Основними причинами, які "істотно впливають" та "впливають вирішальним чином" на здійснення правопорушень у лісах Карпат, є: високий рівень безробіття, бідність населення, недостатнє фінансування лісогосподарських підприємств та бажання населення отримати додатковий дохід. Відсутність ефективних штрафних санкцій за лісопорушення та недостатній контроль з боку лісової охорони, на думку мешканців гірських регіонів, "зовсім не впливає" або ж тільки "частково впливає", на здійснення правопорушень у лісових насадженнях Українських Карпат.

Значна складність отримання дозволу на заготівлю дров чи лісу для господарських потреб ("дуже складним" – 43 % або ж "практично неможливим" – 18 % респондентів), спонукає мешканців до незаконного рубання дерев у лісових масивах Карпат. Найбільш поширеними в лісах Карпат є незаконні рубання, здійснені мешканцями для власних потреб (42 %) та задля отримання прибутку від продажу чи перероблення деревини (38 % респондентів).

Найвагомішими заходами, що сприятимуть зменшенню правопорушень у лісах Карпат, мешканці громад вважають: зменшення рівня безробіття та зростання добробуту населення, посилення адміністративної і кримінальної відповідальності та штрафних санкцій за правопорушення у лісових масивах; підвищення громадського контролю та проведення сертифікації лісів.

Отримання мешканцями місцевих громад більше прав на планування лісогосподарських заходів та користування лісовими насадженнями сприяло б покращенню стану лісових екосистем та зменшенню обсягів незаконних рубань і правопорушень у лісових екосистемах Українських Карпат.

Література

1. Генсірук С.А. Ліси України / С.А. Генсірук. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1992. – 408 с.
2. Синякевич І.М. Лісова політика: теорія і практика : монографія / І.М. Синякевич, І.П. Соловій, О.В. Врублевська та ін.; за наук. ред. проф. І.М. Синякевича. – Львів : Вид-во ЛА "Піраміда", 2008. – 612 с.
3. Лісове господарство України : наук.-публіц. видання. – К. : Вид-во "ЕКО-інформ", 2009. – 74 с.
4. Соловій І.П. Політика сталого розвитку лісового сектора економіки: парадигма та інструменти : монографія / І.П. Соловій. – Львів : РВВ НЛТУ України, "Ліга-Прес", 2010. – 368 с.
5. Проблеми доступу місцевого населення до лісових ресурсів та незаконні рубки в лісах Карпат та Західного Полісся : монографія / М.В. Чернявський, І.П. Соловій, Я.В. Геник та ін. – Львів : Вид-во "Зелений Хрест", "Ліга-Прес". – 2011. – 256 с.
6. Екологічний паспорт Івано-Франківської області. **[**Електронний ресурс**]**. – Доступний з http://www.menr.gov.ua/content/article/5982
7. Екологічний паспорт Львівської області. **[**Електронний ресурс**]**. – Доступний з http://www.menr.gov.ua/content/article/5986
8. Бююль А. SPSS: Искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей : пер. с нем. / А. Бююль, П. Ефель. – СПб. : Изд-во "ДиасофтЮП", 2002. – 460 с.
9. Паниотто В.И. Качество социологической информации / В.И. Паниотто. – К. : Изд-во "Наук. думка", 1986. – 207 с.

Геник Я.В., Геник О.В., Каспрук О.И., Луцив Н.Г. **Социально-экономические причины правонарушений в лесах Украинских Карпат**

Представлены результаты исследований по определению социально-экономических причин правонарушений в лесных экосистемах Украинских Карпат. Проведена оценка состояния лесов населением горных регионов Ивано-Франковской и Львовской обл. Установлены основные причины совершения правонарушений в лесах Карпат – высокий уровень безработицы и бедности населения, недостаточное финансирование лесохозяйственных предприятий и желание людей получить дополнительный доход. Приведены виды незаконных рубок, которые наиболее распространены в лесных насаждениях Карпат. Определены наиболее значимые мероприятия по предотвращению и уменьшению объемов незаконных рубок и правонарушений в лесных экосистемах Украинских Карпат.

Ключевые слова: лесные экосистемы, социально-экономические причины правонарушений в лесах Карпат, виды незаконных рубок леса, мероприятия по уменьшению лесонарушений.

Henyk Ya.V., Henyk O.V., Kaspruk O.I., Lutsiv N.G. **Social and Economic Reasons of Offenses in Forests of Ukrainian Carpathians**

Results of research on determination of social and economic reasons of offenses in forest ecosystems in Ukrainian Carpathians are presented. Evaluation of the state of forests in mountain regions of Ivano-Frankivsk and Lviv oblasts has been performed. The main reasons of offenses in Carpathian forests determined are considered to be high level of unemployment and poverty of population, insufficient funding of forestry enterprises and willingness of local residents to get an extra income. Types of illegal woodcuts mostly spread in forest plantations of the Carpathians are presented. The most important measures on prevention and reducing the volumes of illegal woodcuts and offenses in forest ecosystems of Ukrainian Carpathians are determined.

