

# Metody badawcze stosowane w ocenie i klasyfikacji zbiorowisk roślinnych łąk w polskich pracach badawczych

Research methods used in the assessment and classification of meadow plant communities in Polish research works

Gabriela Skowron

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Radzikowie

✉ [g.skowron@ihar.edu.pl](mailto:g.skowron@ihar.edu.pl)

Zbiorowiska roślinne łąk odgrywają istotną rolę w gospodarce rolniczej. Ich ocena i klasyfikacja mają znaczenie zarówno dla ochrony bioróżnorodności, jak i optymalizacji użytkowania terenów zielonych. W polskich badaniach naukowych stosowane są różnorodne metody oceny i klasyfikacji zbiorowisk łąkowych, obejmujące zarówno podejścia fitosocjologiczne, jak i nowoczesne techniki analityczne. Celem niniejszego artykułu jest przegląd oraz analiza metod badawczych wykorzystywanych w polskich pracach naukowych w zakresie oceny roślinności łąkowej. Omówione zostały klasyczne metody botaniczno-szacunkowe, botaniczno-wagowe oraz metody wskaźnikowe. Przedstawiono także klasyfikacje łąk według podziałów typologicznych i fitosocjologicznych, a ich wzajemne relacje zostały poddane dyskusji. Szczególną uwagę zwrócono na znaczenie analiz botaniczno-wagowych w ocenie wartości paszowej oraz możliwości monitorowania zmian zachodzących w zbiorowiskach roślinnych. Wyniki badań podkreślają potrzebę łączenia różnych metod badawczych w celu uzyskania kompleksowego obrazu dynamiki łąk i pastwisk. W artykule zwrócono także uwagę na znaczenie dostosowania metod oceny do współczesnych wyzwań związanych z ochroną środowiska i zmianami klimatycznymi. W przedstawionym opracowaniu odwołano się do 91 źródeł literatury, powołując się na artykuły naukowe polskich badaczy; literaturę zagraniczną oraz podręczniki akademickie z dziedziny łąkarstwa.

**Słowa kluczowe:** analiza botaniczno-wagowa, klasyfikacja fitosocjologiczna, metody badawcze, ocena roślinności, syntaksonomia łąk, łąkarstwo

Meadow plant communities play a significant role in agricultural management. Their assessment and classification are essential for both biodiversity conservation and the optimization of green land use. Polish scientific research employs various methods for evaluating and classifying meadow vegetation, encompassing both phytosociological approaches and modern analytical techniques. The aim of this article is to review and analyze research methods used in Polish scientific studies on meadow vegetation assessment. The paper discusses classical botanical-estimation and botanical-weight analysis methods. It also presents meadow classifications based on typological and phytosociological divisions, with a discussion of their interrelations. Special attention is given to the importance of botanical-weight analyses in assessing forage value and the potential for monitoring vegetation changes. The research findings emphasize the need to integrate different research methods to obtain a comprehensive picture of the dynamics of meadows and pastures. The article also highlights the importance of adapting assessment methods to contemporary challenges related to environmental protection and climate change. The presented study refers to 91 sources of literature, citing scientific articles by Polish researchers, foreign literature and academic textbooks in the field of meadow management.

**Key words:** botanical-weight analysis, forage assessment, meadow classification, meadow science, phytosociological classification, vegetation assessment

## Wstęp

Zbiorowiska roślinne łąk stanowią istotny element krajobrazu Polski, odgrywając kluczową rolę w funkcjonowaniu ekosystemów rolniczych i pastwiskowych oraz gospodarce rolnej. Ich badanie i klasyfikacja są niezbędne zarówno dla zrozumienia dynamiki zjawisk zachodzących w przyrodzie, jak i dla skutecznej ochrony bioróżnorodności oraz zrównoważonego zarządzania zasobami naturalnymi. Współczesna fitosocjologia oraz nauki pokrewne rozwijają coraz bardziej zaawansowane metody oceny i klasyfikacji zbiorowisk łąkowych, wykorzystując zarówno podejścia tradycyjne, jak i nowoczesne techniki analityczne. Na przestrzeni lat w polskich badaniach nad zbiorowiskami roślinnymi łąk stosowano szeroki wachlarz metod, od kla-

sycznych technik fitosocjologicznych po nowoczesne narzędzia analizy wielowymiarowej oraz metody oparte na technologii teledetekcyjnej. Istotną rolę odgrywa również integracja wyników badań florystycznych, ekologicznych i biogeograficznych, umożliwiającą kompleksową charakterystykę siedlisk łąkowych oraz ich zmian w odpowiedzi na czynniki naturalne i antropogeniczne.

Celem niniejszej pracy jest przegląd i analiza metod badawczych stosowanych w polskich pracach naukowych w zakresie oceny i klasyfikacji zbiorowisk roślinnych łąk. Przegląd ten ma na celu syntetyczne przedstawienie dostępnych narzędzi badawczych oraz ich efektywności w kontekście współczesnych wyzwań związanych z ochroną i zarządzaniem siedliskami łąkowymi.

### Znaczenie badań nad zbiorowiskami łąkowymi

Łąka to trwały użytek rolny lub okresowo zadarniony przez roślinność wieloletnią z przewagą traw wysokich, znoszących kilkakrotne koszenie w ciągu roku (Dzieżyc, 1967). Zbiorowiska roślinne łąk odgrywają doniosłe funkcje przyrodnicze oraz gospodarcze. Ich potencjał produkcyjny, wymagania siedliskowe, metody i sposoby klasyfikacji niosą podstawowe informacje, które mają na celu zaznajomienie użytkownika ze skomplikowanymi zależnościami między szatą roślinną a jej możliwościami produkcyjnymi, warunkami przyrodniczymi i ekologicznymi (Rogalski, 2004). Badania roślinności łąk są prowadzone najczęściej w celu określenia ich produktywności i wartości gospodarczej. Na podstawie oceny roślinności waloryzuje się wysokość oraz jakość plonu masy zielonej i/lub siana oraz możliwości i sposoby podniesienia wydajności i wartości paszy przez wykorzystanie środków agrotechnicznych jakimi rolnik dysponuje. Formowanie się ekosystemu łąkowego uwarunkowane jest czynnikami siedliskowymi takimi jak warunki meteorologiczne, gleba, poziom wody gruntowej oraz działalnością gospodarczą człowieka (Moraczewski, 1986). W zależności od zmiany tych czynników trwałe zmiany we florze zbiorowiska są obserwowane szybciej lub wolniej. Szczególne znaczenie dla dynamiki kształtowania się zbiorowisk roślinnych łąk mają: poziom wody gruntowej oraz zasobność w składniki pokarmowe i tlen (Ralski i in., 1957). Jednym z badaczy, który opisał wpływ żyzności i stosunków wodnych na kształtowanie się typów

florystycznych łąk i pastwisk, jest Klapp (1962) (Tab. 1). Typ florystyczny poszczególnych łąk, ich wydajność oraz wartość paszową ocenia się zazwyczaj na podstawie zbiorowisk roślinnych tworzących daną ruń trawiastą. Z kolei typ florystyczny zbiorowiska określa się wg roślin przewodnich, tj. zajmujących 25-30% powierzchni, stanowiących najważniejszy składnik szaty roślinnej (Moraczewski, 1986). W zależności od składu botanicznego, zbiorowiskom trawiastym nadaje się nazwy od dominujących w runi gatunków, na przykład łąki wyczyńcowe, mozgowe czy pastwiska koniczynowo-życicowe. W Polsce najważniejszymi podziałami trwałych użytków zielonych są: podział typologiczny i fitosocjologiczny (Łyszczarz, 2004). W praktyce, na podstawie zdjęć fitosocjologicznych określa się zbiorowisko roślinne badanej łąki zgodnie z klasyfikacją typologiczną lub fitosocjologiczną. Następnie wybiera się reprezentatywny płat roślinności, z którego sporządza się spis gatunków. Zawartość nadziemnej części łąki określa się metodą szacunkową lub botaniczno-wagową, wyrażając ją jako procent masy ogólnej (Moraczewski, 1986).

### Podział typologiczny łąk

Podział typologiczny uwzględnia różnorodność siedlisk i znaczenie podstawowych czynników w kształtowaniu siedlisk i zbiorowisk łąkowych (Łyszczarz, 2004). Podstawą tej klasyfikacji są dwa główne kryteria. Pierwszym z nich są czynniki fizjograficzne, takie jak wysokość nad poziomem morza, rzeźba terenu oraz jego budowa geologiczna. Drugim kryterium są czynniki siedli-

**Tabela 1**  
**Table 1**

**Kształtowanie się typów florystycznych łąk i pastwisk w zależności od żyzności gleby i stosunków wodnych wg Klappa (1962)**  
**Formation of floristic types of meadows and pastures depending on soil fertility and water conditions according to Klapp (1962)**

		Rodzaj gleby; Soil type		
		gleby żyzne o odczynie obojętnym lub słabo kwaśnym; fertile soils with a neutral or slightly acidic pH	gleby średnio żyzne o odczynie słabo kwaśnym; medium fertile soil with a slightly acidic pH	gleby ubogie z brakiem niektórych składników pokarmowych o odczynie przeważnie kwaśnym i mało przewiewne; poor soils with a lack of some nutrients, mostly acidic and poorly permeable
Warunki wilgotnościowe; Humidity conditions	stanowiska mokre z okresami zalegania wody i podmokłe wet sites with periods of standing water and water-logged sites	<i>Glyceria maxima</i> , <i>Phalaris arundinacea</i>	turzyce wysokie rozłogowe / tall creeping sedges, <i>Agrostis stolonifera</i> , <i>Alopecurus geniculatus</i> , <i>Glyceria fluitans</i>	turzyce wysokie kępowe / tall tufted sedges, <i>Calamagrostis canescens</i> , <i>Eriophorum angustifolium</i>
	stanowiska wilgotne i umiarkowanie wilgotne; moist and moderately moist locations	<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Festuca pratensis</i>	<i>Deschampsia cespitosa</i> , <i>Festuca arundinacea</i> , <i>Poa pratensis</i>	<i>Carex panicea</i> , <i>Carex nigra</i> i inne turzyce niskie / and other low sedges
	stanowiska świeże i umiarkowanie suche; fresh and moderately dry sites	<i>Arrhenatherum elatius</i> , <i>Dactylis glomerata</i>	<i>Trisetum flavescens</i> , <i>Avenula pubescens</i>	<i>Nardus stricta</i> , <i>Agrostis capillaris</i>
	stanowiska półsuche i suche; semi-dry and dry sites	<i>Bromus inermis</i> , <i>Bromus erectus</i>	<i>Festuca ovina</i>	<i>Corynephorus canescens</i> , <i>Ammophila arenaria</i> , <i>Leymus arenarius</i>

