

Trawy w życiu człowieka

P. STYPIŃSKI

Katedra Agronomii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Grasses in human live

Abstract. The goal of this work was to determinate importance of grass species in different aspect of human live. This article has been prepared on the base wide literature review and showed the many opportunities of grasses as a source of food for human being, forages for domestic and wild animals, bioenergy production. Grass species are also important in human and veterinary medicine, could be used in wastes and sewage cleaning, environmental conservation, landscape planning and management, tourist and recreation men activity and very often they are inspiration and important part of human culture.

Keywords: grasses, nutrition, forage, bioenergy, multi-functionality of grasses.

1. Wstęp

Trawy towarzyszą człowiekowi od dawien dawna. Według Księgi Rodzaju pojawiły się już w drugim dniu stworzenia świata „*rzekł Bóg: Niechaj ziemia wyda rośliny zielone: trawy dające nasiona. I stało się tak.*” Rodzina trawy, czyli wiechlinowate (*Poaceae*), należy na pewno do najważniejszych i najliczniejszych grup roślin na kuli ziemskiej. Do rodziny tej należą przede wszystkim rośliny zbożowe dające pokarm mieszkańcom Ziemi, rośliny pastewne występujące na naturalnych i półnaturalnych użytkach zielonych we wszystkich strefach klimatycznych i na wszystkich kontynentach, rośliny będące pokarmem dla dzikich i udomowionych zwierząt, trawy będące źródłem energii, trawy o właściwościach leczniczych i prozdrowotnych, rośliny służące człowiekowi w codziennym życiu, pomagające w stworzeniu warunków do rekreacji, sportu, odpoczynku, ale także będące źródłem piękna i inspiracją dla twórców kultury i sztuki. W pięknym wierszu pt. *Grass* stanowiącym motto do podręcznika napisanego przez dr Johna FRAME'A (1992) autor Mabel Duggan pisze: „*Grass – the bread, the staff of life, a constant need of man and beast – a power indeed*”, a książkę Jan TWARDOWSKI (2002) w wierszu *Zielnik w pełnym zachwycie*, ale również z pokorą pochyla się nad trawami:

„Piękne są góry i lasy
i róże zawsze ciekawe,
lecz z wszystkich cudów natury
jedynie poważam trawę”

O trawach, ich znaczeniu, biologii, występowaniu, użytkowaniu itp. napisano wiele książek i artykułów i pewnie jeszcze wiele zostanie napisanych, co nie zmienia faktu, że ciągle nasza wiedza na temat tej tak ważnej grupy roślin nie jest wystarczająca i trawy ciągle zaskakują nas swoimi właściwościami, zdolnościami adaptacyjnymi do różnych siedlisk, warunków i sposobów użytkowania. Trawy występują we wszystkich częściach świata, tworzą zbiorowiska zaliczane do sawann w strefie równikowej i zwrotnikowej oraz do stepów, prerii i pampasów oraz łąk niżowych, górskich i arktycznych w pozostałych strefach (FALKOWSKI, 1982). Do wymienionych obszarów można też dołączyć tereny pastwisk półpustynnych stanowiących przejście pomiędzy pustyniami a stepem, np. w Azji, Afryce, Ameryce i Australii.

Spośród ponad 10 tysięcy gatunków traw występujących na świecie (bardzo często jeszcze mało poznanych i opisanych) uprawia się stosunkowo niewiele gatunków. Wśród roślin zbożowych znaczenie mają gatunki z rodzajów *Avena*, *Eleusine*, *Hordeum*, *Oryza*, *Secale*, *Sorghum*, *Triticum*, a w celach głównie pastewnych w różnych szerokościach geograficznych uprawia się też trawy z rodzajów: *Brachiaria*, *Cenchrus*, *Chloris*, *Cynodon*, *Eragrostis*, *Eriochloa*, *Imperata*, *Melinis*, *Panicum*, *Paspalum*, *Pennisetum*, *Phalaris*, *Setaria* i *Themeda* (FALKOWSKI, 1982). W przeciwieństwie do tej grupy w Europie Środkowej uprawia się zaledwie kilkanaście gatunków traw, a ich wykaz w stosunku np. do danych podawanych przez KLAPPA (1962) wyraźnie się zmniejszył (LISTA, 2014).

2. Koncepcja pracy i jej zakres

W niniejszej pracy przeanalizowano i dokonano syntezy materiałów literaturowych dotyczących traw i ich roli w życiu człowieka. Podstawą opracowania był przegląd dostępnej literatury zagranicznej oraz krajowej.

3. Trawy jako pokarm

Wiele roślin, oprócz dużego znaczenia w przyrodzie, odgrywa szczególną rolę w życiu człowieka dostarczając mu pokarmu (nasiona, warzywa, owoce, przyprawę), a także paszy dla zwierząt domowych. Poza tym trawy dostar-

