

## JAKOŚĆ ZIELONEJ PASZY MIESZANEK GROCHU SIEWNEGO Z PSZENŻYTEM JARYM NA RÓŻNYCH ETAPACH ZBIORU

RAFAŁ GÓRSKI<sup>1</sup>, ANNA PŁAZA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Wydział Inżynierii i Ekonomii, Państwowa Akademia Nauk Stosowanych  
im. Ignacego Mościckiego w Ciechanowie,  
ul. G. Narutowicza 9, 06-400 Ciechanów*

<sup>2</sup> *Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa, Uniwersytet w Siedlcach,  
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce*

**Synopsis.** Przeprowadzone doświadczenie polowe w latach 2016–2018 miało na celu określenie wpływu udziału komponentów w wysiewanej mieszance grochu siewnego z pszenżytem jarym oraz fazy zbioru na jakość zielonej paszy. W pracy oceniono zawartość węglowodanów niewłóknistych, hemicelulozy, celulozy oraz wartość pobrania suchej masy i względnej wartości paszowej. Najwyższą koncentracją węglowodanów niewłóknistych oraz wartości pobrania suchej masy i względnej wartości paszowej przy jednocześnie najniższych zawartościach hemicelulozy i celulozy odnotowano w grochu siewnym, zaś spośród mieszanek przy wysiewie 180 + 55 kg·ha<sup>-1</sup> odpowiednio grochu siewnego i pszenżyta jarego. Korzystniejsze wartości analizowanych cech wykazano w mieszankach zbieranych w fazie kwitnienia w porównaniu do zbioru w fazie płaskiego zielonego strąka grochu siewnego. Zielona pasza uzyskiwana z grochu siewnego oraz mieszanek o udziale wysiewanych nasion 180 + 55 kg·ha<sup>-1</sup> oraz 120 + 110 kg·ha<sup>-1</sup> odpowiednio grochu siewnego i pszenżyta jarego zbierana w fazie kwitnienia grochu siewnego może być zakwalifikowana do II klasy jakości pasz.

**Słowa kluczowe:** węglowodany niewłókniste, hemiceluloza, celuloza, groch siewny, pszenżyto jare

### WSTĘP

Uprawa mieszanek bobowato-zbożowych jest jedną z podstawowych praktyk rolniczych w rolnictwie zrównoważonym oraz ekologicznym głównie z powodu, iż może zwiększyć efektywność wykorzystania zasobów oraz produktywność i stabilność plonów [Lithourgidis i in. 2011, Yu i in. 2016]. Według Olesen i in. [2011] uprawa mieszanek jest istotną strategią radzenia sobie rolnictwa ze zmianami klimatycznymi które znacząco wpływają na produkcję pasz. Istotną zaletą upraw mieszanek bobowato-zbożowych jest możliwość ograniczenia nawożenia mineralnego. Rośliny strączkowe posiadają zdolność nawiązywania symbiozy z bakteriami *Rhizobium* przekształcają azot atmosferyczny w formę organiczną w korzeniach roślin uprawnych [Amine-Khodja i in. 2022]. Zdaniem Swarnalakshmi i in. [2020] azot związany biologicznie może być udostępniany roślinom żywicielom bądź uwalniany do gleby, mogą więc korzystać z niego rośliny niebobowate uprawiane jako komponent mieszanki. Według Manoj i in. [2021] zwierzęta gospodarskie są głównym składnikiem systemów produkcji rolnej. Pomiędzy 1993,

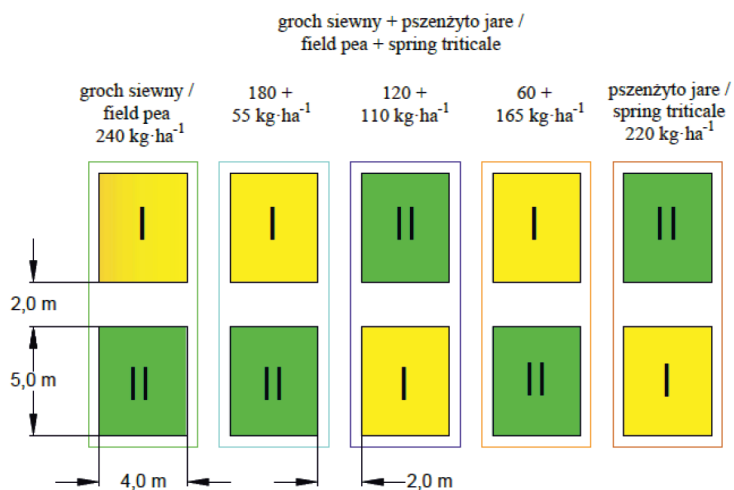
<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address:* rafal.gorski@pansim.edu.pl

a 2020 rokiem popyt na produkty pochodzenia zwierzęcego na świecie uległ podwojeniu [Bo i in. 2022]. Dodatkowo ze względu na przewidywany wzrost liczby ludności można spodziewać się dalszego wzrostu zapotrzebowania na te produkty [FAO 2022]. W celu zaspokojenia potrzeb żywieniowych zwierząt gospodarskich należy skoncentrować się na rozwoju pasz wysokiej jakości o stabilnych plonach [Bo i in. 2022]. Zdaniem Hosseini i in. [2022], aby osiągnąć wysoką wydajność zwierząt gospodarskich należy zapewnić pokrycie potrzeb żywieniowych w zakresie energii, białka, minerałów i witamin. Tym samym oprócz wysokich plonów należy skupić się również na wartości odżywczej upraw przeznaczanych na paszę [Balazadeh i in. 2021]. Jakość pasz uzyskiwanych z roślin bobowatych jest wyższa niż zbóż natomiast plon zbóż znacznie przewyższa plon z roślin bobowatych [Sadeghpour i in. 2013]. Według badań przeprowadzonych przez Iqbal i in. [2018] oraz Ashoori i in. [2021] uprawa mieszanek bobowato-zbożowych zwiększa koncentrację białka i popiołu oraz zmniejsza zawartość błonnika tym samym poprawiając względną wartość paszową w porównaniu do upraw zbóż w siewach czystych. Zdaniem Farhadi i in. [2022] również stres związany z suszą oprócz ograniczenia plonowania pogarsza jakość uzyskiwanej paszy. Jak podają Angeletti i in. [2022] w uprawach mieszanek dużą uwagę należy poświęcić na optymalny dobór proporcji składników mieszanek oraz etapów zbioru gdyż mogą one radykalnie wpływać na jakość uzyskiwanej paszy.

