

WPLYW STOSOWANIA NAWOZÓW MINERALNYCH ZAWIERAJĄCYCH DODATKI BIOLOGICZNE NA SKŁAD BOTANICZNY, ODŻYWIENIE AZOTEM I PŁONOWANIE RUNI TRAWIASTEJ

WALDEMAR ZIELEWICZ¹, PIOTR GOLIŃSKI¹, BARBARA WRÓBEL², ARKADIUSZ SWĘDRZYŃSKI¹

¹*Katedra Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań*

²*Zakład Użytków Zielonych, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Falenty, Al. Hrabstwa 3,
05-090 Raszyn*

Synopsis. Doświadczenie założono w Stacji Doświadczalnej Katedry Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego zlokalizowanej w RGD Brody Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Prace badawcze nad wpływem stosowania zróżnicowanych dawek nawozów mineralnych N-14, Physioactiv, Physiostart i PinKstart w zasiewie mieszanki trawiastej prowadzono w latach 2016–2017. W badaniach zastosowano następujące warianty nawożenia: 1/ N-14 (900) – nawóz N-14 aplikowany w ilości 900 kg·ha⁻¹ (po 300 kg·ha⁻¹ pod każdy odrost) + PK. Wprowadzono w ten sposób 126,0 kg N·ha⁻¹ (po 42,0 kg N·ha⁻¹ pod odrost); 2/ N-14 (300) – nawóz N-14 aplikowany w ilości 300 kg·ha⁻¹ (pod pierwszy odrost wprowadzając 42,0 kg N·ha⁻¹) oraz 360 kg·ha⁻¹ salety amonowej (po 180 kg·ha⁻¹, co odpowiadało 61,2 kg N·ha⁻¹ pod drugi i trzeci odrost) + PK; 3/ nawożenie standardowe – 540 kg·ha⁻¹ salety amonowej (183,6 kg N·ha⁻¹) (po 180 kg·ha⁻¹ salety pod każdy odrost, co odpowiadało 61,2 kg N·ha⁻¹) + PK; 4/ Physioactiv w dawce 300 kg·ha⁻¹ (przed ruszeniem vegetacji) i 540 kg·ha⁻¹ salety amonowej (183,6 kg N·ha⁻¹) (po 180 kg·ha⁻¹ salety pod każdy odrost, co odpowiadało 61,2 kg N·ha⁻¹) + PK; 5/ Physiostart w dawce 20 kg·ha⁻¹ (przed ruszeniem vegetacji) i 540 kg·ha⁻¹ salety amonowej (183,6 kg N·ha⁻¹) (po 180 kg·ha⁻¹ salety pod każdy odrost, co odpowiadało 61,2 kg N·ha⁻¹) + PK; 6/ PinKstart w dawce 20 kg·ha⁻¹ przed ruszeniem vegetacji i 540 kg·ha⁻¹ salety amonowej (183,6 kg N·ha⁻¹) (po 180 kg·ha⁻¹ salety pod każdy odrost, co odpowiadało 61,2 kg N·ha⁻¹) + PK; 7/ kontrola absolutna – bez nawożenia. Testowane warianty nawożenia nie różniły istotnie średniego plonu runi z dwóch lat badań. W poszczególnych latach odnotowano jednak różnice w oddziaływaniu poszczególnych nawozów na runi mieszanki trawiastej. Wiosenna aplikacja nawozu wapniowego Physioactiv zawierającego aminopurynę oraz nawozu azotowego N-14 w wariacie N-14 (900) + PK, stosowanego pod każdy z odrostów, wpłynęła na lepsze odżywienie roślin azotem, co przejawiało się uzyskiwaniem najwyższych odczytów wartości indeksu zieloności liści, zarówno w przypadku życicy trwałej, jak i kupkówki pospolitej. Na podstawie analizy składu botanicznego runi trzeciego odrostu w pierwszym i drugim roku badań stwierdzono, że zastosowane nawożenie azotem wpłynęło na zwiększenie udziału kupkówki pospolitej w runi mieszanki trawiastej. Aplikacja nawozu Physioactiv oraz startowych PinKstart i Physiostart zawierających wapń sprzyjała pojawieniu się w runi trawiastej koniczyny białej. Na podstawie uzyskanych wyników można założyć hipotezę, że korzystne efekty stosowania badanych nawozów N-14 i Physioactiv mogą być skutkiem ich formułacji ze względu na łączenie składników mineralnych wykorzystywanych w tradycyjnych nawozach wraz z dodatkami biologicznymi stymulującymi system korzeniowy roślin oraz aktywizujących florę glebową poprawiającą stan ryzosfery.

Słowa kluczowe: aminopuryna, dodatki biologiczne w nawozach, nawożenie azotem, nawozy startowe, nawożenie wapniem

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* waldemar.zielewicz@up.poznan.pl

WSTĘP

Użytkowanie łąk z odpowiednimi zabiegami pratotechnicznymi, w tym głównie optymalnym nawożeniem, w warunkach dobrego uwilgotnienia gleby, gwarantuje prawidłowy rozwój roślin, wysoki poziom ich plonowania oraz utrzymywanie wartościowego składu gatunkowego runi. Skład botaniczny runi jest niezwykle ważnym elementem, który determinuje ilość i jakość pozyskiwanej paszy [Baryła 1996, Goliński 1999, Terlikowski 2017, Wróbel i in. 2017]. Elementem agrotechniki decydującym w dużym stopniu o wielkości i jakości plonów z użytków zielonych jest zastosowane nawożenie. Szczególną rolę w tym zakresie przypisuje się nawozom azotowym stosowanym w różnych formach. Azot bardzo silnie wpływa na modyfikację właściwości morfologiczno-biologicznych i chemicznych roślin istotnych dla uzyskiwania wysokich plonów i wartości paszowej. Wielu autorów podkreśla w swoich badaniach, że pod wpływem wzrastających dawek azotu wzrastają plony, jednak jednocześnie zmniejsza się efektywność jego działania [Czapla 2000, Dembek 2001, Goliński 2002, Grygierzec i Mikołajczyk 2016, Łyszczarz i Dembek 2015]. Z tego względu nawożenie azotem należy optymalizować w zakresie wielkości dawki i doboru formy nawozu. Zmieniające się przepisy prawne i wymogi stosowania azotu zmuszają producentów rolnych do prowadzenia bilansu nawozowego, umożliwiającego tańszą produkcję przy jednoczesnym zminimalizowaniu kosztów oraz wynikających z tego działania korzyściach dla środowiska [Barszczewski i Ducka 2012, Mercik 2002, Rozporządzenie ...2018].

Obecnie na rynku dostępna jest szeroka gama nawozów wieloskładnikowych o dużej przyswajalności składników pokarmowych przez rośliny i wysokiej ich koncentracji w nawozie. Wysiewając nawozy wieloskładnikowe wprowadza się równocześnie obok podstawowych składników pokarmowych wiele innych makroelementów a także mikroelementy [Grzebisz i in. 2014].

