



przekroczeniu pewnego poziomu nawożenia azotem następuje pogorszenie cech fizycznych i składu chemicznego liści. Wzrost zawartości białka i nikotyny, przy równoczesnym obniżeniu poziomu węglowodanów, jest typową reakcją tytoniu na nadmierne nawożenie azotem [Szwagrzyk 1991, 1999; Kościk 1995; Maw i in. 1995; Flower 1999; Peedin 1999].

Pogorszenie jakości surowca wywiera niekorzystny wpływ na wynik końcowy, wyrażony efektywnością ekonomiczną nawożenia lub ceną 1 kg surowca [Kościk 1995; Peedin 2000]. Niekiedy jednak zwiększenie plonu pod wpływem nawożenia azotem pozwala na utrzymanie końcowej wartości plonu na wysokim poziomie, mimo pogorszenia jakości liści i ich ceny jednostkowej [Maw i in. 1995; Trajkoski i in. 1998].

#### METODY

Podstawę pracy stanowi trzyletnie doświadczenie polowe przeprowadzone w latach 1996–1998 w Ośrodku Doświadczalnym Uprawy Tytoniu w Zamościu. Celem doświadczenia było określenie wpływu różnych dawek saletry wapniowej i amonowej na przebieg rozwoju oraz plonowanie tytoniu typu Virginia, odmiany Wiślica. Gleba brunatna wytworzona z lessu, na której zlokalizowano doświadczenie cechowała się słabo kwaśnym odczynem (pH w KCl – 6,1) i następującą zawartością składników pokarmowych (mg kg<sup>-1</sup> gleby): P – 75,1–100,0; K – 181,0–243,2; Mg – 60,0–72,0. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków (split-plot) w czterech replikacjach. Zastosowano następujące dawki azotu: 7,5; 15; 22,5; 30 i 45 kg ha<sup>-1</sup> w formie saletry amonowej (34% N) i saletry wapniowej (15,5% N). Uzyskane wyniki porównywano z obiektem kontrolnym (bez nawożenia azotem). Poziom nawożenia fosforowo-potasowego był stały i wynosił 39,6 kg P ha<sup>-1</sup> i 124,5 kg K ha<sup>-1</sup>.

Na poletkach o powierzchni 27 m<sup>2</sup> wysadzono rośliny w rozstawie 90 × 40 cm. W trakcie wegetacji przeprowadzono pomiary biometryczne: wysokości roślin, długości i szerokości liści środkowych celem obliczenia ich powierzchni oraz liczono liście użytkowe (o długości przekraczającej 20 cm). Po zbiorach i wysuszeniu liści określono plony z poszczególnych obiektów doświadczenia oraz dokonano oceny organoleptycznej, określając udział poszczególnych klas wykupowych surowca. Na tej podstawie obliczono wartość handlową surowca według cen z roku 1998 i średnią cenę 1 kg surowca. Z liści piętra środkowego pobrano próbki do analiz fizycznych: udziału nerwu głównego i zdolności wypełniającej (wg PN-92/A-99012) oraz chemicznych: zawartości nikotyny metodą spektrofotometryczną (wg PN-88/A-99004/05), białka właściwego metodą Barnsteina (wg PN-88/A-99004/06) oraz węglowodanów reduku-

jących rozpuszczalnych w wodzie metodą Luffa-Schoorla (wg PN-88/A-99004/07). Uzyskane dane opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Zastosowano półprzedział ufności T Tukeya z 5% ryzykiem błędu.

Pod względem warunków atmosferycznych okres badań był zróżnicowany, co wywarło wpływ na wielkość i jakość uzyskiwanych plonów liści. Niezależnie od przebiegu pogody zaobserwowano szereg zależności pomiędzy badanymi cechami a nawożeniem azotem. W niniejszym opracowaniu wpływ warunków atmosferycznych został pominięty.