Założono hipotezę, że różne proporcje wysiewu grochu siewnego i pszenżyta jarego oraz faza zbioru upraw mogą wykazać różny wpływ na jakość zielonej paszy. Celem pracy była ocena wpływu udziału komponentów w wysiewanej mieszance grochu siewnego i pszenżyta jarego oraz fazy zbioru na zawartość węglowodanów niewłóknistych (NFC), hemicelulozy (Hem), celulozy (Cel) oraz wartość pobrania suchej masy (DMI) i względnej wartości paszy (RFV) w uzyskiwanej zielonej paszy.

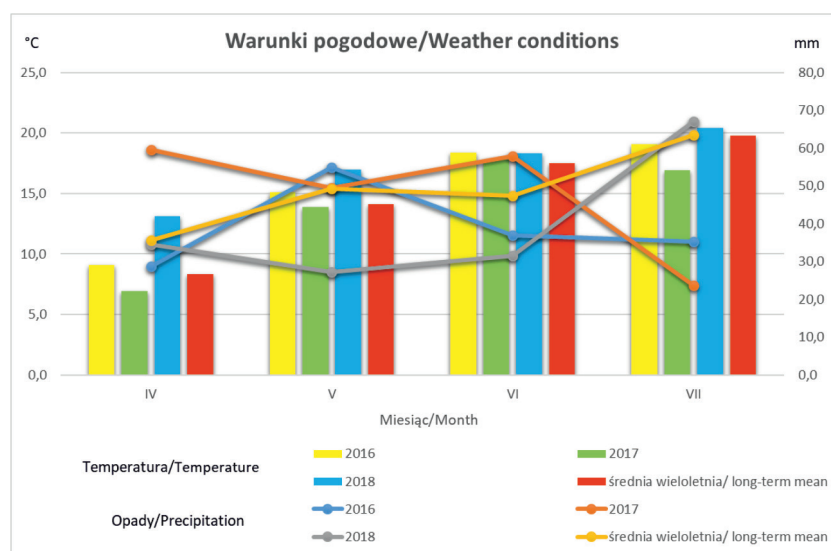
## MATERIAŁ I METODY

Dwuczynnikowe doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2016–2018 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach w Zawadach (52°03' N, 22°33' E). Gleba na której przeprowadzono eksperyment klasyfikowana jest jako gleba kompleksu żytniego bardzo dobrego klasy bonitacyjnej IVb. Zawartość przyswajalnych składników mineralnych w glebie wynosiła: P – 81,0 mg·kg<sup>-1</sup>, K – 122,0 mg·kg<sup>-1</sup>, Mg – 52,0 mg·kg<sup>-1</sup>, a zawartość próchnicy wynosiła 1,39%. Odczyn gleby był lekko kwaśny do obojętnego o średniej wartości pH równej 6,2. Analizowanymi czynnikami doświadczenia były: udział wysiewanych komponentów (M) oraz faza zbioru (F). Schemat jednego powtórzenia przedstawia rysunek 1. W każdym roku wykonano trzy powtórzenia doświadczenia polowego. W październiku zastosowano nawozy fosforowe i potasowe w ilości 34,8 kg P·ha<sup>-1</sup> P i 99,2 kg K·ha<sup>-1</sup>. W kwietniu na poletkach doświadczalnych na których uprawiano mieszanki oraz pszenżyto jare przed siewem nasion zastosowano nawozy azotowe w dawce 30 kg N·ha<sup>-1</sup>. W maju zastosowano dodatkowo 50 kg N·ha<sup>-1</sup> pod pszenżyto jare i 30 kg N·ha<sup>-1</sup> pod mieszanki. Siew wykonano w pierwszej dekadzie kwietnia. W celu zwalczania chwastów zastosowano uprawę mechaniczną, tj. dwukrotne bronowanie przed wschodami i jednokrotne po wschodach. Zbiór roślin przeprowadzono zgodnie z drugim czynnikiem doświadczenia. Podczas zbioru mieszanek z każdego poletka doświadczalnego pobrano świeżą masę w ilości 1 kg. Próbkę została rozdrobniona i wysuszona w pomieszczeniu ze swobodnym przepływem powietrza o temperaturze otoczenia. Warunki pogodowe podczas realizacji doświadczenia polowego przedstawia rysunek 2. W uzyskanych próbach obliczono następujące parametry: węglowodany niewłókniste (NFC) = 1000 – (zawartość białka + zawartość popiołu + zawartość tłuszczu + włókno neutralno-detergentowe



Rys. 1. Schemat doświadczenia polowego

Fig. 1. Schematic of the field experiment



Rys. 2. Warunki pogodowe w okresie uprawy mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym według Stacji Meteorologicznej Zawady

Fig. 2. Weather conditions during the growing season of mixtures of field pea and spring triticale according to the Zawady Meteorological Station