skowe, obejmujące stosunki wodne, stopień natlenienia wód, rodzaj gleby i jej zasobność w składniki pokarmowe, a także dostępność światła i temperaturę (Prończuk, 1962; Piekut i Pawluśkiewicz, 2005). Ważnym jest, iż wymienione czynniki nie oddziałują na daną cenozę oddzielnie, lecz kompleksowo. Siedliska pod względem podstawowych warunków przyrodniczych i odpowiadających im cenoz, zalicza się do odpowiadającego im typu. Każdy gatunek ma swoje optimum rozwojowe przy określonych dla niego warunkach siedliska (Podbielkowski, 1982; Dmitrijew, 1951). Według Bury-Zalewskiej i Prończuka (1954) wiodącą rolę w klasyfikacji typologicznej pełnią stosunki wodne w danym siedlisku, ponieważ decydują o podziale grup na mniejsze jednostki systematyczne. Określenie „łąka” w podziale typologicznym odnosi się do wszystkich użytków zielonych tj. kośnych, wyłącznie wypasanych lub użytkowanych zmiennie (Grzyb, 1996). Dotyczy to także wszystkich form użytkowych, tj. właściwych, czyli systematycznie użytkowanych, jak również tzw. ochronnych, na których użytkowanie podporządkowuje się ich roli ochronnej (np. przeciwerozryjnej), a także tzw. potencjalnych, które użytkuje się

tylko sporadycznie lub nie użytkuje się w ogóle (np. z powodu zabagnienia), ale które po melioracji są jednoznacznie siedliskami łąkowymi właściwymi. W Polsce pierwszy typologiczny podział łąk został opracowany przez Bury-Zalewską i Prończuka (1954), którzy podczas badań florystycznych, glebowych i hydrologicznych doliny Narwi napotkali na od dawna stosowany w tym regionie, lokalny podział użytków zielonych na grupy i podstawowe rodzaje. Modyfikacji podziału typologicznego polskich łąk dokonali Prończuk (1962), a następnie Grzyb (1996). Modyfikacje przedstawione przez Grzyba (1993) dotyczyły wyodrębnienia samodzielnej grupy murszowisk, zajmujących ówczesnie 32% ogólnej powierzchni łąk dolinowych. Murszowiska wg modyfikacji łączą się z grupą grądów podmokłych oraz z grupą bielaw poprzez bielawy podtopione (Łyszczarz, 2004). Według Grzyba (1996) typologiczny podział użytków zielonych jest wielopoziomowym układem hierarchicznym, zawierającym w najbardziej rozwiniętym układzie siedem jednostek hierarchicznych, tj. strefy wysokościowe, typy, podtypy, grupy, podgrupy, rodzaje oraz odmiany; co przedstawione jest w tabeli 2.

Tabela 2  
Table 2

Typologiczny podział łąk polskich (schemat) wg Grzyba i Prończuka (Grzyb 1996)  
Typological classification of Polish meadows (scheme) according to Grzyb (1996)

Cechy fizjograficzno-siedliskowe; Physiographic and habitat features			Cechy siedliskowe; Habitat features		
strefa wysokościowa w m n.p.m.; altitude zone in m above sea level	typ; type	podtyp; subtype	podgrupa* (rzeźba); subgroup* (sculpture)	grupa; group	rodzaj; type
0-300	niżowe dolinowe; lowland valley			łągi; floodplain	zgrądowiałe; overgrown właściwe; proper rozlewiskowe; floodplains zastoiskowe; stagnant zubożale; impoverished właściwe; proper podmokłe; waterlogged popławne; floating
				grądy; oak-hornbeam forests	grądowiejące; mesophilous undergoin g succession zdegradowane; degraded
				murszowiska (pobagienne); mudflats (post- barsh)	właściwe; proper ługowiejące; alluval undergoing succwssion podtopione; flooded
				bielawy (bagienne); whitish (marsh)	wododziałowe; watershed właściw; proper zalewne; alluval

Tabela 2 (cd.)  
Table 2 (cont.)

Cechy fizjograficzno-siedliskowe; Physiographic and habitat features				Cechy siedliskowe; Habitat features	
strefa wysokościowa w m n.p.m.; altitude zone in m above sea level	typ; type	podtyp; subtype	podgrupa* (rzeźba); subgroup* (sculpture)	grupa; group	rodzaj; type
150-300	niżowe pozadolinowe; lowlands outside valley	stokowe; stock	płaskie, „połogie”, strome; flat, gradual, steep	grądy; oak-hornbeam forests	zubożałe; impoverished właściwe; proper podmokłe (młaki); waterlogged
		wierzychowinowe; montane	płaskie, faliste; flat, wavy	grądy oak-hornbeam forests	zubożałe; impoverished właściwe; proper
300-500 „pogórze” / „foothills”	terenów górzys- tych; mountainous areas	dolinowo-kotlinowe valley-basin	płaskie, faliste; flat, wavy	łęgi; floodplain	zgrądowiałe; overgrown zubożałe; impoverished właściwe; proper podmokłe; waterlogged
				grądy; oak-hornbeam forests	właściwe; proper podmokłe; waterlogged
				murszowiska; mudflats bielawy; whitish	właściwe; proper zubożałe; impoverished
		stokowe; stock	płaskie, „połogie”, strome, spadziste; flat, gradual, steep, sloping	grądy; oak-hornbeam forests	właściwe; proper podmokłe; waterlogged
		wierzychowinowe; montane	płaskie, faliste; flat, wavy	murszowiska; mudflats	zubożałe; impoverished właściwe; proper
500-1000 górskie / mountain				dalszy podział jak w strefie pogórza / further division as in the foothill zone	
>1000 wysokogór- skie / high mountain				dalszy podział jak w strefie pogórza / further division as in the foothill zone	

\* spadki płaskie &lt;5°, „połogie” 5-10°, strome 10-20°, spadziste &gt;20°

\* flat drops &lt;5°, gradual 5-10°, steep 10-20°, sloping &gt;20°

### Klasyfikacja fitosocjologiczna

Fitosocjologiczna klasyfikacja trwałych użytków zielonych, w tym łąk, wykazuje wielogatunkowy i niekiedy bardzo złożony skład botaniczny. Klasyfikacja ta służy do powszechnego stosowania przy wydzieleniu jednostek systematycznych m.in. na łąkach Polski (Jargiełło, 1976a; Szoszkiewicz, 1975, 1977). Głównymi zadaniami fitosocjologii są przede wszystkim badania nad składem gatunkowym zespołów roślinnych, ich wyróżnianiem i opisywaniem. Podstawową jednostką systemu fitosocjologicznego jest zespół roślinny. W odróżnieniu od realnie istniejącego zbiorowiska naturalnego, zespół fitosocjologiczny jest pojęciem abstrakcyjnym. Przedstawia on nieistniejący model roślinności, aczkolwiek jest opisany na przykładzie konkretnych i istniejących płatów (Wysocki i Sikorski, 2009). W Europie w badaniach nad klasyfikacją zespołów roślinności najczęściej przyjmuje się system podziału zaproponowany w latach dwudziestych XX wieku przez Brauna-Blanquetta, uważanego za twórcę szkoły francusko-szwajcarskiej wydzielenia i klasyfikowania zespołów roślinnych (Braun-Blanquet,

1928 i kolejne wznowienia 1951, 1964). Zdaniem Brauna-Blanquetta (1962) gatunki „wiernie” nie muszą występować w dużej ilości, mogą być nawet rzadkie, ale powinny towarzyszyć stale określonej grupie. W fitosocjologii stosowanej gatunek „wierny” to taki, który wykazuje wysoką specyficzność względem określonego zbiorowiska roślinnego, czyli występuje głównie lub wyłącznie w danym typie fitocenozy. Wierność gatunku określa stopień jego powiązania ze zbiorowiskiem, a tym samym jego przydatność jako gatunku diagnostycznego. Im wyższy stopień wierności, tym bardziej dany gatunek jest charakterystyczny dla konkretnej jednostki roślinnej i rzadziej pojawia się w innych fitocenozach (Wysocki i Sikorski, 2009). Fitosocjologiczna klasyfikacja szaty roślinnej wg Brauna-Blanquetta znalazła w Polsce najwięcej zwolenników. W Polsce określenie „fitosocjologia” użył po raz pierwszy Paczoski w 1896 roku (którego zdaniem fitosocjologia jest nauką o współistnieniu roślinności, o ich życiu, rozwoju i rozmieszczeniu (Paczoski, 1925, 1951). Zadaniem stosowania klasyfikacji fitosocjologicznej m.in. w łąkarstwie jest jak najlepsze poznanie

i charakterystyka ekosystemów. Badania fitosocjologiczne łąk służą określaniu składu florystycznego oraz ilościowych i towarzyskich stosunków między gatunkami. Na podstawie wykonanych zdjęć fitosocjologicznych danej łąki można również wyznaczyć kierunki sukcesji roślinnej i sterować nią dla potrzeb rolnictwa (Łyszczarz, 2004). Pierwszym dziełem ujmującym syntetycznie polskie zbiorowiska trawiaste i turzycowe była publikacja Mariana Nowińskiego z 1967 roku. Autor opisał występujące w obrębie niektórych zespołów liczne podzespoły - Interesującą pozycją w zakresie badań fitosocjologicznych polskich łąk jest praca Gryni (1995), w której autorka przedstawiła gatunki charakterystyczne klas z roślinnością łąkową oraz wyodrębniła ważniejsze gospodarczo zespoły roślinne, co przedstawiono w tabeli 3. Do

2001 roku większość polskich fitosocjologów, w tym również łąkarzy, opierała się na podziale syntaksonomicznym szaty roślinnej Polski opracowanym przez Matuszkiewicza (1982). Duży postęp w badaniach krajowej roślinności oraz rozwój syntaksonomi w drugiej połowie XX wieku stworzył potrzebę komplementarności z zasadami Kodeksu Nomenklatury Fitosocjologicznej (Barkman i in., 1995). To z kolei przyczyniło się do opracowania nowego „Przewodnika do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski”, który ukazał się w 2001 roku (Matuszkiewicz, 2001), ze wznowieniem w 2005, 2008, 2011 oraz 2022 roku. Zawiera on pełny wykaz gatunków charakterystycznych, wyróżniających oraz innych wymienionych taksonów.