#### WYNIKI

W miarę zwiększania nawożenia azotem zarówno końcowa wysokość roślin, jak i powierzchnia blaszek liści środkowych systematycznie rosły. Jednak istotny wzrost analizowanych cech nastąpił dopiero po zastosowaniu dawki 22,5 kg N ha<sup>-1</sup> (w przypadku wysokości roślin) i 30 kg N w przypadku powierzchni liści (tab. 1). Rośliny nawożone saletrą amonową były istotnie wyższe w porównaniu z nawożonymi saletrą wapniową, natomiast powierzchnia blaszek liściowych nie była ściśle uzależniona od rodzaju nawozu. W badaniach innych autorów stwierdzono również, iż większe dawki azotu powodują wydłużenie lodyg tytoniu oraz zwiększenie powierzchni blaszek liściowych [Berbec, Wiśniewski 1987, 1991; Kościk 1995].

Tabela 1. Cechy biometryczne roślin tytoniu, wielkość plonu i udział klas jasnych (I + II)  
Table 1. Biometrical characteristics of tobacco plants, amount of yield and share of I + II grades

Dawka N Dose of N kg ha <sup>-1</sup>	Wysokość roślin Height of plants, cm	Liczba liści Number of leaves	Po- wierzchnia liści Area of leaves cm <sup>2</sup>	Plon liści Yield of leaves t ha <sup>-1</sup>	Udział klas I+II Share of grades I + II %
0	111,8	18,0	707,4	1,93	31,2
7,5	120,8	18,1	742,4	1,97	29,3
15,0	121,4	18,1	757,7	2,06	27,6
22,5	125,0	18,3	791,2	2,17	26,2
30,0	127,4	18,5	821,6	2,27	22,0
45,0	126,5	18,3	849,3	2,31	18,8
S. wapniowa Calcium nitrate	118,5	18,2	761,2	2,11	27,4
S. amonowa Ammonium nitrate	125,8	18,2	795,3	2,13	24,3
Średnio Mean	122,1	18,2	778,3	2,12	25,8
NIR <sub>0,05</sub> między dawkami N nawozami fertilizers	10,7 5,3	- -	85,5 -	0,1 -	2,2 0,8

Liczba liści użytkowych jest cechą odmianową i w odpowiednich warunkach uprawy duże jej wahania nie są obserwowane [Tokarz 1990; Szwagrzyk 1999]. W przeprowadzonym doświadczeniu własnym rośliny wykształcały corocznie 17–19 liści, a czynniki eksperymentu nie wywierały istotnego wpływu na tę cechę. Plon liści systematycznie wzrastał pod wpływem zwiększającego się nawożenia azotem. Istotnie wyższy plon stwierdzono po zastosowaniu 15 kg N ha<sup>-1</sup>, a zwiększanie dawki azotu do 30 kg powodowało jego dalszy istotny przyrost (tab. 1). Najwyższy plon liści uzyskano z obiektów nawożonych dawką 45 kg azotu. O korzystnym wpływie wyższych dawek azotu na wielkość plonu liści tytoniu świadczą wyniki wielu badań [Tokarz 1990; Kościk 1995; Maw i in. 1995; Peedin 1995; Kościk, Kowalczyk-Juško 1998; Covarelli 1999]. Doświadczenia ze znakowanym <sup>15</sup>N pozwoliły stwierdzić, iż żadna z badanych form nawozów azotowych nie wpływała istotnie na plonowanie tytoniu jasnego [Tham i in. 1989]. Wyniki tych badań są zgodne z efektami badań własnych, gdyż nie stwierdzono istotnych różnic w wielkości plonu tytoniu pod wpływem saletry wapniowej i amonowej.