(NDF)) według wzoru przyjętego przez Salama i in. [2022], hemiceluloza (Hem) = NDF - ADF (włókno kwaśno detergentowe) i celuloza (Cel) = ADF - ADL jak opisano w Javier-Astete i in. [2021]. Pobranie suchej masy (DMI) i względną wartość pokarmową (RFV) obliczono według następującego wzoru przyjętego przez Horrocks'a i Vallentine'a [1999]: pobranie suchej masy (DMI) (%masy ciała) =  $120/\text{NDF} (\%)$  w przeliczeniu na suchą masę, względna wartość paszy (RFV) (%) =  $\%DDM (\text{strawność suchej masy}) \times \%DMI \times 0,775$ . Otrzymane wyniki poddano analizie wariancji w przypadku istotnych źródeł zmienności dokonano szczegółowego porównania średnich testem Tukeya, przy poziomie istotności  $p \leq 0,05$ . Interakcję między czynnikami doświadczenia przedstawiono tylko dla cech, których interakcja była istotna ( $p \leq 0,05$ ). Siłę związku pomiędzy analizowanymi cechami oceniono obliczając współczynniki korelacji Pearsona. Wszystkie obliczenia wykonano w programie Statistica, wersja 13.3.

## WYNIKI BADAŃ

Warunki sezonu wegetacyjnego mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym oraz analizowane czynniki doświadczenia polowego istotnie wpływały na zawartość NFC, Hem, Cel oraz na wartości DMI i RFV w zielonej paszy mieszanek (tab. 1). Najwyższą zawartość NFC uzyskano w zielonej paszy mieszanek zebranych w korzystnym 2017 roku. Niższa suma opadów odnotowana podczas okresu uprawy mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym w 2016 i 2018 roku skutkowałą obniżeniem zawartości NFC o odpowiednio 16 i 26%. Najniższe zawartości Hem oraz Cel wykazywała zielona pasza uzyskana z mieszanek uprawianych w 2017 roku. Mieszanki zebrane w 2016 i 2018 roku wykazywały istotnie wyższą koncentrację Hem i Cel. W przypadku Hem odnotowano wzrost zawartości o 24% w roku 2016 i 31% w roku 2018, dodatkowo w tych latach nie wykazano statystycznie istotnych różnic. Zawartość Cel wykazywała mniejszą procentową zmienność pod wpływem warunków pogodowych. Odnotowano wzrost o 4% w roku 2016 i o 8% w roku 2018 w odniesieniu do roku 2017. Wartość DMI oraz RFV zielonej paszy mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym była najwyższa w roku 2017, w którym odnotowano najwyższą sumę opadów podczas okresu uprawy mieszanek. Istotnie niższą wartość stwierdzono w 2016 roku z kolei najniższą w roku 2018. Uzyskano obniżenie wartości DMI o 9% w roku 2016 oraz o 13% w roku 2018 zaś wartości RFV o odpowiednio 15% w 2016 roku i 23% w roku 2018 w odniesieniu do wartości uzyskanej w roku 2017. Również udział komponentów w wysiewanej mieszance miał istotny wpływ na analizowane parametry zielonej paszy mieszanek (tab. 1). Istotnie najwyższą zawartość NFC uzyskano w zielonej paszy grochu siewnego. Zwiększanie udziału pszenżyta jarego w wysiewanych nasionach powodowało istotne obniżenie zawartości NFC. Najniższą zawartość uzyskano w pszenżycie jarym. Najniższą zawartością Hem wykazano w grochu siewnym uprawianym w czystym stanowisku najwyższą zaś w pszenżycie jarym. Zawartość Hem w pszenżycie jarym była wyższa o blisko 87% w stosunku do grochu siewnego. Spośród mieszanek najniższą zawartością Hem odznaczała się mieszanka o przewadze grochu siewnego w wysiewanych nasionach. Nie stwierdzono również istotnych statystycznie różnic pomiędzy mieszanką M2 i M3. Zawartość Hem w zielonej paszy analizowanych upraw podlegała największym spośród analizowanych cech zmianom pod wpływem zmiany stosunku wysiewanych nasion. Uprawa grochu siewnego w czystym stanowisku charakteryzowała się również najniższą zawartością Cel w zielonej paszy. Najwyższą zawartość Cel ujawniono w pszenżycie jarym nie różniła się ona jednak istotnie od mieszanki M3, która była wysiewana z przewagą rośliny zbożowej. Nie stwierdzono również istotnych różnic pomiędzy mieszankami M1 i M2 pomimo większej ilości wysiewanych nasion rośliny bobowatej w mieszance M1. Istotnie najwyższą wartość DMI uzyskano z zielonej paszy grochu siewnego. Dodatek i kolejne zwiększanie

Tabela 1. Jakość zielonej paszy mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym w zależności od warunków sezonu wegetacyjnego, udziału komponentów w wysiewanej mieszance oraz terminu zbioru  
 Table 1. The quality of green fodder of mixtures of field pea and spring triticale depending on the conditions of the growing season, the proportion of components in the sown mixture and harvest stage