Zawartość tych pierwiastków w glebie w odpowiedniej formie i ilościach lub ich dodatkowa aplikacja dolistna posiada często kluczowe znaczenie dla prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin oraz jakości paszowej [Radkowski i in. 2015, 2017]. Obecnie niektóre firmy w formułacji i produkcji nawozów azotowych wykorzystują dodatek substancji zwiększających szybkość ukorzeniania roślin, stymulujących podziały komórkowe korzeni lub wprowadzają pożywki mikrobiologiczne aktywizujące mikroflorę glebową [Zielewicz i in. 2015]. Już w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku zwracano uwagę na wolnodziałające nawozy azotowe jak agramid i agroform [Falkowski i in. 1988]. Wolno działający nawóz azotowy agramid produkowano na bazie granulowanego mocznika, który pokryty był siarką zmniejszającą szybkość jego rozpuszczania po wysiewie do gleby. Chodań i in. [1978] badali jego przydatność i skuteczność w zasiewach kępki pospolitej. Dodatki organiczne stosowane w nowoczesnych nawozach azotowych mają na celu zwiększenie efektywności ich pobierania przez rośliny przy stosowaniu niższych dawek, w porównaniu do tradycyjnych nawozów azotowych, jak saletra amonowa czy mocznik [Timilsena i in. 2015]. Lista nawozów jedno- i wieloskładnikowych z dodatkami stymulującymi rozwój zarówno roślin, jak i mikroorganizmów glebowych, ulega ciąglemu powiększaniu, co dodatkowo wymusza konieczność poznania ich działania i skuteczności w nawożeniu różnych upraw polowych i użytków zielonych.

Celem badań była ocena wpływu nowej generacji mineralnych nawozów azotowych, mikronawozów startowych i wapniowych, zawierających dodatki biologiczne, na skład botaniczny runi i plonowanie mieszanki trawiastej, a także na stan odżywienia azotem wybranych jej komponentów.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie założono w Stacji Doświadczalnej Katedry Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego zlokalizowanej w RGD Brody Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Prace badawcze nad wpływem stosowania zróżnicowanych dawek nawozu azotowego oznaczonego jako N-14, nawozu wapniowego Physioactiv, nawozów startowych Physiostart i PinKstart oraz nawozów fosforowo-potasowych aplikowanych w zasiewie mieszanki trawiastej prowadzono w latach 2016–2017.

W badaniach zastosowano następujące warianty nawożenia:

- 1/ N-14 (900) – nawóz N-14 aplikowany w ilości 900 kg·ha⁻¹ (po 300 kg·ha⁻¹ pod każdy odrost) + PK. Wprowadzono w ten sposób 126,0 kg N·ha⁻¹ (po 42,0 kg N·ha⁻¹ pod odrost);
- 2/ N-14 (300) – nawóz N-14 aplikowany w ilości 300 kg·ha⁻¹ (pod pierwszy odrost wprowadzając 42,0 kg N·ha⁻¹) oraz 360 kg·ha⁻¹ saletry amonowej (po 180 kg·ha⁻¹, co odpowiadało 61,2 kg N·ha⁻¹ pod drugi i trzeci odrost) + PK;
- 3/ nawożenie standardowe – 540 kg·ha⁻¹ saletry amonowej (183,6 kg N·ha⁻¹), (po 180 kg·ha⁻¹ saletry pod każdy odrost, co odpowiadało 61,2 kg N·ha⁻¹) + PK;
- 4/ Physioactiv w dawce 300 kg·ha⁻¹ (przed ruszeniem wegetacji) i 540 kg·ha⁻¹ saletry amonowej (183,6 kg N·ha⁻¹), (po 180 kg·ha⁻¹ saletry pod każdy odrost, co odpowiadało 61,2 kg N·ha⁻¹) + PK;
- 5/ Physiostart w dawce 20 kg·ha⁻¹ (przed ruszeniem wegetacji) i 540 kg·ha⁻¹ saletry amonowej (183,6 kg N·ha⁻¹), (po 180 kg·ha⁻¹ saletry pod każdy odrost, co odpowiadało 61,2 kg N·ha⁻¹) + PK;
- 6/ PinKstart w dawce 20 kg·ha⁻¹ przed ruszeniem wegetacji i 540 kg·ha⁻¹ saletry amonowej (183,6 kg N·ha⁻¹), (po 180 kg·ha⁻¹ saletry pod każdy odrost, co odpowiadało 61,2 kg N·ha⁻¹) + PK;
- 7/ kontrola absolutna – bez nawożenia.

Mineralne nawożenie azotowe stosowano w formie saletry amonowej o zawartości 34% N. Nawożenie fosforowo-potasowe z wykorzystaniem superfosfatu potrójnego granulowanego 46% P₂O₅ oraz soli potasowej zawierającej 60% K₂O stosowane było jednorazowo wiosną przed ruszeniem wegetacji w każdym wariantcie nawożenia, oprócz kontroli absolutnej, w ilości 80 kg·ha⁻¹ P i 80 kg·ha⁻¹ K.

Nawóz azotowy N-14 zawierał w swoim składzie 14% azotu (7% w postaci amonowej i 7% formie amidowej), 22% CaO, 2% MgO, 28% SO₃ oraz kompleks Pheoflore oparty na bazie wyciągu z alg morskich, bogaty w węglowodany i polipeptydy, który według producenta aktywizuje florę bakteryjną gleby, optymalizuje gospodarowanie materią organiczną, przyspiesza proces mineralizacji, co pozwala na zwiększenie ilości dostępnego w glebie azotu i fosforu dla roślin.

Nawóz Physioactiv jest nawozem wapniowym zawierającym 76% CaCO₃ w postaci Mezo-calcu i 3% MgO oraz aminopurynę – naturalny ekstrakt z alg morskich zapewniający biostymulację rozwoju systemu korzeniowego roślin.