Keywords: forest ecosystems, social and economic reasons of offenses in Carpathian forests, types of illegal woodcuts, measures on reducing of forest offenses.

УДК 631.879

Adjunkt M. Bury[1], dr. hab.; adjunkt G. Hury[1], dr.; dyrektor A. Dawidowski[2], mgr.; doktorant N. Opatowicz[1]; specialist M. Sobolewska[1]; M. Świderska-Ostapiak[1], dr.; adjunkt U. Bashutska[3], dr.

PLONOWANIE SORGO ZWYCZAJNEGO, ODMIANY BIOMASS 150, W ZALEŻNOŚCI OD NAWOŻENIA SIARKĄ

Doświadczenie polowe przeprowadzono w sezonie wegetacyjnym 2014 roku na glebie kompleksu żytniego dobrego w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Lipniku koło Stargardu. Badano trzy warianty nawożenia: 0 – kontrolny (PK), N – PK+N oraz S – PK+N+S. Sorgo zwyczajne, odmiany Biomass 150, rozwijało się bardzo dobrze i pozytywnie reagowało na działanie nawożenia mineralnego. Nawożenie mineralne azotem i nawozem siarkowo-wapniowym, pochodzącym z przemysłowego odsiarczania spalin (wariant S), zawierającym siarkę (17 % S = 42,5 % SO_3), wpłynęło korzystnie na cechy biometryczne roślin sorgo (wysokość i grubość pędów) i parametry fizjologiczne (indeks zieloności liści SPAD i powierzchnię asymilacyjną roślin – LAI). Stwierdzono istotny wpływ łącznego nawożenia mineralnego azotem i siarką, zawartą w siarczanie wapnia (wariant S) na plon świeżej masy. Nastąpiło jego zwiększenie o ok. 14 %, z 96,3 na obiekcie z nawożeniem azotowym (wariant N) do 109,4 $t \cdot ha^{-1}$ (wariant S). Również plon suchej masy wzrósł z ok. 29,6 $t \cdot ha^{-1}$ do ponad 30,8 $t \cdot ha^{-1}$, czyli o ok. 4 % w porównaniu do wariantu N (PK+N).

Słowa kluczowe: sorgo zwyczajne, odmiana Biomass 150, nawożenie siarką (w formie nawozu siarkowo-wapniowego), budowa morfologiczna sorgo, plon świeżej masy, plon suchej masy

[1] Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie;
[2] Jednostka Biznesowa "Grupa Azoty. Zakłady Chemiczne. Police";
[3] Narodowy Uniwersytet Leśno-Techniczny Ukrainy (Lwów)

Wstęp. W ostatnich latach nawożenie siarką roślin rolniczych stało się na bardzo ważne wobec stwierdzanych często w praktyce jej niedoborów. A siarka odgrywa ważną rolę w podstawowym procesie metabolicznym rośliny, jakim jest fotosynteza oraz jest niezbędna w metabolicznych przemianach azotu, zwiększając szybkość procesów transformacji pobranego prze roślinę azotu w białko **[**8**]**.

Rośliny pobierają siarkę pochodzącą z różnych źródeł, z których najważniejszymi są gleba i atmosfera. Zawartość siarki w glebie zależy od składu skały macierzystej (w Polsce jest z reguły niska – od 0,007 do 1,07 $gS \cdot kg^{-1}$ gleby) oraz zawartości w niej próchnicy **[**10**]**, natomiast siarka z atmosfery pochodzi ze źródeł naturalnych (m.in. rozkładu substancji organicznej, wulkanów) i emisji przemysłowych, głównie w procesie spalania ropy naftowej i węgla **[**11**]**. Zmniejszona emisja siarki do atmosfery w ostatnich latach wywołała widoczny niedobór tego makroskładnika dla roślin. Z drugiej strony coraz częściej czynione są starania, zgodnie z zaleceniami Unii Europejskiej, aby wykorzystywać w jak najszerszym stopniu produkty uboczne z produkcji przemysłowej i odsiarczania spalin. Siarczan wapnia jest produktem uzyskiwanym między innymi procesie odsiarczania spalin w elektrowniach **[**5, 9**]**. Wykorzystany w badaniach siarczan wapnia był właśnie takim produktem. Jego właściwości są identyczne jak gipsu naturalnego. Ma to szeroko pojęty aspekt ekologiczny, gdyż zamiast trafiać na składowisko odpadów wykorzystywany jest do nawożenia roślin.