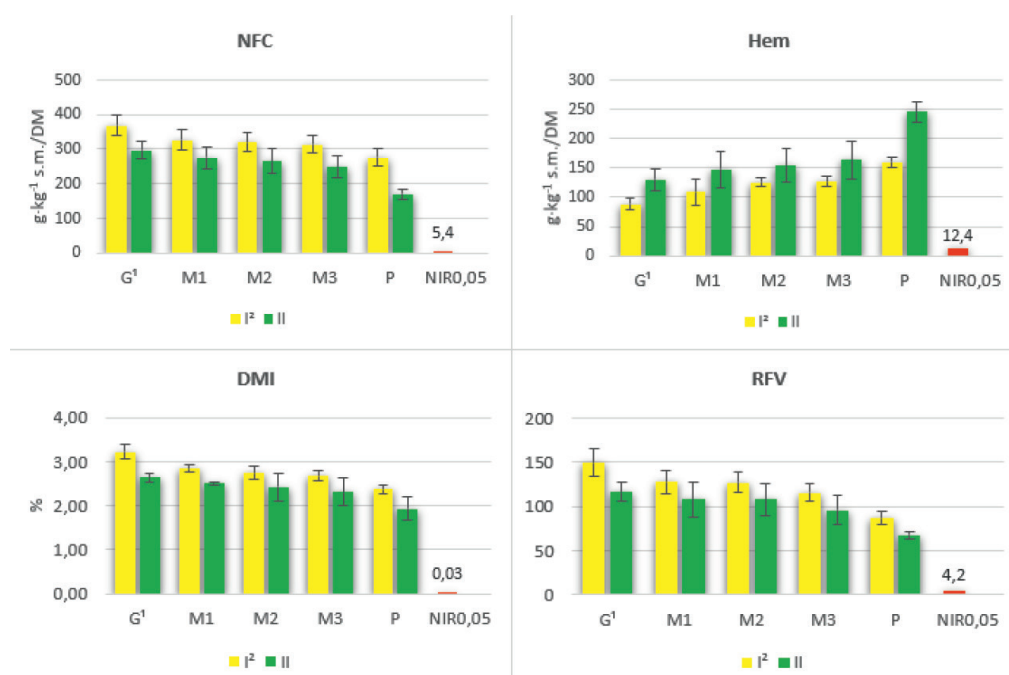
Czynnik/Effect	NFC <sup>3</sup> [g·kg <sup>-1</sup> s.m./ DM]	Hem [g·kg <sup>-1</sup> s.m. / DM]	Cel [g·kg <sup>-1</sup> s.m. / DM]	DMI [%]	RFV
Lata/Years (L)					
2016	280 ± 59	152 ± 46	290 ± 22	2,53 ± 0,36	108 ± 23
2017	332 ± 55	123 ± 52	278 ± 25	2,77 ± 0,36	126 ± 26
2018	247 ± 52	161 ± 40	300 ± 22	2,40 ± 0,31	97 ± 20
Mieszanka/Mixtures (M)					
G <sup>1</sup>	332 ± 46	109 ± 22	264 ± 22	2,93 ± 0,33	133 ± 21
M1	301 ± 56	129 ± 45	286 ± 22	2,67 ± 0,29	118 ± 19
M2	293 ± 57	140 ± 36	289 ± 19	2,59 ± 0,28	118 ± 18
M3	282 ± 58	145 ± 37	302 ± 20	2,49 ± 0,27	106 ± 17
P	223 ± 57	203 ± 44	305 ± 17	2,15 ± 0,23	77 ± 11
Faza zbioru/Harvest stage (F)					
I <sup>2</sup>	321 ± 41	122 ± 30	275 ± 23	2,77 ± 0,30	121 ± 24
II	251 ± 67	168 ± 54	304 ± 18	2,36 ± 0,33	99 ± 23
NIR <sub>0,05</sub> /HSD <sub>0,05</sub>					
L	4,0	8,8	6,9	0,020	3,4
M	6,1	13,6	10,5	0,040	5,2
F	2,6	6,3	4,4	0,020	1,4

<sup>1</sup> G – groch siewny/field pea 240 kg·ha<sup>-1</sup>, M1 – G 180 kg·ha<sup>-1</sup> + P 55 kg·ha<sup>-1</sup>, M2 – G 120 kg·ha<sup>-1</sup> + P 110 kg·ha<sup>-1</sup>, M3 – G 60 kg·ha<sup>-1</sup> + P 165 kg·ha<sup>-1</sup>, P – pszenżyto jare/spring triticale 220 kg·ha<sup>-1</sup>; <sup>2</sup>I – faza kwitnienia grochu siewnego/flowering stage of field pea, II – faza płaskiego zielonego strąka grochu siewnego/flat green field pea pod stage; <sup>3</sup>NFC – węglowodany niewłókniste/non-fiber carbohydrates, Hem – hemiceluloza/ hemicellulose, Cel – celuloza/cellulose, DMI – pobranie suchej masy/dry matter intake; RFV – względna wartość paszy/ relative feed value; ± – odchylenie standardowe/standard deviation

udziału wysiewanych nasion pszenżyta jarego przy jednoczesnym obniżaniu ilości wysiewanych nasion grochu siewnego powodowało istotne obniżanie wartości DMI. W związku z tym najniższą wartość DMI uzyskano w zielonej paszy pszenżyta jarego. Istotnie najwyższą wartością RFV stwierdzono w zielonej paszy grochu siewnego. Włączenie do wysiewanych nasion pszenżyta jarego powodowało obniżenie wartości RFV, aż do najniższego poziomu uzyskanego w siewie czystym pszenżyta jarego. Dodatkowo nie stwierdzono istotnej różnicy pomiędzy mieszanką M2 i M3 pomimo różnego stosunku nasion grochu siewnego i pszenżyta jarego zastosowanego podczas siewu. W przeprowadzonym doświadczeniu faza zbioru mieszanek również istotnie

wpływała na analizowane parametry zielonej paszy (tab. 1). Zbiór mieszanek w fazie płaskiego zielonego strąka grochu siewnego powodował istotne obniżenie NFC, DMI oraz RFV. W odniesieniu do zielonej paszy uzyskanej z mieszanek zebranych w fazie kwitnienia grochu siewnego uzyskano obniżenie NFC o 22%, DMI o 15% oraz RFV o 18%. Z kolei opóźnienie zbioru powodowało wzrost zawartości Hem oraz Cel w zielonej paszy mieszanek odpowiednio o 38 oraz 10%. W przeprowadzonym doświadczeniu wykazano interakcję mieszanka × faza zbioru w przypadku NFC, Hem, DMI oraz RFV (rys. 3). Nie stwierdzono natomiast interakcji w odniesieniu do zawartości Cel. Ujawniona interakcja wykazała, że niezależnie od wysiewanej mieszanki zbiór zielonej paszy w późniejszej z analizowanych faz rozwojowych grochu siewnego powodował istotne obniżenie NFC, DMI i RFV natomiast wzrost zawartości Hem.