czają budulca, opał, a także surowca dla różnych gałęzi przemysłu. W dawnych wiekach człowiek zbierał dziko rosnące rośliny, którymi uzupełniał swoje mięsne pożywienie. W końcu ubiegłego stulecia uprawiano na świecie około 250–300 gatunków roślin wyższych. Obecnie liczba roślin uprawnych wzrosła prawie sześciokrotnie. Z roślin użytkowych, największe ogólnoświatowe znaczenie ma 11 gatunków: pszenica, kukurydza, ryż, trzcina cukrowa, burak cukrowy, winorośl, kawa, herbata, drzewo kakaowe, tytoń i bawełna. Warto szczególnie podkreślić, że pierwsze cztery miejsca w tej światowej klasyfikacji zajmują trawy, a problem wyżywienia ludzkości przy tak dynamicznym wzroście populacji na Ziemi zależy przede wszystkim od wykorzystania potencjalnych możliwości produkcyjnych roślin zbożowych. Światowa populacja ludzi wzrasta w niespotykanym tempie, każdego roku o 1,5%. Według danych ONZ przekroczy 8 miliardów w roku 2020, a w roku 2050 – 10 mld. Według OECD musimy w najbliższym czasie podwoić produkcję żywności w przeliczeniu na jednego mieszkańca przy jednocześnie zmniejszających się zasobach ziemi uprawnej, wody i pogarszających się warunkach środowiskowych (BALAZS, 2015). Trudno sobie wyobrazić, aby można było rozwiązać problemy żywnościowe świata (870 mln ludzi cierpi głód i niedożywienie, chociaż jednocześnie około 400 mln ma nadwagę (STYPIŃSKI, 2015 za FAO)) bez dalszego zwiększenia wydajności zbóż. Rośliny zbożowe są ciągle głównym źródłem węglowodanów i białka dla człowieka, dostarczają surowca dla produkcji mąki, słoðu, kasz (jęczmień, pszenica, owies, kukurydza, proso), spirytusu i wielu innych produktów pośrednich. Cztery najważniejsze gatunki zbóż (pszenica, kukurydza, ryż i jęczmień) uprawiane są obecnie na powierzchni około 520 mln ha, czyli 72% całkowitej powierzchni zasiewów zbóż (tab. 1), a biorąc pod uwagę postęp w hodowli nowych odmian, osiągnięcia w ochronie roślin, uprawie i technologiach ich przetwarzania można przypuszczać, że jeszcze wiele lat zboża będą odgrywały kluczową rolę w bilansie żywnościowym świata. Trudno się więc dziwić, że rośliny zbożowe, jak podają BUDZYŃSKI i SZEMPLIŃSKI (1997), należą do tzw. roślin strategicznych. Ponad 75% zapotrzebowania ludzkości na energię jest pokrywane przez produkty pochodzenia rolniczego, w tym głównie przez zboża. Roczny zbiór ziarna zbóż w skali świata przekracza 2 mld ton. Zboża odgrywają nie tylko kluczową rolę w żywieniu człowieka i walce z głodem i niedożywieniem, ale są także jednym z najważniejszych elementów światowego handlu, ekonomii, mają olbrzymie znaczenie strategiczne, społeczne, a czasem nawet polityczne. Z danych GUS (2015) i EUROSTAT wynika, że w ciągu ostatnich 15 lat światowe zbiory zbóż zwiększyły się o 35%, przy czym wzrost ten obserwowano na wszystkich kontynentach, a zwłaszcza w Afryce (wzrost o 63%) (tab. 2).

Tabela 1. Powierzchnia uprawy zbóż na świecie wg FAO Statistical Database (GUS, 2015)

Table 1. World cereals cultivation area acc. to FAO Statistical Database (GUS, 2015)

Gatunek Species	Powierzchnia Area (mln ha)	Udział Share (%)
Pszenica Wheat	217	30,0
Kukurydza Maize	185	26,0
Ryż Rice	165	23,0
Jęczmień Barley	50	7,0
Żyto Rye	5	0,7
Inne Other	98	13,3
Razem Total	720	100,0

Tabela 2. Światowe zbiory zbóż w mln ton w latach 2000–2014 (GUS, 2015)

Table 2. World cereals production in million tons in 2000–2014 (GUS, 2015)

Kontynent Continent	2000	2005	2010	2014
Afryka Africa	111,7	141,5	166,3	182,1
Ameryka Północna i Południowa North and South America	531,6	570,5	640,9	730,3
Australia i Oceania Australia and Oceania	35,3	40,8	34,5	36,7
Azja Asia	996,5	1087,3	1229,1	1345,6
Europa Europe	385,1	428,1	404,8	485,1
Świat World	2060,2	2268,2	2475,6	2779,9

Cechy jakościowe ziarna zbóż są dobrze poznane i opisane (BUDZYŃSKI i SZEMPLIŃSKI, 1997). Ziarno poszczególnych gatunków zbóż różni się składem chemicznym. Najwięcej zawiera węglowodanów (od 53 do 69% s.m.), z których największe znaczenie ma skrobia. W skład skrobi wchodzi dwa wie-

locukrowce – amylaza i amylopektyna. W bielmie zbóż występuje też błonnik (celuloza), nieprzyswajalny przez organizm ludzki, ale ważny w naszej diecie, hemiceluloza i cukry (sacharoza, glukoza, fruktoza, maltoza), mające znaczenie w fermentacji drożdżowej, w piekarnictwie i słodownictwie. Zawartość białka w ziarnach zbóż jest stosunkowo niska (11–17% s.m.), ale mimo to zboża uważane są za główne źródło białka roślinnego wykorzystywanego w diecie ludzi i zwierząt (BUDZYŃSKI i SZEMPLIŃSKI, 1997). Należy jednak podkreślić, że ze względu na niską zawartość aminokwasów egzogennych (lizyna, treonina, tryptofan) białka zbóż odbiegają pod względem składu aminokwasowego od wzorca, którym według FAO i WHO jest białko jaja kurzego.

Największą powierzchnię uprawną w świecie zajmuje ciągle pszenica. Uprawiana jest na powierzchni ponad 220 mln ha. Tylko w USA w 2012 roku uprawiano ją na powierzchni 22 mln ha, a zarejestrowane było 30 tys. odmian (HAMELMAN, 2013). Uprzywilejowana pozycja pszenicy jako podstawy diety człowieka została ugruntowana już przed wiekami. Człowiek zaczął świadomie uprawiać pszenicę samopszą i płaskurkę 18 000 lat temu na obszarze położonym między wybrzeżem Morza Śródziemnego a Zatoką Perską. Stopniowo odkrywano, że można uprawiać zboże, celowo zasiewając ziarna dzikich traw. Doprowadziło to jak pisze HAMELMAN (2013) do powstania kultur osiadłych. Ludzie zmieniali się z łowców i zbieraczy w rolników, a potem i hodowców zwierząt. Pamiętając o głównym światowym zbożu, jakim jest pszenica, nie można zapominać o życie, które odegrało i nadal odgrywa niezwykle ważną rolę w Europie, a chleb żytni w Rosji, Polsce, Niemczech, krajach skandynawskich, czy w krajach Europy Środkowo-Wschodniej miał ogromne znaczenie żywieniowe, a także kulturowe i społeczne. Podobną rolę w Ameryce Południowej odgrywała od wielu wieków kukurydza („złoto Inków”, „dar bogów”) a w Azji – ryż. W wykopaliskach z okresu neolitu na Wyżynie Małopolskiej znaleziono nasiona prosa, jęczmienia wielorzędowego oraz 5 gatunków pszenic i pojedyncze ziarna żyta (uważanego wtedy prawdopodobnie za chwast). Zboża były, są i pewnie zawsze będą podstawą żywienia ludzi na naszej planecie. Rządy upadały, kiedy nie mogły zapewnić obywatelom chleba. Niedostatek chleba wywoływał protesty i powstania. Tam, gdzie chleb jest nadal podstawowym produktem żywnościowym dzieje się tak do dziś (HAMELMAN, 2013). Przysłowie bizantyjskie mówi „Ten, kto ma chleb ma wiele problemów, kto nie ma chleba, ma jeden problem.”

