

Joanna SZWEDO, Janusz LIPECKI

**Wpływ nawożenia mineralnego na niektóre wskaźniki jakości
i zdolności przechowalniczej jabłek**

Effect of Mineral Fertilization on Some Quality Indices and Storability of Apples

W sytuacji coraz silniejszego rynku konsumenta, producenci jabłek starają się oferować taką ich jakość, jakiej domagają się konsumenci. Preferują oni jabłka duże, wykolorowane, jędrne. Wiele czynników ma wpływ na osiągnięcie powyższych efektów, m. in. w pewnym stopniu modyfikuje je nawożenie. Ruiz (1986) oraz Ruiz i wsp. (1986) obserwowali zwiększenie wielkości jabłek, lecz pogorszenie ich wykolorowania pod wpływem nawożenia azotem. Podobnie Godyń i wsp. (1985) wykazali zwiększony udział jabłek bardzo dużych w wyniku zastosowania 80 kg N/ha w pasach ugoru herbicydowego, ale słabsze ich wykolorowanie i mniejszą jędrność niż przy dawce 50 kg N/ha. W badaniach Delvera (1986) wykolorowanie jabłek wzmagало się przy obniżaniu lub zaniechaniu nawożenia azotem. Wzrastające dawki potasu, wg badań Yoshioka i wsp. (1989), zwiększały masę jabłek, ale obniżały nieznacznie jędrność. W doświadczeniu Semenovej i Kozak (1990) wzrastające dawki NPK powodowały zwiększenie średniej masy jabłek.

Istnieje również potrzeba – przede wszystkim z punktu widzenia producenta – oceny wpływu nawożenia na przechowywanie jabłek, gdyż straty podczas przechowywania obniżają dochodowość produkcji.

W literaturze rzadko relacjonowany jest wpływ długoletniego stosowania zróżnicowanych poziomów nawożenia NPK na jakość jabłek i ich zdolność przechowalniczą (Semenova i Kozak, 1990; Szafranek i Kulesza, 1991). Celem niniejszych badań było określenie takiego wpływu a także ustalenie optymalnego poziomu nawożenia NPK dla powyższych wskaźników.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w latach 1980-1992. W nasadzeniu jabłoni odm. Jonatan na podkładce M 4, założonym w 1970 r. na glebie pławowej o składzie mechanicznym gliny lekkiej, stosowano corocznie na tych samych poletkach odpowiednie następujące dawki nawozów NPK: niskie – 50, 25, 100; średnie – 100, 50, 200 oraz wysokie – 150, 75, 300 kg/ha. Poletka doświadczalne liczyły po dziesięć drzew, każde w trzech powtórzeniach. Rozstawa drzew wynosiła $3,5 \times 3,0$ m. Kontrolę stanowiły drzewa nie nawożone. Glebę w rzędach drzew utrzymywano w ugorze herbicydowym, w międzyrzędziach rosła murawa koszona i pozostawiona na miejscu. Nawozy rozsiewano wiosną na całą powierzchnię poletek w formie saletry amonowej, superfosfatu potrójnego i soli potasowej. Corocznie w okresie zbioru owoców pobierano z każdego drzewa po dziesięć jabłek. W oparciu o próbę liczącą sto jabłek z każdego powtórzenia, określano średnią masę jabłka i procent powierzchni skórki pokrytej rumieńcem. Jędrność mierzono na dwudziestu jabłkach z powtórzenia (jędrnościomierzem z COBRO), a zawartość suchej masy w owocach oznaczano suszarkowo w dziewięciu powtórzeniach z kombinacji. Wykolorowanie jabłek i ich jędrność oceniano w latach 1986-1992. Pozostałe jabłka (150 szt. z kombinacji) umieszczano tuż po zbiorze w tradycyjnej przechowalni (w latach 1986-1990) lub w chłodni o temperaturze 4°C (w latach 1991-1992). Po okresie czterech miesięcy oceniano ich jędrność, ubytki świeżej masy, procent jabłek zgniłych (w wyniku infekcji grzybów chorobotwórczych) i porażonych plamistością Jonatana. Ubytki masy określano tylko po przechowaniu w przechowalni.

Wyniki liczbowe opracowano statystycznie metodą bloków kompletnie zrandomizowanych. Istotność różnic wykazywano przy użyciu wielokrotnego testu T-Tukey'a przy $\alpha=0,05$. Wartości liczbowych charakteryzujących wielkość jabłek nie analizowano statystycznie.