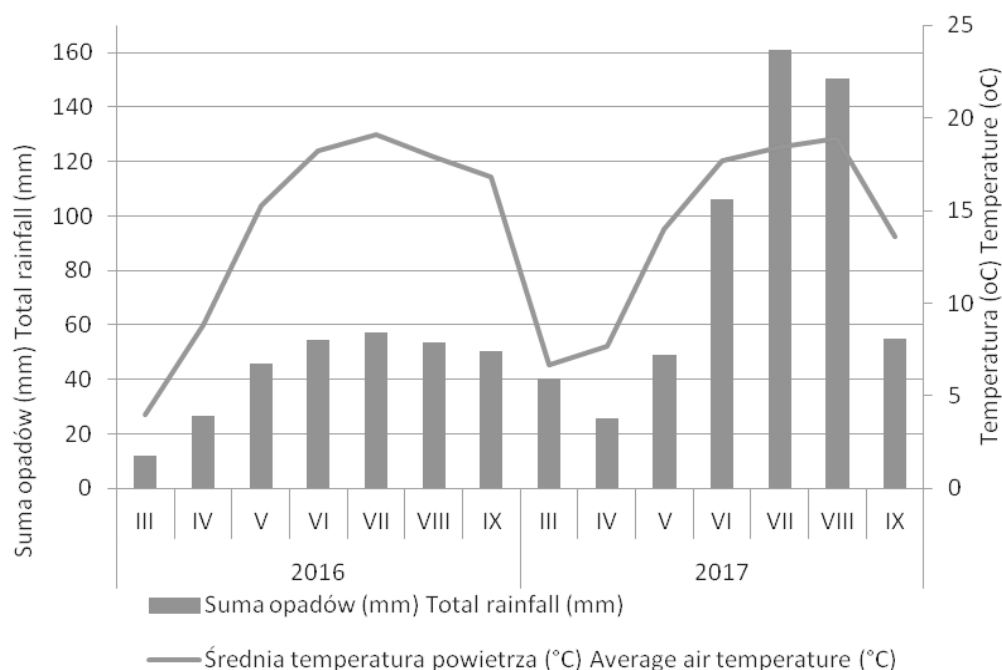
W doświadczeniu wykorzystano także nawozy startowe Physiostart i PinKstart w postaci mikrogranulatów. Pierwszy z nich, Physiostart zawierał w swoim składzie 8% azotu amonowego, 25% CaCO₃, 23% SO₃, 28% P₂O₅, 2% Zn i kompleks Physio+ zwiększający fizjologiczną stymulację wczesnego rozwoju systemu korzeniowego roślin, szczególnie korzeni włosnikowych. Nawóz PinKstart zawierał: 48% CaCO₃, 4,5% SO₃, 28% P₂O₅, 5% K₂O oraz dodatek w postaci kompleksu Physio+ (jak w poprzednim mikronawozie). W dodatku tym wykorzystano współdziałanie aminopuryny i wysoko reaktywnego węglanu wapnia – Mezo-calc, który zapewnia intensywny rozwój systemu korzeniowego, szczególnie korzeni włosnikowych.

Efektem jego stosowania jest według producenta lepsze pobieranie wapnia i intensywny rozwój systemu korzeniowego już od początku wegetacji roślin. Zapobiega on również wystąpieniu efektu „leniwego korzenia”, dzięki czemu rośliny, pomimo optymalnej dostępności składników pokarmowych w glebie, budują silny system korzeniowy.

Doświadczenie założono na glebie należącej do klasy bonitacyjnej IIIb, utworzonej na piasku gliniastym lekkim o miąższości poziomu próchnicznego wynoszącego ponad 30 cm. Pod względem właściwości fizyko-chemicznych charakteryzowała się ona następującymi parametrami: zawartość próchnicy – 1,24%, udział części sypialnych – 16%, odczyn gleby lekko kwaśny ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,5$) oraz zawartość makroskładników – 57,0 mg P_2O_5 , 20,7 mg K_2O i 3,8 mg Mg w 100 g gleby. Zawartość fosforu i potasu w glebie oznaczono metodą Egnera-Riehma a magnezu metodą Schachtschabela.

Doświadczenie założono w układzie bloków losowanych, w trzech powtórzeniach na polkach o powierzchni 15 m² (1,5 m x 10,0 m). Nasiona mieszanki trawiastej BG-8 Milkway Structo wysiano ręcznie we wrześniu 2014 roku, w ilości 40 kg·ha⁻¹. Skład mieszanki był następujący: życica trwała 4 N – 30%, życica westerwoldzka – 20%, kupkówka pospolita – 20%, kostrzewa łąkowa – 15%, tymotka łąkowa – 15%.

Przebieg warunków pogodowych w okresie marzec–wrzesień w latach 2016–2017 przedstawiono na rys. 1. Dla zobrazowania warunków pluwiotermicznych w poszczególnych miesiącach okresu wegetacji w latach badań obliczono współczynniki hydrotermiczne Sielianałowa (tab. 1). Okazało się, że zarówno średnie dobowe temperatury powietrza, jak i sumy opadów



Rys. 1. Warunki atmosferyczne w okresie wegetacji w Brodach w latach 2016–2017
Fig. 1. Weather conditions during the vegetation period in Brody in the years 2016–2017

Tabela.1. Wartość współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa (k) w poszczególnych miesiącach i latach badań

Table 1. Value of Sielianinow's hydrothermal index (k) in individual months and study years

Rok badań Study year	Miesiąc/Month						
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
2016	0,96	1,00	0,97	0,99	0,96	0,97	1,00
2017	1,95	1,11	1,13	1,99	2,81	2,57	1,34

Charakterystykę wilgotnościową miesięcy określono za Skowera i Pułą [2004] w zależności od wartości (k): skrajnie suchy/extremely dry $\leq 0,4$; bardzo suchy/very dry $- 0,4 <k \leq 0,7$; suchy/dry $- 0,7 <k \leq 1,0$; dość suchy/fairly dry $- 1,0 <k \leq 1,3$; optymalny/optimal $- 1,3 <k \leq 1,6$; dość wilgotny/fairly moist $- 1,6 <k \leq 2,0$; wilgotny/moist $- 2,0 <k \leq 2,5$; bardzo wilgotny/very moist $- 2,5 <k \leq 3,0$ /skrajnie wilgotny/extremely moist $- k > 3,0$

w kolejnych miesiącach okresu wegetacji znacznie różniły się w latach badań. W roku 2016 wszystkie miesiące od kwietnia do września cechowały się stabilnymi warunkami wilgotnościowymi na granicy suche/dość suche. Kolejny rok był bardziej korzystny. W roku 2017 stwierdzono bowiem większe sumy opadów w miesiącach letnich. Na podstawie wartości współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa (k) stwierdzono, że miesiące maj i czerwiec były dość suche, wrzesień – optymalny, kwiecień i czerwiec – dość wilgotne, a miesiące lipiec i sierpień nawet bardzo wilgotne.

W latach użytkowania zbierano po trzy odrosty runi. W pierwszym roku badań (2016) pierwszy pokos zbierano 31 maja, II pokos – 12 lipca, a III pokos – 6 września. W drugim roku badań (2017) terminy zbiorów były następujące: 23 maja (I pokos), 11 lipca (II pokos) i 29 sierpnia (III pokos).

Corocznie badano skład botaniczny runi, plon suchej masy każdego z trzech odrostów oraz stan odżywienia roślin azotem. Plony suchej masy runi oceniano metodą ukosów próbnych z powierzchni 7,5 m² każdego poletka. Oznaczenia zawartości suchej masy w próbkach runi wykonywano metodą suszarkowo-wagową z wykorzystaniem suszarni komorowej firmy Binder.

Skład botaniczny runi mieszanki trawiastej oceniono w trzecim odroście za pomocą metody botaniczno-wagowej wg Steblera i Schrötera zmodyfikowanej przez Filipka [1970]. Próbki runi do badań z poszczególnych wariantów doświadczenia pobierano losowo z reprezentatywnych miejsc każdego poletka. Następnie świeży materiał roślinny rozdzielano na poszczególne komponenty runi i określano ich udział w procentach wagowych zielonej masy.