Jakość liści tytoniu oceniana była na podstawie udziału klas I i II, czyli tzw. klas jasnych, w plonie ogólnym. Najwyższą jakością odznaczały się liście z obiektów kontrolnych. Wzrastające nawożenie azotem spowodowało stopniowe zmniejszenie udziału klas jasnych (tab. 1). Wyniki badań własnych dotyczące ujemnego wpływu nawożenia azotem na jakość surowca zgodne są z danymi prezentowanymi przez Tokarza [1990], Szwagrzyka [1991], Kościka [1995], Kościka i Kowalczyk-Juško [1998].

Tabela 2. Cechy fizyczne i skład chemiczny surowca  
Table 2. Physical characteristics and chemical composition of the raw material

Dawka N Dose of N kg ha <sup>-1</sup>	Udział nerwu Share of midrib %	Zdolność wypełniająca Filling capacity cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup>	Zawartość, % s. m. Contents, % of dry matter		
			węglowodany carbohydrates	białko protein	nikotyna nicotine
0	24,8	4,26	16,9	8,9	0,92
7,5	25,3	4,50	14,5	9,3	1,07
15,0	25,2	4,48	14,9	9,3	1,12
22,5	25,9	4,59	14,1	9,4	1,15
30,0	25,4	4,63	14,3	9,6	1,16
45,0	25,9	4,81	13,9	9,7	1,36
S. wapniowa Calcium nitrate	25,3	4,47	15,6	9,2	1,09
S. amonowa Ammonium nitrate	25,6	4,62	13,9	9,5	1,17
Średnio Mean	25,4	4,55	14,8	9,4	1,13
NIR <sub>0,05</sub> między dawkami N nawozami	-	0,28	1,5	0,5	0,15
między dawkami N fertilizers	-	0,10	0,6	0,2	0,06

Badania przeprowadzone przez Burmistrza i Kozińską [1984] wykazały, że surowiec pozyskiwany w Polsce z różnych odmian typu Virginia zawiera od 17,2 do 29,1% nerwu głównego w blaszce liściowej, w zależności od warunków meteorologicznych w okresie wegetacji. W przeprowadzonych badaniach własnych udział nerwu w blaszce liściowej wahał się w granicach 23,9–28,5%. Obserwowano tendencję zwiększonej zawartości nerwu pod wpływem nawożenia azotem, jednak różnice były nieistotne statystycznie (tab. 2).

Zdolność wypełniająca tytoniu, określana też mianem objętości właściwej, rosła stopniowo wraz ze zwiększającym się nawożeniem azotem, ale dopiero dawka 22,5 kg N ha<sup>-1</sup> spowodowała istotną jej zmianę. Zdolność wypełniająca surowca była istotnie wyższa w obiektach nawożonych saletrą amonową.

Nawożenie azotem spowodowało wzrost zawartości białka i nikotyny w suchej masie liści, przy równoczesnym obniżeniu poziomu węglowodanów redukujących. Najwyższy poziom białka i nikotyny stwierdzono w liściach tytoniu z obiektów nawożonych najwyższą dawką N. Nawożenie saletrą amonową powodowało wyższą koncentrację białka i nikotyny oraz mniejszą zawartość węglowodanów w liściach niż stosowanie saletry wapniowej (tab. 2).

Zmniejszenie zawartości węglowodanów pod wpływem nawożenia azotem było wielokrotnie stwierdzone zarówno w badaniach polskich [Kościk 1995; Szwagrzyk 1991, 1999], jak i zagranicznych [Maw i in. 1995; Flower 1999; Peedin 1999]. W świetle szerokiej literatury dotyczącej tego zagadnienia omawiana praca wydaje się nie wnosić niczego nowego. Jednak zastosowanie saletry wapniowej dało korzystniejszy efekt, biorąc pod uwagę ocenę jakości technologicznej, bowiem stwierdzona niższa zawartość białka i wyższa koncentracja węglowodanów w liściach roślin nawożonych tą formą azotu korzystnie wpływa na cechy smakowe surowca [Burmistrz, Kozińska 1984].