WYNIKI

Średnia masa i wielkość jabłek. Jabłka pochodzące z kombinacji kontrolnej charakteryzowały się najmniejszą masą (tab. 1) w ciągu dziesięciu lat badań, z wyjątkiem lat 1983-1985. Porównując wpływ wysokości dawek NPK na badaną cechę, zaobserwowano najkorzystniejsze działanie najniższej dawki w pierwszych sześciu latach trwania doświadczenia. W okresie 1986-1988 efekt taki powodowały dawki średnie i wynik ten powtórzył się w 1992 r.; jedynie w okresie 1989-1991 stwierdzono pozytywny wpływ najwyższych dawek NPK na masę jabłka. Średnia wartość tej cechy za cały okres badań wskazuje, że najcięższe jabłka uzyskano pod wpływem nawożenia średnią dawką NPK. W żadnym przypadku nie wykazano istotnych różnic między kombinacjami. W kombinacji kontrolnej stwierdzono największy procentowy udział w plonie jabłek drobnych (o średnicy do 6 cm), a najmniejszy – w wyniku zastosowania średniej dawki nawożenia NPK. Przy średnim poziomie nawożenia zanotowano najwięcej jabłek o średnicy od 6.0 do 8.0 cm (tab. 2).

Wykolorowanie jabłek. Jabłka z drzew nie nawożonych były najlepiej wykolorowane we wszystkich rozpatrywanych okresach (tab. 3). Wraz ze wzrostem dawki nawożenia następowało zmniejszanie się powierzchni rumieńca na owocach, ale istotna różnica wystąpiła jedynie przy średniej wartości tej cechy za lata 1986-1992, między kombinacją kontrolną a nawożoną najwyższymi dawkami.

Tab. 1. Wpływ zróżnicowanego nawożenia NPK na masę jabłka (g)
Effect of different NPK fertilization doses on the mean weight of apple (g)

Dawka NPK kg/ha NPK dose kg ha ⁻¹	Średnia masa jabłka w latach Mean weight of apple in the years					Średnia Mean value
	1980-82	1983-85	1986-88	1989-91	1992	
0 (kontrola) control	89,7	105,1	87,7	100,4	87,7	94,
50+25+100	96,3	104,7	89,4	103,2	99,0	98,5
100+50+200	95,3	102,2	92,3	104,7	103,7	99,6
150+75+300	90,6	99,3	89,2	106,6	100,7	97,3
	n.i.*	n.i.*	n.i.*	n.i.*	n.i.*	n.i.*

n.i.* – różnice nieistotne

n.i.* – insignificant differences

Tab. 2. Wpływ zróżnicowanego nawożenia NPK na wielkość jabłek
Effect of different NPK fertilization doses on the size of apples

Dawka NPK kg/ha NPK dose kg ha ⁻¹	Ilość jabłek (%) w poszczególnych grupach wielkości (średnia za lata 1986-1992) Number of apples in particular volume groups (mean values for the years 1986-1992)							
	do 5	5-5,5	5,5-6	6-6,5	6,5-7	7-7,5	7,5-8	> 8 cm
0 (kontrola) control	0,5	5,0	23,9	33,9	21,9	10,0	4,5	0,3
50+25+100	0,2	4,3	19,9	33,3	23,8	12,5	5,4	0,6
100+50+200	0,1	3,4	16,0	36,8	27,9	12,2	3,6	0,1
150+75+300	0,2	2,9	18,6	33,4	27,9	11,9	4,3	0,8

Tab. 3. Wpływ zróżnicowanego nawożenia NPK na wykolorowanie jabłek (%)
Effect of different NPK fertilization doses on the coloration of apples (%)

Dawka NPK kg/ha NPK dose kg ha ⁻¹	Procent powierzchni pokrytej rumieńcem Percent of the surface of apple with red colour			Średnia Mean value
	1986-88	1989-91	1992	
0 (kontrola) control	56,8	53,1	61,5	57,1 ^b
50+25+100	47,4	52,4	54,1	51,3 ^{ab}
100+50+200	41,6	49,7	52,8	48,0 ^{ab}
150+75+300	39,9	44,9	46,1	43,6 ^a
	n.i.*	n.i.*	n.i.*	

n.i.* – różnice nieistotne; średnie, po których następują te same litery nie różnią się istotnie przy prawdopodobieństwie błędu 5%

n.i.* – insignificant differences; means followed by the same letters do not differ significantly at the error probability of 5%

Tab. 4. Wpływ zróżnicowanego nawożenia NPK na jędrność jabłek
Effect of different NPK fertilization doses on the firmness of apples at harvest