Stan odżywienia roślin azotem oceniano przed koszeniem każdego odrostu za pomocą N-testera (skala 0–800). Wykonując pomiary tym przyrządem określano indeks zieloności liścia wyrażany wartością SPAD (ang. Soil Plant Analyses Development), czyli ilorazem różnicy absorpcji światła przez liść przy długości fali 650 i 940 nm. Istnieje bowiem dodatnia korelacja pomiędzy zawartością barwników chlorofilowych i stanem odżywienia roślin azotem [Gáborčík i Zmetáková 2001]. Z każdego poletka pobierano losowo dobrze wykształcone blaszki liściowe życicy trwałej i kupkówki pospolitej, na których wykonywano po 2 pomiary.

Opracowanie statystyczne uzyskanych wyników wykonano programem Statistica 6,0 wykonując jednoczynnikową analizę wariancji, przyjmując za czynnik rodzaj nawożenia. Istotność różnic pomiędzy średnimi zweryfikowano za pomocą testu Tukeya (HSD) przy poziomie istotności $p=0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie wyników analizy wariancji można stwierdzić, że wpływ zastosowanego czynnika doświadczalnego (nawożenia) na uzyskane plony runi mieszanki trawiastej był istotny. Najlepsze efekty wyrażone wzrostem plonowania runi mieszanki trawiastej w pierwszym roku badań uzyskano z wariantów nawożenia Physiostart + NPK oraz Physioactiv + NPK (tab. 2). W obu przypadkach zebrany roczny plon runi z hektara osiągnął zbliżony poziom rzędu 11,4 t s.m. \cdot ha⁻¹. Ruń z tych wariantów nawożenia charakteryzowała się wyższym o 3% plonem w porównaniu do standardowego nawożenia NPK.

Tabela 2. Wpływ stosowania zróżnicowanych wariantów nawożenia na plonowanie runi w kolejnych latach użytkowania (t \cdot ha⁻¹ s.m.)

Table 2. Effect of application of different fertilization variants on the sward yield in the successive years of use (t \cdot ha⁻¹ DM)

Wariant nawożenia Fertilization variant	1 rok użytkowania 1 st year of use	2 rok użytkowania 2 nd year of use	Średnia Mean
N-14 (900) + PK	10,93 b	12,76 ab	11,85 a
N-14 (300) + NPK	11,13 ab	12,91 a	12,01 a
NPK	11,05 b	12,38 b	11,71 a
Physioactiv + NPK	11,37 a	12,54 ab	11,96 a
Physiostart + NPK	11,40 a	12,63 ab	12,02 a
PinKstart + NPK	10,51 c	12,45 ab	11,48 a
Kontrola absolutna Absolute control	4,62 d	5,84 b	5,23 b
Średnio/Mean	10,14 B	11,64 A	–

Średnie w kolumnach oznaczone różnymi małymi literami różnią się istotnie/Means in the columns followed by different lowercase letters are significantly different

Średnie w wierszach oznaczone różnymi dużymi literami różnią się istotnie/Means in the same rows followed by different capital letters are significantly different

W drugim roku badań mieszanka średnio plonowała lepiej niż w pierwszym roku. Wynikało to z większej ilości opadów w sezonie wegetacyjnym 2017 roku (rys. 1). Najlepszy pod względem zebranego plonu okazał się wariant nawożenia nawozem N-14 (300) + NPK, z którego zebrano 12,90 t s.m. \cdot ha⁻¹, uzyskując wzrost plonu w stosunku do nawożenia standardowego NPK o 4,2%.

Analizując średni plon suchej masy runi uzyskany z dwóch lat użytkowania mieszanki trawiastej nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy wariantami doświadczalnymi z wyjątkiem kontroli absolutnej, na której nie stosowano żadnego nawożenia. Można jedynie stwierdzić, że średnio najwyższej plonowała ruń z wariantów nawożonych nawozami N-14 (300) + NPK oraz Physiostart + NPK, z których uzyskano powyżej 12 ton s.m. z hektara. Najniższe plony runi zebrano, oprócz kontroli absolutnej (5,23 t s.m. \cdot ha⁻¹), z wariantów na których aplikowano

PinKstart + NPK (11,48 t s.m.·ha⁻¹) oraz stosowano standardowe nawożenie NPK (11,71 t s.m.·ha⁻¹), chociaż różnice te nie zostały udowodnione statystycznie.

Skuteczność nawożenia azotem upraw rolniczych, zdaniem wielu autorów [Fotyma 1994, 1997, Małecka i Bleharczyk 2005], powinna być wyrażana nie tylko zmianami ilościowymi i jakościowymi plonu użytecznego, ale także za pomocą innych mierników, tj. np. efektywność rolnicza (przyrost plonu na jednostkę N zastosowanego w nawozach) czy efektywność fizjologiczna. Dla lepszego wykorzystania azotu, zarówno aplikowanego w nawozach mineralnych jak i zawartego w glebie, istotna jest również kontrola stanu odżywienia roślin azotem. Na szybką ocenę tego parametru pozwala pomiar indeksu zieloności liścia SPAD. Analiza statystyczna wyników indeksu SPAD potwierdziła, że zastosowane warianty nawożenia miały istotny wpływ na indeks zieloności liści obu gatunków traw we wszystkich odrostach, zarówno w pierwszym jak i drugim roku badań. W pierwszym roku prowadzonych badań, w przypadku życicy trwałej, najwyższe odczyty wartości SPAD stwierdzono w blaszkach liściowych roślin nawożonych Physioactiv + NPK. W kolejnych odrostach wyniki te wynosiły odpowiednio: 365, 253 i 368 (tab. 3). Indeks SPAD w tym wariancie nawożenia osiągnął również najwyższą wartość w ujęciu średniej rocznej (329). Mimo braku istotnych różnic, można było stwierdzić, że różnica między średnią wartością odczytów z tego wariantu a średnią z nawożenia standardowego NPK wyniosła 5,5%. Drugi pod względem stanu odżywienia roślin azotem okazał się wariant z aplikacją nawozu N-14 w dawce 900 kg·ha⁻¹ + PK, w którym życica trwała charakteryzowała się odczytami indeksu SPAD na średnim poziomie 319, a różnica w stosunku do nawożenia standardowego NPK wynosiła 2,5%. Podobny średni wynik na poziomie 318 uzyskano również na roślinach pochodzących z wariantu nawożonego, oprócz standardową dawką nawozów NPK, dodatkowo nawozem startowym PinKstart zawierającym dodatek wapnia.