Sorgo (*Sorghum bicolor* Moench) jest rośliną klimatu tropikalnego, należąca do traw (*Poaceae*) jak inne zboża, a pod względem wyglądu i agrotechniki zbliżona jest do kukurydzy. Sorgo jest gatunkiem cechującym się wieloma korzystnymi dla człowieka walorami przyrodniczymi oraz rolniczymi. Może być wykorzystane jako cenne źródło paszy (w postaci zielonki, siana i kiszonki), stanowić surowiec do produkcji alkoholu (sorgo ziarnowe i sok z sorga cukrowego) lub być wykorzystane jako roślina energetyczna do produkcji biogazu lub energii cieplnej **[**2**]**. Pomimo tego, że sorgo należy do grupy roślin o stosunkowo niewielkim zapotrzebowaniu na siarkę, to przy niedoborach siarki oraz wysokim nawożeniu azotem ulega zakłóceniu stosunek N: S i w konsekwencji znacznie obniża się wykorzystanie azotu przez rośliny. Prowadzi to najczęściej do spadku plonu.

Materiał i metody. Doświadczenie eksperymentalne przeprowadzono w sezonie wegetacyjnym 2014 roku w północno-zachodniej Polski w Rolniczej Stacji Doświadczalnej (RSD) w Lipniku (53°20'35"N; 14°58'10"E) koło Stargardu Szczecińskiego (województwo Zachodniopomorskie). Doświadczenie polowe zostało założone metodą bloków losowych w czterech replikacjach na glebie brunatno-rdzawej zaliczanej do kompleksu żytniego dobrego o odczynie lekko kwaśnym (pH 5,60). Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła $40m^2$. Badano trzy następujące warianty nawożenia: 0 – kontrolny, nawożenie PK; N – nawożenie mineralne PK + N; S – nawożenie mineralne PK + N + S.

Sorgo zwyczajne, odmiany Biomass 150, wysiano dnia 25.04.2014 roku siewnikiem punktowym Maschio-Gaspardo w rozstawie, co 45 cm i gęstości 250 000 nasion na 1 ha. Odmiana Biomass 150 wg Euralis Saaten GmbH, jest odmianą pastewną późną, wysoką, o dużej odporności na wyleganie i o dużym potencjale plonotwórczym, przeznaczoną głównie do produkcji biogazu. Przed siewem sorgo zastosowano na całości doświadczenia jednolite nawożenie fosforowe w dawce 40 kg P na 1 ha (90 kg P_20_5) w postaci superfosfatu wzbogaconego i potasowe w dawce 133 kg K na 1 ha (160 kg K_2O) w postaci soli potasowej 60 % oraz nawożenie azotowe w dawce 80 kg N na 1 ha w postaci mocznika w wariancie N i S. Siarkę zastosowano w postaci siarczanu wapnia, pochodzącego z przemysłowego odsiarczania spalin, w dawce 51 kg $S \cdot ha^{-1}$ przed siewem tylko w wariancie S. Po wschodach roślin w fazie 6 liści zastosowano drugą uzupełniającą dawkę azotu – 40 kg na 1 ha w postaci mocznika (tylko w wariancie N i S). Siarczan wapnia, zastosowany w doświadczeniu, jest nawozem WE siarkowo-wapniowym (AgroSupra S). Zawiera 17 % siarki i 22 % wapnia w przeliczeniu na czysty składnik (siarka w ilości 42,5 % SO_3, wapń w ilości 30,7 % CaO). Może być on stosowany na wszystkich typach gleb i pod wszystkie rośliny uprawne. Przed zbiorem wykonano pomiary biometryczne roślin. Mierzone były:

- wysokość roślin, mierzona po skoszeniu od ok. 10 cm nad powierzchnią gleby**[**cm**]**;
- średnica łodygi na wysokości koszenia od powierzchni gleby – ok. 10 cm **[**mm**]**;
- LA*I*(Leaf Area Index) – pomiary transmisji światła w łanie wykonano ceptometrem AccuPar, model LP-80 firmy Dekagon **[**$m^2 \cdot m^{-2}$**]**;
- zawartość chlorofilu w liściach jako wskaźnik zieloności liści– pomiary wykonano metodą fotooptyczną przy wykorzystaniu chlorophyll meter SPAD 502 firmy Konica-Minolta Inc. w celu określenia poziomu różnic w zawartości chlorofilu w liściach sorgo **[**SPAD**]**.

Po zbiorze (22.10.2014 r.) oszacowano plony biomasy sorgo. Badania zawartości suchej masy roślin podczas zbioru wykonano uproszczoną metodą wagowo-suszarkową wg normy PN-EN 14774-2:2010. Na podstawie zawartości suchej masy i plonu świeżej masy obliczono plon suchej masy. Wyniki opracowano statystycznie przy zastosowaniu analizy wariancji jedno-czynnikowej programu ANOVA dla układu losowanych bloków (split-block design) z półprzedziałami ufności Tukey'a na poziomie istotność $P \leq 0,05$. Do obliczeń statystycznych wykorzystano program FR-ANALWAR-5,2 prof. dr hab. inż. Franciszka Rudnickiego (Uniwersytet Techniczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy).