Tabela 3  
Table 3

Najczęściej występujące fitosocjologiczne jednostki systematyczne zbiorowisk łąkowych i pastwiskowych wg Gryni (1995)  
The most common phytosociological systematic units of meadow and pasture communities according to Grynia (1995)

Klasa; Class	Rząd; Order	Związek; Alliance	Zespół; Association
<i>Phragmitetea</i>	<i>Phragmitetalia</i>	<i>Phragmition</i>	<i>Phragmitetum australis</i> <i>Glycerietum maximae</i> <i>Caricetum acutiformis</i> <i>Caricetum paniculatea</i> <i>Caricetum rostratae</i>
		<i>Magnocaricion</i>	<i>Caricetum elatae</i> <i>Caricetum pseudocyperi</i> <i>Caricetum gracilis</i> <i>Caricetum vulpinae</i> <i>Glycerietum plicatae</i>
		<i>Sparganio-Glycerion fluitantis</i>	<i>Sparganio-Glycerietum fluitantis</i>
<i>Molinio-Arrhenetheretea</i>	<i>Molinietalia</i>	<i>Molinion</i>	<i>Molinietum caeruleae medioeuropaeum</i> <i>Junco-Molinietum</i> <i>Cirsio-Polygonetum</i> <i>Junco-Cynosuretum</i>
		<i>Calthion</i>	<i>Scirpetum silvatici</i> <i>Deschampsietum caespitosae</i> <i>Holcetum lanati</i> <i>Arrhenatheretum eliatoris medioeuropaeum</i>
		<i>Arrhenatherion eliatoris</i>	<i>Alopecuretum pratensis</i> <i>Gladiolo-Agrostidetum</i> <i>Trisetum flavescens</i> <i>Lolio-Cynosuretum</i> <i>Festuco-Cynosuretum</i>
		<i>Polygono-Trisetion</i>	<i>Hieracio-Nardetum</i> <i>Carici-Nardetum</i> <i>Leontodono-Nardetum</i> <i>Polygalo-Nardetum</i> <i>Nardo-Juncetum</i> <i>Calluno-Nardetum</i>
<i>Nardo-Callunetea</i>	<i>Nardetalia</i>	<i>Eu-Nardion</i>	<i>Caricetum Davallianae</i>
		<i>Nardo-Galion saxatilis</i>	<i>Carici canescentis-Agrostidetum caninae</i> <i>Lolio-Plantaginetum maioris</i> <i>Agropyron-Rumicon crispi</i> <i>Rumici-Alopecuretum</i> <i>Rorippo-Agrostietum</i> <i>Potentillo-Festucetum arundinaceae</i>
<i>Scheuchzeno-Caricetea fuscae</i>	<i>Scheuchzerietalia palustris</i> <i>Caricetalia fuscae</i>	<i>Caricion lasiocarpae</i> <i>Caricion canescentis fuscae</i>	
<i>Plantaginetea maioris</i>	<i>Plantaginetalia maioris</i>	<i>Polygonion avicularis</i>	
<i>Festuco-Bromeatea</i>	<i>Brometalia erecti</i>	<i>Festuco-Stipion</i>	
	<i>Festucetalia valesiacae</i>		
<i>Sedo-Scleranthetea</i>	<i>Corynephorretalia canescentis</i>	<i>Corynephorion canescentis</i> <i>Armerion elongatae</i>	<i>Spergulo vernalis-Corynephorretum</i> <i>Corynephoro-Silenetum tataricae</i> <i>Diantho-Armerietum=Armero-Festucetum</i> <i>Festuco psammophilae-Koelerietum glaucae</i>
	<i>Festuco-Sedetalia</i>	<i>Koelerion glaucae</i>	

## Synteza podziałów typologicznego i fitosocjologicznego

W praktyce podział typologiczny i fitosocjologiczny powinny współistnieć w celu wykorzystania, zebranych różnymi metodami danych do syntetycznych opracowań warunków siedliskowych oraz szaty roślinnej. Synteza obu podziałów została przedstawiona przez Grzyba i Prończuka (1995). Należy jednak nadmienić, że typologiczny podział użytków zielonych nie ma jednoznacznego odnie-

sienia do klasyfikacji fitosocjologicznej (Wysocki i Sikorski, 2009; Łyszczarz, 2004), ponieważ fitosocjologiczny system zbiorowisk roślinnych jest oparty na podstawie florystycznej. Natomiast podział typologiczny łąk oparty jest na właściwościach siedliska (Pawłowski i in., 1962). W typologii łąkarskiej jednostki fitosocjologiczne przedstawia się często w postaci wyższych syntaksonów, tj. na poziomie klasy, rzędu, związku; co przedstawia tabela 4.

Tabela 4  
Table 4

Podział typologiczny łąk a przynależność fitosocjologiczna zbiorowisk roślinnych  
(Grzyb, 1996; Kucharski, 1996; Rogalski i in., 2004) – opracowanie (Wysocki i Sikorski, 2009)  
Typological classification of meadows and their phytosociological affiliation of plant communities  
(Grzyb, 1996; Kucharski, 1996; Rogalski et al., 2004) – study by Wysocki and Sikorski (2009)

Podział typologiczny; Typological division		Podział fitosocjologiczny; Phytosociological division	
grupy typologiczne; typological groups	rodzaje; types	klasy, rzędy; class, order	związki; alliance
Łąki łąkowe (łąki); oak-hornbeam meadows	łąki zubożałe; impoverished oak-hornbeam forests	<i>Koelerio-Corynephoretea</i> <i>Nardo-Callunetea</i> <i>Festuco-Brometea</i>	<i>Vicio-Potentillion argentearum</i> <i>Nardo-Galium saxatilis</i> <i>Cirsio-Brachypodium</i>
	łąki właściwe; proper oak-hornbeam forests	<i>Arrhenatheretalia</i>	<i>Arrhenatherion</i> <i>Cynosurion</i>
	łąki popławne; floating oak-hornbeam forests	<i>Arrhenatheretalia</i>	<i>Arrhenatherion</i> <i>Cynosurion</i>
	łąki połęgowe; after floodplain oak-hornbeam forests łąki podmokłe; waterlogged oak-hornbeam forests	<i>Molinietalia</i>	<i>Alopecurion pratensis</i> <i>Calthion</i> <i>Molinion caeruleae</i>
Łąki zalewne (łąki); floodplain (floodplain)	łąki właściwe; proper floodplain	<i>Molinietalia</i> <i>Phragmitetea</i>	<i>Calthion</i> <i>Magnocaricion</i>
	łąki rozlewiskowe; backwater floodplain	<i>Phragmitetea</i>	<i>Phragmition</i> <i>Magnocaricion</i>
	łąki zastoiskowe; stagnant floodplain	<i>Molinio-Arrhenatheretea</i> <i>Phragmitetea</i>	<i>Agryporo-Rumicion crispum</i>
Łąki bagienne (bielawy); Marsh meadows (whitish)	bielawy zalewne; flooded whitish		<i>Caricion fuscae</i> <i>Magnocaricion</i>
	bielawy podtapiane; submerged whitish bielawy właściwe; proper whitish	<i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i>	<i>Caricion davallianae</i> <i>Caricion lasiocarpae</i>
Łąki pobagienne (mursze); Post-marsh meadows (muck meadows)		<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	<i>Alopecurion pratensis</i> <i>Arrhenatherion elatioris</i>

## Metody badań oceny składu roślinnego łąk

Metody oceny składu roślinnego łąk i pastwisk można podzielić na dwie główne grupy:

- 1) Metody botaniczno-szacunkowe i botaniczno-pomiarowe – opierają się na szacowaniu pokrycia powierzchni użytków zielonych przez poszczególne gatunki roślin lub analizie struktury zespołu roślinnego. Do najważniejszych metod należą:
  - Metoda Hult-Sernandera (1912) – szacowanie pokrycia w skali pięciostopniowej.
  - Metoda Brauna-Blanquetta (1951) – analiza struktury zespołu roślinnego w skali siedmiostopniowej.
  - Metoda Klappa (1962) – szacowanie pokrycia w skali jedenastostopniowej.
- 2) Metody analiz botaniczno-wagowych – pozwalają na określenie udziału poszczególnych

gatunków roślin w jednostce masy plonu siana lub zielonki. Wśród nich wyróżnia się:

- Metodę Steblera-Schötera (1892).
- Metodę kwadratów stałych Clementsa (1905) oraz Webera (1909).
- Metodę punktową Levy'ego (1933), zmodyfikowaną przez Dzieżyca (1954).

Analiza botaniczno-wagowa umożliwia precyzyjne określenie udziału poszczególnych gatunków roślin na łąkach i pastwiskach. Choć jest czasochłonna i kosztowna, zapewnia najdokładniejsze wyniki spośród metod oceny składu florystycznego. Jest niezastąpiona w precyzyjnych badaniach nad trwałością gatunków i odmian traw stosowanych w mieszankach oraz niezbędna przy ocenie wartości pokarmowej paszy. Z kolei metoda szacunkowa jest szybsza, lecz mniej precyzyjna. Może być wykorzystywana do monitorowania zmian w grupach roślin zachodzących w zbiorowiskach łąkowych pod wpływem czynników siedlisko-

wych. Jest szczególnie przydatna w badaniach terenowych obejmujących duże obszary (Filipek, 1970). Kownacka (1961) sugeruje, że metody wagowe, mimo że czasochłonne, mogą dostarczyć dokładniejszych danych na temat struktury roślinności łąkowej w porównaniu do mniej skomplikowanych metod szacunkowych. W pracy tej analizowano również korelacje między wynikami uzyskanymi za pomocą różnych metod, co pozwoliło ocenić, w jakim stopniu metoda wagowa jest bardziej miarodajna. Kulik (2010) omawia wykorzystanie metod botaniczno-wagowych do oceny efektywności regeneracji runi łąkowej. W badaniach tych porównywano różne metody analizy florystycznej, w tym metodę wagową jako bardziej szczegółową alternatywę dla klasycznych metod szacunkowych, które mogą nie oddać w pełni zmian w składzie florystycznym runi. Dębska-Kalinowska (2005) wskazuje, iż metoda szacunkowa jest szybsza i mniej kosztowna, to jednak metoda wagowa daje bardziej precyzyjny obraz składu florystycznego i lepiej uwzględnia zmiany w dominacji poszczególnych gatunków roślinnych w runi łąkowej.

Dodatkowym zagadnieniem w analizach botaniczno-wagowych jest ocena ilościowa i jakościowa plonów z łąk i pastwisk. Pozwala ona na rejestrowanie skutków zabiegów agrotechnicznych, co ma kluczowe znaczenie gospodarcze.

Metody ilościowej oceny plonowania:

- Metoda poletek próbnych Stählina i Bommera (1963).
- Metoda płytkowa, zmodyfikowana przez Kreuza i Arnolda (1966) oraz Kostucha (1975).

Metody jakościowej oceny runi łąk i pastwisk:

- Dziesięciostopniowa skala wartości pastwiskowej roślin łąkowo-pastwiskowych według Klappa (1962, 1965, 1971).
- Czternastostopniowa klasyfikacja roślin łąkowo-pastwiskowych według Filipka (1973).
- Metoda oceny użytków zielonych według Šostarič-Pisačič i Kovačoviča (1974).