Tabela 3. Indeks SPAD w blaszkach liściowych życicy trwałej pod wpływem zróżnicowanych wariantów nawożenia

Table 3. SPAD index in perennial ryegrass leaf blades under the influence of different fertilization variants

Wariant nawożenia Fertilization variant	2016				2017			
	1 pokos 1 st cut	2 pokos 2 nd cut	3 pokos 3 rd cut	Średnia Mean	1 pokos 1 st cut	2 pokos 2 nd cut	3 pokos 3 rd cut	Średnia Mean
N-14 (900) + PK	352 bc	240 bc	366 a	319 a	312 a	303 bc	243 a	286 a
N-14 (300) + NPK	358 ab	232 cd	342 c	311 a	295 b	286 d	229 ab	270 ab
NPK	341 c	248 ab	346 c	312 a	277 c	294 cd	222 b	264 ab
Physioactiv + NPK	365 a	253 a	368 a	329 a	314 a	323 a	232 ab	290 a
Physiostart + NPK	369 a	229 d	351 bc	317 a	298 b	314 ab	235 ab	283 a
PinKstart + NPK	352 bc	242 bc	361 ab	318 a	294 b	311 ab	228 ab	278 ab
Kontrola absolutna Absolute control	224 d	201 e	262 d	229 b	235 d	254 e	204 c	231 b
Średnio/Mean	337 A	235 B	342 A	–	289 A	298 A	228 B	–

Średnie w kolumnach oznaczone różnymi małymi literami różnią się istotnie/Means in the columns followed by different lowercase letters are significantly different

Średnie w wierszach oznaczone różnymi dużymi literami różnią się istotnie/Means in the same rows followed by different capital letters are significantly different.

Podobną reakcję na nawożenie nawozami Physioactiv + NPK oraz N-14 (900) + PK odnotowano także w przypadku kupkówki pospolitej (tab. 4). Tak samo jak w przypadku życicy trwałej, najwyższą średnią wartość odczytów indeksu zieloności liści na poziomie 469, uzyskano w wariacie nawożenia nawozem wapniowym Physioactiv + NPK. Różnica w wartościach odczytów między tym wariantem a obiektem nawożonym standardowo NPK, wyniosła prawie 7%. W przypadku wariantu N-14 (900) + PK, różnica w stosunku do nawożenia standardowego NPK wyniosła 4%. Brak jakiegokolwiek nawożenia skutkowało bardzo niskimi wartościami odczytów indeksu zieloności liści. W przypadku życicy trwałej uzyskano średnią odczytów indeksu SPAD na poziomie 229, a w przypadku kupkówki pospolitej – 333 (tab. 3 i 4).

Tabela 4. Indeks SPAD w blaszkach liściowych kupkówki pospolitej pod wpływem zróżnicowanych wariantów nawożenia

Table 4. SPAD index in cocksfoot leaf blades under the influence of different fertilization variants

Wariant nawożenia Fertilization variant	2016				2017			
	1 pokos 1 st cut	2 pokos 2 nd cut	3 pokos 3 rd cut	Średnia Mean	1 pokos 1 st cut	2 pokos 2 nd cut	3 pokos 3 rd cut	Średnia Mean
N-14 (900) + PK	458 b	432 ab	478 a	456 ab	436 ab	430 c	391 bc	419 b
N-14 (300) + NPK	453 b	422 bc	468b c	447 ab	419 c	451 b	386 bc	419 b
NPK	443 b	416 c	457 c	439 b	416 c	436 c	382 c	411 b
Physioactiv + NPK	477 a	442 a	488 b	469 a	442 a	484 a	447 a	457 a
Physiostart + NPK	449 b	429 b	474 bc	451 ab	421 bc	462 b	396 b	427 ab
PinKstart + NPK	455 b	422 bc	470 bc	447 ab	428 abc	457 b	391 bc	425 ab
Kontrola absolutna Absolute control	356 c	315 d	328 d	333 c	367 d	342 d	346 d	352 c
Średnio/Mean	441 AB	411 B	452 A	–	418 A	437 A	391 B	–

Średnie w kolumnach oznaczone różnymi małymi literami różnią się istotnie/Means in the columns followed by different lowercase letters are significantly different

Średnie w wierszach oznaczone różnymi dużymi literami różnią się istotnie/Means in the same rows followed by different capital letters are significantly different

W drugim roku użytkowania, zarówno w przypadku życicy trwałej jak i kupkówki pospolitej, uzyskano istotnie niższe wartości indeksu SPAD. Kupkówka pospolita pochodząca z wariantu nawożenia Physioactiv + NPK, odznaczała się najwyższymi wartościami indeksu SPAD we wszystkich odrostach oraz w ujęciu średniej rocznej (tab. 4).

W tym w wariacie nawożenia uzyskano średnią z trzech terminów odczytu na poziomie 457 i była to wartość wyższa o 11% w porównaniu do nawożenia standardowego NPK, gdzie uzyskano wynik istotnie niższy, na poziomie 411. Zadawalający efekt nawożenia u tego gatunku, polegający na uzyskaniu także wysokich wartości indeksu SPAD, stwierdzono w wariantach stosowania Physiostart i PinKstart wraz z NPK. Średnia wartość mierzonego indeksu zieloności liści w pierwszym przypadku wyniosła 427, w drugim zaś 425.

W przypadku życicy trwałej w wariacie nawożenia Physioactiv + NPK również uzyskano średnią najwyższą wartość odczytów wynoszącą 290, co stanowiło wynik wyższy o 9,5%

w porównaniu do nawożenia standardowego NPK. Gatunek ten dodatnio reagował również na nawożenie Physiostart + NPK oraz N-14 (900) + PK, o czym świadczyły średnie wartości odczytów SPAD z całego okresu wegetacji wynoszące powyżej 280. Najniższe odczyty indeksu SPAD w przypadku życicy trwałej stwierdzono na kontroli absolutnej pozbawionej nawożenia (średnio 231). Dla porównania, w tym samym wariancie kontroli kupkówka pospolita charakteryzowała się średnią odczytów indeksu SPAD na poziomie 351.

