

UNIwersytet WarMińsko-Mazurski
w Olsztynie
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa

mgr inż. Andrzej Żołnowski

**ODDZIAŁYWANIE NAWOŻENIA NA ZAWARTOŚĆ GLIKOALKALOIDÓW
W ZIEMNIAKU PODCZAS WEGETACJI I PRZECHOWYWANIA***

Autoreferat

Promotor: prof. dr hab. Zdzisław Ciećko

Recenzenci: prof. dr hab. Ilona Rogozińska

doc. dr hab. Władysław Mazureczyk

Olsztyn, 2000

* – praca dofinansowana przez KBN, wykonana w ramach projektu badawczego Nr 5 P06B 098 08

WARUNKI PRZEPROWADZENIA BADAŃ

Badania oparto na trzech doświadczeniach polowych, założonych metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Eksperyment prowadzono w latach 1995 – 97 w Stacji Doświadczalnej w Tomaszkanie. Ziemiaki uprawiano na oborniku, który stosowano w ilości $25 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Doświadczenie I (dwuczynnikowe)

czynnik I rzędu – nawożenie pogłównie azotem stosowanym:

- doglebowo (tradycyjnie)
- dolistnie (w formie oprysku)

Nawożenie pogłównie dotyczyło 50% dawki stosowanego azotu.

czynnik II rzędu – wzrastające nawożenie mineralne w zakresie dawek:

- 140, 280, 420, 560 $\text{kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$ przy stosunku N:P:K - 1:1:1,5.

Doświadczenie II (dwuczynnikowe)

czynnik I rzędu – nawożenie NPK z magnezem stosowanym:

- doglebowo $40 \text{ kg MgO}\cdot\text{ha}^{-1}$
- dolistnie $20 \text{ kg MgO}\cdot\text{ha}^{-1}$.

czynnik II rzędu – wzrastające nawożenie NPK dawki:

140, 280, 420 i $560 \text{ kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$, przy stosunku N:P:K - 1:1:1,5.

Doświadczenie III (jednoczynnikowe)

- wzrastające nawożenie potasem 0, 80, 160, 240 i $320 \text{ kg K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$.
przy stałym nawożeniu NP – $\text{N}_{80}\text{P}_{80} \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

W kolejnych latach badań ziemiaki uprawiano na glebach o zbliżonym składzie granulometrycznym i zasobności w składniki pokarmowe. Gleby charakteryzowały się niską zawartością przyswajalnego fosforu, jedynie w roku 1995 zasobność ta była średnia, niską zawartością przyswajalnego potasu oraz średnią zawartością przyswajalnego magnezu.

W ciągu trzech lat badań odnotowano trzy różne przebiegi warunków pogodowych (rys. 2). Najbardziej zbliżonym zarówno pod względem opadów jak i temperatury do warunków wielolecia był rok 1997. W roku 1995 odnotowano o $1,5^\circ\text{C}$ wyższą temperaturę oraz o około 60 mm wyższe opady, natomiast w 1996 r. temperatura była o $0,3^\circ\text{C}$ a opady o około 70 mm niższe od średnich z wielolecia.

W przeprowadzonych badaniach szczególnie ważnym okazał się przebieg opadów i temperatur w miesiącu lipcu gdyż wówczas przypadał termin pierwszego i drugiego pobrania prób.

Analizy wykonano w następujących terminach:

- na początku kwitnienia w liściach i w bulwach
- po przekwitnięciu w liściach i w bulwach
- po zakończeniu wegetacji ziemniaków w bulwach dojrzałych
- w czasie przechowywania w bulwach w odstępach miesięcznych

Bulwy przechowywano w komorze przechowalniczej z kontrolowaną temperaturą + 4°C i wilgotnością względną powietrza $\pm 95\%$.

Zawartość glikoalkaloidów w bulwach oznaczano metodą kolorymetryczną wg. Bergersa. Ze względu na znacznie wyższe zawartości glikoalkaloidów w liściach, oryginalną metodykę poddano własnej modyfikacji (Praca doktorska str. 28-29).

Wyniki badań

WPŁYW WARUNKÓW POGODY NA ZAWARTOŚĆ GLIKOALKALOIDÓW W LIŚCIACH ZIEMNIAKA

Oceny oddziaływania warunków pogodowych na zawartość TGA w liściach ziemniaka dokonano na podstawie obserwacji poziomu glikoalkaloidów w liściach pobieranych z obiektów kontrolnych – nie obciążonych czynnikiem nawozowym.

Zarówno na początku kwitnienia jak i po przekwitnięciu najwyższą zawartość TGA w liściach stwierdzono w 1995 roku (zestawienie poniżej). Rok ten charakteryzował się podwyższoną o 3,1°C temperaturą lipca w stosunku do średniej z wielolecia. Z kolei najniższą zawartość glikoalkaloidów w obu terminach pobrania prób wykazano w 1997 roku, charakteryzującym się 2,5 – krotnie większymi opadami w lipcu w stosunku do średniej z wielolecia. W roku 1996, w którym opady atmosferyczne, i temperatura powietrza były zbliżone do średniej z wielolecia zawartość TGA w liściach była pośrednia. Z przedstawionych zależności wynika, że pogoda panująca w miesiącu lipcu mogła mieć wpływ na zawartość glikoalkaloidów w liściach ziemniaka. Przy podwyższonej temperaturze następował wzrost, a przy nadmiarze opadów spadek ich zawartości.