4. Trawy jako pasza

Trawy są naturalnym pożywieniem przede wszystkim dla przeżuwaczy (dzikich i udomowionych). Ich liście i źdźbła mogą być łatwo zgryzane przez bydło,

owce i kozy i są również łatwo rozkładane przez mikroorganizmy żwacza. Wyjadane we wczesnych stadiach rozwojowych są bardzo dobrze trawione, a jednocześnie wysoka zawartość włókna zapewnia prawidłowe funkcjonowanie żwacza i wpływa na fakt, że pasza taka zawiera prawie tyle energii co zboża (PEETERS, 2007). Możemy obecnie szczegółowo określać skład chemiczny i walory żywieniowe nie tylko poszczególnych gatunków, ale odmian i ekotypów traw, co wykorzystywane jest w hodowli i doskonaleniu traw pastewnych. Pamiętać jednak należy, że jak pisze NOWIŃSKI (1950) łąka i pastwisko to nie jednorodny, jednogatunkowy łąn, taki jak żyta czy pszenicy. Na roślinność naturalnych łąk środkowo-europejskich składa się ponad 300 gatunków traw i innych roślin naczyniowych. Większą rolę odgrywa jednak tylko kilkanaście gatunków traw, kilka roślin motylkowatych i kilkanaście gatunków ziół i chwastów łąkowych. Również KLAPP (1962) podaje, że za pożyteczne rośliny pastewne może uchodzić najwyżej 12 gatunków traw, 8 roślin motylkowatych i nie więcej niż 10 gatunków roślin zielnych. Według KLAPPA (1962) do najważniejszych traw należą: kupkówka pospolita, kostrzewa łąkowa, kostrzewa czerwona, tymotka łąkowa, wiechlina łąkowa, wyczyniec łąkowy, rajgras wyniosły, życica trwała, mietlica biaława, mietlica pospolita, mozga trzciniowata i w ograniczonym zakresie wiechlina błotna, konietlica łąkowa, stokłosa bezostna, grzebienica pospolita, wiechlina zwyczajna i życica wielokwiatowa. Według KOZŁOWSKIEGO i WSP. (1998) Krajowy Rejestr Odmian Roślin Uprawnych w 1997 roku zawierał oprócz wymienionych jeszcze kostrzewą trzciniową, kupkówkę Aschersona, kostrzycę (*festulolium*), życicę mieszańcową i westerwoldzką, ale z listy uprawianych gatunków w praktyce zniknęły takie gatunki traw jak mozga trzciniowata, stokłosa obiedkowata, wiechlina zwyczajna i grzebienica pospolita. Znacznego i niestety postępującego uproszczenia listy gatunków traw uprawianych w naszym kraju na cele pastewne dowodzi też aktualna lista odmian roślin uprawnych w Polsce (LISTA, 2014), gdzie wymienione jest co prawda 12 gatunków, ale brakuje takich gatunków jak wyczyniec łąkowy, mozga trzciniowata, kostrzewa trzciniowa, a inne np. rajgras wyniosły, mietlica biaława, stokłosa bezostna czy uniolowata występują w formie szczątkowej (1–2 odmiany wirtualne, których tak naprawdę nie można kupić na rynku). Jedną z przyczyn wydaje się fakt, że trawy pastewne w żywieniu zwierząt zostały zastąpione przez kukurydzę. Nie negując wysokiej wartości pokarmowej kukurydzy wydaje się, że trzeba pamiętać o negatywnych możliwych skutkach stosowania monodiety w żywieniu bydła i warto powrócić do wieloletnich traw występujących na naszych łąkach i pastwiskach. Pasza pozyskiwana z traw wieloletnich jest, jak pisze PEETERS (2007), zwykle wolną od szkodliwych pozostałości i toksyn. W świetle ostatnich problemów w Europie związanych z obecnością w paszy nadmiaru hormonów, dioksyn i zagrożeń np. BSE, warto przypomnieć, że żywienie zwierząt powinno być oparte na zdro-

wych zasadach i na paszy możliwie jak najbardziej zbliżonej do tej, którą spożywają zwierzęta wolnożyjące w przyrodzie. Roczne zapotrzebowanie na pasze w Europie jest pokrywane w 50–70% przez trawy w przypadku bydła i w 80–95% w przypadku owiec (PEETERS, 2007).

Trawy mogą charakteryzować się bardzo różną produktywnością. Jest to cecha gatunkowa, ale również odmianowa, zależy także od sposobu i intensywności użytkowania, warunków glebowych i klimatycznych, występowania różnych patogenów itp. GRZEGORCZYK i BENEDYCKI (2001) wyróżniają 5 grup traw na podstawie ich potencjalnej produktywności: gatunki o wysokiej produktywności 6–12 t s.m. ha⁻¹ (kupkówka pospolita, mozga trzcinowata, rajgras wyniosły, stokłosa bezostna, tymotka łąkowa, wyczyniec łąkowy), gatunki o średniej produktywności 3–6 t s.m. ha⁻¹ (kostrzewa łąkowa, mietlica biaława, wiechlika łąkowa, życica trwała), gatunki o niskiej produktywności 2–3 t s.m. ha⁻¹ (grzebienica pospolita, konietlica łąkowa, kostrzewa czerwona) i gatunki o najniższej produktywności (bliźniczka psia trawka, drzączka średnia, kostrzewa owcza, mietlica pospolita, tomka wonna).

Wysoka wartość odżywcza traw wynika z ich składu chemicznego. Pasza z użytków zielonych jest bogata w białko strawne, składniki mineralne i witaminy, zapewnia wysoką jakość produktów zwierzęcych – mleka i mięsa, a koszt produkcji pasz na łąkach i pastwiskach jest znacznie niższy niż pasz uprawianych w warunkach polowych (RUTKOWSKA, 2009).