Skład botaniczny runi łąkowej oraz wielkość i jakość plonów można kształtować także przez nawożenie mineralne, głównie azotowe [Czapla 2000, Jankowska-Huflejt 2000, Staniak i Książak 2008]. Azot jest uznawany za najbardziej plonotwórczy składnik pokarmowy dostarczany roślinom w nawozach [Borowiecki 2002, Grzebisz 2009, Kasperczyk i in. 2008]. Zagrożeniem może być jednak zbyt intensywne nawożenie, które często wpływa na pogorszenie składu botanicznego runi i jakości pozyskiwanej paszy. Wysokie dawki aplikowanego azotu powodują wypadanie z runi cennych gatunków roślin bobowatych i rozwój gatunków nitrofilnych [Grzegorzczak i in. 2007, Kiteczak i Czyż 2006, Wróbel i in. 2012]. Na podstawie analizy składu botanicznego runi trzeciego odrostu mieszanki trawiastej stwierdzono, że zastosowane warianty nawożenia wpłynęły na modyfikację udziału poszczególnych gatunków roślin w runi. W pierwszym roku badań w runi wszystkich wariantów doświadczenia dominowała życica trwała. Na obiektach, gdzie stosowano nawożenie azotem udział życicy trwałej wahał się od 41 do 49% (tab. 5). W runi wariantu kontroli absolutnej – bez aplikacji nawozów, udział życicy trwałej osiągnął najwyższy poziom, bo aż 58%. Drugim co do liczebności komponentem runi była kupkówka pospolita. Jej udział w pierwszym roku badań we wszystkich wariantach nawożenia wynosił od 20% (Physioactiv + NPK) do 26% (w wariancie NPK). W drugim roku badań stwierdzono, że gatunek ten stał się dominantą runi wszystkich wariantów nawożonych azotem. Najniższy, 42% udział kupkówki pospolitej, stwierdzono w runi po aplikacji nawozu Physioactiv + NPK, a najwyższy – 68%, w runi wariantu N-14 (300) + NPK. W runi wariantu kontroli absolutnej – bez aplikacji nawozów, dominantą runi była życica trwała. Jej udział w drugim roku badań osiągnął poziom 56%. Stan taki był spowodowany mniej ekspansywnym rozwojem w runi nitrofilnego gatunku, jakim jest kupkówka pospolita, wynikającym z braku nawożenia N na tym obiekcie. Reakcja kupkówki pospolitej na zastosowane nawożenie azotem znajduje potwierdzenie w wynikach badań przedstawionych przez Jodełkę i in. [2005], w których udział wartościowych traw, takich jak: kupkówka pospolita i kostrzewa łąkowa w ciągu trzech lat badań wzrósł średnio z 22,5 do 50%, a udział ziół i chwastów zmniejszył się z 30% do 13%. W badaniach własnych obserwując reakcję życicy westerwoldzkiej na aplikację poszczególnych nawozów odnotowano, że w pierwszym roku badań, jej ilościowy udział w runi wariantów nawożonych azotem wahał się od 9% w wariancie Physioactiv + NPK do 13% w wariancie PinKstart + NPK. Najniższy, 4% udział tego gatunku stwierdzony został w runi kontroli absolutnej. W drugim roku badań obserwowano spadek udziału tego gatunku we wszystkich wariantach nawożenia oprócz kontroli absolutnej, na którym stwierdzono nawet niewielki jego wzrost z 4 do 6%.

W drugim roku badań nad składem botanicznym, odnotowano pojawienie się w runi koniczyny białej. Udział tego gatunku na obiektach nawożonych nawozami: Physioactiv + NPK wynosił 7%, na kontroli absolutnej – 5% oraz 2 i 3% po aplikacji nawozów startowych w wariantach PinKstart + NPK i Physiostart + NPK. Pojawieniu się tego gatunku prawdopodobnie sprzyjał wniesiony w tych nawozach wapń oraz wysoki i korzystny rozkład opadów w roku 2017 (rys. 1). Pozytywne oddziaływanie nawozu wapniowego Soleflor na trwałość i wysoki udział w runi koniczyny białej oraz tymotki łąkowej stwierdzono także w badaniach Zielewicza i in. [2015]. Nawóz ten zawierał w swoim składzie, podobnie jak Physioactiv, ekstrakt z alg morskich (kompleks Pheoflore) oraz CaCO₃ jako Mezocalc. Zwiększenie udziału tego gatunku

Tabela 5. Wpływ stosowania zróżnicowanych wariantów nawożenia na skład botaniczny runi w kolejnych latach użytkowania (%)
 Table 5. Effect of different fertilization variants on the sward botanical composition in the successive years of use (%)

Komponenty runi Sward components	N-14 (900) + PK		N- 14 (300) + NPK		NPK		Physioactiv + NPK		Physiostart + NPK		PinKstart + NPK		Kontrola absolutna Absolute control	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
<i>Lolium perenne</i> L.	49	26	45	21	48	33	45	34	47	25	41	28	58	49
<i>Lolium westervoldicum</i> R. Br.	11	3	12	6	10	4	9	5	10	3	13	2	4	2
<i>Dactylis glomerata</i> L.	23	65	24	68	26	55	20	42	21	62	25	58	24	19
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	6	1	8	2	7	5	13	8	10	4	6	5	6	5
<i>Phleum pratense</i> L.	4	1	3	1	3	2	5	3	4	2	4	2	3	5
<i>Trifolium repens</i> L.	0	0	0	0	0	0	1	7	0	3	0	2	0	7
<i>Capsella bursa pastoris</i> (L.) Medik.	4	2	4	1	3	1	3	1	4	1	4	1	3	5
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	2	0	2	0	3	0	2	0	2	0	3	0	2	1
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	1	2	2	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	3
<i>Geranium pusillum</i> L.	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	2
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	2

oraz jego utrzymywanie się w runi odnotowane zostało także w innych badaniach Zielewicza i in. [2018] dotyczących stosowania nawozu Physioactiv w runi mieszanki trawiasto-bobowatej. Badania prowadzone przez Ducką i Barszczewskiego [2012] nad nawożeniem runi łąkowej zróżnicowanymi dawkami azotu potwierdzają, że pojawianiu się w runi roślin bobowatych (w ilości od 0,25 do 2,50%) sprzyja niższy poziom nawożenia azotem. Natomiast nawożenie rosnącymi dawkami azotu, zarówno w formie mineralnej (NPK), jak i naturalnej (gnojówką) ograniczają udział tej grupy roślin w runi, aż do jej całkowitego zaniku [Wesołowski 2003, 2011],

Analizując udział chwastów w runi mieszanki trawiastej można było zauważyć, że w pierwszym roku prowadzenia badań, najwyższy, 11% ich udział stwierdzono w runi wariantu nawożonego nawozem PinKstart + NPK. Drugim pod względem liczebności chwastów okazał się wariant N-14 (300) + NPK z 8% udziałem tych gatunków. W obu przypadkach przeważał tasznik pospolity, który występował w ilości 4%. W następnym roku udział chwastów zmniejszył się w runi wszystkich wariantów nawożenia. Wzrost udziału grupy chwastów (z 5 do 13%), stwierdzono jedynie w runi kontroli absolutnej.

Zwiększenie udziału w runi chwastów takich jak mniszek pospolity, szczaw zwyczajny czy szczaw tępolistny spowodowane jest najczęściej niewłaściwym nawożeniem (niedostosowanym to zasobności gleby i potrzeb pokarmowych roślin), co powoduje m.in. zmniejszenie plonowania użytków zielonych. Jak podają Jodełka i in. [2005], duży udział roślin dwuliściennych i mały wartościowych traw pastewnych charakteryzuje zbiorowiska zaniedbane i zdegradowane w wyniku braku odpowiedniego nawożenia. Z drugiej strony większe zachwaszczenie może być także spowodowane zbyt wysokimi dawkami nawożenia, zwłaszcza azotem lub potasem [Grzebisz i in. 2014]. Potwierdzają to badania przeprowadzone przez Ducką i Barszczewskiego [2012], w których udział chwastów dwuliściennych zwiększał się najbardziej na obiektach najintensywniej nawożonych. Podobnie jak w badaniach Żarskiego i in. [1997], stosowanie większej dawki azotu w warunkach deszczowania przyczyniało się do istotnego zwiększenia plonów, powodując jednak szybszą degradację runi. Wskazuje to na konieczność obserwowania reakcji runi na intensywne nawożenie nawozami mineralnymi i naturalnymi, celem zapobieżenia możliwości występowania niekorzystnych zmian w składzie botanicznym runi.