Dawka NPK kg/ha NPK dose kg ha ⁻¹	Jędrność jabłek w latach Apple firmness in the years			Średnia Mean value
	1986-88	1989-91	1992	
0 (kontrola) control	8,58	7,90	8,04	8,17 ^b
50+25+100	8,17	7,67	7,92	7,92 ^{ab}
100+50+200	7,98	7,62	7,45	7,68 ^{ab}
150+75+300	7,80	7,00	7,29	7,35 ^a
	n.i.*	n.i.*	n.i.*	

n.i.* – różnice nieistotne; średnie, po których następują te same litery nie różnią się istotnie przy prawdopodobieństwie błędu 5%

n.i.* – insignificant differences; means followed by the same letters do not differ significantly at the error probability of 5%

Jędrność jabłek w czasie zbioru. W podobny sposób jak cecha wy kolorowania kształtowała się jędrność jabłek (tab. 4). Począwszy od 1986 r. najbardziej jędrne jabłka pochodziły z drzew nie nawożonych; im wyższa była dawka nawożenia, tym jabłka były mniej jędrne. Przy najwyższej dawce wystąpiła istotna różnica w porównaniu z kombinacją kontrolną (średnia za lata 1986-1992).

Zawartość suchej masy w jabłkach w czasie zbioru. Nie stwierdzono istotnej zależności między zawartością suchej masy a poziomem nawożenia NPK (tab. 5). W latach 1980-1982 i 1992 notowano niewielkie jej obniżenie się wraz ze wzrostem nawożenia – w porównaniu z kombinacją kontrolną. W pozostałych latach nie notowano podobnych tendencji. Jednakże, biorąc pod uwagę średnią wartość tej cechy za cały okres badań, najwyższą suchą masę posiadały jabłka z drzew nie otrzymujących nawożenia.

Tab. 5. Wpływ zróżnicowanego nawożenia NPK na zawartość suchej masy w jabłkach w czasie zbioru (%)

Effect of different NPK fertilization doses on the dry matter content in apples at harvest (%)

Dawka NPK kg/ha NPK dose kg ha ⁻¹	Zawartość suchej masy w latach Dry matter content in the years					Średnia Mean value
	1980-82	1983-85	1986-88	1989-91	1992	
0 (kontrola) control	13,98	14,58	16,32	16,54	17,76	15,84
50+25+100	13,91	14,21	16,00	15,63	17,55	15,46
100+50+200	13,72	14,32	16,88	15,32	17,20	15,49
150+75+300	13,70	14,63	16,03	15,83	17,05	15,45
	n.i.*	n.i.*	n.i.*	n.i.*	n.i.*	n.i.*

n.i.* – różnice nieistotne

n.i.* – insignificant differences

Jędrność jabłek po zakończeniu przechowywania. Różnice w jędrności w zależności od nawożenia notowane w czasie zbioru, nie utrzymały się po okresie ich przechowywania. Podczas przechowywania jędrność jabłek obniżała się w stosunku do wyjściowej i była zbliżona we wszystkich kombinacjach nawożenia (tab. 6).

Tab. 6. Wpływ zróżnicowanego nawożenia NPK na jędrność jabłek (kg) i ubytki świeżej masy (%) po zakończeniu przechowywania
Effect of different NPK fertilization doses on the firmness of apples (kg) and losses of fresh matter (%) after storage

Dawka NPK kg/ha NPK dose kg ha ⁻¹	Jędrność jabłek średnio z sezonów przechowalniczych Apple firmness, mean values from storage seasons		Ubytki świeżej masy jabłek średnio z sezonów przechowalniczych Losses of fresh matter of apples, mean values from storage seasons
	1986/87–1988/89	1989/90–1991/92	1986/87–1990/91
0 (kontrola) control	4,10	4,33	5,52
50 + 25 + 100	4,07	4,04	5,36
100 + 50 + 200	4,09	4,21	5,44
150 + 75 + 300	4,35	4,37	5,22
	n.i.*	n.i.*	n.i.*

n.i.* – różnice nieistotne

n.i.* – insignificant differences

Ubytek masy jabłek podczas przechowywania. Zastosowane kombinacje nawożenia nie wywierały znaczącego wpływu na procentowy ubytek masy jabłek w okresie ich przechowywania (tab. 6), jednakże zaznaczyła się tendencja (brak różnic istotnych) do mniejszych ubytków w kombinacjach nawożonych w porównaniu do kontrolnej.