Walory żywieniowe traw ujawniają się szczególnie przy pastwiskowym sposobie żywienia zwierząt. Nic nie straciły na znaczeniu i aktualności myśli sformułowane przez GOLONKĘ i WSP. (1965), gdzie znaczenie pastwisk określa się następująco: 1) pastwiska dostarczają paszy najlepszej, wysokowartościowej, a jednocześnie najtańszej; 2) umożliwiają pasącym się zwierzętom ruch na świeżym powietrzu i słońcu, co jest jednym z najważniejszych warunków zdrowia, płodności i wysokiej wydajności inwentarza; 3) pozwalają na ograniczenie pracy przy żywieniu i obsłudze inwentarza. GOLONKA i WSP. (1965) cytują za Malrsburgiem „Zwierzęta pastwiskowe odznaczają się wdzięczną postawą ogólną, rześkimi zgrabnymi ruchami oraz żywym temperamentem. Zwierzęta natomiast wychowane w stajni są pękate, ociężałe, o tępym wejrzeniu, przyćmionych głupkowatych, a niekiedy skrytobójczo złośliwych oczach, jakie np. napotykamy często u buhajów, owych dożywońców z reguły więźniów stajennych”. Zalety pastwiskowego żywienia docenia się w wielu krajach. W Irlandii pastwiska pokrywają aż 63% zapotrzebowania przeżuwaczy na pasze, w Wielkiej Brytanii 59%, w Holandii 27%, w Polsce niestety zaledwie 10% (GRZEGORCZYK i BENEDYCKI, 2001).

Skarmianie i wykorzystanie pasz z użytków zielonych zależy od wielu czynników, np. od terminu zbioru czy spasanania zielonek, strawności składników pokarmowych i koncentracji energii, a także cech fizycznych i organoleptycznych

(ROGALSKI, 2004). Klasyczny podział dawki żywieniowej na białko ogólne, włókno surowe, tłuszcz i związki azotowe niebiałkowe stosowany przez wiele lat nie odpowiada już obecnym potrzebom racjonalnego żywienia przeżuwaczy (HOPKINS, 2000). Obecnie wyróżnia się w paszy zawartość komórek i błon komórkowych (*cell contents, cel walls*), co pozwala z kolei na podział frakcji włókna na substancje pektynowe, węglowodany strukturalne (hemicelulozy i celuloza) oraz ligniny. Udział poszczególnych frakcji zmienia się w okresie wegetacji. W miarę starzenia się roślin wzrasta udział frakcji błon komórkowych w suchej masie z 35% do 60%, a jednocześnie maleje udział treści komórkowych z 65% do 40% s.m. Stadium rozwojowe traw wpływa na skład chemiczny i potencjalną wartość żywieniową nie tylko bezpośrednio, ale także pośrednio, gdyż w miarę starzenia zmienia się stosunek liści do łodyg, a to ma decydujący wpływ na skład chemiczny i walory żywieniowe paszy. Wartość żywieniowa traw i ich strawność zależą jednak od wielu czynników i nie jest łatwo je zmierzyć, a tym bardziej oszacować potencjalną produkcję zwierzęcą (HOPKINS, 2000). Pobieranie pasz i ich wykorzystanie przez zwierzęta zależy od struktury fizycznej i smakowości. W warunkach pastwiskowych, kiedy zwierzęta mają możliwość swobodnego wyboru roślin, a nawet ich części, na dietę pasących się zwierząt składa się cały szereg czynników, związanych zarówno z właściwościami zwierząt, jak i cechami skarmianej paszy (ROGALSKI, 2004). Badania nad smakowością i strawnością traw pastewnych są bardzo ważne dla produkcji zwierzęcej, ale są pracochłonne i nastroczają dużo trudności organizacyjnych i metodycznych. Powinny być jednak prowadzone ze względu na konieczność stałego doskonalenia odmian i traw pastewnych oraz ze względu na fakt, że jakość paszy decyduje o efektach w produkcji zwierzęcej i wpływa na ilość i jakość końcowych produktów zwierzęcych (mleka, mięsa, serów itp.) Mleko i mięso uzyskiwane od zwierząt żywionych trawami spełnia nie tylko wymagania odnośnie wartości żywieniowej, ale jest z reguły wolne od toksycznych substancji i odznacza się wysokimi cechami jakościowymi i organoleptycznymi, a poza tym, co również istotne, spełnia wymogi etyczne akceptowane przez społeczeństwo (PEETERS, 2004; STYPIŃSKI, 2011).

5. Trawy jako źródło energii

W Europie nie ma obecnie potrzeby zwiększania udziału pasz objętościowych pochodzących z przemiennych i trwałych użytków zielonych w dawce żywieniowej bydła, zwłaszcza bydła mlecznego (PROCHNOV i WSP., 2013). Jednocześnie jednak wzrasta zainteresowanie wykorzystaniem biomasy z użytków zielonych dla celów energetycznych. Według danych EUROSTATU (MAJTKOWSKI,