Dodatni związek pomiędzy dawką azotu a zawartością nikotyny (bądź sumy alkaloidów) w liściach notowany był w wielu badaniach [Szwagrzyk 1991, 1999; Kościk 1995; Bush 1999; Peedin 1999]. Wyniki badań własnych są potwierdzeniem tej prawidłowości, gdyż corocznie notowano liniowy wzrost zawartości nikotyny pod wpływem rosnącej dawki azotu, zastosowanej w nawozach mineralnych. W literaturze spotyka się rozbieżne zdania na temat wpływu różnych form azotu na syntezę nikotyny. Zdaniem Peedina [1999] surowiec o wyższej zawartości nikotyny uzyskuje się po zastosowaniu saletry amonowej w porównaniu z taką samą ilością N wnoszonego w postaci saletry wapniowej. Wyniki badań własnych również są bliższe tej teorii, ponieważ istotnie większą zawartość nikotyny stwierdzono w liściach roślin nawożonych saletrą amonową, która zawiera 50% azotu w formie amonowej.

Tabela 3. Cena i wartość surowca oraz efektywność różnych dawek i form nawozów azotowych  
 Table 3. The price and market value of the raw material and efficiency of different doses and forms of nitrogen fertilizers

Dawka N Dose of N kg ha <sup>-1</sup>	Cena surowca Price of raw material zł kg <sup>-1</sup>	Wartość handlowa Market value tys. zł ha <sup>-1</sup>	Efektywność Efficiency	
			techniczna kg liści/1 kg N technical kg of leaves/ 1 kg N	ekonomiczna zł/1 zł w nawozie economical zł/1 zł in fertilizer
0	7,47	14,4	-	-
7,5	7,32	14,4	4,0	17,1
15,0	7,29	15,0	8,4	37,8
22,5	7,29	15,9	10,7	44,5
30,0	7,11	16,2	11,4	46,3
45,0	6,98	16,1	8,4	34,5
S. wapniowa Calcium nitrate	7,30	15,4	8,3	21,8
S. amonowa Ammonium nitrate	7,19	15,3	8,8	50,2
Średnio Mean	7,24	15,4	8,6	36,0
NIR <sub>0,05</sub> między dawkami N nawozami	0,18 0,07	0,9 -	n.o. n.o.	n.o. n.o.

n.o. – nie obliczono, not calculated

Cena 1 kg surowca jest jednym z mierników jego jakości, ponieważ jest uzależniona od udziału poszczególnych klas jakościowych w plonie ogólnym. W przeprowadzonym doświadczeniu najwyższą cenę uzyskały liście z obiektów kontrolnych. Istotny spadek jednostkowej ceny surowca spowodowało nawożenie azotem już w dawce 15 kg ha<sup>-1</sup> i w dawkach wyższych (tab. 3). Cena kilograma surowca uzyskanego z poletek nawożonych saletrą amonową była niższa niż po zastosowaniu saletry wapniowej, a różnica ta została potwierdzona statystycznie. Kościk [1995] badając wpływ nawożenia azotem na cenę surowca tytoniowego również stwierdził spadek ceny 1 kg surowca wraz ze wzrostem dawki azotu zastosowanej w nawozach mineralnych. Podobne zależności omawia Peedin [200].

Mimo obniżki ceny jednostkowej surowca pod wpływem rosnących dawek azotu stwierdzono wzrost jego wartości z jednostki powierzchni. Najwyższą wartość uzyskał surowiec z poletek nawożonych dawką 30 kg N. Wartość pieniężna plonu w obiektach nawożonych saletrą wapniową i amonową nie wykazywała istotnych różnic (tab. 3). Podobne wyniki uzyskał Szwagrzyk [1991], który stwierdził początkowy wzrost wartości surowca, a następnie jej obniżenie po zastosowaniu najwyższej dawki azotu. Podobne stanowisko prezentuje Peedin [2000]. W badaniach Kościka [1995] nie zaobserwowano istotnego wpływu dawki azotu na wartość surowca z jednostki powierzchni.