WNIOSKI

1. Testowane warianty nawożenia nie różnicowały istotnie średniego plonu runi z dwóch lat badań. W poszczególnych latach odnotowano jednak różnice w oddziaływaniu poszczególnych nawozów na runi mieszanki trawiastej.
2. Wiosenna aplikacja nawozu wapniowego Physioactiv zawierającego aminopurynę oraz nawozu azotowego N-14 w wariantcie N-14 (900) + PK, stosowanego pod każdy z odrostów, wpłynęła na lepsze odżywienie roślin azotem, co przejawiało się uzyskiwaniem najwyższych odczytów wartości indeksu zieloności liści, zarówno w przypadku życicy trwałej, jak i kupkówki pospolitej.
3. Na podstawie analizy składu botanicznego runi trzeciego odrostu w pierwszym i drugim roku badań stwierdzono, że zastosowane nawożenie azotem wpłynęło na zwiększenie udziału kupkówki pospolitej w runi mieszanki trawiastej. Aplikacja nawozu Physioactiv oraz startowych PinKstart i Physioactiv zawierających wapń sprzyjała pojawieniu się w runi trawiastej koniczyny białej.

PIŚMIENNICTWO

- Barszczewski J., Ducka M. 2012. Bilans wybranych makroskładników łąki trwałej nawożonej nawozami mineralnymi i naturalnymi. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* 12, 1(37): 7–17.
- Baryła R. 1996. Renowacja trwałych łąk i pastwisk w siedliskach grądowych ze szczególnym uwzględnieniem podsiewu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 442: 23–30.
- Borowiecki J. 2002. Wpływ nawożenia azotem na plon i wartość pokarmową *Festulolium braunii* odm. Felopa. *Pam. Puł.* 131: 39–48.
- Chodań J., Grzesiuk W., Zawartka L., Kucharski J. 1978. Wpływ agramidu i agroformu na plonowanie i pobieranie azotu przez kupkówkę. *Rocz. Nauk Rol.* 103(4): 69–77.
- Czapla J. 2000. The effects of nitrogen and potassium fertilization on yield and quality of rescuegrass grown on arable land. Part 1. Yield and content of some nitrogen forms. *Natur. Sci.* 5: 83–94.
- Dembek R. 2001. Wpływ koniczyny białej i nawożenia azotem na plonowanie jej mieszanek z życią trwałą i zawartość azotu w runi. *Pam. Puł.* 125: 57–64.
- Ducka M., Barszczewski J. 2012. Degradacja runi łąkowej w warunkach optymalnego uwilgotnienia i zróżnicowanego nawożenia. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* 12, 3(39): 39–51.
- Falkowski M., Olszewska L., Kukułka I., Kozłowski S. 1988. Reakcja traw na wolno działające nawozy azotowe. *Rocz. AR Poznań* 186, Rol. 33: 15–28.
- Filipek J. 1970. Zagadnienia wielkości próbek przeznaczonych do analizy botaniczno-wagowej w doświadczeniach łąkarskich. Cz. III. *Post. Nauk Rol.* 50: 77–96.
- Fotyma E. 1994. Reakcja roślin uprawy polowej na nawożenie azotem. III. Kukurydza. *Fragm. Agron.* 11(4): 20–35.
- Fotyma E. 1997. Efektywność nawożenia azotem podstawowych roślin uprawnych. *Fragm. Agron.* 14(1): 46–66.
- Gáborčík N., Zmetáková Z. 2001. Chlorophyll (SPAD readings) and nitrogen concentrations in leaves of some forage grasses and legumes. *Łąkarstwo w Polsce/Grassl. Sci. Poland* 4: 43–48.
- Goliński P. 1999. Zmiany ilościowe i jakościowe w runi łąk wywołane ich renowacją metodą pełnej uprawy w warunkach zróżnicowanej ilości wysiewu nasion. *Łąkarstwo w Polsce/Grassl. Sci. Poland* 2: 41–50.
- Goliński P. 2002. Reakcja odmian *Lolium perenne* na nawożenie azotem w uprawie na nasiona. *Prace z Zakresu Nauk Rol. PTPN* 93: 129–140.
- Grygierzec B., Mikołajczyk J. 2016. Efektywność nawożenia azotem wybranych odmian wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) w uprawie na nasiona. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 1: 76–88.
- Grzebisz W., Goliński P., Potarzycki J. 2014. Nawożenie użytków zielonych. *Wyd. PWRiL, Warszawa*, ss. 332.
- Grzebisz W. 2009. Nawożenie roślin uprawnych. *Wyd. PWRiL, Poznań*, ss. 376.
- Grzegorzczak S., Alberski J., Olszewska M. 2007. Wpływ zróżnicowanej częstotliwości koszenia i nawożenia azotem na zmiany składu botanicznego i wartość paszową runi łąkowej. *Fragm. Agron.* (24)3: 144–150.
- Jankowska-Huflejt H. 2000. Porównanie wpływu nawożenia mineralnego i obornikiem na trwałość gatunków i zadarnienie łąki trwałej. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 209, *Agricultura* 83: 27–32.
- Jodełka J., Jankowski K., Nowak M. 2005. Wykorzystanie różnych form nawozów azotowych do odnawiania zdegradowanego zbiorowiska łąkowego. *Fragm. Agron.* 22(1): 429–435.
- Kasperczyk M., Szewczyk W., Kacprzyk P. 2008. Dynamika składu botanicznego runi łąkowej w zależności od rodzaju nawożenia. *Łąkarstwo w Polsce/Grassl. Sci. Poland* 11: 87–93.
- Kitczak T., Czyż H. 2006. Plonowanie mieszanek *Festulolium braunii* (K. Richt.) A. Camus z *Trifolium repens* L. w zależności od udziału komponentów i poziomu nawożenia azotem. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura* 61: 333–339.
- Łyszczarz R., Dembek R. 2015. Efektywność nawożenia trwałych użytków zielonych położonych na glebach pobagiennych w Dolinie Kanału Bydgoskiego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 580: 63–73.
- Małecka I., Blecharczyk A. 2005. Efektywność nawożenia azotem w różnych systemach uprawy roli. *Fragm. Agron.* 22(1): 503–511.
- Mercik S. 2002. *Chemia rolna podstawy teoretyczne i praktyczne*. *Wyd. SGGW, Warszawa*, ss. 288.