W przeprowadzonym doświadczeniu wykazano silną korelację pomiędzy analizowanymi cechami (tab. 2). Stwierdzono ujemną korelację pomiędzy zawartością NFC a Hem i Cel oraz dodatnią pomiędzy NFC, a DMI i RFV. Analiza korelacji Pearsona wykazała również wysoce istotną ujemną zależność pomiędzy zawartością Hem i Cel, a wartościami DMI oraz RFV. Z drugiej strony wykazano dodatnią korelację pomiędzy DMI i RFV.



<sup>1</sup>G – groch siewny/field pea 240 kg·ha<sup>-1</sup>, M1 – G 180 kg·ha<sup>-1</sup> + P 55 kg·ha<sup>-1</sup>, M2 – G 120 kg·ha<sup>-1</sup> + P 110 kg·ha<sup>-1</sup>, M3 – G 60 kg·ha<sup>-1</sup> + P 165 kg·ha<sup>-1</sup>, P – pszenżyto jare/spring triticale 220 kg·ha<sup>-1</sup>; <sup>2</sup>I – faza kwitnienia grochu siewnego/flowering stage of field pea, II – faza płaskiego zielonego strąka grochu siewnego/flat green field pea pod stage; <sup>3</sup>NFC – węglowodany niewłókniste/non-fiber carbohydrates, Hem – hemiceluloza/ hemicellulose, DMI – pobranie suchej masy/ dry matter intake; RFV – względna wartość paszy/ relative feed value

Rys. 3. Interakcja udziału komponentów w wysiewanej mieszance i fazy zbioru zielonej paszy mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym dla NFC, Hem, DMI i RFV  
 Fig. 3. Interaction of the proportion of components in the sown mixture and harvest stage of green forage of mixtures of field pea and spring triticale for NFC, Hem, DMI and RFV

Tabela 2. Współczynniki korelacji (n = 90) między cechami zielonej paszy mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym

Table 2. Correlation coefficients (n = 90) between the features of the green forage of mixtures of field pea with spring triticale

Cecha/Feature	NFC <sup>1</sup>	Hem	Cel	DMI
Hem	-0,936**			
Cel	-0,791**	0,610**		
DMI	0,966**	-0,931**	-0,829**	
RFV	0,939**	-0,898**	-0,786**	0,970**
Istotność/Significance: $p \leq 0.05$ *; $p \leq 0.01$ **				

<sup>1</sup> NFC – węglowodany niewłókniste/non-fiber carbohydrates, Hem – hemiceluloza/ hemicellulose, Cel – celuloza/ cellulose, DMI – pobranie suchej masy/dry matter intake; RFV – względna wartość paszy/ relative feed value

## DYSKUSJA

Badania przeprowadzone przez Gill i Omokanye [2016] oceniające jakość pasz uzyskanych z uprawy zbóż wykazały zależność koncentracji NFC od warunków sezonu wegetacyjnego. Analogicznie jak w badaniach własnych autorów niższa suma opadów w okresie wegetacji upraw skutkowałą wzrostem zawartości NFC. Rośliny bobowate wykazują wyższą zawartość NFC w porównaniu do zbóż [Marković i in. 2023]. Potwierdzają to również wyniki badań własnych autorów. Wynika to z faktu, iż ściany komórkowe roślin bobowatych, zawierają duże ilości polisacharydów niecelulozowych, szczególnie pektyny i ksyloglukanu, a przykładowo w sianie lucerny pektyna stanowi około 45% NFC [Wei i in. 2021]. W związku z tym dodatek roślin bobowatej do wysiewu ze zbożami powoduje wzrost zawartości NFC w uzyskiwanej zielonej paszy. Stwierdzenie to potwierdzają wyniki badań uzyskane przez Gill i Omokanye [2018]. Ściana komórkowa roślin jak już wcześniej wspomniano jest złożoną matrycą polisacharydów składającą się głównie z celulozy, hemicelulozy i pektyny [Bueno i in. 2020]. Zdaniem Carrillo-Díaz i in. [2020] zawartość Cel i Hem w znaczący sposób różni się pomiędzy gatunkami roślin jak i ich etapem wzrostu. Doświadczenie przeprowadzone przez Angelletii i in. [2022] wykazało znacznie wyższą zawartość Hem i Cel w uprawie jęczmienia w porównaniu z bobikiem. Autorzy zaobserwowali również wzrost zawartości Hem i Cel w wyniku zbioru w późniejszych fazach rozwojowych roślin. Jest to zgodne z wynikami uzyskanymi przez autorów w badaniach własnych. Również wyniki badań uzyskane przez Rady i in. [2022] wykazały wyższą koncentrację Hem i Cel w roślinach zbożowych niż w roślinach bobowatych. W badaniach własnych mniejsza dostępność wody w okresie wegetacji mieszanek i wyższa średnia temperatura powietrza powodowała istotny wzrost zawartości Hem i Cel w zielonej paszy mieszanek. Zdaniem Balazadeh i in. [2021] struktura ściany komórkowej staje się bardziej zdrewniała w warunkach stresu spowodowanego suszą. Dodatkowo według Moore i in. [2008] stres związany z suszą powoduje zmiany w strukturze komórek roślinnych. Wynikiem tego może być więc wzrost zawartości Hem i Cel w zielonej paszy mieszanek. Według Jahanzad i in. [2013] oraz Bajtor i in. [2022] zmiany jakości paszy w warunkach suszy mogą być związane ze zmianami stosunku liści do łodygi. Według badań przeprowadzonych przez Pourali i in. [2023] deficyt wody w okresie wegetacji koniczyny powodował