Najwyższą efektywność techniczną otrzymano po zastosowaniu 30 kg N w formie saletry wapniowej. Efektywność dawki 45 kg N ha<sup>-1</sup> obydwu nawozów była niższa niż 30 kg N, zgodnie z prawem nadwyżek mniej niż proporcjonalnych. Efektywność techniczna obydwu nawozów osiągała wartości dodatnie we wszystkich obiektach nawozowych, co oznacza, iż najwyższa dawka azotu zastosowana w tym doświadczeniu nie była jeszcze nadmierna z punktu widzenia produktywności rośliny (tab. 3).

Wskaźniki przeciętnej efektywności ekonomicznej ukazują znaczne różnice pomiędzy badanymi nawozami. Najwyższa przeciętna efektywność ekonomiczna saletry wapniowej, jaką uzyskano po zastosowaniu azotu w dawce 30 kg ha<sup>-1</sup>, wyniosła około 30 zł. Natomiast maksymalna efektywność ekonomiczna saletry amonowej, uzyskana przy tym samym poziomie nawożenia, była dwukrotnie wyższa. Czynnikiem decydującym o tej różnicy była znacznie niższa koncentracja azotu w saletrze wapniowej, podczas gdy nawozy posiadały zbliżoną cenę detaliczną.

Mimo iż najwyższą efektywność uzyskano po zastosowaniu 30 kg azotu, nie można polecać jej jako optymalnej dla nawożenia tytoniu Virginia. Obecne wymagania producentów wyrobów tytoniowych nakazują uwzględniać przede wszystkim aspekt jakości surowca. W związku z tym optymalną dawką azotu wydaje się 22,5 kg N ha<sup>-1</sup>, pod wpływem której uzyskano plon istotnie wyższy (w porównaniu z obiektami nienawożonymi azotem), o dobrej jakości, a przeciętna efektywność ekonomiczna tej dawki (niezależnie od rodzaju nawozu) była stosunkowo wysoka.

#### WNIOSKI

1. Końcowa wysokość pędów, długość i szerokość liści oraz powierzchnia blaszek liści środkowych rosły wraz ze zwiększaniem dawki nawozów azotowych. Jedynie liczba liści użytkowych, jako cecha uwarunkowana genetycznie, nie ulegała zmianie pod wpływem badanych czynników. Formy azotu zastosowane w doświadczeniu nie miały istotnego wpływu na liczbę i powierzchnię liści tytoniu.

2. Istotny wpływ na plonowanie tytoniu wywierał poziom nawożenia azotem. Największą efektywność techniczną uzyskano po zastosowaniu 30 kg N ha<sup>-1</sup>. Wpływ rodzaju nawozu na plonowanie był nieistotny.

3. Zwiększenie dawek azotu powodował pogorszenie jakości surowca. Obserwowano zwiększenie zawartości białka i nikotyny pod wpływem rosnących dawek azotu, a jednocześnie zmniejszenie udziału klas jasnych i zawartości wę-

głowodanów. Większe pogorszenie jakości surowca spowodowało zastosowanie saletry amonowej.

4. Wzrost dawek nawozów azotowych powodował obniżkę ceny 1 kg surowca, przy jednoczesnym wzroście wartości pieniężnej plonu. Wyższą cenę jednostkową uzyskiwał surowiec pod wpływem saletry wapniowej, natomiast jego wartość nie była uzależniona od rodzaju nawozu. Wskaźniki efektywności ekonomicznej wskazują na korzystniejsze efekty stosowania saletry amonowej niż wapniowej.

