

Wpływ terminu zbioru na jakość i wartość pokarmową kiszonek z amarantusa

Olga Mierzejewska, Cezary Purwin

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie,
Wydział Bioinżynierii Zwierząt, Katedra Żywienia Zwierząt
i Paszoznawstwa

Amarantus (*Amaranthus* sp.), znany w Polsce również jako szarłat uprawny, był podstawą żywienia dla rdzennej ludności Ameryki Środkowej i Południowej. Badania archeologiczne prowadzone w Meksyku wykazały, że mógł on być znany już 4000 lat p.n.e. [28]. Na terenie Chin, Mongolii czy Japonii różne gatunki wykorzystywano jako warzywo liściowe. W XVII w. w Europie rozpowszechniła się uprawa gatunków ozdobnych [33]. Według różnych autorów, w obrębie rodzaju *Amaranthus* wyróżnia się od 60 do niemal 90 gatunków [11, 2]. Do Polski amarantus trafił w 1998 roku, dzięki prof. Emilowi Nalborczykowi [9].

W 2011 roku powierzchnia upraw amarantusa w Polsce kształtowała się na poziomie około 100 ha głównie w województwach południowo-wschodnich. Większość rolników uprawia go z przeznaczeniem na nasiona, a plonowanie w zależności od nawożenia w roku 2014 kształtowało się na poziomie 2,6-4,7 ton nasion z 1 ha [27]. Nasiona te wykorzystuje się głównie w przemyśle spożywczym, ale również w farmaceutycznym czy kosmetycznym. Z nasion można wytłoczyć olej, który charakteryzuje się korzystnym składem kwasów tłuszczowych [16]. Nasiona amarantusa charakteryzują się wyższą zawartością białka niż inne zboża np. kukurydza, a ze względu na brak glutenu mąka z nich uzyskana wykorzystywana jest w produktach przeznaczonych dla osób z nietolerancją glutenu [10].

Białko nasion charakteryzuje się wysoką zawartością lizyny, która jest głównym aminokwasem limitującym w ziarnach zbóż. Jest ono również stosunkowo bogate w aminokwasy siarkowe [3]. Prowadzone badania nad wykorzystaniem nasion amarantusa wykazały dobre efekty w żywieniu brojlerów, trzody chlewnej czy ryb [17, 34, 32]. Pomimo uzyskiwanych dobrych wyników produkcyjnych nasiona nie są wykorzystywane szeroko w praktyce ze względu na niewielką dostępność oraz wysoką cenę.

Amarantus należy do rodziny szarłatowatych (*Amaranthaceae*). Do rodzaju *Amaranthus* klasyfikuje się od 60 do 90 gatunków [2]. Szarłat zalicza się do grupy pseudozbóż, czyli roślin nie będących trawami, ale które wytwarzają bogate w skrobię nasiona podobne do zia-



Fot. 1. Kwiatostan amarantusa (fot. O. Mierzejewska)

ren zbóż. Jest to roślina jednoroczna, której wzrost następuje przy wysokich temperaturach i w warunkach niedoboru wody. Wykazuje się dużą tolerancją na zróżnicowane warunki wilgotnościowe oraz zasolenie gleby [6]. Wymaga mniejszej ilości wody niż kukurydza [24], lecz charakteryzuje się wysokim plonem świeżej masy nawet do 85 t/ha [1]. Roślina ta może być alternatywą dla kukurydzy. W płodozmianie amarantus może być zasiany np. po zbożach ozimych zebranych na GPS, czyli kisonkę z całych roślin zbożowych. Ze względu na coraz częściej występujące na terenie naszego kraju okresowe niedobory wody postanowiono zbadać możliwość wykorzystania amarantusa do produkcji kiszonek, które mogły być wykorzystane w żywieniu przeżuwaczy.

Celem doświadczenia było zbadanie wpływu terminu zbioru na jakość i wartość pokarmową kisonki z amarantusa oraz wskazanie terminu zbioru amarantusa w warunkach północnego Mazowsza do uzyskania dobrej jakości kisonki.

Doświadczenie przeprowadzono w Gospodarstwie Rolnym Waldemara Mierzejewskiego w Zakrzewie (gm. Karniewo, woj. Mazowieckie; 52°53'N, 21°03'E). Gospodarstwo położone jest na obszarze o klimacie wilgotnym kontynentalnym, gdzie średnia roczna temperatura powietrza wynosi 7,2°C, a suma opadów kształtuje się na poziomie od 550 mm. Glebę na polu doświadczalnym można zaliczyć do gleb typu bielcowego wg Systematyki gleb Polski [29].