obniżenie stosunku liści do łodyg, a tym samym obniżenie jakości zielonej paszy. W prezentowanym badaniu nie analizowano natomiast stosunku liści do łodyg uprawianych roślin więc ten mechanizm wzrostu Hem i Cel w paszy jest przypuszczalny. Wysoka wartość DMI wskazuje na wyższe dobrowolne spożycie paszy przez zwierzęta gospodarskie [Sadeghpour i in. 2013]. Według badań przeprowadzonych przez Ashoori i in. [2021] oraz Pourali i in. [2023] zielona pasza roślin bobowatych charakteryzuje się wyższym DMI w odniesieniu do zbóż. Analogiczne wyniki uzyskano również w prezentowanych badaniach własnych. W wyniku tego wzrost udziału grochu siewnego w wysiewanych nasionach w stosunku do pszenżyta jarego powodował wzrost DMI w uzyskiwanej zielonej paszy. W badaniach własnych analogicznie jak w doświadczeniu przeprowadzonym przez Bo i in. [2022] wartość DMI zielonej paszy mieszanek ulegała obniżeniu wraz z kolejnymi etapami wegetacyjnymi roślin. Badania przeprowadzone przez Rad i in. [2020] wykazały obniżenie wartości DMI w uprawie mieszanek sorgo z roślinami strączkowymi w sezonie wegetacyjnym o mniejszej sumie opadów. Jest to zgodne z wynikami uzyskanymi w badaniach własnych. Zdaniem Jankowskiej – Hufleit i Wróbel [2008] RFV jest parametrem który umożliwia efektywną ocenę pasz objętościowych ze względu na łączne obrazowanie zarówno strawności jak i pobrania paszy. Analizując badania innych autorów [Yilmaz i in. 2015, Manoj i in. 2021] zielona pasza uzyskiwana z roślin bobowatych charakteryzuje się wyższymi wartościami RFV w porównaniu do zbóż. Jest to zgodne z wynikami badań własnych autorów. Tym samym wyższy udział grochu siewnego w mieszance pozwalał uzyskać wyższe wartości RFV w zielonej paszy mieszanek. Również w badaniach przeprowadzonych przez Kir [2021] nad mieszankami wyki i owsa, wzrost udziału rośliny bobowatej w wysiewie skutkowało wzrostem wartości RFV. Badania przeprowadzone przez Seydosoglu i Bengisu [2019] również nad mieszankami pszenżyta jarego z grochem siewnym wykazały analogicznie jak w badaniach własnych autorów, obniżenie wartości RFV wraz ze zbiorami w późniejszych fazach rozwojowych roślin. Autorzy analizowali jednak zbiór w innych fazach rozwojowych w fazie kłoszenia i dojrzałości mleczej pszenżyta. Natomiast badania przeprowadzone przez Yücel i in. [2018] wykazały wzrost wartości RFV w zielonej paszy mieszanek koniczyny z pszenżytem pomiędzy początkiem kwitnienia, a pełnym kwitnieniem rośliny bobowatej. Tym samym można stwierdzić, że najbardziej korzystną fazą zbioru mieszanek bobowato-zbożowych w odniesieniu do wartości RFV jest faza kwitnienia rośliny bobowatej. W badaniach własnych analogicznie jak w doświadczeniu przeprowadzonym przez Kir [2021] większa ilość opadów podczas okresu uprawy mieszanek skutkowało wyższymi wartościami RFV w zielonej paszy mieszanek. Według klasyfikacji jakości paszy podanej przez Linn i Martin [1989] zieloną paszę uzyskaną z grochu siewnego oraz mieszanki M1 i M2 zbieranych w fazie kwitnienia grochu siewnego można zakwalifikować do II klasy jakości tym samym może być przeznaczona do skarmiania dla dobrych krów oraz młodych jałówek wyselekcjonowanych do pokrycia. Zielona pasza uzyskiwana z mieszanki M3 zbieranej w fazie kwitnienia grochu siewnego odpowiada III klasie jakości z przeznaczeniem dla bydła opasowego, starszych jałówek oraz marginalnie dla krów mlecznych. Zbiór grochu siewnego oraz mieszanek w fazie płaskiego zielonego strąka grochu siewnego powodował obniżenie o jedną klasę jakości paszy. Natomiast wartość RFV zielonej paszy pszenżyta jarego niezależnie od terminu zbioru odpowiada wartościom dla V klasy jakości może być więc przeznaczona dla zasuszanych krów o użytkowaniu mięsnym z koniecznością uzupełnienia paszami wysokoenergetycznymi. Przeprowadzona analiza korelacji wykazała, iż wzrost zawartości Hem i Cel powodują pogorszenie jakości pasz. Również Truba i Sosnowski [2022] wykazali ujemną wartość korelacji pomiędzy zawartością Hem i Cel, a wartością RFV koniczyny i lucerny. Jak podają Nagoy i in. [2021] NFC w paszy odpowiada energii dostarczanej przeżuwaczom i jest powiązana z syntezą białka drobnoustrojowego w żwacu. Również Vilela i in. [2020] donoszą, że wartość NFC reprezentuje wszystkie formy węglowodanów strawnych powiązanych ze źródłem dostarczanej energii zwierzętom gospodarskim.



Badacze wykazali dodatkowo, że wraz ze wzrostem zawartości NFC w paszy wzrasta również wartość RFV. W badaniach własnych uzyskany współczynnik korelacji wykazał analogiczną zależność.