#### PIŚMIENNICTWO

- Berbec S., Wiśniewski J. 1987. Zmienność cech morfologicznych tytoniu pod wpływem obsady roślin na tle zróżnicowanych warunków glebowych i nawozowych. *Annales UMCS, Sec. E*, 42, 121–127.
- Berbec S., Wiśniewski J. 1991. Porównanie ważniejszych cech morfologicznych oraz zawartość nikotyny w liściach wybranych odmian tytoniu rodzaju *Nicotiana*. *Annales UMCS, Sec. E*, 46, 65–70.
- Burmistrz P., Kozińska Z. 1984. Badania właściwości fizyko-chemicznych polskiego tytoniu Virginia. *Biul. CLPT Kraków*, 1–4, 59–75.
- Bush L.P. 1999. Alkaloid biosynthesis. D.L. Davis, M.T. Nielsen (red.), *Tobacco: production, chemistry and technology*. Blackwell Science, Oxford, 285–308.
- Covarelli L. 1999. Effect of nitrogen fertilization on the photosynthetic activity, growth and yield of Virginia tobacco. *Beitr. Tabakforsch. Int.* 18, 6, 245–254.
- Flower K.C. 1999. Agronomy and physiology: field practices. D.L. Davis, M.T. Nielsen (red.), *Tobacco: production, chemistry and technology*. Blackwell Science, Oxford, 75–103.
- Kościk B. 1995. Wpływ rzędowego i rzutowego nawożenia azotem na plon i jakość tytoniu papierosowego jasnego uprawianego w pasowym układzie rzędów. *Annales UMCS, Sec. E*, 50, 151–161.
- Kościk B., Kowalczyk-Juśko A. 1998. Plonowanie i jakość surowca a intensywność uprawy tytoniu. *Rocz. AR w Poznaniu, Rolnictwo* 52, 87–94.
- Lourenco M.G., Ferrao J.E.M., Figueiredo E.T.L., Amaro J.A.T., Rocha M.E.V. 1994. Effects of rates and forms of nitrogen fertilizer on Burley tobacco in Portugal. *CORESTA Inf. Bull.*, Zimbabwe, 37.
- MacKown C.T., Crafts-Brandner S.J., Sutton T.G. 1999. Relationships among soil nitrate, leaf nitrate, and leaf yield of Burley tobacco: effects of nitrogen management. *Agron J.* 91, 613–621.
- Maw B.W., Stephenson M.G., Gaines T.P., Mullinix B.G. 1995. Comparison of liquid and granular nitrogen fertilizer on the yield, quality, and value of flue-cured tobacco. *Tobacco Sci.* 39, 77–82.
- Peedin G.F. 1995. *Flue-cured tobacco*. North Carolina State University.
- Peedin G.F. 1999. *Production practices: flue-cured tobacco*. [W:] D. L. Davis, M. T. Nielsen (red.), *Tobacco: production, chemistry and technology*. Blackwell Science, Oxford, 104–142.
- Peedin G.F. 2000. *Fertilization. Flue-cured tobacco production guide*. North Carolina State University.



- Szwagrzyk M. 1991. Porównanie reakcji dwóch odmian tytoniu Virginia na wzrastające dawki nawozów azotowych. Biul. CLPT Kraków, 1-4, 93-102.
- Szwagrzyk M. 1999. Wpływ zasobności gleby w azot i nawożenia azotowego na plon i skład chemiczny tytoniu Virginia. Biul. CLPT Kraków, 1-4, 5-30.
- Tham K.C., Azman W.I.W., Harun K., Kadmin B. 1989. Quantitive field evaluation of Malaysian-made formaldehyde treated granular urea for *Nicotiana tabacum* L., using  $^{15}\text{N}$  isotope aided technique. MARDI Res. J. 17, 2, 246-251.
- Tokarz S. 1990. Wpływ dawek i terminów stosowania azotu na tytoń papierosowy jasny i ciemny. Cz. I. Reakcja tytoniu Virginia na wzrastające dawki azotu stosowane częściowo lub w całości przed sadzeniem. Biul. CLPT Kraków, 1-4, 31-42.
- Trajkoski J., Filiposki K., Pelivanoska V. 1998. The effect of fertilization on yield and quality of tobacco type Prilep. CORESTA Inf. Bull., England, 109.