Podział metod badań składu roślinnego łąk pozwala na dobór odpowiednich technik w zależności od celu badań – czy jest nim szybka ocena pokrycia, szczegółowa analiza struktury roślinności, czy precyzyjna ocena ilościowa i jakościowa plonowania.

### Metody botaniczno-szacunkowe

Metody botaniczno-szacunkowe polegają na subiektywnej ocenie stopnia pokrycia danych gatunków w runi wg określonej skali i klucza, oraz następnie zaklasyfikowanie badanego zbiorowiska do możliwie jak najniższej jednostki syntaksnonomicznej. Określenie stopnia pokrycia szacowane jest „na oko” w miejscu fitocenozy. Dla uchwycenia liczebności poszczególnych gatunków w zbiorowisku każdy autor swojej metody wprowadził własną skalę stopniowania. Zestawienie wybranych skal szacowania pokrycia roślinnego przedstawia tabela 5.

Skala Hulta-Sernandera (1912) przy wartościach 1 oraz 5 jest znacznie mniej dokładna w porównaniu, ze skalą Brauna-Blanquetta (1951), natomiast wartości 2 i 3 są zbyt silnie zróżnicowane i w terenie często z trudem dają się wyodrębnić. Mimo większej trudności w szacun-

**Tabela 5**  
**Table 5**

**Zestawienie skal wybranych metod botaniczno-szacunkowych**  
**Comparison of selected botanical-estimation method scales**

		Skala; Scale	
Hult-Sernander (1912)		Braun-Blanquet (1951)	
1	– pokrywa mniej niż 6,25% powierzchni; – covers less than 6.25% of the area	r	– rzadkie; – rare
		+	– nieliczne; – few
		1	– dość liczne, poniżej 5%; – quite numerous, less than 5%
		2	– licznie pokrywa 5%-25% powierzchni; – covers 5%-25% of the area in large numbers
		3	– pokrywa 25%-50% powierzchni; – covers 25%-50% of the area
2	– pokrywa 6,25%-12,5% powierzchni; – covers 6.25%-12.5% of the area	4	– pokrywa 50%-75% powierzchni; – covers 50%-75% of the area
		5	– pokrywa ponad 75% powierzchni; – covers over 75% of the area
3	– pokrywa 12,5%-25% powierzchni; – covers 12.5%-25% of the area	6	– pokrywa ponad 75% powierzchni; – covers over 75% of the area
		7	– pokrywa ponad 75% powierzchni; – covers over 75% of the area
4	– pokrywa 25%-50%; – Cover 25%-50%	8	– pokrywa ponad 75% powierzchni; – covers over 75% of the area
		9	– pokrywa ponad 75% powierzchni; – covers over 75% of the area
5	– pokrywa ponad 50% powierzchni; – covers more than 50% of the area	10	– pokrywa ponad 75% powierzchni; – covers over 75% of the area
		10	– pokrywa ponad 75% powierzchni; – covers over 75% of the area

Źródło / Source: (Ralski i in., 1957; Fukarek, 1967) – opracowanie własne / own work

kach pokrycia zbiorowiska przez gatunki względem skali Brauna-Blanquetta (1951), metoda Hulta-Sernandera (1912) jest szeroko stosowana w krajach północnoeuropejskich (Fukarek, 1967). Z podobną trudnością wyceny stopni niższych spotkała się metoda Klappa (1962). Wyznaczenie stopni 4, 5 i 6 jest za mało zróżnicowane i wymagało przeliczenia z ilości poszczególnych gatunków na procenty pokrycia powierzchni.

Metoda Brauna-Blanquetta (1951) okazała się prosta oraz dostatecznie dokładna dla fitosocjologów, m.in. ze względu na możliwość międzynarodowego porównywania wyników. Obecny stan badań fitosocjologicznych wg metody Brauna-Blanquetta (1951) prowadzony w zbiorowiskach trawiastych Polski, jest obszerny, rozbudowany i zależny od regionu kraju, w którym ma „swoich” badaczy. Wśród badaczy o dużych osiągnięciach z zakresu polskiej fitosocjologii łąkarskiej Trąba (2009) wyróżnia m.in.: Fijałkowskiego i Chojniczkę-Fijałkowską (1990), Mosek i Miazgę (2006), Baryłę i Urban (2002), Kucharczyka (1996), Trąbę (1994), Wyłupek (1999), Brzeg (1991), Grynię (1996), Grzelak (2004), Kryszak (2001), Ratyńską (2001) oraz Stachowicza (1998). Przez lata publikowali oni opracowania szaty roślinnej Lubelszczyzny oraz Wielkopolski. Wśród istotnych osiągnięć polskiej fitosocjologii łąkarskiej wyróżniają się m.in. badania nad klasyfikacją zbiorowisk roślinnych użytków zielonych, oceną wpływu użytkowania i zmian siedliskowych na różnorodność gatunkową oraz analizą dynamiki sukcesji roślinności. Istotne wyniki dotyczą również opracowania wskaźników ekologicznych dla fitocenoz łąkowych oraz charakterystyki roli gatunków diagnostycznych w monitoringu ekosystemów trawiastych. Badania te przyczyniły się do pogłębienia wiedzy o strukturze i funkcjonowaniu zbiorowisk łąkowych w Polsce oraz ich znaczeniu w ochronie bioróżnorodności. Obecnie badania fitosocjologiczne na użytkach zielonych prowadzą m.in. następujący badacze (Warda i Kowalski, 2014; Dajdok i Wuczyński, 2018; Wójcik-Gront i Stypiński, 2019; Szymura i Szymura, 2020; Kącki 2021). Małą cegiełką do osiągnięć badań fitosocjologicznych zbiorowisk łąkowych wg szkoły Brauna-Blanquetta (1951) dołożyła praca inżynierska autorki niniejszego artykułu, wykonana w 2021 r. na terenie „Bagna Bubnów” w Poleskim Parku Narodowym w województwie lubelskim. Celem pracy był opis roślinności łąk występujących na obszarze „Bagna Bubnów” w Poleskim Parku Narodowym. W ramach pracy były wykonane spisy florystyczne metodą Braun-Blanquetta oraz zostały pobrane próby glebowe. Wykonane badania pozwoliły określić fizjonomię zbiorowisk oraz ich strukturę gatunkową i syntaksonomiczną. W charakterystyce zbiorowisk zostały również uwzględnione wybrane wskaźniki różnorodności gatunkowej oraz struktura form życiowych wg

Raunkiaera. Zostały również opisane warunki siedliskowe, w których występowały badane zbiorowiska (Skowron, 2022).

### Metody botaniczno-wagowe

Metody botaniczno-wagowe mają zastosowanie w określaniu ilości biomasy zielonej oraz siana. Z tego względu są one istotne dla gospodarki łąkowo-pastwiskowej prowadzonej przez człowieka. Wykonanie analizy botaniczno-wagowej przeprowadza się na podstawie średnich prób, pobranych zazwyczaj w czasie koszenia łąki. W tym celu zbiera się próby o masie około 1-2 kg z każdego pokosu. Analizę botaniczną przeprowadza się zazwyczaj na świeżej masie roślin, aby łatwiej oddzielić poszczególne gatunki (Ralski i in., 1957).

Metoda Steblera-Schrötera (1892) polega na wyborze miejsca o runi charakterystycznej dla całego obszaru i wydzieleniu kwadratu o powierzchni około 1000 cm<sup>2</sup>. Następnie należy spisać wszystkie gatunki roślin tam występujące. Kolejnym etapem jest ścięcie, suszenie i segregacja na gatunki, pobranej biomasy runi. Posortowane gatunki waży się, a otrzymane wyniki przelicza na procenty, określając udział wagowy poszczególnych gatunków w runi dla danego obszaru. Omówiona metoda nie została powszechnie przyjęta ze względu na konieczność rozpoznania gatunków roślin w stanie zarówno kwiatowym jak i bezkwiatowym (Moraczewski, 1986). W Polsce metoda Steblera-Schrötera została zaadaptowana i zmodyfikowana przez naukowców związanych z Polską Akademią Nauk, aby dostosować ją do specyficznych warunków siedliskowych oraz potrzeb badawczych. Modyfikacje te obejmowały optymalizację wielkości pobieranych próbek (Filipek, 1970). Dodatkowo Kownacka (1961) podjęła próbę ustalenia korelacji między wynikami analizy punktowej a botaniczno-wagowej, co miało na celu ocenę efektywności i dokładności obu metod w różnych warunkach siedliskowych.

Metoda kwadratów stałych, wprowadzona przez Clementsa (1905) polega na zaznaczeniu (palikowaniu) powierzchni 1 m<sup>2</sup> lub większej na danym użytku zielonym i obserwowanie występującej na nim roślinności przez kilka lat. W ten sposób możliwa jest obserwacja zmienności zespołu roślinnego i nasilenia poszczególnych gatunków w ciągu określonego czasu (Dzieżyc, 1954).

Metoda kwadratów Webera (1909) polega na wylczeniu procentowego pokrycia powierzchni gleby przez poszczególne gatunki runi z wykorzystaniem drewnianej lub metalowej kwadratowej ramy o boku 50 cm (25 dm<sup>2</sup>), dodatkowo podzielonej na 25 mniejszych kwadratów, każdy o boku 10 cm (1 dm<sup>2</sup>). Tak samo jak w metodzie Steblera-Schrötera (1892), należy wybrać charakterystyczne miejsce w runi, jak najbardziej zbliżone do całości badanego obszaru. Po wyznaczeniu takiego miej-



sca, obecne w kwadratach rośliny wycenia się w odniesieniu do całej powierzchni, gdzie obszar 1 dm<sup>2</sup> stanowi 4% udziału. Po kilkakrotnym powtórzeniu pomiarów wylicza się średni wynik z wykonanych pomiarów. Opracowana przez Webera metoda daje wierne wyniki, szczególnie przy niskiej runi i wyrównanym rozmieszczeniu w przestrzeni. Natomiast przy wysokiej runi o kępowym sposobie rozrastania się pędów, Weber świadomy niedoskonałości wypracowanej przez siebie metody, zalecił uwzględnianie roślinności również poza kwadratami, szacując je w 10-stopniowej skali (Dzieżyca, 1954).