- Radkowski A., Radkowska I., Lemek T. 2015. Effects of foliar application of titanium on seed yield in timothy (*Phleum pratense* L.). *Ecol. Chem. Eng. S*, 22(4): 691–701.
- Radkowski A., Sosin-Bzducha E., Radkowska I. 2017. Effects of silicon foliar fertilization of meadow plants on the nutritional value of silage fed to dairy cows. *J. Elementol.* 22(4): 1311–1322.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 5 czerwca 2018 r. w sprawie przyjęcia “Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu” Dz. U. poz. 1339.
- Skowera B., Puła J. 2004. Skrajne warunki pluwiotermiczne w okresie wiosennym na obszarze Polski w latach 1971–2000. *Acta Agrophys.* 3(1): 171–177.
- Staniak M., Księżak J. 2008. Skład chemiczny mieszanek *Festulolium braunii* z *Trifolium pratense* w zależności od nawożenia azotem i udziału komponentów. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* 24, 8, 2b: 163–173.
- Terlikowski J. 2017. The usefulness of inter-species hybrids within the complex *Lolium-Festuca* for undersowing meadows in Żuławy Elbląskie. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 62(4): 186–190.
- Timilsena Y.P., Adhikari R., Casey P., Muster T., Gill H., Adhikari B. 2015. Enhanced efficiency fertilisers: a review of formulation and nutrient release patterns. *J. Sci. Food Agric.* 95: 1131–1142.
- Wesołowski P. 2003. Wyniki nawożenia gnojówką bydlęcą i nawozami mineralnymi łąki na glebie torfowo-murszowej. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* 3, 1(7): 39–51.
- Wesołowski P. 2011. Wpływ nawożenia łąki pobagiennej obornikiem i NPK na jej produktywność i skład chemiczny wód gruntowych. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* 11, 2(34): 181–187.
- Wróbel B., Barszczewski J., Terlikowski J. 2017. Ocena jakości pasz z trwałych łąk grądowych wzbogacanych mieszkami traw i roślin bobowatych. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* 17, 3(59): 123–144.
- Wróbel B., Zielińska K. J., Fabiszewska A.U. 2012. The effect of mineral NPK and organic fertilisation on the content of nutritive components and microbiological quality of the first regrowth of meadow sward. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 60(4): 129–134.
- Zielewicz W., Goliński P., Wróbel B. 2018. Effect of application of mineral fertilizers containing biological additives on botanical composition, nitrogen status and yielding of grass-legume sward. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 63(3): 146–150.
- Zielewicz W., Swędryńska D., Swędrzyński A. 2015. Wpływ zróżnicowanych dawek polepszacza glebowego Soleflor i nawozów mineralnych na skład botaniczny i plonowanie runi motylkowato-trawiastej. *Łąkarstwo w Polsce/Grassl. Sci. Poland* 18: 267–279.
- Żarski J., Dudek S., Rolbiecki S. 1997. Efekty deszczowania i intensywnego nawożenia azotowego kupkówki pospolitej na glebie bardzo lekkiej. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz* 207, Rol. 41: 51–57.

W. Zielewicz, P. Goliński, B. Wróbel, A. Swędrzyński

EFFECT OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS CONTAINING BIOLOGICAL ADDITIVES ON BOTANICAL COMPOSITION, NITROGEN STATUS AND YIELD OF GRASS SWARD

Summary

The research was set-up in Experimental Station of the Department of Grassland and Natural Landscape Sciences located in Brody Experimental Farm of Poznań University of Life Sciences. Research on the influence of various doses of nitrogen fertilizer N-14, Physioactiv, starter fertilizers Physiostart and PinKstart, phosphorus-potassium fertilizers applied in BG-8 Milkway Structo grass mixture, was conducted in the years 2016–2017. The following variants and doses of fertilizers were applied in the experiment: 1/ N-14 (900) – N-14 fertilizer applied in the amount of 900 kg·ha⁻¹ (after 300 kg·ha⁻¹ under each regrowth) + PK. Applied in the calculation of 126,0 kg N·ha⁻¹ (after 42,0 kg N·ha⁻¹ under regrowth); 2/ N-14 (300) – N-14 fertilizer applied in the amount of 300 kg N·ha⁻¹ (under the first regrowth entering 42,0 kg N·ha⁻¹) and 360 kg·ha⁻¹ ammonium nitrate (180 kg·ha⁻¹ nitrate, which corresponded to 61,2 kg N·ha⁻¹ for

the second and third regrowth) + PK; 3/ standard fertilization – 540 kg·ha⁻¹ ammonium nitrate (183,6 kg N·ha⁻¹), (180 kg kg·ha⁻¹ nitrate for each regrowth, corresponding to 61,2 kg kg N·ha⁻¹) + PK; 4/ Physioactiv in a dose of 300 kg·ha⁻¹ (before starting the vegetation) and 540 kg·ha⁻¹ ammonium nitrate (183,6 kg N·ha⁻¹) (180 kg·ha⁻¹ nitrate for each regrowth, which corresponded to 61,2 kg N·ha⁻¹) + PK; 5/ Physiostart in a dose of 20 kg·ha⁻¹ (before starting the vegetation) and 540 kg·ha⁻¹ ammonium nitrate (183,6 kg N·ha⁻¹), (180 kg·ha⁻¹ nitrate for each regrowth, which corresponded to 61,2 kg N·ha⁻¹) + PK; 6/ PinKstart in a dose of 20 kg·ha⁻¹ before the start of vegetation and 540 kg·ha⁻¹ ammonium nitrate (183,6 kg N·ha⁻¹), (180 kg·ha⁻¹ nitrate for each regrowth, which corresponds to 61,2 kg N·ha⁻¹) + PK; 7/ absolute control – no fertilization. Phosphorus-potassium fertilization with granulated triple superphosphate 46% P₂O₅ and potassium salt containing 60% of K₂O was applied once a year, in spring, before vegetation in every variant of fertilization in doses of 80 kg·ha⁻¹ P and 80 kg·ha⁻¹ K, apart from an absolute control. The tested fertilization variants did not significantly differentiate the average yield of sward from two years of research. In individual years, however, differences in the impact of individual fertilizers on grass mixture sward have been noted. Spring application of Physioactiv calcium fertilizer containing aminopurine and nitrogen fertilizer N-14 in variant N-14 (900) + PK, used for each of the shoots, influenced better nutrition of plants with nitrogen, which manifested itself in obtaining the highest readings of the green leaf index, both in case of *Lolium perenne* and *Dactylis glomerata*. On the basis of the analysis of the botanical composition of the third regrowth sward in the first and second year of the study, it was found that the applied nitrogen fertilization influenced the increase of the share of the *Dactylis glomerata* in the sward of the grassy mixture. The application of Physioactiv fertilizer and starter PinKstart and Physiostart containing calcium promoted the appearance of white clover in the grass turf. On the basis of the obtained results, it can be assumed that the beneficial effects of the N-14 and Physioactiv fertilizers applied can be the result of their formulation due to the combination of mineral components used in traditional fertilizers with biological additives that stimulate the root system of plants and activate soil flora improving the rhizosphere condition.

Key words: aminopurine, biological additives in fertilizers, nitrogen fertilization, starter fertilizers, calcium fertilization

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 11.03.2019

Do cytowania – *For citation*

Zielewicz W., Goliński P., Wróbel B., Swędrzyński A. 2019. Wpływ stosowania nawozów mineralnych zawierających dodatki biologiczne na skład botaniczny, odżywienie azotem i plonowanie runi trawiastej. *Fragm. Agron.* 36(1): 100–113.