## PODSUMOWANIE

Uprawa mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym pozwala uzyskać zieloną paszę o akceptowalnej jakości dla zwierząt gospodarskich. W tym celu do praktyki rolniczej należy zalecać uprawę mieszanki o udziale komponentów podczas siewu odpowiednio 180 kg·ha<sup>-1</sup> grochu siewnego i 55 kg·ha<sup>-1</sup> pszenżyta jarego i jej zbiór w fazie kwitnienia grochu siewnego. Zielona pasza uzyskana z tej mieszanki pozwoli uzyskać pasze II klasy jakości z ogólnym przeznaczeniem dla dobrych krów oraz młodych jałówek wyselekcjonowanych do pokrycia.

## PIŚMIENNICTWO

- Amine-Khodja I.R., Bosdari A., Riah N., Kechid M., Maougal R.T., Belbekri N., Djekoun A. 2022. Impact of two strains of *Rhizobium leguminosarum* on the adaptation to terminal water deficit of two cultivars vicia faba. *Plants* 11, art. no. 515.
- Angeletti F.G.S., Mariotti M., Tozzi B., Pampana S., Saia S. 2022. Herbage and silage quality improved more by mixing barley and faba bean than by N fertilization or stage of harvest. *Agronomy* 12, art. no. 1790.
- Ashoori N., Abdi M., Golzardi F., Ajalli J., Ilkaee M.N. 2021. Forage potential of sorghum-clover intercropping systems in semi-arid conditions. *Bragantia* 80: e1421.
- Bojtor C., Mousavi S.M.N., Illés Á., Golzardi F., Széles A., Szabó A., Nagy J., Marton C.L. 2022. Nutrient composition analysis of maize hybrids affected by different nitrogen fertilisation systems. *Plants* 11, art. no. 1593.
- Balazadeh M., Zamanian M., Golzardi F., Mohammadi Torkashvand A. 2021. Effects of limited irrigation on forage yield, nutritive value and water use efficiency of Persian clover (*Trifolium resupinatum*) compared to berseem clover (*Trifolium alexandrinum*). *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 52(16): 1927–1942.
- Bueno A.V.I., Lazzari G., Jobim C.C., Daniel J.L.P. 2020. Ensiling total mixed ration for ruminants: A Review. *Agronomy* 10, art. no. 879.
- Bo P.T., Dong Y., Zhang R., Soe Htet M.N., Hai J. 2022. Optimization of alfalfa-based mixed cropping with winter wheat and ryegrass in terms of forage yield and quality traits. *Plants* 11, art. no. 1752.
- Carrillo-Díaz M.I., Miranda-Romero L.A., Chávez-Aguilar G., Zepeda-Batista J.L., González-Reyes M., García-Casillas A.C., Tirado-González D.N., Tirado-Estrada G. 2022. Improvement of ruminal neutral detergent fiber degradability by obtaining and using exogenous fibrolytic enzymes from white-rot fungi. *Animals* 12, art. no. 843.
- FAO. 2022. Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets. Rome, Italy.
- Farhadi A., Paknejad F., Golzardi F., Ilkaee M.N., Aghayari F. 2022. Effects of limited irrigation and nitrogen rate on the herbage yield, water productivity, and nutritive value of sorghum silage. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 53(5): 576–589.
- Gill K.S., Omokanye A.T. 2016. Spring triticale varieties forage yield, nutrients composition and suitability for beef cattle production. *J. Agric. Sci.* 8: 1–14.
- Gill K.S., Omokanye A.T. 2018. Potential of spring barley, oat and triticale intercrops with field peas for forage production, nutrition quality and beef cattle diet. *J. Agric. Sci.* 10: 1–16.
- Horrocks R.D., Vallentine J.F. 1999. *Harvested Forages*; Academic Press: London, UK, pp. 17–47.
- Hosseini L., Maleki A., Mozafari A., Mirzaeiheydari M., Sadeghi-Shoae M. 2022. Evaluation of water and nitrogen use efficiency, digestibility and some quantitative and qualitative characteristics of forage beet cultivars under different irrigation methods and nitrogen levels. *Gesunde Pflanz.* 74: 177–191.