2012) źródła odnawialne i odpady w skali światowej stanowiły w 2006 roku 13,3% surowców energetycznych, w krajach Unii Europejskiej 8,7%, w Polsce 6,2%. Jak podają PROCHNOV i WSP. (2013) dla celów energetycznych można wykorzystać aktualnie w krajach UE od 9 do 15 mln ha, czyli od 13% do 22% całej powierzchni użytków zielonych szacowanych na 180 mln ha. Biomasa produkowana w rolnictwie może być używana na cele energetyczne w procesach bezpośredniego spalania (słoma, brykiety, zrębki, gorszej jakości ziarno, odpady przemysłu rolnego) oraz przetwarzana na paliwa ciekłe lub gazowe. Wykorzystanie dla celów energetycznych słomy zbóż jest możliwe i od wielu lat stosowane w wielu krajach (np. w Szwecji), ale ostatnio obserwujemy niedobór słomy (notowana w latach 1995–2006 nadwyżka szacowana na 13,6 mln ton rocznie należy już do przeszłości) i raczej jej udział w produkcji energii odnawialnej będzie niewielki. Można to wyrównać przez uprawę wysokowydajnych gatunków, takich jak miskant olbrzymi czy inne gatunki traw preriowych należące do typu fotosyntezy C_4 pochodzące głównie z terenów Ameryki Północnej – proso różgowate, palczatka Gerarda, spartina preriowa, perz wydłużony, sorgo indiańskie itp. (BUDZYŃSKI i BIELSKI, 2004; MAJTKOWSKI, 2013). Trawy w dużym stopniu spełniają warunki stawiane tzw. „idealnym roślinom energetycznym” (MAJTKOWSKI, 2013). Nadają się tu przede wszystkim trawy o cyklu C_4 , a do najbardziej wydajnych zalicza się gatunki z rodzaju miskant (*Miscanthus sinensis*, *Miscanthus giganteus*). Są to gatunki charakteryzujące się wydajnym procesem fotosyntezy pozwalającym na uzyskiwanie wysokich plonów przy stosunkowo niewielkim zapotrzebowaniu na substancje odżywcze. Wielu autorów (BUDZYŃSKI i BIELSKI, 2004; MAJTKOWSKI, 2013) zalicza miskanty do najbardziej wydajnych wieloletnich traw energetycznych odznaczających się produktywnością suchej masy nawet do 30 ton suchej masy z 1 ha rocznie, a potencjalnie nawet do 50 t s.m./ha (MAJTKOWSKI, 2013). W praktyce te plony są niższe, ale uzyskiwanie plonów 16–20 ton suchej masy z 1 hektara jest całkowicie realne, czego dowodzą badania prowadzone np. w UWM w Olsztynie (TWORKOWSKI i WSP., 2010), w Bydgoszczy (MAJTKOWSKI, 2013). Należy podkreślić, że miskant olbrzymi może być nawet w naszym klimacie bardzo trwałą rośliną. Trwałość jego plantacji wynosi nawet 15–20 lat. Miskant może okazać się także cenną rośliną dla upraw energetycznych drugiej generacji (produkcja etanolu i biogazu). Do wieloletnich gatunków traw typu C_4 uprawianych w Polsce na cele energetyczne należą także takie gatunki jak proso różgowate (*Panicum virgatum*), palczatka Gerarda (*Andropogon gerardii*) i spartina preriowa (*Spartina pectinata*). Mimo, że rośliny te ustępują plonowaniem miskantowi nowe odmiany np. prosa różgowatego pozwalają na uzyskiwanie plonów około 20 t s.m. ha^{-1} , a w naszych warunkach około 14 t s.m. ha^{-1} . Do upraw energetycznych w Europie wprowadzana jest także spartina preriowa (możliwość

produkcji biogazu, bioetanolu, gazu syntetycznego). Trawa ta wyróżnia się dużą tolerancją na warunki suszy i okazuje się gatunkiem odpornym na deficyt wody i obecność związków toksycznych lub nadmiaru azotu. Potencjalnym gatunkiem może być też perz wydłużony (*Elymus elongatus*), uprawiany już w Szwecji i na Węgrzech (MAJTKOWSKI, 2013). Należy podkreślić, że w krajach skandynawskich dla celów energetycznych uprawia się też niektóre trawy o typie C₃, a zwłaszcza mozgę trzcinową (*Phalaris arundinacea*) i trzcinę pospolitą (*Phragmites communis*). Mozga trzcinowata uważana jest za jedną z najbardziej plennych traw rodzimych i może dawać roczne plony do 15 ton suchej masy (FALKOWSKI, 1974; 1982) a na plantacjach na glebach ornych w użytkowaniu dwukośnym nawet do 18 ton s.m. ha⁻¹. Przy bezpośrednim spalaniu biomasy uzyskiwanej z łąk i opuszczonych pastwisk celem jest uzyskanie wysokich plonów energii z jednostki powierzchni, co jest zależne od plonu suchej masy i wartości kalorycznej. Wartość kaloryczna traw waha się od 16 do 19,5 MJ kg⁻¹ s.m. Wzrost intensywności użytkowania (wyższe nawożenie, trzykonne użytkowanie) sprzyja zwiększeniu produkcji metanu z jednostki powierzchni. Odwrotnie użytkowanie, ekstensywne z jednym późnym pokosem i niskim nawożeniem sprzyja uzyskaniu wyższych plonów energii ze spalanej biomasy (PROCHNOV i WSP., 2013; COSENTINO i WSP., 2014).

Ze względu na wysoką zawartość hemiceluloz i celulozy oraz niską zawartość lignin trawy mogą być wykorzystane jako surowiec do produkcji etanolu i biogazu (rośliny energetyczne II generacji). Najbardziej produktywną rośliną w tym zakresie jest kukurydza, której zaletą są wysokie plony, stosunkowo łatwa uprawa, zbiór, przechowywanie i sterowanie procesami fermentacyjnymi. Jak podają THUMM i WSP. (2014), w ciągu ostatnich 10 lat powierzchnia uprawy kukurydzy w Niemczech zwiększyła się o 53%, a 1/3 całej powierzchni jest przeznaczana obecnie na produkcję biogazu. Wskaźnikiem wydajności energetycznej traw może być TEY (theoretical ethanol yield), który może być określany w litrach etanolu uzyskanych z tony surowca lub litrów etanolu z 1 ha. Produkcja etanolu z trwałych użytków zielonych może się wahać od 700 do prawie 4000 litrów z 1 ha.

W Europie prowadzone są też próby użytkowania innych gatunków traw np. trzciny laskowej (*Arundo donax*), piaskówki purpurowej (*Pennicatum purpureum*), zwanej też trawą słoniową oraz gatunki z rodzaju *Saccarum*. Przewiduje się, że hodowla nowych odmian trzciny cukrowej (*Saccarum officinum*) i wprowadzenie nowych technik hydrolizy celulozy pozwoli zwiększyć wydajność etanolu z 7500 do 13000 l ha⁻¹, a trzeba pamiętać, że w Brazylii od dawna produkuje się znaczne ilości etanolu (18 bilionów litrów rocznie) z powierzchni ponad 3 mln ha. Lipido-celulozowa biomasa z wieloletnich traw C₄ będzie prawdopodobnie w przyszłości wykorzystywana do produkcji biopaliw II generacji

(MAJTKOWSKI, 2013). Należy również podkreślić, że wykorzystanie traw dla celów energetycznych wiąże się nie tylko z nowymi gatunkami i odmianami (zupełnie nowe kierunki hodowli traw rozwijane w wielu krajach), ale także ze znacznym postępem w technologii produkcji biogazu i bioenergii (piroliza, gazyfikacja, hydroliza enzymatyczna, fermentacja beztlenowa) i powiązaniem wykorzystania traw z produkcją zwierzęcą (wykorzystanie ścieków i gnojowicy).