Inny sposób oceny zbiorowisk roślinnych łąk i pastwisk zaproponował Levy (1933). Do wykonania badań wg tej metody potrzebny jest specjalny aparat do prowadzenia pomiarów. U podstaw tej metody leży założenie, iż każde dotknięcie końcem druta rośliny lub gleby można uważać za jednostkę powierzchniową. Aparat składa się z szeregu prętów jednakowo od siebie oddalonych i umieszczonych w jednej płaszczyźnie pod kątem 45 stopni do powierzchni łąki lub pastwiska. Pomiar przeprowadza się poprzez opuszczanie prętów (które na swojej drodze natrafiają na jedną lub kilka roślin, tego samego lub różnych gatunków) następnie rejestracji każdego gatunku lub różnych gatunków. Wielokrotne dokonanie pomiaru przez aparat w różnych miejscach zbiorowiska daje szereg wyników dotyczących stosunków ilościowych panujących w runi. Opracowana metoda, mimo

otrzymania wyniku wiernego szacowania runi, jest pracochłonna i mozolna. Dodatkowo wymaga zastosowania wzoru w celu uzyskania danych liczbowych (Dzieżyca, 1954). Wzór określający procentowy udział poszczególnych gatunków w runi (*D*) zamieszczono poniżej (Kryszak, 1995).

$$D = \frac{C \times 100}{e}$$

Dzieżyca (1954) badając tą metodą użytki zielone wprowadził do metody opracowanej przez Levy'ego (1933) pewne uproszczenia, stosując rozwiązania na wzór zastosowanej ówczesznie w Czechowicach (obecnie Czechowicach-Dziedzicach). W tym celu przyjął ostrze każdego pręta za jeden punkt i przy jednorazowym postawieniu aparatu o dziesięciu prętach otrzymywał dziesięć punktów, przypisanych do wyróżnionych w pomiarze grup roślin. Dziesięciokrotne powtórzenie pomiaru dało sto punktów, a liczbę punktów przypadającą na poszczególne grupy roślin można wyrazić w procentach. Przykład zawierający wyniki z 10 postawień aparatu wg uproszczonej metody Dzieżyca (1954) przedstawiono w tabeli 6. Następnie, aby obliczyć procentowy udział poszczególnych gatunków w runi, sumę wszystkich dotknięć danego gatunku, mnoży się przez 100, a następnie dzieli przez sumę wszystkich dotknięć dotyczących wszystkich gatunków (Grynia, 1995).

Tabela 6  
Table 6

Zestawienie wyników 10 postawień aparatu wg modyfikacji Dzieżyca (1954)  
Summary of results from 10 apparatus placements according to Dzieżyca's (1954) modification

Wyróżnione grupy lub gatunki roślin; Featured groups or species of plants	Ilość punktów uzyskana przy postawieniu aparatu; Number of points obtained when placing the camera										Pokrycie w %; Coverage in %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Mniszek lekarski; Dandelion	2	3	2	4	3	3	4	4	3	5	33
Krwawnik pospolity; Common Yarrow	1	2	1	1	2	2	1	2	-	1	13
Inne dwuliścienne; Other dicotyledons	-	1	2	1	1	-	1	-	1	-	7
Trawy; Grasses	6	4	4	4	4	5	3	4	5	4	43
Puste miejsca; Empty spaces	1	-	1	-	-	-	1	-	1	-	4
Razem; Total	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100%

### Ocena wartości użytkowej łąk i pastwisk

W praktyce łąkarskiej, na przestrzeni lat, zaszła potrzeba określenia jakości i ilości plonu. Poniżej omówione zostały wybrane systemy klasyfikacji wartości użytkowej runi łąkowej lub pastwiskowej.

Metoda poletek próbnych Stählina i Bommera (1963) jest jedną z najbardziej uniwersalnych. Do poprawnego scharakteryzowania wielkości plonów wg tej metody, do pobrania próbek należy użyć kwadratowych ram o bokach od 0,5 m do

1 m. Należy ustalić plonowanie na poletkach o powierzchni 10-15 m<sup>2</sup> w sześciu powtórzeniach lub 20-25 m<sup>2</sup> w czterech powtórzeniach, na powierzchni 1ha. Próbkę rozdziela się na poszczególne gatunki (analiza szczegółowa) lub grupy roślin (analiza frakcyjna). Następnie oblicza się udział w % wagowych w stosunku do całej próbki. Opracowana metoda, mimo uzyskania wiernych wyników jest kłopotliwa w zastosowaniu przez duże nakłady pracy, jednakże jest stosowana w badaniach nad produktywnością użytków zielonych

(Oomes i Mooi, 1981; Bakker, 1989; Pötsch i in., 2004).

Metoda oznaczania wielkości plonów runi pastwiskowej wg Kreuza i Arnolda (1966), mimo znacznie prostszego sposobu pomiaru w porównaniu z metodą Stählina i Bommera (1963), nie nadawała się do szacowania plonów łąk. Modyfikację opracowanej metody zaproponował Kostuch w 1975 r. Oryginalna metoda Kreuza i Arnolda (1966) polegała na uproszczonym pomiarze plonów runi pastwiskowej, co miało na celu ułatwienie i przyspieszenie procesu oceny wydajności pastwisk. Jednakże, jej zastosowanie w przypadku łąk napotkało na trudności związane z różnorodnością składu florystycznego oraz zmiennością warunków siedliskowych, co wpłynęło na precyzję i wiarygodność uzyskiwanych wyników. W odpowiedzi na te wyzwania, Kostuch w 1975 roku wprowadził modyfikację metody, uwzględniającą specyfikę użytków zielonych. Modyfikacja polegała na określaniu wysokości runi pastwiskowej przed i po wypasie oraz procentowej ocenie zadarnienia pastwiska. Docelowo pomiar wysokości runi przeprowadzano w losowo wybranych miejscach co 1 cm na długości 1 m, jednocześnie oceniając stopień zadarnienia. Następnie wydajność pastwiska oblicza się według wzoru (Kostuch, 1975):

$$Pzm = (Wpw - Wpw_1) \times Z \times 0,6$$

gdzie:  $Pzm$  – plon zielonej masy (t/ha);  $WpW$  – średnia wysokość runi przed wypasem (cm);  $Wpw_1$  – średnia wysokość runi po wypasie;  $Z$  – zadarnienie (%); 0,6 – stała wartość, przyjmowana na podstawie założenia, iż z 1 ha przy 100% zadarnieniu uzyskuje się około 6 t zielonej masy.

Modyfikacja Kostucha (1975) pozwoliła na bardziej precyzyjne oszacowanie plonów łąk, uwzględniając zarówno strukturę runi, jak i stopień pokrycia gleby roślinnością, co jest kluczowe dla dokładnej oceny wydajności użytków zielonych. Obecnie zmodyfikowana metoda jest często stosowana przy pracach inwentaryzacyjnych (Twardy, 1995; Kostuch i Twardy, 2004; Twardy i Kopacz, 2015).

W praktyce łąkarskiej zachodzi często potrzeba określenia jakości plonu, tzw. wartości użytkowej. Jakościową ocenę łąk i pastwisk przeprowadza się, badając ukształtowane na nich zbiorowiska roślinne, które są odbiciem panujących warunków ekologicznych i sposobu użytkowania (Falkowski i in., 1983).

Klapp (1962, 1965, 1971) w swej metodzie uwzględniał wartość pastewną wszystkich gatunków, występujących w liczących się ilościach na łąkach i pastwiskach. Wycenę przeprowadza się na powierzchni  $5 \times 5 \text{ m} = 25 \text{ m}^2$ , spisując wszystkie gatunki wg kolejności: trawy, bobowate i inne.

Klapp oparł swoją metodę na 10 stopniowej skali, wydzielając trzy podstawowe grupy: gatunki wyraźnie szkodliwe dla zwierząt (trujące), określając je cyfrą „-1”, gatunki całkowicie bezwartościowe – „0” oraz gatunki pozostałe o różnej wartości pastewnej – „od 1 do 8”, przy czym cyfrą „8” oznacza gatunki pełnowartościowe (Klapp, 1971).

Najbardziej rozległą skalę oceny wartości paszowej zaproponował Filipek (1973). Za wskaźnik wartości poszczególnych gatunków autor przyjął „liczbę wartości użytkowej” ( $L_{wu}$ ). Rośliny bardzo dobre oznacza się liczbami „10-9”; dobre „8-7”; średnie „6-4”; rośliny o małej wartości użytkowej „3-1”; gatunki bezwartościowe „0”; natomiast rośliny trujące oznacza się „od -1 do -3”. Czterna-stopniowy system klasyfikacji roślin łąkowo-pastwiskowych wg Filipka (1973), uwzględnia określenie wartości paszowej i plenności roślin łąkowych jednocześnie. Dodatkowo autor metody przewiduje zmniejszenie liczby przyznawanej liczby wartości w stosunku do niektórych roślin. W ramach swojej pracy magisterskiej wykonałam analizę botaniczno-wagową runi z określeniem wartości użytkowej wg Filipka (1973). Masa roślinna została pobrana z certyfikowanego użytku zielonego w Miedniewicach, za pomocą ramy Webera. Następnie posegregowana na poszczególne gatunki, wysuszona i zważona, co przedstawia rysunek 1. Metoda oceny wartości paszowej opracowana przez Filipka w 1973 roku jest najczęściej stosowana. Popularność tej metody wynika z kilku kluczowych czynników. Po pierwsze, metoda ta została dostosowana do specyfiki polskich warunków agroklimatycznych i rodzajów pasz dostępnych w kraju, co czyni ją szczególnie przydatną w lokalnych badaniach. Po drugie, jej zastosowanie pozwala na uzyskanie wyników porównywalnych z wcześniejszymi badaniami, co jest istotne dla monitorowania zmian w wartości pasz na przestrzeni lat. Dodatkowo, metoda ta jest zgodna z oficjalnymi standardami i normami stosowanymi w Polsce, co ułatwia jej implementację w praktyce laboratoryjnej (Filipek, 1959; Szymańska 2000; Korol i in., 2014).

Metoda opracowana w Jugosławii przez Šostariča-Pisačića i Kovačoviča (1974) zakłada, iż idealny skład botaniczny wynosi 100, a mnożąc go przez przypisane poszczególnym grupom roślin współczynniki uzyskamy w procentach wagowych udział poszczególnych gatunków w runi. Opracowana metoda dzieli roślinność na dziewięć klas, o określonych współczynnikach jakości. Roślinność znakomitą ( $zn$ ) określono współczynnikiem 1,0; bardzo dobrą ( $bd$ ) – 0,8; dobrą ( $db$ ) – 0,6; umiarkowaną ( $um$ ) – 0,4; ubogą ( $ub$ ) 0,2; bezwartościową ( $bw$ ) – 0, depresyjną ( $dp$ ) – „-0,2”; szkodliwą ( $sk$ ) – „od -1 do -2”; bardzo szkodliwą ( $bs$ ) od „-2,5 do -4”



Rys. 1. Ocena składu gatunkowego runi metodą botaniczną wagową) runi przeznaczona do ścięcia, b) próby zebrane z polełka i przetransportowane do laboratorium, c) próby po segregacji gatunkowej d) próba przygotowana do wysuszenia (Fot. G. Skowron)

Fig. 1. Evaluation of the species composition of the sward using the botanical weight method a) sward intended for cutting, b) samples collected from the plot and transported to the laboratory, c) samples after species segregation d) sample prepared for drying (Phot. G. Skowron)

### Metody wskaźnikowe oceny składu roślinnego łąk

W ocenie plonów runi oraz jej jakości stosuje się również metody wskaźnikowe. Do opracowanych metod należą m.in.: metoda Ramińskiego (1950), metoda de Vriesa (1959), metoda Ellenberga (1952) w modyfikacji Zarzyckiego (2002), metoda Oświta (liczby wilgotnościowe) (2000), a także ocena bioróżnorodności za pomocą współczynnika bioróżnorodności indeksu Shannon-Wienera (Shannon- Wiener, 1949). Wśród polskich autorów prac naukowych stosujących metody wskaźnikowe w badaniach łąkarskich w ciągu ostatnich lat należą m.in. Zarzycki i Misztal (2015); Kitzczak i Jankowski (2018); Murawski i wsp. (2017), Janicka i wsp. (2016).

