na zawartość azotu w liściach oraz plonowanie jabłoni odmiany Gala w 1998 r.

Fig. 8. The influence of type of fertilizer and content of nitrogen in the leaves and yield of the Gala apple tree in year 1998



Rys. 9. Wpływ rodzaju nawozu i sposobu nawożenia na zawartość azotu w liściach oraz plonowanie jabłoni odmiany Gala w 1999 r.

Fig. 9. The influence of type of fertilizer and content of nitrogen in the leaves and yield of the Gala apple tree in year 1999

DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Zawartość azotu w liściach badanych jabłoni zmieniała się znacznie w poszczególnych latach. O wpływie lat badań na koncentrację makroelementów w liściach drzew owocowych donosi także wielu autorów [Kłossowski 1972, Pacholak 1986, Ugolik 1995, Olszewski 2001]. Zawartość azotu w liściach obydwu badanych odmian obniżała się wraz z wiekiem drzew, szczególnie wysoka była jednak u drzewek w pierwszym roku uprawy. Potwierdzają to badania Kłossowskiego i Czynczyka [1974], którzy stwierdzają, że zawartość azotu w liściach jednorocznych jabłoni jest istotnie wyższa niż w liściach drzew dwuletnich. Przedstawione wyniki są także zgodne z badaniami Thompsona i in. [1960] oraz Olszewskiego [2001]. Holenderskie zalecenia nawożenia wprowadzają na podstawie wyników analiz liści współczynnik korekcyjny uwzględniający wiek drzew [Kodde 1992]. Dla obydwu badanych odmian zawartość ogólnego azotu w liściach drzew była w okresie prowadzenia doświadczenia na poziomie określanym przez liczby graniczne [Sadowski i in. 1990] jako optymalny lub wysoki. Drzewa odmiany Gala rosły słabiej od Jonagolda, przez co zawartość makroelementów w ich liściach może być naturalnie wyższa niż u Jonagolda. Wskazują na to wyniki prezentowane w tej pracy, a także badania Tagliaviniego i in. [1992], którzy tłumaczą obniżenie zawartości N w liściach jabłoni silnie rosnących zjawiskiem tzw. rozcieńczenia. Badania Pieniążka i Łązniewskiej [1961] potwierdzają nasze wyniki o wpływie wielkości plonu na zawartość azotu w liściach drzew. Drzewa silnie owocujące słabiej rosną, przez co gromadzą w liściach więcej asymilatów. Pomimo stosunkowo bogatej literatury dotyczącej efektywności stosowania fertygacji w sadach jabłoniowych, dane dotyczące wpływu tego sposobu nawożenia na skład mineralny liści i owoców są jednak ubogie. Według Wolfa i in. [1990], fertygacja nawozami wieloskładnikowymi powoduje wzrost zawartości azotu w liściach jabłoni. Wyższą zawartość azotu w liściach drzew jabłoni nawożonych metodą fertygacji uzyskali także Horing i Büneman [1995]. Z kolei Dencker [1992] nie zaobserwował żadnego wpływu fertygacji na koncentrację makroelementów w liściach jabłoni. W badaniach własnych nie stwierdzono istotnego wpływu rodzaju nawozu oraz sposobu nawożenia na średnią z lat badań zawartość azotu w liściach obu badanych odmian. Na wyniki w poszczególnych latach miał przede wszystkim wpływ wysokość plonowania, które jednocześnie wpływało na wzrost drzew, przez co także na zawartość azotu w ich liściach.

PIŚMIENNICTWO

- Ben J., 1976. Zawartość niektórych składników chemicznych w liściach i jabłkach oraz zdolność przechowalnicza owoców odmiany Jonathan w zależności od podkładki. Pr. Inst. Sad., Ser. C, 1–2, 87–88.
- Bravdo B., Proebsting E. L., 1993. Use of drip irrigation in orchards. HortTechnology Jan. (Mar.) 3 (1), 44–49.
- Dencker I., 1992. Drip irrigation of young apple trees with a nutrient solution. Frugt og Baer. 21, 1, 15–17.