Zawartość TGA w liściach ziemniaków z obiektów kontrolnych, na początku kwitnienia i po przekwitnięciu w latach 1995-97

	zawartość najniższa w mg%	zawartość średnia w mg%	zawartość najwyższa w mg%
Na początku kwitnienia	1997 r. – 90,8	1996 r. – 155,3	1995 r. – 186,5
Po przekwitnięciu	1997 r. – 66,1	1996 r. – 81,5	1995 r. – 127,8

ODDZIAŁYWANIE NAWOŻENIA NA ZAWARTOŚĆ GLIKOALKALOIDÓW W LIŚCIACH ZIEMNIAKA

W doświadczeniu pierwszym, w obu terminach pobrania prób liści nie stwierdzono, by sposób aplikacji N-pogłównego istotnie modyfikował w nich zawartość glikoalkaloidów (tab. 1). Zauważono jednak, iż większą koncentracją glikoalkaloidów charakteryzowały się liście z obiektów nawożonych N-pogłównym dolistnie – 178,6 mg% niż doglebowo – 166,1 mg%.

Po przekwitnięciu zawartość TGA w liściach była o około 38 % mniejsza w stosunku do zawartości stwierdzonej na początku kwitnienia. W terminie tym, odwrotnie niż na początku kwitnienia, stwierdzono wyższą zawartość solaniny w liściach z obiektów nawożonych doglebowo – 101,4 mg% niż dolistnie – 90,7 mg%. Zwiększenie dawek NPK na ogół powodowało wzrost zawartości TGA w liściach.

Na podstawie wyników analiz liści pobranych przed kwitnieniem i po przekwitnięciu ziemniaków nie stwierdzono jednoznacznie, która z technologii nawożenia pogłówną dawką azotu działa silniej na gromadzenie glikoalkaloidów w liściach ziemniaków.

Zastosowane w doświadczeniu 2 nawożenie magnezem zwiększyło zawartość TGA w liściach w stosunku do zawartości stwierdzonej w porównywalnych obiektach z doświadczenia 1 (tab. 2). Na zawartość glikoalkaloidów w tym terminie, w każdej kombinacji nawozowej, silniej działało nawożenie doglebowe magnezem – 202,3 mg% niż dolistne – 186,1 mg%. Nawożenie wzrastającymi dawkami NPK w połączeniu z magnezem w poszczególnych latach, istotnie wpływało na zawartość TGA w liściach zarówno na początku kwitnienia jak i po przekwitnięciu ziemniaków. Po przekwitnięciu, zawartość glikoalkaloidów w liściach ziemniaków uprawianych w tym doświadczeniu obniżyła się średnio o 47 % w stosunku do

zawartości stwierdzonej na początku kwitnienia. Po przekwitnięciu sposób nawożenia magnezem nie różnicował istotnie ilości TGA w liściach.

Stosowane w doświadczeniu 3 wzrastające nawożenie potasem przy stałym nawożeniu azotowo-fosforowym powodowało spadek zawartości glikoalkaloidów w liściach zarówno na początku kwitnienia jak i po przekwitnięciu ziemniaków (tab. 3). Istotny spadek zawartości TGA w stosunku do obiektu nie nawożonego potasem stwierdzono na początku kwitnienia po zastosowaniu 160; 240 i 320 kg/ha, po przekwitnięciu wpływ ten nie był istotny.

W każdym z przeprowadzonych doświadczeń wyższą zawartością glikoalkaloidów charakteryzowały się liście młode w porównaniu do liści starszych.

Spadek zawartości solaniny w liściach starszych, pobranych po przekwitnięciu był częściowo zależny od stosowanego nawożenia (rys. 3). Na obiekcie kontrolnym zawartość TGA po przekwitnięciu spadła o 36%, w doświadczeniu I w zależności od zastosowanego nawożenia od 39 do 49 %, w doświadczeniu II o około 46 % a w doświadczeniu III o 32% w stosunku do zawartości notowanych na początku kwitnienia.

WPLYW WARUNKÓW POGODY NA ZAWARTOŚĆ GLIKOALKALOIDÓW W BULWACH ZIEMNIAKA

Zmienna zawartość glikoalkaloidów w bulwach podczas wegetacji w poszczególnych latach badań mogła być podobnie jak w przypadku liści następstwem panujących warunków pogodowych. Najwyższą zawartość TGA w bulwach niezależnie od ich dojrzałości odnotowano w 1997 roku (zestawienie poniżej) kiedy suma opadów lipca przekraczała średnią wieloletnią za ten miesiąc o ponad 2,5 razy. W całym okresie wegetacji tego roku wystąpiła najwyższa temperatura w porównaniu z innymi latami badań oraz średnią z wielolecia.