Metoda Ramińskiego, opracowana w 1950 roku, jest oparta na ilościowym określeniu pokrycia roślinności w różnych stadiach rozwoju. Autor metody wprowadził klasyfikację roślin na podsta-

wie ich cech morfologicznych i fenologicznych, co pozwalało na określenie kondycji runi. Kluczowym elementem tej metody jest obserwacja częstotliwości występowania gatunków roślinnych oraz ich pokrycia w obrębie badanego terenu. Metoda ta umożliwia również ocenę zmian w jakości runi w zależności od sezonu wegetacyjnego oraz wpływu różnych czynników środowiskowych (Ramiński, 1950).

Metoda de Vriesa, opracowana przez holenderskiego badacza w 1959 roku, jest techniką oceny produktywności runi na podstawie analizy biomasy roślinnej. Podstawą tej metody jest pomiar wysokości roślinności oraz ilości suchej masy w różnych strefach runi. Zmierzone wartości służą do obliczenia wskaźników związanych z efektywnością wykorzystania zasobów, takich jak tempo wzrostu roślin, czas trwania okresu wegetacyjnego oraz wydajność plonów w odniesieniu do różnorodnych warunków środowiskowych. Metoda

de Vriesa jest szczególnie cenna w badaniach nad produktywnością pastwisk oraz łąk, ponieważ umożliwia dokładną ocenę dynamiki wzrostu roślin w czasie (de Vries, 1959).

Metoda Ellenberga (1952), wprowadzona przez niemieckiego ekologa, jest szeroko stosowaną metodą oceny jakości roślinności na podstawie wskaźników ekologicznych poszczególnych gatunków roślin. Autor metody podzielił rośliny łąkowe na 5 grup użytkowych; *A* – dobre rośliny pastewne, *B* – rośliny o średniej wartości pokarmowej, *C* – rośliny o niskiej wartości pokarmowej, *D* – rośliny trujące, *E* – rośliny niskie, pomijane przy spasanii i koszeniu. Każdej z tych grup roślin Ellenberg przydzielił odpowiedni mnożnik i podał wzór na obliczanie wartości pokarmowej siana lub zielonki – ( $W_p$ ), postaci (Ellenberg, 1952):

$$W_p = A\% + \frac{1}{2}B\% + \frac{1}{4}C\% + 2D\%$$

W Polsce modyfikację tej metody wprowadził Zarzycki i jego współpracownicy w 2002 r., adaptując ją do warunków polskich. W tej metodzie kluczową rolę odgrywa przypisanie każdemu gatunkowi roślinnemu określonych wskaźników ekologicznych, takich jak preferencje w zakresie wilgotności, zasobności gleby w składniki odżywcze oraz wymagania dotyczące nasłonecznienia. Metoda ta pozwala na kompleksową ocenę środowiska glebowego oraz warunków klimatycznych, w jakich występuje dana roślinność, co ma kluczowe znaczenie w zarządzaniu łąkami i pastwiskami.

Metoda liczb wilgotnościowych Oświta (2000), polegająca na obliczaniu liczb wilgotnościowych, jest techniką służącą do oceny jakości runi na podstawie jej zdolności do magazynowania wody. Celem opracowanej metody jest pomiar zawartości wody w roślinach oraz analiza tego parametru w kontekście całej łąki lub pastwiska. Zawartość wilgoci w roślinach wpływa na ich wartość paszową oraz na ich odporność na warunki suszy. Metoda ta jest szczególnie użyteczna w badaniach nad plonowaniem w rejonach o zmiennej wilgotności.

Ocena bioróżnorodności stanowi kluczowy element w badaniach nad jakością ekosystemów łąkowych i pastwiskowych. Wskaźnik  $H'$  (Shannon-Wiener Index) jest jednym ze stosowanych narzędzi w ekologii do określenia różnorodności gatunkowej w danym ekosystemie (Shannon i Wiener, 1949; Magurran, 2004). Indeks ten mierzy zarówno liczebność, jak i równomierność rozmieszczenia poszczególnych gatunków w badanej populacji. Wyższa wartość indeksu  $H'$  oznacza większą bioróżnorodność. Zastosowanie tego wskaźnika pozwala na ocenę wpływu m.in. intensywności użytkowania terenu na strukturę ekologiczną roślinności.

## Nowoczesne metody oceny składu roślinnego łąk

Współcześnie ocenę jakościową runi łąkowo pastwiskowej można przeprowadzić przy pomocy m.in.: mierników płytowych (herbometrów), technologii satelitarnych (w tym wykorzystaniu dronów). Mierniki płytowe to urządzenia stosowane w rolnictwie do oceny struktury runi łąkowej oraz określania wysokości i biomasy roślin. Metoda ta pozwala na szybkie i nieniszczące określenie potencjalnej produkcji paszowej łąk i pastwisk. Jak wykazano w badaniach Stypińskiego (2011), stosowanie herbometru umożliwia precyzyjne oszacowanie ilości biomasy dostępnej dla zwierząt gospodarskich. Satelitarne systemy teledetekcyjne, takie jak dane z programów Sentinel-2 i Landsat, pozwalają na ocenę stanu roślinności na podstawie wskaźników wegetacyjnych (np. NDVI, EVI). Badania Piekarskiego i in. (2020) wykazały, że analizy te mogą służyć do monitorowania wzrostu roślin i przewidywania plonów na dużych obszarach, co ma istotne znaczenie dla precyzyjnego rolnictwa. Bezzałogowe statki powietrzne (UAV) wyposażone w kamery multispektralne umożliwiają dokładną ocenę kondycji roślin i ich składu chemicznego. Jak wskazują badania Kędzierskiego i wsp. (2019), zastosowanie dronów do pomiarów NDVI oraz chlorofilu w roślinach pozwala na szybkie wykrywanie niedoborów składników pokarmowych, co umożliwia optymalizację nawożenia i poprawę jakości plonów. Technologię GIS w badaniach możliwości wykorzystania zdjęć fitysocjologicznych przy opracowywaniu wieloaspektowej waloryzacji terenu wykorzystali także Kłarczyńska i wsp. (2016).

## Dyskusja i podsumowanie

Obecny system klasyfikacji krajowych łąk opracowany przez Polskich badaczy, uwzględnia dynamikę zmian gatunkowych i kierunki sukcesji. Jest to niezwykle istotne ze względu na możliwość uniknięcia degradacji zbiorowiska łąkowego oraz zachowania pożądanych fitocenoz, z często cennymi gatunkami. Podział typologiczny łąk, zakłada, iż czynniki siedliskowe je tworzące ulegają ciągłym zmianom w danym okresie i kierunku. Na podstawie poziomu i ruchu wody gruntowej, dane zbiorowisko roślinne łąki przechodzi z jednej grupy do drugiej (Bury-Zalewska i Prończuk, 1954; Kiełpiński i Nowak, 1954). Uwzględnienie na pierwszym miejscu dynamiki czynników siedliskowych łąk ułatwia badaczom ocenę zbiorowiska, mimo wpływu działalności gospodarczej człowieka tj. wypas, koszenie, nawożenie i poziom użytkowania. Klasyfikacja fitysocjologiczna wg szkoły francusko-szwajcarskiej rozpowszechnionej w polskich pracach badawczych, skupiona jest na obecności gatunków charakterystycznych poszczególnych jednostek syntaksonomicznych. Zarówno Kryszak (2003) jak i Trąba (2009) pod-



kreślają, iż wskazane jest szersze opracowanie systematyki zbiorowisk łąkowych, zawierających aktualnie występujące w Polsce zespoły i zbiorowiska łąkowe nie tylko pod względem florystycznym, ale też syntaksonomicznym. Obecnie od czasów publikacji Nowińskiego (1967) brakuje opracowania ujmującego klasyfikacje zbiorowisk roślinnych kompleksowo (Trąba, 2009). Podziały typologiczny i fitosocjologiczny, mimo wzajemnych zależności, nie posiadają jednoznacznych odpowiedników. Może to powodować niespójność w metodach charakteryzacji zbiorowisk, a także wydłużać i komplikować interpretację zebranych danych. Dlatego konieczne jest publikowanie prac ujmujących zbiorowiska łąkowe pod kątem wieloaspektowym.

Ustalenie składu botanicznego runi jest niezbędne w badaniach fitosocjologicznych, mających na celu poznanie struktury zbiorowisk roślinnych łąk, w zależności od układu czynników siedliskowych. Dodatkowo na podstawie poznanego składu botanicznego runi, można przeprowadzić ocenę ekologiczną i określić wartość użytkową (Falkowski i in., 1983). Opisane metody botaniczno-szacunkowe mają najszersze zastosowanie w łąkarstwie. Natomiast analizy botaniczno-wagowe najczęściej są stosowane w pracach, których celem jest natychmiastowe rejestrowanie skutków wykonanych zabiegów agrotechnicznych w odniesieniu do szaty roślinnej. Metody botaniczno-szacunkowe ze względu na subiektywne szacowanie przez badacza obarczone są błędem, w przeciwieństwie do analiz botaniczno-wagowych. Przy szacowaniu „na oko” składu procentowego runi występuje tendencja do zaniżania udziału traw i zawyżania udziału roślin szerokolistnych. Ocena zbiorowisk wg metod botaniczno-wagowych jest najpewniejsza i najdokładniejsza w badaniach ścisłych, szczególnie gdy potrzebne jest uchwycenie nawet małych różnic między udziałem poszczególnych gatunków w plonie (Moraczewski, 1986; Grynia, 1995).

Jakościowa ocena runi ma zastosowanie w ścisłych doświadczeniach łąkarskich, w których zmiany składu gatunkowego, obok wydajności, stanowią ważne kryterium celowości stosowania badanych zabiegów pratotechnicznych. Wypracowane metody oceny wartości użytkowej opierają się na dedukcji i przypadkowych obserwacjach, przez co obarczone są pewną dozą subiektywizmu. Ocena wartości paszowej i smakowitości zależy od wielu czynników m.in.: rasy zwierząt gospodarskich, stadium rozwojowego rośliny czy pory roku. Biorąc pod uwagę ogólną charakterystykę biologiczną i gospodarczą roślin łąkowo-pastwiskowych, można zakładać, iż wartość pokarmowa: runi pastwiskowej, siana, sianokiszonki

lub zielonego suszu pastewnego jest m.in. wypadkową składu botanicznego darni (Falkowski i in., 1983; Moraczewski, 1986).