- Iqbal M.A., Iqbal A., Abbas R.N. 2018. Spatio-temporal reconciliation to lessen losses in yield and quality of forage soybean (*Glycine max* L.) in soybean-sorghum intercropping systems. *Bragantia* 77: 283–291.
- Jahanzad E., Jorat M., Moghadam H., Sadeghpour A., Chaichi M.R., Dashtaki M. 2013. Response of a new and a commonly grown forage sorghum cultivar to limited irrigation and planting density. *Agric. Water Manag.* 117: 62–69.
- Jankowska-Huflejt H., Wróbel B. 2008. Ocena przydatności pasz z użytków zielonych do produkcji zwierzęcej w badanych gospodarstwach ekologicznych. *J. Res. App. Agric. Eng.* 53: 103–108.
- Javier-Astete R., Jimenez-Davalos J., Zolla G. 2021. Determination of hemicellulose, cellulose, holocellulose and lignin content using FTIR in *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) K. Schum. and *Guazuma crinita* Lam. *PLoS ONE* 16: e0256559.
- Kir H. 2021. Forage yield and quality of Hungarian vetch mixture with oat varieties under rainfed conditions. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 45: 419–426.
- Linn J.G., Martin N.P., 1989. Forage quality test and interpretation. Minnesota Extension Service, University of Minnesota, 385–393.
- Lithourgidis A.S., Dordas C.A., Damalas C.A., Vlachostergios D.N. 2011. Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture. *Aust. J. Crop Sci.* 5: 396–410.
- Manoj K.N., Shekara B.G., Sridhara S., Jha P.K., Prasad P.V.V. 2021. Biomass quantity and quality from different year-round cereal–legume cropping systems as forage or fodder for livestock. *Sustainability* 13, art. no. 9414.
- Marković J.P., Milenković J.R., Petrović M.P., Zornić V.G., Racić N.L., Stepić M.D., Blagojević M.B. 2023. Nutritive value of field pea-oat and common vetch-oat bicrops. *J. Agric. Sci. (Belgr.)* 68: 1–18.
- Moore J.P., Vire-Gibouin M., Farrant J.M., Driouch A. 2008. Adaptations of higher plant cell walls to water loss, drought vs desiccation. *Physiol. Plant* 134: 237–245.
- Nogoy K.M.C., Yu J., Song Y.G., Li S., Chung J.-W., Choi S.H. 2021. Evaluation of the nutrient composition, in vitro fermentation characteristics, and in situ degradability of *amaranthus caudatus*, *amaranthus cruentus*, and *amaranthus hypochondriacus* in cattle. *Animals* 11, art. no. 18.
- Olesen J.E., Trnka M., Kersebaum K.C., Skjelvåg A.O., Seguin B., Peltonen-Sainio P., Rossi F., Kozyra J., Micale F. 2011. Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *Eur. J. Agron.* 34: 96–112.
- Pourali S., Aghayari F., Ardakani M. R., Paknejad F., Golzardi F. 2023. Benefits from intercropped forage sorghum–red clover under drought stress conditions. *Gesunde Pflanz.* 1–12.
- Rad S.V., Valadabadi S.A.R., Pouryousef M., Saifzadeh S., Zakrin H.R., Mastinu, A. 2020. Quantitative and qualitative evaluation of *Sorghum bicolor* L. under intercropping with legumes and different weed control methods. *Horticulturae* 6: art. no. 78.
- Rady A.M.S., Attia M.F.A., Kholif A.E., Sallam S.M.A., Vargas-Bello-Pérez E. 2022. Improving fodder yields and nutritive value of some forage grasses as animal feeds through intercropping with egyptian clover (*Trifolium alexandrinum* L.). *Agronomy* 12, art. no. 2589.
- Sadeghpour A., Jahanzad E., Esmaeili A., Hosseini M.B., Hashemi M. 2013. Forage yield, quality and economic benefit of intercropped barley and annual medic in semi-arid conditions: Additive series. *Field Crops Res.* 148: 43–48.
- Salama H.S.A., Nawar A.I., Khalil H.E. 2022. Intercropping pattern and N fertilizer schedule affect the performance of additively intercropped maize and forage cowpea in the Mediterranean region. *Agronomy* 12, art. no. 107.
- Seydosoglu S., Bengisu G. 2019. Effects of different mixture ratios and harvest periods on grass quality of triticale (*xTriticosecale Wittmack*)-forage pea (*Pisum Sativum* L.) intercrop. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 17: 13263–13271.
- Swarnalakshmi K., Yadav V., Tyagi D., Dhar D.W., Kannepalli A., Kumar S. 2020. Significance of plant growth promoting Rhizobacteria in grain legumes: Growth promotion and crop production. *Plants* 9, art. no. 1596.
- Truba M., Sosnowski J. 2022. The effect of tytanit on fibre fraction content in *Medicago x varia* T. Martyn and *Trifolium pratense* L. *Cell Walls. Agriculture* 12, art. no. 191.
- Wei Z., Xie X., Xue M., Valencak T.G., Liu J., Sun H. 2021. The effects of non-fiber carbohydrate content and forage type on rumen microbiome of dairy cows. *Animals* 11, 3519.

- Vilela A.E., González-Paleo L., Ravetta D.A., Murrell E.G., Van Tassel D.L. 2020. Balancing forage production, seed yield, and pest management in the perennial sunflower *Silphium integrifolium* (Asteraceae). *Agronomy* 10, art. no. 1471.
- Yilmaz Ş., Özel A., Atak M., Erayman M. 2015. Effects of seeding rates on competition indices of barley and vetch intercropping systems in the Eastern Mediterranean. *Turk. J. Agric. For.* 39, art. no. 16.
- Yu Y., Makowski D., Stomph T.-J., van der Werf W. 2016. Robust increases of land equivalent ratio with temporal niche differentiation: A meta-quantile regression. *Agron. J.* 108: 2269–2279.
- Yücel C., Avcı M., Yucel H., Sevilmış U., Hatipoğlu R.Ü.Ş.T.Ü. 2018. Effects of seed mixture ratio and harvest time on forage yield and silage quality of intercropped berseem clover with triticale. *Fresenius Environ. Bull.* 27: 5312–5322.

R. GÓRSKI, A. PŁAZA

**GREEN FORAGE QUALITY OF MIXTURES OF FIELD PEA  
AND SPRING TRITICALE AT DIFFERENT STAGES OF HARVESTING**

**Summary**

The field experiment conducted in 2016–2018 was aimed at determining the effect of the share of components in the sown mixtures of field pea and spring triticale and the stage of harvesting on the quality of green forage. The study evaluated the content of non-fiber carbohydrates, hemicellulose, cellulose and the value of dry matter intake and relative forage value. The highest concentration of non-fiber carbohydrates and the value of dry matter intake and relative feed value, while at the same time the lowest contents of hemicellulose and cellulose were recorded in field pea, while among mixtures at sowing 180 + 55 kg·ha<sup>-1</sup> of field pea and spring triticale, respectively. More favorable values of the analyzed traits were shown in mixtures harvested at the flowering stage compared to the harvesting of the flat green pod stage of field pea. The green fodder obtained from peas and mixtures with a sowing share of 180 + 55 kg·ha<sup>-1</sup> and 120 + 110 kg·ha<sup>-1</sup> of field pea and spring triticale, respectively, harvested at the flowering stage of field pea, can be classified in fodder quality class II.

**Key words:** non-fiber carbohydrates, hemicellulose, cellulose, field pea, spring triticale

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print* – 18.09.2023

Do cytowania – *For citation:*

Górski R., Płaza A. 2023. Jakość zielonej paszy mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym na różnych etapach zbioru. *Fragm. Agron.* 40(2): 14–24.