Zawartość TGA w liściach ziemniaków z obiektów kontrolnych, na początku kwitnienia
i po przekwitnięciu w latach 1995-97

	zawartość najniższa w mg%	zawartość średnia w mg%	zawartość najwyższa w mg%
Na początku kwitnienia	1995 r. – 2,05	1996 r. – 2,33	1997 r. – 4,08
Po przekwitnięciu	1996 r. – 1,55	1997 r. – 2,28	1995 r. – 6,38
Podczas zbioru	1996 r. – 1,51	1997 r. – 1,54	1995 r. – 3,66

ODDZIAŁYWANIE NAWOŻENIA NA ZAWARTOŚĆ GLIKOALKALOIDÓW W BULWACH ZIEMNIAKA

Nawożenie pogłowne azotem oceniane w doświadczeniu I w żadnym z terminów pobrania prób nie miał istotnego wpływu na kształtowanie się zawartości glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka (tab. 4).

Nawożenie magnezem stosowane w doświadczeniu II przyczyniło się do wzrostu zawartości glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka pobranych na początku kwitnienia w stosunku do obiektów nie nawożonych tym składnikiem z doświadczenia pierwszego (tab. 5). Wzrost ten średnio wynosił przy doglebowym nawożeniu magnezem 16 %, a przy dolistnym 29 %. Sposób nawożenia magnezem nie miał istotnego wpływu na zawartość TGA.

Wyraźny wpływ na ilość nagromadzanych glikoalkaloidów przez bulwy ziemniaka miało zastosowane zarówno w doświadczeniu I jak i II wzrastające nawożenie NPK. Praktycznie w każdym z tych doświadczeń stopniowe zwiększanie nawożenia mineralnego powodowało istotny wzrost zawartości glikoalkaloidów w bulwach.

Odwrotnie niż nawożenie NPK na zawartość glikoalkaloidów w bulwach wpływał potas. Składnik ten powodował obniżanie poziomu glikoalkaloidów w bulwach uprawianych ziemniaków. W każdym terminie oznaczeń najwyższe ilości TGA stwierdzano w obiekcie bez nawożenia potasem a najniższe przy najwyższej dawce tego składnika.

Porównując technologię nawożenia magnezem stwierdzono, że na obiektach nawożonych pogłownie dolistnie magnezem doszło do większej koncentracji solaniny w bulwach niż na obiektach nawożonych doglebowo różnice te jednak nie zostały statystycznie udowodnione.

Zastosowane w doświadczeniu trzecim wzrastające nawożenie potasem na ogół powodowało spadek zawartości glikoalkaloidów w bulwach ziemniaków (tab. 6). Obniżenie zawartości solaniny na początku kwitnienia następowało już po zastosowaniu potasu w dawce 160 kg K_2O /ha. W bulwach pobranych po przekwitnięciu wzrastające dawki potasu w mniejszym stopniu obniżały zawartość solaniny niż to stwierdzono na początku kwitnienia. Istotne obniżenie jej zawartości wykazano dopiero przy nawożeniu potasowym w ilości 240 kg/ha. Nadal jednak utrzymywał się bardzo silny związek pomiędzy ilością wnoszonego potasu, a zawartością glikoalkaloidów w bulwach. W trzecim terminie pobrania prób –

w czasie zbioru również stwierdzono (lecz nie istotne) zmniejszenie zawartości solaniny w bulwach na skutek wzrastających dawek potasu.

Zawartość solaniny w bulwach ziemniaka, podobnie jak w liściach ulegała zmianom podczas wegetacji (rys. 4). W przypadku doświadczeń ze wzrastającym nawożeniem NPK i potasem akumulacja solaniny wykazywała zależność paraboliczną. Średnia jej zawartość w odniesieniu do tych dwóch doświadczeń przedstawiała się następująco: początek kwitnienia – 4,6; po przekwitnięciu – 4,8 i po zbiorze – 4,0 mg%.

Zastosowany magnez w doświadczeniu drugim zmienił przebieg krzywej zawartości solaniny w czasie wegetacji. Już w pierwszym terminie bulwy ziemniaków z tego doświadczenia charakteryzowały się najwyższą zawartością solaniny – 5,6 mg%. Zawartość ta była jednocześnie o około 22 % wyższa od zawartości stwierdzonej w bulwach z obiektów nie nawożonych tym pierwiastkiem. W kolejnych terminach tj. po przekwitnięciu i podczas zbioru obserwowano stopniowy spadek tej zawartości odpowiednio do 5,2 i 3,9 mg%. Magnez stosowany dolistnie w każdym z terminów działał silniej na syntezę solaniny niż stosowany doglebowo, przy czym podczas zbioru różnica ta była niewielka – 0,16 mg%.

Reasumując można stwierdzić, że zastosowany magnez przyczynił się do zwiększenia zawartości TGA, szczególnie w bulwach młodszych w stosunku do obiektów nie nawożonych tym pierwiastkiem. Nawożenie to nie powodowało jednak nadmiernej ich kumulacji w bulwach podczas zbioru. W terminie tym średnia zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaków nawożonych magnezem była porównywalna z zawartością stwierdzoną w bulwach z obiektów nawożonych NPK i potasem.