- Hornig R., Bünemann G., 1995. Effects of soil management, irrigation and fertigation in AN IP apple orchard on soil nitrate content and on tree mineral nutrition. *Acta Horticulturae* 383, 339–344.
- Kłossowski W., 1972. Nawożenie roślin sadowniczych. PWRiL, Warszawa, 115.
- Kodde J., 1992. Adviesbassis voor de bemesting van fruitteeltgewassen in de vollegrond. IKC-AT, Afd. Fruittelt, Wilhelminadorp.
- Nowosielski O., 1968. Metody oznaczania potrzeb nawożenia. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa, ss. 668.
- Olszewski T., 2001. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na wzrost drzew, wielkość i jakość plonu oraz zawartość składników mineralnych w liściach i owocach jabłoni. *Zesz. Nauk. Inst. Sadown. i Kwiac.*, Monografie i Rozprawy, s. 91.
- Olszewski T., Mika A., 1986. Planting density effect on mineral composition of leaves and fruit of 'Macspur' apples. *Acta Hort.* 160, 259–260.
- Olszewski T., Mika A., Szczepański K., Piątkowski M., 1995. Influence of orchard cultural practices on mineral composition of apple leaves and fruit. V. Influence of rootstock, planting density and fertilizing level on leaf mineral content in irrigated orchard. *J. Fruit Orn. Plant Res.* 3 (4), 165–175.
- Pacholak E., 1986. Wpływ nawożenia i nawadniania na wzrost i plonowanie jabłoni odmiany James Grive. *Rocznik Akademii Rolniczej w Poznaniu, Rozpr. Nauk.*, 160, 79.
- Pieniążek S. A., Łażniewska I., 1960. Wstępne wyniki badań nad wpływem cięcia i zróżnicowanego nawożenia azotem na owocowanie jabłoni. *Prace Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa* 5, 75–91.
- Sadowski A., Nurzyński J., Pacholak E., Smolarz K., 1990. Określenie potrzeb nawożenia roślin sadowniczych. II Zasady, Liczby Graniczne i Dawki Nawożenia. Instrukcja Upowszechnieniowa nr 3. SGGW, s. 25.
- Sadowski A., Kępka M., 1974. Results of nine-year N and K fertilizer trial on Yellow Transparent apple Teres. *Proc. XIXth Internat. Hort. Congress*, vol. IA, 391.
- Sadowski A., Lenz F., Engel G., Kępka M., 1995. Effect of fruit load on leaf nutrient content of apple trees. *Acta Horticulturae* 383, 67–71.
- Słowik K., 1984. Niektóre problemy związane z nawożeniem wiśni na 60 letnich Polach Doświadczalnych SGGW-AR w Skierniewicach. *Mat. Konf. „60 lat Statystycznych Doświadczeń Nawozowych na Polu Doświadczalnym SGGW-AR w Skierniewicach”*, 148–157.
- Tagliavini M., Scudellari D., Marangoni B., Bastianel A., Franzin F., Zamborlini M., 1992. Leaf mineral composition of apple tree: sampling date and effects of cultivar and rootstock. *Journal of Plant Nutrition* 15 (5), 605–619.
- Ugolik M., 1995. Zawartość składników mineralnych w liściach jabłoni w zależności od terminu pobrania prób. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych.* 79, 226–229.
- Wolf E. J., Bolding P. J., Kodde J., 1990. Greater yield by means of fertigation. *Fruittelt Den Haag.* 80, 10, 14–16.
- Zydlík Z., Pacholak E., 1997. Effect of nitrogen fertigation on mineral element content in Šampion and Golden Delicious leves and fruits. *International Seminar. Warsaw*, 83–84.

**THE ESTIMATION OF THE INFLUENCE OF THE WAY
OF FERTILIZATION ON THE CONTENT OF NITROGEN
IN THE LEAVES OF APPLE TREES**

Abstract. The aim of the experiment was to estimate the influence of the way of fertilization on the content of nitrogen in the leaves of apple trees. The experiments were conducted in the Experimental Orchard located in Dąbrowice on apple cultivars Gala and Jonagold grafted on rootstock M9, during a period of seven years (1993–1999). Two kinds of fertilizers were used, one with nitrogen only the other one was a complete fertilizer containing all macronutrients. The results of the experiment showed a significantly higher content of nitrogen in the leaves of the cultivar Gala. The nitrogen content in the leaves ‘Jonagold’ and ‘Gala’ was influenced mainly by the age and level of yield of trees and meteorological conditions.

Key words: apple trees, nitrogen, fertigation, irrigation

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 13.09.2004