Wyniki i dyskusja. Sorgo zwyczajne, nazywane też cukrowym, jest rośliną ciepłolubną o szlaku fotosyntezy C4, występującą w naturalnych warunkach w strefie klimatu tropikalnego i zwrotnikowego. Rośliny o takim szlaku fotosyntezy lepiej wykorzystują światło słoneczne i ditlenek węgla (CO_2), zwłaszcza w warunkach wysokich temperatur i wydają większe plony biomasy niż rośliny szlaku C3 (które w takich warunkach zahamowują asymilację i usychają). Sorgo, dzięki głębokiemu systemowi korzeniowemu charakteryzuje się dużą odpornością na suszę. Ponadto liście sorgo, dzięki warstwie wosku pokrywającego blaszki i pochewki liściowe, transpirują mniej wody niż inne gatunki roślin. Sorgo może być uprawiane na większości gleb Polski. Rozwija się szczególnie dobrze na glebach lekkich, natomiast źle znosi uprawę na glebach bardzo ciężkich, zimnych i wilgotnych. Roślina ta preferuje gleby lekko kwaśne i jest dość odporna na zasolenie gleby **[**3,4**]**.

Warunki siedliskowe w RSD w Lipniku spełniają powyższe kryteria (gleba lekka, zaliczana do kompleksu żytniego dobrego o odczynie lekko kwaśnym, tj. pH 5,60) i w związku z tym uprawiane sorgo zwyczajne, odmiany Biopmass 150, dobrze rozwijało się i rosło. Również przebieg warunków meteorologicznych w sezonie wegetacyjnym od kwietnia do października 2014 roku był bardzo korzystny dla rozwoju

roślin (fot. 1). Sorgo w sezonie 2014 roku na obiekcie kontrolnym osiągnęło wysokość ok. 340cm (tab.). Oddziaływanie zastosowanego nawożenia mineralnego z azotem (wariant N) jak również z siarką w postaci nawozu siarczanu wapnia (wariant S) w porównaniu do działania tylko nawożenia fosforowo-potasowego bez azotu (0) było wyraźne i wpływało korzystnie na wysokość i średnicę roślin odmiany Biomas 150. Wysokość roślin sorga sukcesywnie rosła i była istotnie wyższa pod wpływem nawożenia mineralnego azotem – wariant N. Zastosowanie nawożenia siarką (wariant S) spowodowało dalsze istotne zwiększenie wysokości roślin do ponad 420cm (tab.). Mimo tak dużej wysokości rośliny sorgo nie wyległy (fot. 1 i 2), co ułatwiło zbiór mechaniczny.

Fot. 1. Dr inż. Grzegorz Hury podczas obserwacji dnia 22.09.2014 r. (fot. M. Bury)

Średnica łodygi, mierzona na wysokości koszenia (ok. 10cm) również zwiększała się pod wpływem nawożenia mineralnego azotem (wariant N) i nawożenia siarką, zawartą w siarczanie wapnia. Stwierdzono zwiększenie grubości pędu z ok. 16mm do ok. 17,6mm pod wpływem nawożenia siarczanem wapnia, ale to zwiększenie średnicy łodygi nie było istotne statystycznie (tab.).

Powierzchnia asymilacyjna roślin sorgo, wyrażona wskaźnikiem LAI, tj. stosunek powierzchni części nadziemnych sorgo (łodyg i liści) do powierzchni gleby pokrytej przez rośliny, istotnie wzrastała z ok. 1,5 $m^2 \cdot m^{-2}$ powierzchni gleby w wariancie kontrolnym (0) do ok. 2,2 $m^2 \cdot m^{-2}$ po zastosowaniu 120 kg azotu (wariant N). Również zastosowanie nawożenia siarką, zawartą w siarczanie wapnia (wariant S) spowodowało istotne zwiększenie powierzchni liści (LAI ok. 2,6 $m^2 \cdot m^{-2}$) w stosunku do obiektu kontrolnego (wariant 0). Natomiast zastosowanie dodatkowo nawozu siarkowo-wapniowego (wariant S) w porównaniu do obiektu tylko z nawożeniem mineralnym azotem (wariant N) spowodowało dalsze zwiększenie indeksu LAI, ale ten wpływ był już statystycznie nieistotny (tab.).

Indeks zieloności liści (SPAD) zmieniał się wyraźnie pod wpływem zastosowanego nawożenia (tab.). Wszystkie warianty nawożenia mineralnego w połączeniu z nawożeniem azotowym zwiększały zawartość chlorofilu w liściach sorgo w porównaniu do nawożenia tylko fosforowo-potasowego (0 – kontrola), ale tylko istotne zwiększenie indeksu zieloności z ok. 33,2 do ok. 39,8 SPAD uzyskano pod wpływem nawożenia siarką, zawartą w siarczanie wapnia w wariancie S (PK+N+S).