Po przekwitnięciu ziemniaków, w oparciu o wyznaczone współczynniki korelacji stwierdzono ścisły związek pomiędzy zawartością glikoalkaloidów w liściach a ich ilością w bulwach ziemniaka (tab. 7). Wcześniej – na początku kwitnienia korelacji takiej nie stwierdzono w żadnym z trzech omawianych doświadczeń.

ZAWARTOŚĆ GLIKOALKALOIDÓW W BULWACH ZIEMNIAKA PODCZAS PRZECHOWYWANIA

Zbiór bulw z doświadczeń w poszczególnych latach przeprowadzono w optymalnym terminie tj. po skorkowaceniu przyczepu stolonowego. Po zbiorze bulwy zostały umieszczone w specjalnie do tego celu przygotowanej komorze z kontrolowanymi warunkami przechowalniczymi.

Zmiany zawartości glikoalkaloidów w przechowywanych bulwach przedstawiono na rysunkach 5-7. Podczas pierwszego miesiąca przechowywania w bulwach pochodzących ze wszystkich doświadczeń nastąpił spadek zawartości TGA w stosunku do zawartości oznaczonej podczas zbioru.

W doświadczeniu I w terminie tym, podobnie jak w momencie zbioru, wyższą zawartość glikoalkaloidów stwierdzono w bulwach z obiektów nawożonych azotem dolistnie – 3,2 mg% niż doglebowo – 3,0 mg%. Średnia zawartość TGA w bulwach z doświadczenia II (z magnezem) była o około 12 % wyższa niż w bulwach z obiektów nawożonych wyłącznie NPK z doświadczenia I.

Podczas drugiego miesiąca przechowywania stwierdzono około 36 % wzrost koncentracji glikoalkaloidów w bulwach, po trzecim miesiącu przechowywania w serii z azotem pogłównym stosowanym doglebowo odnotowano dalszy wzrost zawartości solaniny średnio o 0,4 mg%, ale w serii z nawożeniem dolistnym nastąpił już spadek tej zawartości o 0,2 mg% w stosunku do zawartości oznaczonej po drugim miesiącu przechowywania. Spadek zawartości TGA wystąpił również w bulwach z obiektów doświadczenia II nawożonych magnezem średnio o 0,3 mg%.

W ciągu kolejnych miesięcy przechowywania obserwowano powolny spadek zawartości glikoalkaloidów w bulwach ziemniaków.

Podczas szóstego miesiąca przechowywania stwierdzono niewielki wzrost ilości TGA w bulwach z obiektu kontrolnego oraz nawożonych dolistnie azotem i magnezem.

Po półrocznym okresie przechowywania zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaków spadła do 2,1 mg% na obiekcie kontrolnym oraz średnio do 2,3 i 3,2 mg% na obiektach nawożonych doglebowo i dolistnie pogłówną dawką azotu oraz do 2,9 i 2,7 mg % na obiektach nawożonych doglebowo i dolistnie magnezem.

Zastosowane w doświadczeniu trzecim wzrastające nawożenie potasem złagodziło tendencję do zmian zawartości solaniny w bulwach podczas przechowywania. Po pierwszym miesiącu składowania wykazano, podobnie jak

w doświadczeniu pierwszym i drugim, spadek zawartości solaniny w bulwach. Spadek ten wyniósł średnio 0,7 mg% w stosunku do zawartości stwierdzonej po zbiorze.