6. Inne wykorzystanie traw

PEETERS (2004) omawiając możliwości wykorzystania traw przez człowieka wyróżnia użycie paszowe i pozapaszowe. Autor tej bardzo interesującej pracy uważa, że w ostatnich latach szczególnie zyskało na znaczeniu wykorzystanie pozapaszowe traw europejskich. Można tu wyróżnić użytkowanie rolnicze (produkcja nasion, źródło azotu dla roślin uprawnych, walka z chwastami, trawy jako zielony nawóz, okrycie gleby w sadach, winnicach i szkółkach, stosowanie traw w planowym ugorowaniu i odłogowaniu, produkcja darni dla celów sportowych i rekreacyjnych, produkcja ściółki, przemysłowa produkcja skrobi i białka, produkcja leków). Do wykorzystania pozapaszowego i pozarolniczego PEETERS (2004) zalicza produkcję włókien naturalnych np. z ostnic, trzciny pospolitej i australijskiej i perzu (z rozłogów perzu do tej pory sporządza się specjalne tkaniny do filtrowania mleka w Austrii), omawianą wcześniej produkcję bioenergii (brykiety, produkcja bioetanolu, biogazu), produkcję celulozy i papieru, produkcję materiałów budowlanych, np. jako pokrycie dachowe (Holandia, Skandynawia), zakładanie tzw. zielonych dachów. Bardzo interesujące może być też wykorzystywanie niektórych gatunków traw w oczyszczalniach ścieków oraz ich właściwości wskazujące na stan zanieczyszczenia środowiska (trawy jako bioindykatory i gatunki wskaźnikowe). W warunkach polskich wykorzystanie traw w fitoindykacji i w oczyszczalniach przydomowych może być możliwe z użyciem takich gatunków jak trzcina pospolita, mozga trzcinowata, manna mielec (KOZŁOWSKI, 2012), gdyż mają one zdolność bioakumulacji i biodegradacji związków organicznych, biogennych, pierwiastków śladowych i węglowodorów aromatycznych.

7. Właściwości prozdrowotne i lecznicze traw

Trawy były zawsze wykorzystywane w medycynie ludowej i konwencjonalnej. Dużo uwagi poświęcano np. roli otrębów zbożowych. Współczesna medycyna również podkreśla znaczenie błonnika dla zdrowia i diety człowieka. W otrębach

owsa, jęczmienia, żyta występują również duże ilości β -glutanów i pentozanów, które regulują poziom glukozy i cholesterolu we krwi (BUDZYŃSKI i SZEMPLIŃSKI, 1997). Ze względu na wysoką zawartość kumaryny w medycynie wykorzystywane były takie gatunki jak beczmannia robaczkowata, tomka wonna, turówka leśna i wonna. Duże znaczenie przywiązywano też do właściwości rozłogów trzciny pospolitej, a przede wszystkim do perzu (KILJAŃSKA i MOJKOWSKA, 1988), którego właściwości lecznicze znane były już w średniowieczu. Kłącza perzu poprawiają przemianę materii, mają działanie moczopędne i przeciw miazdżycowe, stosowane były w chorobach nerek, wątroby przy cukrzycy i w odtruwaniu organizmu z toksyn. Z nasion manny jadalnej (*Glyceria fluitans*) produkowano kaszę (ŚWIĘTOCHOWSKI, 1963) mimo, że wiemy, iż ta roślina może zawierać również związki szkodliwe, a nawet trujące (kwas pruski). W wielu regionach świata dla celów leczniczych wykorzystuje się też w celach leczniczych różne części takich rodzajów jak *Agropyron*, *Botriochloa*, *Cymbopogon*, *Desmotachyja*, *Hackelochloa*, *Panicum*, *Phragmites*, *Saccarum*, *Setaria*, *Streptogyna*, *Triticum*, *Vetiveria* (FALKOWSKI, 1982). Zabawny opis przydatności ludowych metod i leków sporządzanych z traw w walce z diabłem znajdujemy w opowiadaniach ludowych (RUTKOWSKA, 2009) „*Na lekarstwach diabeł nie znał się, ale wiedział jak baby i wiedźmy różne trawy na łąkach i w lesie do podółków zbierali a między sobą mówili co to od kolki a to od bóleści dobre. Tylko jakie trawy na co, diabeł ni zapamiętał*”.

8. Trawy w rekreacji, sporcie, turystyce

Jakość życia człowieka w przeludnionych i ciasno zabudowanych miastach i osiedlach wyraźnie się pogarsza. W związku z tym zieleń ma ogromne znaczenie nie tylko estetyczne, ale przede wszystkim zdrowotne (RUTKOWSKA, 2009). Podstawą zieleni miejskiej są trawniki, stanowiące ponad 50% powierzchni zieleni miejskiej. Na trawniki stosowane są gatunki traw znoszące niekorzystne warunki pogodowe (susza), zanieczyszczenie powietrza (spaliny, gazy przemysłowe, pyły), tworzące efektowną i estetyczną darni, zwartą elastyczną i odporną na deptanie oraz nadające się do uprawiania sportu i rekreacji. Wysokie wartości estetyczne traw pozwalają nie tylko na wykorzystanie wielu gatunków do obsiewu trawników, ale także na wyodrębnienie traw ozdobnych, do których według KOZŁOWSKIEGO i WSP. (2012) zaliczyć można wieloletnie gatunki z rodzajów kostrzewa, perlówka, sesleria, miskant, ostnica i bambus, a z jednorocznych drżączka, dmuszek, jęczmień.

Coraz większe znaczenie odgrywają także trawy (a właściwie całe ekosystemy trawiaste) w rolnictwie ekologicznym i zrównoważonym oraz w turystyce

i agroturystyce (PARENTE i BOVOLENTA, 2012), Oprócz funkcji paszowej pełnią istotną rolę w krajobrazie, odgrywają rolę ekonomiczną, ekologiczną, społeczną i kulturową. Agro- i ekoturystyka wykorzystuje walory estetyczne i krajobrazowe traw, co przekłada się na dodatkowe dochody rolników.