Dobór odpowiednich metod badawczych w fitosocjologii łąkarskiej powinien uwzględniać zarówno specyfikę badanego ekosystemu, jak i wyzwania związane z ochroną środowiska oraz zmianami klimatycznymi (Kryszak, 2003; Moraczewski, 1986). Współczesne badania wskazują, że zmiany klimatyczne wpływają na przesunięcia zasięgów gatunków oraz tempo sukcesji roślinności łąkowej, co wymaga dostosowania metod klasyfikacyjnych i monitoringu. W tym kontekście kluczowe staje się łączenie klasycznych metod fitosocjologicznych z nowoczesnymi narzędziami analitycznymi oraz danymi teledetekcyjnymi, co umożliwia precyzyjną ocenę zmian w ekosystemach trawiastych i wdrażanie skutecznych strategii ochrony. Rozwój technologii umożliwia coraz dokładniejszą ocenę składu roślinnego łąk. Zastosowanie technik teledetekcji, analizy obrazu czy sensorów multispektralnych pozwala na szybkie monitorowanie zmian w zbiorowiskach roślinnych bez konieczności pracochłonnych badań terenowych. Fotogrametria lotnicza oraz obrazy satelitarne wykorzystywane są do oceny biomasy i różnorodności roślinnej na dużą skalę. Coraz większą rolę odgrywa również zastosowanie modeli predykcyjnych opartych na sztucznej inteligencji, które umożliwiają prognozowanie zmian składu gatunkowego w zależności od warunków siedliskowych i klimatycznych.

Porównując metody stosowane w Polsce i za granicą, należy zauważyć, że ekologiczne liczby wskaźnikowe są szeroko używane w wielu krajach Europy, zwłaszcza w Niemczech i Szwajcarii, jednak z modyfikacjami dostosowanymi do lokalnych warunków siedliskowych (Grynia, 1995). W badaniach międzynarodowych coraz częściej podkreśla się konieczność łączenia metod wskaźnikowych z analizami fitosocjologicznymi oraz danymi środowiskowymi uzyskanymi za pomocą nowoczesnych technologii, takich jak teledetekcja czy modele predykcyjne zmian siedliskowych. Badania nad klasyfikacją i oceną składu roślinnego łąk w Polsce stanowią istotny wkład w rozwój fitosocjologii stosowanej (Wysocki i Sikorski, 2009). Integracja metod wskaźnikowych, analiz fitosocjologicznych oraz nowoczesnych narzędzi technologicznych stanowi klucz do skutecznego monitorowania zmian w zbiorowiskach roślinnych oraz ich ochrony w obliczu wyzwań związanych ze zmianami klimatycznymi i intensyfikacją działalności rolniczej. Dalsze badania powinny koncentrować się na doskonaleniu metod oceny łąk, uwzględniając zarówno aspekty ekologiczne, jak i gospodarcze.

**Literatura:**

- Bakker, J.P. (1989) Nature management by grazing and cutting: On the ecological significance of grazing and cutting regimes applied to restore former species-rich grassland communities. Kluwer Academic Publishers, ss. 410
- Barkman J.J., Moraviec J., Rauschert S (1995) Kodeks nomenklatury fitosocjologicznej. Polish Bot. Studies. Guidebook series 16, str. 1-58
- Baryła R., Urban D. (2002) Ekosystemy łąkowe. W: Poleski Park Narodowy (red. Radwan S.), Wydawnictwo MORPOL, str. 199-214.
- Braun-Blanquet J. (1928, 1951, 1964) Pflanzensoziologie. Springer. Wien, New York ss. 886
- Braun-Blanquet J. (1962) Zur pflanzensoziologischer Systematik. Erinnerungen und Ausblick. Comn de SIGMA nr 159, Montpellier, str. 1-11
- Brzeg A. (1991) Zbiorowiska łąkowe i pastwiskowe okolic Konina. Prace Komisji Biologicznej PTPN, 70, str. 103-140
- Bury-Zalewska J., Prończuk J. (1954) Projekt typologicznego podziału łąk polskich na niżu, Postępy Nauki Rolniczej, 4, str. 51-70
- Clements F. E. (1905) Reserch methods in Ecology. The University Publishing Company, Lincoln, Nebraska, ss. 364
- Dajdok J., Wuczyński A. (2018) Wpływ użytkowania rolniczego na skład florystyczny łąk wilgotnych. Biodiversity Issues, 4(2), str.75-89.
- de Vries, J. (1959) Methods of Biomass Measurement in Grasslands. Journal of Ecology, 47, str. 347-366.
- Dębska-Kalinowska Z. (2005) Porównanie metody szacunkowej i metody botaniczno-wagowej w ocenie składu florystycznego runi łąkowej. Łąkarstwo w Polsce (08), 55-60.
- Dmitrijew A. (1951) Łąkarstwo. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, str. 89
- Dzieżyc J. (1954) Metody bonitacji łąk i pastwisk. Postępy Nauki Rolniczej, Warszawa, str. 64-72
- Dzieżyc J. (1967) Podstawy Rolnictwa. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, str. 359
- Ellenberg H. (1952) Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. Pflanzensoz Landwirtschafthl, Ludwigsburg, t.2 str.1-143.
- Falkowski M. i in. (1983) Łąkarstwo i gospodarka łąkowa. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, str. 109-215
- Fijałkowski D., Chojnicka-Fijałkowska E. (1990) Zbiorowiska z klas Phragmitetea, Molinio-Arrhenatheretea i Scheuchzerio-Caricetea fuscae w makroregionie lubelskim. Roczniki Nauk Rolniczych, D, 217, ss. 414.
- Filipek J. (1970) Zagadnienie wielkości próbek przeznaczonych do analizy botaniczno-wagowej w doświadczeniach łąkarskich. Cz. III. Postępy Nauk Rolniczych, 17(5), str.77-96.
- Filipek J. (1973) Projekt klasyfikacji roślin łąkowych i pastwiskowych na podstawie liczb wartości użytkowej. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z. 4 str. 59-68.
- Filipek, J. (1959) Indykatorowa metoda wyceny produkcyjności pastwisk. Postępy Nauk Rolniczych, 06(4), str. 85-89.
- Fukarek F. (1967) Fitosocjologia. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, str. 13-37
- Grynia M. (1995) Podział fitosocjologiczny zbiorowisk roślinnych łąk i pastwisk oraz charakterystyka ważniejszych zbiorowisk. W: Łąkarstwo, Red. M. Grynia, Wydawnictwo Akademii Rolniczej Poznań, str. 310-337
- Grynia M. (1996) Kierunki zmian szaty roślinnej zbiorowisk łąkowych w Wielkopolsce. Roczniki AR Poznań CCLXXXIV, 47, str.15-27
- Grynia M., Kryszak A. (2003) Zbiorowiska roślinne łąk i pastwisk w fitosocjologicznym systemie klasyfikacyjnym. Biuletyn IHAR, str. 225; 211-220.
- Grzelak M. (2004) Zróżnicowanie fitosocjologiczne szuwaru mozgowego Phalaridetum arundinaceae (Koch 1926 n.n.) Libb. 1931 na tle warunków siedliskowych w wybranych dolinach rzecznych Wielkopolski. Roczniki AR Poznań, Rozprawy Naukowe, 354, 1-138.
- Grzyb S. (1993) Łąki łąkowe w polskim rolnictwie i środowisku przyrodniczym, Zeszyty Problemowe Postępu Nauk Rolniczych, 412, str. 41-50
- Grzyb S. (1996) Typologiczny podział użytków zielonych w Polsce oraz charakterystyka i zasady identyfikacji ważniejszych jednostek. W: Podstawy Typologicznego podziału użytków zielonych i zasady ich inwentaryzacji Instytut Melioracji i Użytków Zielonych. Falenty, str. 8-9
- Grzyb S., Prończuk J. (1995) Podział i waloryzacja siedlisk łąkowych oraz ocena ich potencjału produkcyjnego, Ogól. Konf. Łąk, nt. „Kierunki rozwoju łąkarstwa na tle aktualnego poziomu wiedzy w najważniejszych jego działach”, SGGW, Warszawa, str. 51-63
- Hult-Sernander R. (1927) Morphologie und Biologie der Diasporen. Nova Acta Reg. Soc. Upsal, ss. 104
- Janicka M., Pawluśkiewicz B., Dąbrowski P. (2016) Waloryzacja przyrodniczo-użytkowa zbiorowisk łąkowych z udziałem *Arrhenatherum elatius* i *Bromus inermis* ukształtowanych w wyniku zaniechania użytkowania na terenie rezerwatu „Skarpa Ursynowska”, Polish Journal of Agronomy, 27, str.38-47
- Jargiełło J. (1976) Stosunki geobotaniczne i gospodarcze torfowisk Krowie Bagno i Hańsk. Cz. I. Zbiorowiska roślinne klasy Phragmitetea i Scheuchzeriocaricetea fuscae. Ann. Univer. M. C. Skłodowska, Lublin XXXI, 6, Sectio E, str. 83-100
- Kącki A. S. (2021). Nowe spojrzenie na typologię fitosocjologiczną łąk użytkowanych ekstensywnie. Plant Ecology and Evolution, 154(3), str. 245-258.
- Kędzierski M., Wójtowicz M., Kowalski R. (2019) Możliwości zastosowania dronów w rolnictwie precyzyjnym – analiza metod i technologii. Inżynieria Rolnicza, 23(2), str. 89-102.
- Kiełpiński J., Nowak M. (1954) Projekt podziału typologicznego łąk górskich. Postępy Nauki Rolniczej, t.4
- Kiteczak T., Jankowski K. (2018) Charakterystyka florystyczna runi oraz ocena wybranych walorów łąki środkowej na terenie Puszczy Goleniowej, Łąkarstwo w Polsce, 21, str. 71-82.
- Klapp E. (1962) Łąki i pastwiska. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa ss. 600
- Klapp E. (1965) Grünlandvegetation und Standort. P. Parey, Berlin-Hamburg ss. 620
- Klapp E. (1971) Wiesen und Weiden. IV wyd. P. Parey, Berlin-Hamburg ss. 644
- Klarzyńska A., Maćkowiak A., Kryszak A., Kryszak J. (2016) Zastosowanie metody fitosocjologicznej w wieloaspektowej waloryzacji terenu oraz jej wizualizacja technologią GIS, Łąkarstwo w Polsce, 19, str. 149-161
- Korol W., Bielecka G., Rubaj J., Koncewicz M. (2014). Ocena wartości odżywczej pasz na podstawie badań chemicznych. Pasze Przemysłowe, 23(3), str. 37-43.
- Kostuch R. (1975) Metody i sposoby szacowania „na pniu” wydajności użytków zielonych. Wydawnictwo WUS, Kraków, str. 25-45