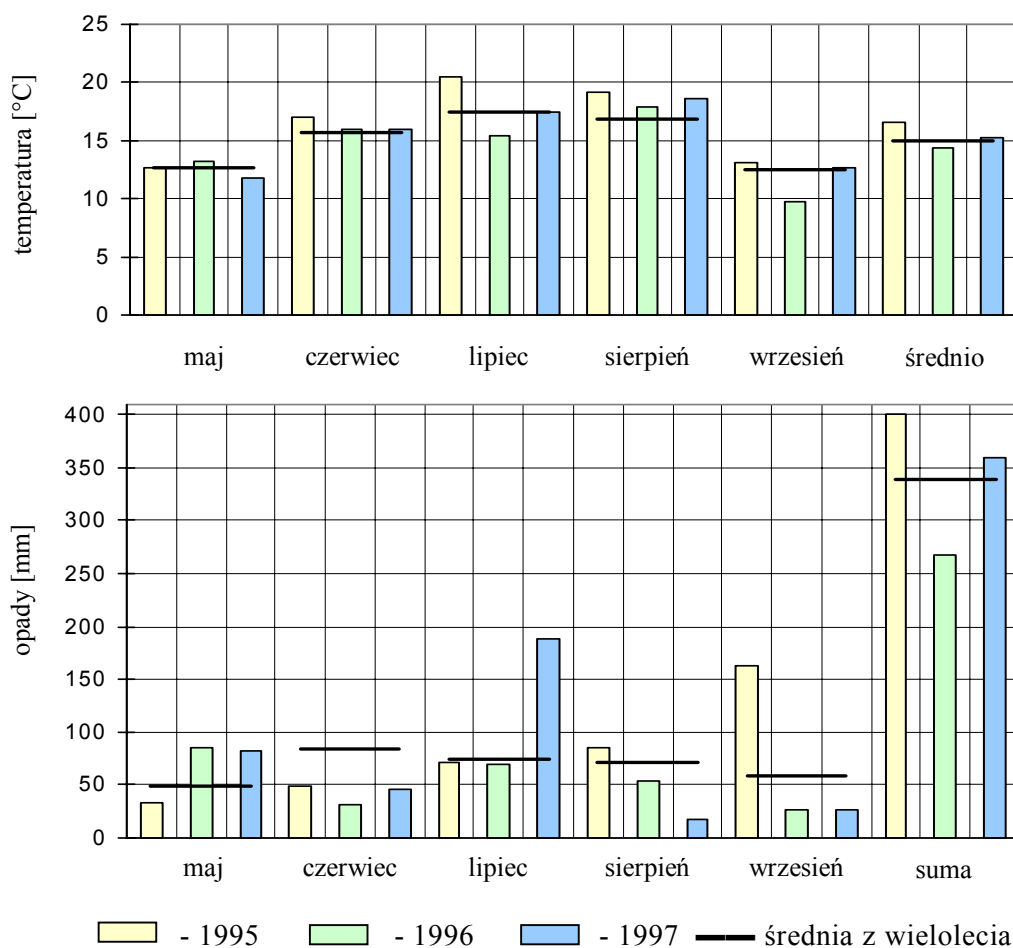
W czasie dalszego przechowywania bulw obserwowano w nich lekki wzrost poziomu glikoalkaloidów. W kolejnych terminach oznaczeń następowały wahania zawartości solaniny w bulwach. W czasie przechowywania nie stwierdzono istotnego wpływu zastosowanych wzrastających dawek potasu na kształtowanie się zawartości glikoalkaloidów w bulwach.

WNIOSKI

Na podstawie przedstawionych wyników badań nad zawartością glikoalkaloidów w liściach i bulwach ziemniaka średnio wczesnego można przedstawić następujące wnioski:

1. W bulwach uprawianej odmiany ziemniaków niezależnie od rodzaju i sposobu nawożenia oraz czasu przechowywania zawartość glikoalkaloidów kształtowała się znacznie poniżej dopuszczalnej normy 20 mg TGA/100 g świeżej masy bulw.
2. Zawartość glikoalkaloidów w liściach ziemniaków w zależności od nawożenia była od 28 do 37 razy wyższa niż zawartość stwierdzona w bulwach.
3. Zawartość glikoalkaloidów w liściach po przekwitnięciu była ściśle skorelowana z ich zawartością w bulwach. Wcześniej, na początku kwitnienia, zależności takiej nie wykazano.
4. Zawartość TGA w ziemniaku w poszczególnych latach uprawy była uzależniona od warunków pogody. Wysoka temperatura powietrza sprzyjała ich nagromadzeniu w liściach, natomiast zwiększone opady ograniczały tę kumulację. W przypadku bulw zwiększona ilość opadów oraz wysoka temperatura powietrza sprzyjały nagromadzeniu glikoalkaloidów, natomiast niska temperatura przy ograniczonych opadach obniżała ich zawartość.
5. Podczas wegetacji zawartość glikoalkaloidów w ziemniaku ulegała zmianom. Liście młode pobrane na początku kwitnienia zawierały więcej o 32 – 49 % TGA niż liście starsze pobrane po przekwitnięciu. W przypadku bulw zmiany zawartości glikoalkaloidów miały przebieg paraboliczny. Niską zawartość stwierdzano na początku kwitnienia a maksymalną po przekwitnięciu. Zawartość ta wraz z upływem czasu ulegała powolnemu spadkowi.

6. Stosowane w doświadczeniach wzrastające nawożenie NPK oraz NPK+Mg prowadziło do wzrostu zawartości glikoalkaloidów w bulwach i liściach ziemniaka. Na początku kwitnienia i po przekwitnięciu większy wzrost ilości TGA stwierdzono po zastosowaniu NPK łącznie z magnezem. Technologia pogłównego nawożenia azotem nie wpłynęła na wielkość akumulacji TGA w liściach i bulwach ziemniaka.
7. Nawożenie magnezem zwiększało zawartość solaniny w liściach przy czym nawożenie doglebowe działało silniej niż nawożenie dolistne. W bulwach natomiast większą akumulację glikoalkaloidów stwierdzono po zastosowaniu magnezu w formie oprysku. Nawożenie potasem obniżało zawartość TGA zarówno w liściach jak i w bulwach ziemniaków.
8. W pierwszym miesiącu przechowywania ilość glikoalkaloidów w bulwach z trzech przeprowadzonych doświadczeń obniżała się. Podczas drugiego miesiąca następował wzrost jej koncentracji, a po okresie 2 - 3 miesięcy przechowywania zawartość ta ponownie ulegała spadkowi.