Tabela. Wpływ nawożenia mineralnego siarką na wybrane cechy roślin sorgo zwyczajnego, odmiany Biomass 150 i jego plon

Cecha	Wariant nawożenia			Istotność różnic [$NIR_{0,05}$]
	0 (PK) kontrola	N (PKN)	S (PKN+S)	
Wysokość roślin [cm]	342,10	379,43	422,60	23,81
Średnica łodygi [mm]	16,17	16,89	17,58	r.n.*
LAI [$m^2 \cdot m^{-2}$]	1,47	2,22	2,59	0,51
Indeks zieloności [SPAD]	33,23	37,25	39,83	4,57
Plon świeżej masy [$t \cdot ha^{-1}$]	73,58	96,30	109,35	31,85
Zawartość suchej masy [%]	31,93	30,13	28,18	r.n.
Plon suchej masy [$t \cdot ha^{-1}$]	23,49	29,64	30,81	4,59

* r.n. – różnica nieistotna

Plon świeżej masy sorgo był duży i mieścił się w przedziale od ok. 74 do ok. 109 t z 1ha (tab.). Również w przypadku plonu świeżej masy nastąpiło jego zwiększenie pod wpływem nawożenia mineralnego azotem (wariant N) do ok. 96 $t \cdot ha^{-1}$ w porównaniu z wariantem kontrolnym (0). Dalsze zwiększenie plonu świeżej masy stwierdzono po zastosowaniu dodatkowego nawożenia nawozem siarkowo-wapniowym (wariant S) – do ponad 109 $t \cdot ha^{-1}$. Plon ten był istotnie większy o ok. 48,6 % od plonu świeżej masy uzyskanego z obiektów kontrolnych (tab.). Natomiast nie stwierdzono istotnego wpływu dodatkowego nawożenia mineralnego siarką, zawartą w siarczanie wapnia (wariant S), w porównanie do wariantu z nawożeniem mineralnym azotem (wariant N).

Bury i in. [4] stwierdzili, że plon świeżej masy sorga cukrowego i mieszańców z trawą sudańską w 2011 roku był wyższy niż kukurydzy i wahał się od ok. 62 do 80 $t \cdot ha^{-1}$. Natomiast Kruczek [6] prowadząc badania nad plonowaniem sorga w Wielkopolsce w latach 2008-2011 zanotował najwyższe plony (114,8 $t \cdot ha^{-1}$) w 2010 r., a mniejsze plony świeżej masy uzyskał w 2011 roku (67,7 $t \cdot ha^{-1}$).

Zawartość suchej masy określona w dniu zbioru 22 października 2014 roku (fot. 2) była dość wysoka biorąc pod uwagę, że wysiana odmiana sorgo zwyczajnego, Biomass 150, jest odmianą późną. Zawartość suchej masy kształtowała się od ponad 28 do ok. 32 % (tab.) i odpowiadała normom dla dobrego zakiszania, tj. ≥28 % (Zeise i Fritz 2012, 2014). Największą zawartość suchej masy (ok. 32 %) stwierdzono na obiektach wariantu kontrolnego (0) bez nawożenia azotem mineralnym, mniejszą (ok. 30 %) – na obiektach nawożonych mineralnie azotem (wariant N), a najniższą, ponad 28 % – na obiektach nawożonych azotem i siarką, zawartą w siarczanie wapnia (wariant S). Zmiany zawartości suchej masy pod wpływem nawożenia mineralnego azotem i siarką, zawartą w siarczanie wapnia, były jednak nieistotne statystycznie (tab.). Zawartość suchej masy w biomasie sorga w badaniach Burczyka [1] wynosiła 33-35 %, a wg Księżaka i in. [7] kształtowała się w granicach od 19,0 do 26,0 % i zmniejszała się na skutek wzrastającego nawożenia azotem, podobnie jak w badaniach własnych w RSD Lipnik. Natomiast w badaniach Kruczka [6] zawartość suchej masy w całych roślinach wynosiła 23,9-26,7 % i nie była zależna od nawożenia azotem. Zeise i Fritz [12] uzyskały średnią zawartość suchej masy na poziomie ok. 22 % dla wybranych 27 odmian sorgo. Autorki te donoszą, że w wieloletnich doświadczeniach w warunkach Bawarii (Niemcy) tylko siedem odmian uzyskało zawartość suchej masy na pożądanym poziomie >28 %.

Plon suchej masy był bardzo duży i mieścił się w granicach od ok. 23,5 do ok. 30,8 t·ha^{-1} (tab.). Stwierdzono istotny wpływ nawożenia mineralnego azotem (wariant N) oraz nawożenia azotem i siarką, zawartą w siarczanie wapnia (wariant S) na plon suchej masy sorgo w porównaniu do plonu z obiektów kontrolnych (0). Plon suchej masy zwiększył się wskutek nawożenia mineralnego azotem i siarką w postaci nawozu siarkowo-wapniowego (wariant S) z ok. 23,5 t·ha^{-1} na obiekcie kontrolnym do ponad 30,8 t·ha^{-1}, czyli o ok. 31 %. Należy zwrócić uwagę, że zastosowanie nawożenia mineralnego siarką, zawartą w siarczanie wapnia (wariant S), spowodowało wyraźny, ale nieistotny wzrost plonu suchej masy także w porównaniu do nawożenia mineralnego azotem (wariant N) (tab.).