Porażenie chorobami podczas przechowywania. Plamistość Jonatana ujawniła się w dużym stopniu na jabłkach przechowywanych w przechowalni w przeciwieństwie do chłodni, gdzie zanotowano ją na znikomej części jabłek (tab. 7). Tendencje występowania tej choroby w zależności od dawek nawożenia były podobne, niezależnie od warunków przechowywania; najwięcej jabłek z plamistością zanotowano w kombinacji kontrolnej, a przy najniższej dawce nawozów było ich więcej niż w pozostałych kombinacjach nawożenia. Straty spowodowane chorobami grzybowymi (gorzka zgnilizna i mokra zgnilizna jabłek) były większe w kombinacjach nawożonych w porównaniu do kontroli, lecz istotnych różnic nie wykazano. Tendencja powyższa wystąpiła podczas przechowywania w przechowalni. Straty w chłodni były znikome.

Tab. 7. Wpływ zróżnicowanego nawożenia NPK na porażenie jabłek plamistością Jonatana i chorobami grzybowymi podczas przechowywania
 Effect of different NPK fertilization doses on the incidence of Jonathan spot and fungous diseases in stored apples

Dawka NPK kg/ha NPK dose kg ha ⁻¹	% jabłek z plamistością Jonatana % of apples with Jonathan spot		% jabłek porażonych chorobami grzybowymi % of apples infected by fungous diseases	
	średnio z sezonów przechowalniczych mean values from storage seasons			
	1986/87–1990/91	1991/92	1986/87–1990/91	1991/92
0 (kontrola) control	39,7	2,4	6,3	0,0
50+25+100	36,0	0,7	7,3	0,7
100+50+200	20,0	0,4	8,1	0,4
150+75+300	32,7	0,0	7,6	0,0
	n.i.*	n.i.*	n.i.*	n.i.*

n.i.* – różnice nieistotne

n.i.* – insignificant differences

DYSKUSJA

Wyniki 13-letnich badań okazały się nie zawsze zgodne z prezentowanymi przez innych autorów. Ruiz (1986) otrzymał większe jabłka w wyniku nawożenia wzrastającymi dawkami azotu (125 i 250 kg/ha), a Semenova i Kozak (1990) – w efekcie działania rosnących dawek NPK (do 180+60+180). Niniejsze badania dowodzą, że najwyższa dawka NPK (150+60+300) powodowała obniżenie średniej masy jabłka i ich wielkości w porównaniu do niższych dawek, a najlepszy efekt osiągnięto pod wpływem dawki średniej (100+50+200). Zbliżony wynik uzyskał Szafranek (1991) w 10-letnich badaniach, otrzymując więcej jabłek wyboru Extra i I przy braku nawożenia i pod wpływem dawki N₁₂₀, P₆₀, K₁₆₀, niż w kombinacji z podwójnym lub potrójnym poziomem nawożenia.

Badania niniejsze potwierdzają słuszność poglądów o celowości obniżenia dawek nawozów w sadach z korzyścią dla jakości jabłek. Takie cechy preferowane przez konsumentów jak wykolowanie i jędrność zyskiwały również wyższe wartości w wyniku obniżenia dawki nawożenia NPK. Efekty te potwierdzają wyniki innych badaczy (Byun i wsp., 1989; Godyń i wsp., 1985; Ruiz i wsp., 1986; Szafranek, 1991). Zawartość suchej masy w owocach wykazywała małą zmienność w zależności od poziomu nawożenia NPK, lecz zaznaczyła się tendencja do jej wzrostu w jabłkach z drzew nie nawożonych. Spadek zawartości suchej masy w jabłkach notowali Tami i wsp. (1986), Dojčev i Ilev (1984) – pod wpływem nawożenia azotem oraz Szafranek (1991) – pod wpływem nawożenia NPK.

Natomiast w badaniach Byuna i wsp. (1989) zawartość suchej masy w jabłkach nie była modyfikowana przez nawożenie azotem.

W przeprowadzonych badaniach zastosowane dawki NPK nie powodowały znacznych różnic w ubytku masy jabłek i w intensywności gnicia podczas przechowywania. Najlepiej – ze względu na słabsze porażenie przez grzyby chorobotwórcze – przechowywały się jednak jabłka z drzew nie nawożonych. Dane w literaturze wskazują w większości przypadków na znaczne obniżanie się jakości przechowalniczej jabłek (nasilenie chorób i wzrost ubytków masy) pod wpływem wzrastających dawek azotu (Godyń i wsp., 1985) lub NPK (Semenova i Kozak, 1990; Szafranek, 1991) prawdopodobnie dlatego, że stosowano większe zróżnicowanie w poziomach nawożenia niż w niniejszych badaniach.