Rys. 2. Temperatury i opady w okresie wegetacji ziemniaka w SD Tomaszkowo

Tabela 1

Oddziaływanie nawożenia NPK przy dwóch technologiach stosowania azotu na zawartość glikoalkaloidów w liściach ziemniaka – średnia za lata 1995-97, w mg% TGA

Kombinacje	na początku kwitnienia	po przekwitnięciu
1. Kontrola (bez nawożenia)	144,2	91,8
2. N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀ 1/2N pogłównie doglebowo	159,9	89,0
3. N ₈₀ P ₈₀ K ₁₂₀	160,7	98,3
4. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	172,1	105,6
5. N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₂₄₀	171,9	112,5
Średnio:	166,1	101,4
6. N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀ 1/2N pogłównie dolistnie	168,1	78,4
7. N ₈₀ P ₈₀ K ₁₂₀	164,6	84,6
8. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	185,7	88,5
9. N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₂₄₀	196,0	111,4
Średnio:	178,6	90,7
NIR (p = 0,05) dla:		
technologii nawożenia azotem	n. ist.	n. ist.
wzrastającego nawożenia NPK	n. ist.	n. ist.
współdziałania	n. ist.	n. ist.

Tabela 2
Oddziaływanie nawożenia NPK przy dwóch technologiach stosowania magnezu na zawartość glikoalkaloidów w liściach ziemniaka – średnia za lata 1995-97, w mg% TGA

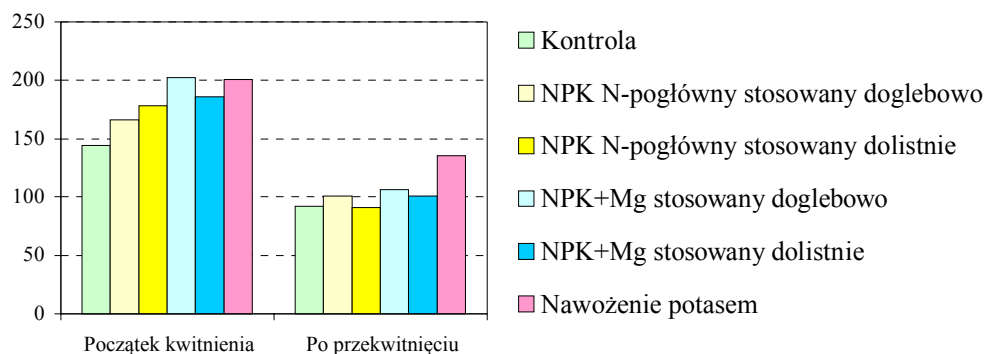
Kombinacje	na początku kwitnienia	po przekwitnięciu
1. Kontrola (bez nawożenia)	144,2	91,8
2. N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀ +Mg ₄₀ przed sadzeniem doglebowo	190,5	99,1
3. N ₈₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Mg ₄₀	192,6	103,2
4. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀ +Mg ₄₀	209,0	107,7
5. N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₂₄₀ +Mg ₄₀	217,0	116,1
Średnio:	202,3	106,5
6. N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀ +Mg ₂₀ pogłównie dolistnie	175,2	88,5
7. N ₈₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Mg ₂₀	178,3	98,1
8. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀ +Mg ₂₀	189,6	108,0
9. N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₂₄₀ +Mg ₂₀	201,3	109,5
Średnio:	186,1	101,0
NIR (p = 0,05) dla:		
technologii nawożenia magnezem	n.ist.	n.ist.
wzrastającego nawożenia NPK	n.ist.	n.ist.
współdziałania	n.ist.	n.ist.

Tabela 3

Oddziaływanie nawożenia potasem na zawartość glikoalkaloidów w liściach ziemniaka – średnia za lata 1995-97, w mg% TGA

	na początku kwitnienia	po przekwitnięciu
1. N ₈₀ P ₈₀ K ₀	238,4	167,7
2. N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	218,8	164,5
3. N ₈₀ P ₈₀ K ₁₆₀	194,1	145,3
4. N ₈₀ P ₈₀ K ₂₄₀	185,8	113,4
5. N ₈₀ P ₈₀ K ₃₂₀	166,3	88,0
Średnio:	200,7	135,8
NIR (p = 0,05) dla:		
wzrastającego nawożenia potasem	35,5	n.ist.

mg% TGA



Rys. 3. Średnia zawartość glikoalkaloidów w liściach ziemniaka odmiany Mila pobieranych przed kwitnieniem i po przekwitnięciu

Tabela 4
Oddziaływanie nawożenia NPK przy dwóch technologiach stosowania azotu na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka – średnia za lata 1995-97, w mg% TGA