9. Kulturotwórcza rola traw

Trawy zawsze były inspiracją dla twórców, pojawiają się w poezji i prozie, są obecne w muzyce, malarstwie, fotografii, w pieśniach i piosenkach, baśniach i legendach ludowych (STYPIŃSKI, 2002; PARENTE i BOVOLENTA, 2012; KOZŁOWSKI i WSP., 2012), wierzeniach religijnych, mitach, zwyczajach i przesądach (RUTKOWSKA, 2009). Trawy pewnie poradzą sobie bez człowieka, ale jak pisze Profesor Barbara Rutkowska „*bez traw egzystencja człowieka, a także znacznej części gatunków zwierząt byłaby niemożliwa*” a John FRAME (1992) dodaje „*Trawa to więcej niż pasza, to zielony dywan naszej Matki Ziemi, który odgrywa tak ważną rolę w jakości życia rodzaju ludzkiego*”.

10. Podsumowanie

Trawy (*Poaceae*) należą do najważniejszych i najliczniejszych grup roślin na świecie. Do tej rodziny należą przede wszystkim rośliny zbożowe dające pokarm mieszkańcom Ziemi i rośliny pastewne występujące na naturalnych i półnaturalnych użytkach zielonych we wszystkich strefach klimatycznych i na wszystkich kontynentach. Rośliny zbożowe są ciągle głównym źródłem węglowodanów i białka dla człowieka, dostarczają surowca dla produkcji mąki, sło-du, kasz (jęczmień, pszenica, owies, kukurydza, proso), spirytusu i wielu innych produktów. Cztery najważniejsze gatunki zbóż (pszenica, kukurydza, ryż i jęczmień) uprawiane są na powierzchni około 520 mln ha, czyli 72% całkowitej powierzchni zasiewów zbóż. Ponad 75% zapotrzebowania ludzkości na energię jest pokrywane przez produkty pochodzenia rolniczego, w tym głównie przez zboża. Roczny zbiór ziarna zbóż w skali świata przekracza 2 mld ton i prawdopodobnie jeszcze wiele lat zboża będą odgrywały kluczową rolę w bilansie żywnościowym świata.

Trawy są podstawową paszą w żywieniu zwierząt. Mleko i mięso uzyskiwane od zwierząt żywionych trawami spełnia nie tylko wymagania odnośnie wartości żywieniowej, ale jest z reguły wolne od toksycznych substancji i odznacza się wysokimi cechami jakościowymi i organoleptycznymi, a walory żywieniowe traw pastewnych ujawniają się szczególnie w warunkach wypasu.

Wzrasta gwałtownie wykorzystanie biomasy z użytków zielonych dla celów energetycznych. Aktualnie w krajach UE dla tych celów można wykorzystać od 9 do 15 mln ha użytków zielonych, czyli od 13% do 22% całej ich powierzchni. Trawy mogą być traktowane jako tzw. „idealne rośliny energetyczne”. Nadają się tu przede wszystkim trawy o cyklu fotosyntezy C_4 , a do najbardziej wydajnych zalicza się gatunki z rodzaju miskant (*Miscanthus sinensis*, *Miscanthus giganteus*). Do wieloletnich gatunków traw typu C_4 uprawianych w Polsce na cele energetyczne należą także takie gatunki jak *Panicum virgatum*, *Andropogon gerardii* i *Spartina pectinata*. Ze względu na wysoką zawartość hemielulozy i celulozy oraz niską zawartość ligniny trawy mogą być wykorzystane jako surowiec do produkcji etanolu i biogazu (rośliny energetyczne II generacji). Najbardziej produktywną rośliną w tym zakresie jest kukurydza, ale produkcja etanolu z trwałych użytków zielonych może się wahać od 700 do prawie 4000 litrów z 1 ha.

Ostatnio w Europie szczególnie zyskało na znaczeniu wykorzystanie pozapaszowe traw. Można tu wyróżnić użytkowanie rolnicze (produkcja nasion, źródło azotu dla roślin uprawnych, walka z chwastami, trawy jako zielony nawóz, okrycie gleby w sadach, winnicach i szkółkach, stosowanie traw w planowym ugorowaniu i odłogowaniu, produkcja darni dla celów sportowych i rekreacyjnych itp.). Przykładem pozarolniczego wykorzystania zaliczyć można produkcję włókien naturalnych z takich gatunków jak *Phalaris*, *Phragmites*, *Agropyron*, *Stipa*, produkcję celulozy i papieru, produkcję materiałów budowlanych, np. jako pokrycie dachowe, zakładanie tzw. zielonych dachów.

Wysokie wartości estetyczne traw pozwalają nie tylko na wykorzystanie wielu gatunków do obsiewu trawników, ale także na wyodrębnienie traw ozdobnych, do których zaliczyć można gatunki z rodzajów kostrzewa, perlówka, sesleria, miskant, ostnica, bambus i inne.

Coraz większe znaczenie odgrywają także ekosystemy trawiaste w rolnictwie ekologicznym i zrównoważonym oraz w turystyce i agroturystyce. Oprócz funkcji paszowej pełnią istotną rolę w krajobrazie, odgrywają rolę ekonomiczną, ekologiczną, społeczną i kulturową.

Literatura

- BALAZS A., 2015. Recognition of traditional knowledge and innovative development in agricultural higher education. *Options Méditerranéennes*, 113, 121–126.
- BUDZYŃSKI W., BIELSKI S., 2004. Surowce energetyczne pochodzenia rolniczego. Cz. II. Biomasa jako paliwo stałe. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 3, 2, 15–26.
- BUDZYŃSKI W., SZEMPLIŃSKI W., 1997. Rośliny zbożowe. W: *Szczegółowa Uprawa Roślin*. Praca zbiorowa pod red. Z. Jasińskiego i A. Koteckiego. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu.