WNIOSKI

1. Wysoki poziom nawożenia azotem, fosforem i potasem (N_{150} , P_{75} , K_{300} kg/ha) obniżał średnią masę i wielkość jabłek; cechy te osiągały najwyższe wartości przy średniej dawce nawożenia (N_{100} , P_{50} , K_{200} kg/ha).
2. Wzrost poziomu nawożenia NPK powodował pogorszenie wykolorowania i jędrności jabłek w czasie zbioru oraz zmniejszenie porażenia owoców plamistością Jonatana podczas przechowywania.
3. Najmniejsze straty spowodowane gniciem jabłek w przechowalni obserwowano w kombinacji bez nawożenia.
4. W warunkach przeprowadzonego doświadczenia nawożenie jabłoni w wysokości N_{100} , P_{50} , K_{200} kg/ha okazało się optymalnym dla jakości jabłek uzyskiwanej w okresie zbioru i nie pogarszało istotnie ich zdolności przechowalniczej w porównaniu do pozostałych kombinacji.

PIŚMIENNICTWO

- Byun J. K., Byun B. Y., Chang K. H., 1989. Effect of fruit bagging and application of additional nitrogen fertilizer on colour development of „Fuji” apples. *J. Korean Soc. Hort. Sci.*, 30, 4: 271-277.
- Delver P., 1986. Effect of groundwater regime, nitrogen fertilization and chemical fruit thinning on yield and quality of apples. *Rapport, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid*, 5: 99-100.
- Dojcev K., Ilev S., 1984. Effect of nitrogen fertilization in an intensive greenmulched apple orchard. *Grad. i Loz. Nauka*, 21, 2: 36-42.
- Godyń A., Ligocki P., Wilczyński M., 1985. Porównanie nawożenia azotem na całej powierzchni sadu z nawożeniem pasowym w rzędzie. *Prace Inst. Sad. i Kwic.*, seria C, 2-4: 91-92.
- Ruiz S. R., 1986. Fertilización nitrogenada en manzanos. I. Efecto en producción y calidad de fruta. *Agricult. Técnica* 46,3: 307-313.
- Ruiz S. R., Valenzuela B. J., Munoz S. C., 1986. Asociación de la nutrición nitrogenada on problemas de coloración en manzanas Granny Smith. *Agricult. Técnica* 46,3: 369-371.

- Semenova G. G., Kozak H. B., 1990. Uroжайnost jabłoni i kaćstwo plodov v zavisimosti od sistema sodierżanij počvy i doz udobrenij. Sadov. vinograd. i vinodenie Moldavii, 2: 23-27.
- Szafranek R. C., Kulesza W., 1991. Wpływ wysokich poziomów nawożenia na jakość owoców jabłoni. Mat. Konf. nt.: odżywiania mineralnego i zdolności przechowalniczej owoców. Warszawa, 18-21.
- Tami M., Lombard P. B., Righetii T. L., 1986. Effect of urea nitrogen on fruitfulness and fruit quality of Starkspur Golden Delicious apple trees. J. Plant Nutr., 9, 1: 75-85.
- Yoshioka H., Aoba K., Fukumoto M., Fujimoto K., 1989. Effect of nitrate and potassium nutrition on the storability of apple fruit. J. Soc. Hort. Sci., 58,3: 475-481.

SUMMARY

The study was carried out in the years 1980-1992, on ten-year-old apple trees of Jonathan cv., growing on grey-brown podzolic soil with mechanic content of light clay, in the spacing of 3.5×3.0 m. Herbicide strips were maintained in the tree rows, and mowed and mulched sward was kept between them. In the years 1980-1992, the following doses of nitrogen, phosphorus and potassium, respectively, were applied annually on experimental plots: a low one – $50 + 25 + 100$, a medium one – $100 + 50 + 200$ and a high one – $150 + 75 + 300$ kg ha^{-1} . Trees without fertilization were considered as the control. The effect of different fertilization levels was studied on the quality of apples and their storability. The highest level of NPK fertilization lowered the mean weight and size of apples, the heaviest and biggest ones were obtained with the medium dose of NPK fertilization. Increase of the level of NPK fertilization reduced coloration and firmness of apples. The smallest losses brought about by apple decay in the traditional storage-room were in the non-fertilized control. None of the fertilization doses lowered apple storability in any significant way as compared with the control.