Fot. 2. Pobieranie próbek roślin sorgo (fot. M. Bury)

Podobne duże plony suchej masy (26,1-28,1 t·ha^{-1}) uzyskał Burczyk **[**1**]**. Natomiast Kruczek **[**6**]** oraz Księżak i in. **[**7**]** twierdzą, że przeciętne plony suchej masy sorgo wahają się w warunkach Polski od 14 do 25 t·ha^{-1}. Potwierdzają to wieloletnie badania prowadzone przez Zeise i Fritz **[**12**]** w Niemczech, które uzyskały w doświadczeniach z 54 odmianami sorgo w warunkach Bawarii plony suchej masy w zakresie od 10 t·ha^{-1} (odmiany ziarnowe) do 30 t·ha^{-1} (odmiany mieszańcowe, pastewne, wiechowe i bezwiechowe).

Wnioski:

1. Warunki siedliskowe oraz przebieg warunków meteorologicznych w 2014 roku były korzystne dla wzrostu i rozwoju sorgo zwyczajnego (Sorghum bicolor Moench), co potwierdziło się w budowie morfologicznej i plonowaniu odmiany Biomass 150.
2. Łączne nawożenie mineralne azotem i siarką w postaci nawozu siarkowo-wapniowego (wariant S) wpłynęło korzystnie na wysokość roślin, indeks zieloności liści (SPAD) i powierzchnię asymilacyjną (LAI) roślin sorgo. Nastąpiło wyraźne i istotne zwiększenie wysokości (do ponad 420 cm) i powierzchni asymilacyjnej roślin (do ok. 2,6 m^2·m^{-2}) oraz zawartości chlorofilu w liściach, wyrażonego jako indeks zieloności SPAD (do ok. 39,8).
3. Średnica łodygi mierzona na wysokości koszenia oraz zawartość suchej masy nie ulegały istotnym zmianom pod wpływem zarówno nawożenia mineralnego azotem, jak i azotem wraz z siarką, zawartą w siarczanie wapnia.
4. Zastosowanie łącznego nawożenia mineralnego azotem i siarką, w postaci siarczanu wapnia pochodzenia przemysłowego (wariant S), jako źródła siarki dla

roślin, spowodowało wyraźne i istotne zwiększenie plonowania sorgo zwyczajnego, odmiany Biomass 150. Nastąpił wzrost zarówno plonu świeżej masy z ok. 96,3 do 109,4 t·ha^{-1}, czyli o ok. 14 %, jak i plonu suchej masy z ok. 29,6 t·ha^{-1} do ponad 30,8 t·ha^{-1}, czyli o ok. 4 % w stosunku do wariantu N (PK+N).

Literatura

1. Burczyk H. 2012. Przydatność jednorocznych roślin uprawianych do produkcji biomasy na potrzeby energetyki zawodowej. Problemy Inżynierii Rolniczej z. – Vol. 1 (75). – S. 59-68.
2. Bury M., Jäger F. 2011 a. Sorghum as a source of renewable energy and new forage crop in Central Europe. **[**In:**]** Michał Jasiulewicz (red.) Use of biomass in power engineering. Economic and ecological aspects *(*monograph). Polish Economics Association and Koszalin University of Technology. Publ. Intro-Druk Koszalin. – S. 255-268.
3. Bury M., Jäger F. 2011 b. Sorgo – nowa roślina pastewna i źródło energii odnawialnej w Europie Środkowej. **[**In:**]** M. Jasiulewicz (red.) Wykorzystanie biomasy w energetyce – aspekty ekonomiczne i ekologiczne. Polskie Towarzystwo Ekonomiczne. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2011. – S. 251-266.
4. Bury M., Hury G., Stankowski S., Krzywy-Gawrońska E., Amroży B., Kuglarz K. 2012. Plonowanie wybranych odmian sorgo (Sorghum bicolor) uprawianych na glebie lekkiej w warunkach Niziny Szczecińskiej. **[**In:**]** Michalski T., Szymańska G. (red.). Kukurydza i sorgo – produkcja, wykorzystanie, rynek. Poznań. **[**Dokument elektroniczny**]**. – Dostępny od http://www.www.kukurydza.info.pl/files/konferencja/Sesja%20IV.pdf.
5. Konieczyński J. 1990. Oczyszczanie gazów odlotowych. Gliwice: Dział Wydawnictw PŚl, seria: Skrypty Uczelniane PŚl, 1990. – S. 106-188.
6. Kruczek A. 2014. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie sorga. Fragm. Agron. – Vol. 31(2). – S. 34-45.
7. Księżak J., Bojarszczuk J., Staniak M. 2012. Produkcyjność kukurydzy i sorga w zależności od poziomu nawożenia azotem. Polish Journal of Agronomy, 8. – S. 20-28.
8. Rice R. 2007. The physiological role of minerals in the plant. **[**In:**]** Datnoff L.E., Elmer W.E., Huber D.M. (red.) Mineral Nutrition and Plant Disease. The APS, St. Paul, MN. – S. 9-30.
9. Szymanek A. 2012. Odsiarczanie spalin metodami suchymi. W: Projekt Plan Rozwoju Politechniki Częstochowskiej. **[**Dokument elektroniczny**]**. – Dostępny od http://www.plan-rozwoju.pcz.pl/wyklady/ener_srod/ener_szy.pdf. **[**dostęp 2015-06-15**]**.
10. Terelak H., Motowicka-Terelak T., Pasternacki J., Wilkos. 1988. Zawartość form siarki w glebach mineralnych Polski. Pam. Puł. supl. do z. 91.
11. Walker K.. 2003. Sulphur fertilizer recommendations in Europe / K. Walker, C. Dawson // Fertilizers and Fertilization. – Vol. 3(16). – S. 72-83.
12. Zeise K. 2012. Sorghum als Energiepflanze – Optimierung der Produktionstechnik / K. Zeise, M. Fritz // Berichte aus dem TFZ nr 29. – S. 101.
13. Zeise K. 2014. Sorghum für die Verwendung in Biogasanlagen / K. Zeise, M. Fritz. **[**In:**]** Biogas Forum Bayern Nr. I –1/2014 (3 Auflage). **[**Electronic resource**]**. – Mode of access http://www.biogasforumbayern.de/publikationen.