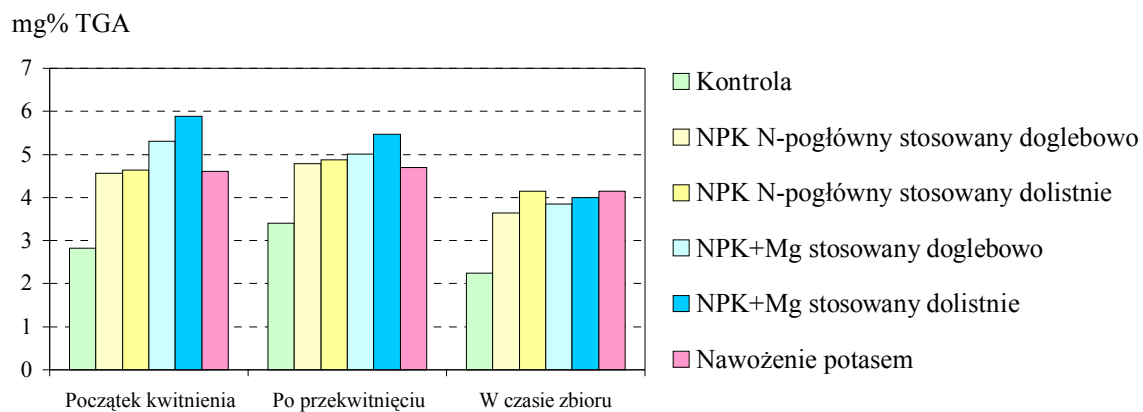
Kombinacje	na początku kwitnienia	po przekwitnięciu	bulwy dojrzałe
1. Kontrola (bez nawożenia)	2,8	3,4	2,2
2. N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀ 1/2N pogłównie doglebowo	3,8	4,1	2,6
3. N ₈₀ P ₈₀ K ₁₂₀	4,6	4,9	2,9
4. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	5,1	5,2	4,5
5. N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₂₄₀	4,8	5,0	4,6
Średnio:	4,6	4,8	3,6
6. N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀ 1/2N pogłównie dolistnie	5,2	3,5	3,5
7. N ₈₀ P ₈₀ K ₁₂₀	4,5	4,7	4,4
8. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	4,4	5,5	5,3
9. N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₂₄₀	4,5	5,9	3,3
Średnio:	4,6	4,9	4,1
NIR (p = 0,05) dla:			
technologii nawożenia azotem	n. ist.	n. ist.	n. ist.
wzrastającego nawożenia NPK	n. ist.	1,3	1,0
współdziałania	n. ist.	n. ist.	n. ist.

Tabela 5
Oddziaływanie nawożenia NPK przy dwóch technologiach stosowania magnezu na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka – średnia za lata 1995-97, w mg% TGA

Kombinacje	na początku kwitnienia	po przekwitnięciu	bulwy dojrzałe
1. Kontrola (bez nawożenia)	2,8	3,4	2,2
2. N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀ +Mg ₄₀ przed sadzeniem doglebowo	4,2	4,5	3,6
3. N ₈₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Mg ₄₀	5,3	4,6	4,5
4. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀ +Mg ₄₀	5,5	5,2	3,4
5. N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₂₄₀ +Mg ₄₀	6,2	5,8	3,9
Średnio:	5,3	5,0	3,8
6. N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀ +Mg ₂₀ pogłównie dolistnie	4,8	4,7	4,5
7. N ₈₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Mg ₂₀	5,7	5,3	5,0
8. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀ +Mg ₂₀	6,3	5,9	3,4
9. N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₂₄₀ +Mg ₂₀	6,7	5,9	3,2
Średnio:	5,9	5,5	4,0
NIR (p = 0,05) dla:			
technologii nawożenia magnezem	n. ist.	n. ist.	n. ist.
wzrastającego nawożenia NPK	1,4	n. ist.	1,0
współdziałania	n. ist.	n. ist.	n. ist.

Tabela 6
Oddziaływanie nawożenia potasem na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka – średnia za lata 1995-97, w mg% TGA

Kombinacje	na początku kwitnienia	po przekwitnięciu	bulwy dojrzałe
1. N ₈₀ P ₈₀ K ₀	5,7	5,4	4,4
2. N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	5,1	5,3	4,3
3. N ₈₀ P ₈₀ K ₁₆₀	4,5	4,7	3,9
4. N ₈₀ P ₈₀ K ₂₄₀	4,1	4,2	4,0
5. N ₈₀ P ₈₀ K ₃₂₀	3,7	3,9	4,2
Średnio:	4,6	4,7	4,2
NIR (p = 0,05) dla:			
wzrastającego nawożenia potasem	0,9	1,1	n.ist.



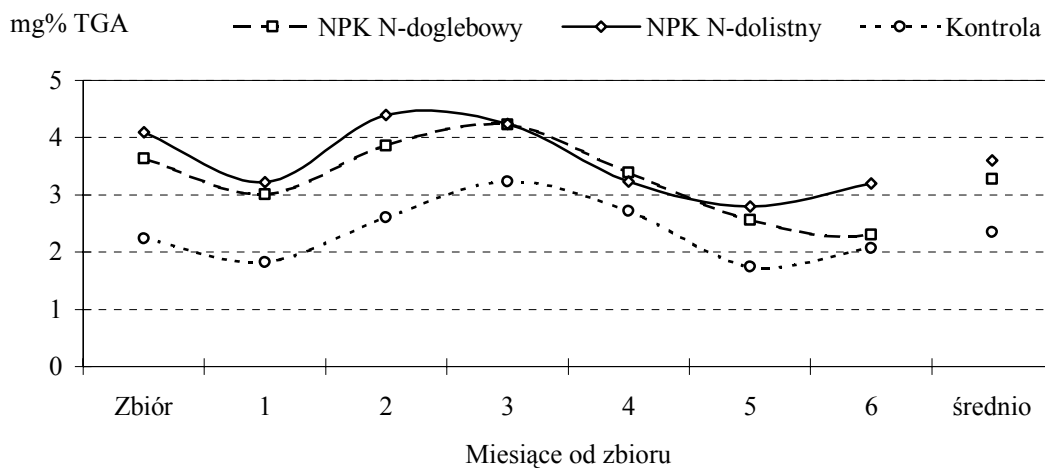
Rys.4. Średnia zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka odmiany Mila podczas i po zakończeniu wegetacji.