- COSENTINO S.L., PORQUEDDU C., COPANI V., PATANÈ C., TESTA G., SCORDIA D., MELIS R., 2014. European grasslands overview: Mediterranean region. *Grassland Science in Europe*, 19, 41–56.
- FALKOWSKI M. (red.), 1974. Trawy uprawne i dziko rosnące. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- FALKOWSKI M. (red.), 1982. Trawy Polski. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- FRAME J., 1992. *Improved Grassland Management*. Family Press.
- GOLONKA Z., HRYNCEWICZ Z., NOWAK M., 1965. *Gospodarka na pastwiskach*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- GRZEGORCZYK S., BENEDYCKI S., 2001. *Łąkoznawstwo*. Wydawnictwo UWM, Olsztyn.
- GUS, 2015. *Rocznik Statystyczny 2014. Przegląd Międzynarodowy*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- HAMELMAN J., 2013. *Chleb, techniki wypieku, przepisy, wskazówki*. Wydawnictwo Buhmann.
- HOPKINS A. (ed.), 2000. *Grass its production and utilization*. British Grassland Society by Blackwell Science, Oxford.
- KILJAŃSKA J., MOJKOWSKA H., 1988. *Zielnik Polski*. Interpress Warszawa.
- KLAPP E., 1962. *Łąki i pastwiska*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- KOZŁOWSKI S., GOLIŃSKI P., SWĘDRZYŃSKI A., 1998. *Trawy w barwnej fotografii i zwięzłym opisie ich specyficznych cech*. Wydawnictwo Literackie Parnas, Inowrocław.
- KOZŁOWSKI S. (red.), 2012. *Trawy – właściwości, występowanie i wykorzystanie*. Powszechno-Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań.
- LISTA, 2014. *Lista Odmian Rolniczych w Polsce 2014*. COBORU, Słupia Wielka.
- MAJTKOWSKI W., 2013. *Wieloletnie gatunki traw typu C4 fotosyntezy jako odnawialne źródło energii*. Monografie i rozprawy naukowe, 41, Wydawnictwo IHAR-PIB, Radziaków.
- NOWIŃSKI M., 1950. *Łąki i pastwiska*. Instytut Wydawnictw Rolniczych, Warszawa.
- PARENTE G., BOVOLENTA S., 2012. The role of grassland in rural tourism and recreation in Europe. *Grassland Science in Europe*, 17, 733–746.
- PEETERS A., 2004. *Wild and sown grasses*. FAO and Blackwell Publishing, Rome.
- PROCHNOW A., HEIERMANN M., PLÖCHL M., 2013. Permanent grasslands for bioenergy: factors affecting management and conversion efficiency. *Grassland Science in Europe*, 18, 514–519.
- ROGALSKI M. (red.), 2004. *Łąkarstwo. Podręcznik akademicki*. Wydawnictwo Kurpisz S.A., Poznań.
- RUTKOWSKA B., 2009. Co trzeba wiedzieć o łąkach, pastwiskach i trawnikach. W: *Symbolika łąki i pastwiska w dawnych wierzeniach*, Jurewicz J., Kapelański M. (red.), Wydawnictwo Agade.
- STYPIŃSKI P., 2002. Kulturotwórcza rola użytków zielonych. *Agricola*. Pismo SGGW, 54, 15–24.
- STYPIŃSKI P., 2011. The effect of grassland-based forages on milk quality and quantity. *Agronomy Research*, 9 (Special Issue II) 479–488.
- STYPIŃSKI P., 2015. Current higher agricultural education in Poland – threats and challenges. *Options Méditerranéennes*, 113, 97–104.
- ŚWIĘTOCHOWSKI B., 1963. *Ogólna uprawa roli*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.

- THUMM U., RAUTER B., LEWANDOWSKI I., 2014. Novel products from grassland (bioenergy and bioethanol) in Europe. *Grassland Science in Europe*, 19, 429–434.
- TWARDOWSKI J., 2002. *Zielnik*. Wydawnictwo Rosikon Press, Warszawa.
- TWORKOWSKI J., SZCZUKOWSKI S., STOLARSKI M., 2010. *Uprawa roślin energetycznych. W: Nowoczesne technologie pozyskiwania i energetycznego wykorzystania biomasy. Monografia, Instytut Energetyki, Warszawa, 34–49.*

Grasses in human live

P. STYPIŃSKI

Department of Agronomy, SGGW – Warsaw University of Life Sciences

Summary

The grasses are one of the most important and most numerous plant group on the world. To that family belong first of all cereals which provide the food for earth inhabitants and fodder crops present on natural and semi-natural grasslands on the all climatic zones and on the all continents. Cereals are still the main source of carbohydrates and protein, provide raw material for flour, malt, grain (barley, wheat, oat, maize, millet), alcohol and many other products. The four most important species (wheat, maize, rice and barley) are grown on the area about 520 million ha, it means 72% of total area of cereals. 75% of total energy need for human is covered by cereals and the annual cereal harvest exceeds 2 billion tonnes and probably during many year cereals will still play the key role in global food balance.

Grasses are the base fodder in animal feeding. Milk and meat from animals fed by grasses not only fulfil the consumer expectations for the high nutrition value but usually are free from toxins and have the very good quality and sensors features. The feeding value of fodder grass is clear particularly during grazing.

The use of grass biomass for bio-energy increases rapidly. For energy purpose is possible use now in UE from 9 to 15 million ha of grassland, it means 13–22% of their total area in Europe. Grasses could be treated as “ideal energy plants”. The very useful for energy purpose are first of all C₄ grasses like *Miscanthus sinensis*, *Miscanthus giganteus* and other species like *Panicum virgatum*, *Andropogon gerardii* and *Spartina pectinata*. Due to high hemicelluloses and cellulose and low lignin contents grasses can be used as raw material for ethanol and biogas production (energy plant of II generation). The most productivity plant in that aspect is maize but ethanol production from permanent grassland could be from 700 to 4000 liters per ha.

Recently in Europe non-forage use of grasses is observed. It could be distinguish agriculture use (seed production, source of nitrogen for other crops, weed control, grasses as a green fertilizer, as a cover crop in orchards, vineyards, the grass use in management of fallow lands, the sward production and utilization in sport and recreation). As an example of not agricultural grass use could be fiber production from *Stipa*, *Phalaris*, *Phragmites*, *Agropyron* cellulose and paper production, building materials for roof cover (green roofs).

The high aesthetic value of some grass species let for using them not only for lawns and “gazons” establishing but for select some grasses as decorative and ornamental elements of landscape (*Festuca*, *Koeleria*, *Miscanthus*, *Stipa*, *Bambus* and other).

The grassy ecosystems play also the important role in sustainable and ecological agriculture and in tourism or agro-tourism. Grasses are very important in animal feeding, economy, environmental protection, sociology and culture.

Adres do korespondencji – Address for correspondence:

Prof. dr hab. Piotr Stypiński

Katedra Agronomii

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Nowoursynowska 159

02-776 Warszawa

e-mail: piotr_stypinski@sggw.pl