Bury M., Hury G., Dawidowski A., Opatowicz N., Sobolewska M., Świderska-Ostapiak M., Bashutska U. **Yielding of sorghum, cultivar biomass 150, depending on sulphur fertilisation**

Field experiment was carried out during the growing season in 2014 year on the soil of good rye complex in Experimental Research Station in Lipnik near Stargard. It was examined three variants of fertilisation: 0 – control (KP), N – KP+N and S – KP+N+S. Sorghum, cultivar Biomass 150, developed very well and responded positively to the fertilisation. Fertilisation with nitrogen and sulphur, as a calcium sulphate containing 17 % sulphur (= 42,5 % SO_3) (variant S), as by-product from industrial Flue-gas desulphurisation, had a positive impact on the biometric features of sorghum plants (height and thickness of the stems) and physiological parameters (SPAD – leaf greenness index and the assimilation area index – LAI). It was found a significant effect of fertilisation with nitrogen and sulphur, contained in the calcium sulphate (variant S), on yield of fresh mass of sorghum. There has been an increase of approx. 14 %, from 96,3 t·ha^{-1} in the variant N to 109,4 t·ha^{-1} in the variant S. Also the yield of dry

mass increased from approx. 29,6 t·ha^{-1} to 30,8 t·ha^{-1}, of approx. 4 % compared to variant N (PK+N).

Keywords: Sorghum, cv. Biomass 150, sulphur fertilisation (as calcium sulphate fertiliser), morphological features of sorghum, fresh mass yield, dry mass yield.

Бури М., Хури Г., Давідовскі А., Опатовіч Н., Соболєвска М., Свідерска-Остапяк М., Башуцька У. **Врожайність сорго звичайного сорту "Біомас 150" залежно від удобрення сіркою**

Польовий експеримент проведено протягом вегетаційного періоду 2014 р. на ґрунті комплексу "житній добрий" у сільськогосподарській дослідній станції в Ліпніку біля Штаргарда. Розглянуто три варіанти удобрення: 0 – контрольний (PK), N – PK+N і S – PK+N+S Сорго звичайне сорту "Біомас 150" розвивалося дуже добре і позитивно реагувало на вплив мінеральних добрив. Мінеральне удобрення азотом і сірчано-вапняною сумішшю, отриманою від промислової десульфуризації димових газів (варіант S), що містить сірку (17 % S = 42,5 % SO_3), позитивно вплинуло на біометричні характеристики рослин сорго (висоту й товщину стебел) і фізіологічні параметри (індекс вмісту хлорофілу SPAD і асиміляційну площу рослин – LAI). Підтверджено значний вплив комбінованого мінерального удобрення азотом та сіркою, що міститься в сульфаті кальцію (варіант S) на вихід сирої маси. Відбулося його збільшення близько 49 %, з 73,6 на контрольному об'єкті до 109,4 т·га$^{-1}$ (варіант S). Також вихід сухої речовини збільшився із 23,5 т·га$^{-1}$ до 30,8 т·га$^{-1}$ або близько 31% стосовно контрольного варіанта (0).

Ключові слова: сорго звичайне, сорт "Біомас 150", сірчані добрива (у формі сульфату кальцію), морфологічна структура сорго, сира маса врожаю, суха маса врожаю.