Tabela 7

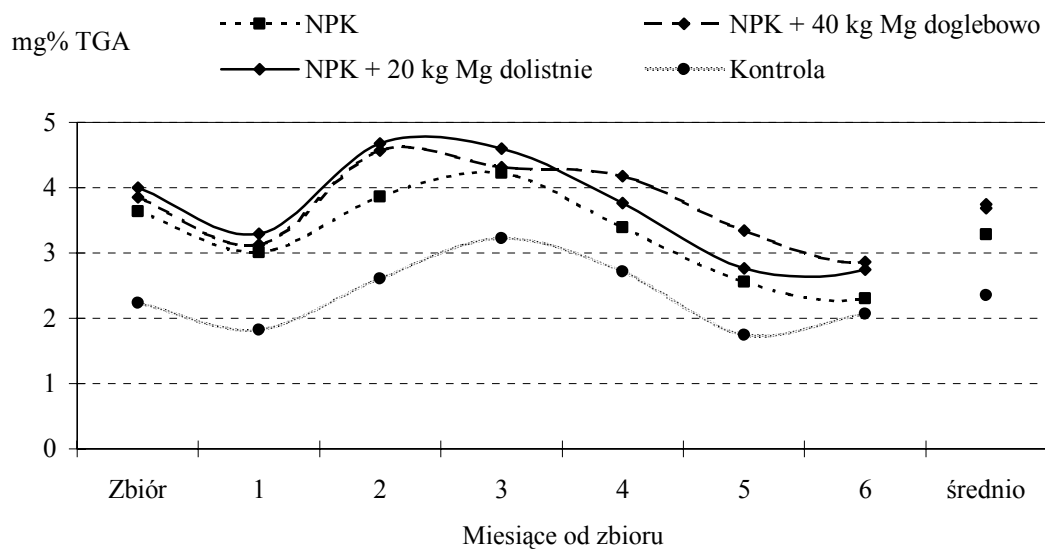
Współczynniki korelacji prostej pomiędzy zawartością solaniny w bulwach i w liściach w poszczególnych terminach pobrania prób.

Zawartość solaniny w liściach	Zawartość solaniny w bulwach	
	na początku kwitnienia	po przekwitnięciu
Doświadczenie I	-0,226	0,896**
Doświadczenie II	0,254	0,946**
Doświadczenie III	0,083	0,919**

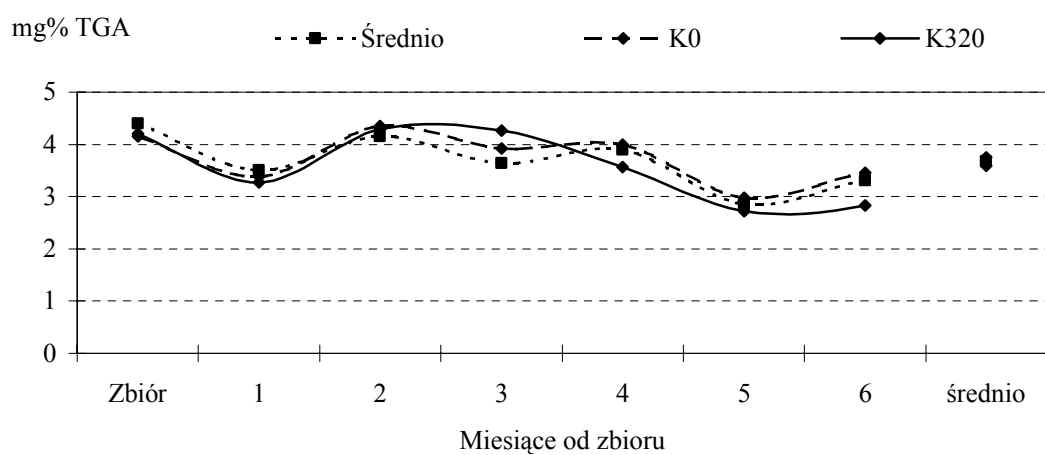
*- istotny przy $p = 0,05$, ** - istotny przy $p = 0,01$



Rys. 5. Oddziaływanie technologii nawożenia azotem przy wzrastających dawkach NPK na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka podczas przechowywania, średnio za lata 1995-97



Rys. 6. Oddziaływanie doglebowego i dolistnego nawożenia magnezem na zawartość glikoalkaloidów w bulwach podczas przechowywania, średnio za lata 1995-97



Rys. 7. Działanie nawożenia potasem na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka podczas ich przechowywania, w mg% TGA średnio za lata 1995-97