- Kostuch R., Twardy S. (2004) Badania produktywności użytków zielonych w Karpatach polskich. *Woda-Srodowisko-Obszary Wiejskie*, 4(1), str.247–258.
- Kownacka M. (1961) Próba ustalenia korelacji między wynikami analizy punktowej a botaniczno-wagowej, *Postępy Nauk Rolniczych* 8(1), str. 95-100.
- Kreuz E., Arnold H. (1966) Methoden zur Ermittlung der Pflanzenertrag auf der Weide. *Fledwirtschaft*, 12, str. 643-645
- Kryszak A. (1995) Metody określania składu botanicznego runi. W: *Łąkarstwo*, Red. M. Grynia, Wydawnictwo Akademii Rolniczej Poznań, str. 310-337
- Kryszak A. (2001) Różnorodność florystyczna zespołów łąk i pastwisk klasy Molinio-Arrhenatheretea R. Tx. 1973 w Wielkopolsce w aspekcie ich wartości gospodarczej. *Roczniki AR Poznań, Rozprawy Naukowe*, 314 ss. 182.
- Kucharczyk M. (1996) Zespoły i zbiorowiska roślinne Kazimierskiego Parku Krajobrazowego. I. Zespoły łąkowe i pastwiskowe. *Annales UMCS, Sectio C*, vol. LI, 105-131.
- Kucharski L. (1996) Szata roślinna gleb heterogenicznych Kujaw Południowych. III. Zespoły i zbiorowiska roślinne łąk, torfowisk i zarośli. *Acta Universitatis Lodzensis, Folia Botanicae*, 11, str.33-63.
- Kulik M. A. (2010) Wpływ technologii regeneracji runi łąkowej na zmiany jej składu gatunkowego, *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Lublin*, 65(1), str. 94-104
- Levy E. B. (1933) Strain testing and strain building in Technique employed in grassland research in New Zeland. *Im. Comm. Bur. Plt. Genet. (Herba Plata)*, 11, str. 6-16
- Łyszczarz R. (2004) Klasyfikacja łąk. W: *Łąkarstwo*, Red. Rogalski M., Wydawnictwo Kurpisz, Poznań str.21-28
- Magurran A. E. (2004) Measuring biological diversity. *Blackwell Publishing*, ss.261
- Matuszkiewicz W. (1982; 2001; 2005; 2008; 2011; 2022) Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, ss. 537 (wyd. 2008)
- Moraczewski R. (1986) *Łąkarstwo*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, ss. 341
- Mosek B., Miazga S. (2006). Zróżnicowanie fitosocjologiczne zbiorowisk roślinnych w zmeliorowanych dolinach rzecznych Lubelszczyzny. *Annales UMCS, Sectio E*, 61, str. 377-387.
- Murawski M., Grzelak M., Kniola A., Jaśkowski M. (2017) Ekstensywne zbiorowisko łąkowo-pastwiskowe z dużym udziałem kłosówki wełnistej *Holcus lanatus* L. *Fragm. Agron.* 34(4), str.117–124. Nowiński M. (1967) Polskie zbiorowiska trawiaste i turzycowe. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, ss.284
- Oomes, M.J.M., Mooi, H. (1981) The effect of cutting and fertilizing on the species composition and production of a grassland in the Netherlands. *Vegetatio*, 47(3), str. 233–239. Oświt J. 200 Metoda przyrodniczej waloryzacji mokradeł i wyniki jej zastosowania na wybranych obiektach. *Mater Inf.* 35, Falenty, Wydawnictwo IMUZ., str. 36
- Paczoski J. (1925) *Szkice Fitosocjologiczne*, Wydawnictwo Polskiego Towarzystwa Botanicznego, Warszawa, ss. 131
- Paczoski J. (1951) *Dzieła wybrane*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa ss. 392
- Pawłowski B., Pawłowska S., Zarzycki K. (1962) Badania fitosocjologiczne łąk, ze szczególnym uwzględnieniem kośnych łąk Podtatrza i polskich Tatr W: *Zastosowanie metody fitosocjologicznej i typologicznej do badań i ekspertyz łąkarskich*, Red, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, str. 12
- Piekarski W., Jankowski A., Nowakowski T. (2020) Zastosowanie danych satelitarnych Sentinel-2 do oceny stanu upraw. *Postępy Nauki i Techniki*, 67(3), str. 45-60.
- Piekut K., Pawluśkiewicz B. (2005) *Rolnicze podstawy kształtowania środowiska*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, str.35-39
- Podbielkowski Z. (1982) *Roślinność kuli ziemskiej*. Państwowe Wydawnictwo Szkolnie i Pedagogiczne. Warszawa ss. 278
- Pötsch, E.M., Resch, R., Krautzer, B. (2004) The effect of different grazing intensities on pasture production and plant composition. *Grassland Science in Europe*, 9, str. 513–516. Prończuk J. (1962) Podział łąk i wydzielanie typów florystycznych na zasadach typologicznych. *Rocz. Nauk rol.*, ser. F, 75, str. 2
- Ralski E., Grzyb S., Tołwińska M. (1957) *Łąkarstwo*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, ss. 466
- Ramiński M. (1950) *Metody oceny roślinności łąkowej*. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, str. 21.
- Ratyńska H. (2001) *Roślinność Poznańskiego Przełomu Warty i jej antropogeniczne przemiany*. Wydawnictwo Akademia Bydgoska str. 213-220.
- Rogalski M. (2004) *Łąkarstwo jako dziedzina nauki*. W: *Łąkarstwo*, Red. Rogalski M. Wydawnictwo Kurpisz Poznań, Poznań, str. 10.
- Shannon C. E., Weaver W. (1949) *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana, IL: The University of Illinois Press, str. 1-117
- Skowron G. (2023) Zbiorowiska roślinne łąk występujących na obszarze „Bagna Bubnów” w Poleskim Parku Narodowym. praca dyplomowa inżynierska wykonana pod kierunkiem dr inż. Doroty Sienkiewicz-Paderewskiej, SGGW w Warszawie, ss.65
- Skowron G. (2024) Wartość użytkowa i plonowanie runi bobowato-trawiastej w zależności od zróżnicowanej intensywności użytkowania w uprawie ekologicznej. praca dyplomowa magisterska wykonana pod kierunkiem dr inż. Grażyny Mastalerczuk, SGGW w Warszawie, ss. 66
- Šostarič-Pisačič K., Kovačovič J. (1974) Kompleksna metoda za utvdivanje kvalitete i sumarne vrijednosti travnjaka i djetelišta. *Zagreb*, ss. 443
- Stachnowicz W., 1998. Zróżnicowanie i powiązania florystyczne ziołorośli wiązkówkowych ze związku Filipendulion (DUVIGN 1946) SEGAL 1966 na poligonie wojskowym Biedrusko i w jego okolicy. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B*, 47, str. 137-158.
- Stählin A., Bommer D. (1963) Zur Frage der Teilstückgrösse bei Wiesendüngungsversuchen Das wirtschaftseigene Futter, 1, str. 41-53
- Stebler F. C., Schröter C. (1892) Versuch eine übersicht über die Wiesentypen der Schweiz. *Landw. Jahrb. d. Schweiz*, 6, str. 95-212
- Stypiński, P. (2011). Metody oceny plonów łąkowych na podstawie pomiarów wysokości runi. *Rocznik Naukowy PTL*, 13, 233-242.
- Szoszkiewicz J. (1975) *Uprawa łąk i pastwisk*. Wydawnictwo AR, Poznań, str. 70
- Szoszkiewicz J. (1977) Stan aktualny i potencjalna wartość produkcyjna trawistych zbiorowisk łągowych w Wielkopolsce. *Rocz. AR w Poznaniu, Rozprawy*, str. 75
- Szymańska E. (2000). Wybrane elementy oceny gospodarki paszowej w gospodarstwach rolniczych. *Zeszyty Naukowe SGGW - Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 39, str. 167-177
- Szymura T. H., Szymura M. (2020) Wpływ czynników środowiskowych na różnorodność gatunkową użytków zielonych. *Acta Agrobotanica*, 73(1), str. 1-12.

- Trąba Cz. (1994) Florystyczna i rolnicza charakterystyka łąk i pastwisk w dorzeczu Łabuńki. Rozprawy Naukowe, 163, Wydawnictwo AR Lublin, ss. 102.
- Trąba Cz. (2009) Fitosocjologia w łąkarstwie dziś i w przyszłości. łąkarstwo w Polsce, t.12, Poznań, str. 209-221.
- Twardy S., Kopacz M. (2015). Funkcje trwałych użytków zielonych w obszarach górskich. Studium nad rolnośrodowiskowym znaczeniem TUZ – na podstawie badań w zlewni górnego Dunajca oraz potoku Grajcarek. Wydawnictwo ITP, Falenty, Rozprawy naukowe i monografie, 39, str.158.
- Twardy, S. (1995) Wpływ zmiennego nawożenia mineralno-organicznego na produktywność pastwiska górskiego. Wiadomości IMUZ Falenty, XVIII(3), str. 113–126.
- Warda M., Kowalski R. (2014). Skład botaniczny oraz wartość paszowa runi łąk użytkowanych ekstensywnie. Wiadomości Melioracyjne i łąkarskie, 1, str. 45-56.
- Weber C. A. (1909) Wiesen und Weiden in den Weichselmarschen. Arb. DLG, Berlin, str. 165
- Wójcik-Gront, E., & Stypiński, P. (2019) „Zmiany w składzie florystycznym trwałych użytków zielonych w Polsce. Polish Journal of Agronomy, 39, str.12-25.
- Wyłupek T. (1999) Florystyczna i rolnicza charakterystyka łąk i pastwisk w dolinie Poru. Praca doktorska (msk) wykonana w Zakładzie Technologii Produkcji Roślinnej INR w Zamościu, AR Lublin, ss. 137.
- Wysocki C., Sikorski P. (2009) Fitosocjologia Stosowana, Warszawa, str. 238-239; 357-361
- Zarzycki J. i Misztal A. (2015) Zamiany składu gatunkowego łąki górskiej i cech funkcjonalnych roślin spowodowane różnymi sposobami ekstensywnego użytkowania i nawożenia, łąkarstwo w Polsce, 18, str. 255-265
- Zarzycki K., Trzcińska-Tacik H., Różański W., Szelaż Z., Wołek J., Korzeniak U. (2002) Ecological Indicator Values of Vascular Plants of Poland. Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków str. 21.