УДК 504.3:631.14:636.2

Ст. лаборант Р.В. Безділь –
Уманський НУ садівництва

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТА ОЦІНЮВАННЯ СКЛАДУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У ЗОНІ ТВАРИННИЦЬКИХ КОМПЛЕКСІВ – КРОЛЕФЕРМ

Наведено результати трирічних досліджень впливу кролеферми на якісний склад атмосферного повітря в зоні її розташування. Досліджено концентрацію аміаку та сірководню залежно від віддаленості від тваринницького комплексу, а саме – на відстанях 10, 20, 50, 100, 200 та 300 м. За результатами досліджень встановлено, що вже на рівні житлової забудови (300 м) концентрація цих газів не перевищує встановлені ГДК, однак потребує уваги питання щодо зберігання самого гною з метою раціональної його утилізації. Запропоновано створення та укриття гноєсховища з усіх боків шаром торфу або землі; надалі використовувати перепрілий гній як органічне добриво, для покращення хімічних якостей та прискорення процесів ферментації застосовувати технологію вермикомпостування.

Ключові слова: екологічна оцінка, атмосферне повітря, тваринницький комплекс, аміак, сірководень.

Охорона навколишнього природного середовища в зоні розташування тваринницьких комплексів – нині одне з найважливіших завдань, що мають не тільки державне, а й загальнобіологічне значення. Без науково обґрунтованої і цілеспрямованої роботи в цьому напрямку розвиток тваринництва буде неможливим **[**5**]**. Успішний розвиток аграрного сектору економіки України неможливий без стабільного розвитку тваринництва, зокрема кролівництва. Відновлення великомасштабного тваринництва в Україні ставить перед науковцями та практиками серйозні проблеми у галузі збереження екологічної чистоти навколишнього середовища поблизу підприємств з виробництва тваринницької продукції.

Нагальною потребою у функціонуванні тваринницьких комплексів є утилізація й перероблення гною. По-перше, економічно невигідно складувати значну кількість відходів і зберігати її визначений час; по-друге, ця проблема зумовлена високими витратами на повну переробку; по-третє, відсутній відповідний комплекс машин та обладнання, призначеного для перероблення великої кількості відходів. Внаслідок цього спостерігається нагромадження їх на території ферм, розмноження і поширення патогенних мікроорганізмів, забруднення атмосферного повітря сірководнем, аміаком, молекулярним азотом та іншими токсикогенними неагресивними сполуками, зокрема і важкими металами.

Тваринницькі комплекси за рівнем заподіяної навколишньому середовищу шкоди належать до підприємств найвищого класу шкідливості. Через скупчення фекальних мас і гною створюються антисанітарні умови не тільки безпосередньо на території цього господарства, але і на значній відстані від нього, що загрожує забрудненню ґрунту, водних джерел і повітряного басейну **[**8**]**. Неприємні запахи особливо відчутні у разі анаеробного зброджування гною, за якого утворюються сірководень, аміак, жирні кислоти, аміни та меркаптани.

Газоподібні продукти розкладання гною здатні поширюватись у високих шарах атмосфери внаслідок турбулентного перемішування повітря. В атмосферному повітрі під дією різноманітних факторів у мікроорганізмів можуть змінюватись видові ознаки і властивості (морфологічні, біохімічні, серологічні), внаслідок цього виникають атипові форми мікробів, котрі спричиняють латентні та інфекції, що важко розпізнаються **[**2**]**.

Чим більше тваринницьких приміщень у комплексі та чим вища концентрація тварин, тим більше забруднюється повітря навколо приміщень і тим далі запах поширюються по території. Цьому сприяють такі чинники: багатоточковий викид повітря, неправильне розташування будівель відносно панівних вітрів, спосіб утримання тварин, відсутність деревних насаджень, твердих покриттів, недосконаліть очисних споруд та низка інших моментів. Наприклад, витяжною системою вентиляції в разі павільйонного розташування свинарських будівель у комплексах із поголів'ям від 10 тис. до 40 тис. свиней протягом години викидається до 6,05 кг пилу, до 14,4 кг аміаку і до 83,4 млрд мікробних тіл. У комплексі на 10 тис. телят за одну годину взимку виділяється 103,9 млрд мікробних тіл, 6,2 кг пилу, 23 кг аміаку, а одна тільки птахофабрика на 720 тис. голів птиці викидає в повітря протягом однієї години до 41,1 кг пилу, до 13,3 кг аміаку, до 1490 м^3 вуглекислого газу та до 174,8 млрд бактерій. З комплексу на 2 тис. корів виділяється за годину 8,7 млрд мікробних тіл, 0,75 кг пилу, 4,8 кг аміаку, 2058 кг вологи у вигляді аерозолів **[**8**]**.

Прикладом нагромадження гною можуть слугувати найбільші кролеферми України, зокрема кролеферма, що функціонує на території Манківського р-ну Черкаської обл. Однак пріоритетними в розвитку тваринництва Манківського р-ну, крім кролівництва, визначено також галузі молочного скотарства та свинарства, що також створює значне забруднення агроекосистем.

Стимулом до широкого розвитку кролівництва, його швидкого поширення є успіхи у м'ясному кролівництві країн Європи і досягнення цієї галузі в Україні у 70-80 роках XX ст., коли Україна виробляла 6-8 % світового обсягу