Siew na poletku doświadczalnym, na stanowisku po ziemniakach, o powierzchni 1000 m² wykonano 3 czerwca 2017 r., w czasie którego wysiano średnio 0,2 g/m² nasion. W trakcie wzrostu roślin wykonano odchwaszczanie mechaniczne, nie stosowano nawożenia.

Surowiec zbierano w trzech terminach tzn. w 85 (wyskalanie nasion), 105 (dojrzałość woskowa nasion) i 125 (pełna dojrzałość) dniu po siewie. Ostatni termin zbioru odpowiadał zbiorowi amarantusa na nasiona i stanowił próbę zbadania czy pozostałości biomasy po zbiorze nasion mogą być wykorzystane do sporządzenia



Fot. 2. Poletko doświadczalne z uprawą szarłat (fot. O. Mierzewska)

kiszonki. Do zbioru wykorzystano ścinacz zielonek Orkan 2 z bijakowym systemem cięcia. Następnie surowiec umieszczano w szczelnych plastikowych pojemnikach o pojemności 2 l, kiszonki wykonano w 5 powtórzeniach dla każdego terminu zbioru.

Kiszonki otwarto po upływie 3 miesięcy i poddano analizie chemicznej. Próbkę kiszonek podsuszone w temperaturze 55°C w podsuszarkach owiewowych Binder oraz rozdrobniono młynem Retsch 200 do wielkości cząstek 1 mm. Zawartość podstawowych składników pokarmowych w próbkach kiszonek określono przy użyciu standardowych metod AOAC [4], natomiast włókno neutralno detergentowe (NDF – neutral detergent fiber), włókno kwaśno detergentowe (ADF – acid detergent fiber) oraz zawartość ligniny (ADL – acid detergent lignin) oznaczono metodą Van Soesta i in. [31]. Próbkę kiszonki badano również pod kątem wartości pH – za pomocą pH-metru CP-411. Zawartości lotnych kwasów tłuszczowych oznaczono z wykorzystaniem chromatografii gazowej przy użyciu chromatografu gazowego Varian 450-GC z użyciem autosamplera Varian CP-8410 oraz detektora płomieniowo-jonizacyjnego (FID), kolumny kapilarnej CP-FFAP o długości 25 m (średnica wewnętrzna 0,53 mm, grubość filmu 1,0µm). 1,0µm to wielkość nanoszonej próbki. Temperatura detektora wynosiła 260°C, dozwolnika 200°C, natomiast kolumny 90°C→200°C. Jako gaz nośny użyto helu (przepływ 5,0 ml/min). Kwas mlekowy oznaczono metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) na chromatografie firmy Shimadzu. Do rozdzielania wykorzystano kolumny METACARB 67H firmy Varian oraz fazę nośną w postaci 0,002M roztworu kwasu siarkowego w wodzie dejonizowanej o przepływie 1 cm³/min. Chromatograf wyposażony był w detektor UV. Zawartość azotu amoniakalnego określono metodą Conveya z użyciem Kjeltac System 1026 Distilling Unit.

Na podstawie oznaczonego składu chemicznego dokonano również oceny wartości pokarmowej kiszonki dla przeżuwaczy według systemu INRA w programie

INRAtion-PrevAlim [8]. Wyniki opracowano statystycznie w programie Statistica 13.3 (Statsoft Polska). Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA, a istotność różnic wyznaczono za pomocą testu Duncana.

W tabeli 1 zamieszczono wyniki składu chemicznego kiszonek. Zawartość suchej masy wynosiła ponad 20% we wszystkich badanych kiszonkach. Najniższą ilością suchej masy charakteryzowała się kiszka zebrana najwcześniej. W przeciwieństwie do Ma i in. [12] nie zaobserwowano liniowego wzrostu zawartości suchej masy w kiszonkach wraz z kolejnym terminem zbioru. Niewielkie różnice w zawartości suchej masy między poszczególnymi grupami mogły być spowodowane zmieniającymi się warunkami atmosferycznymi w trakcie zbiorów, które mogły przyczynić się do wzrostu wilgotności, a przez to do obniżenia zawartości suchej masy. We wszystkich próbach zawartość suchej masy można uznać za zbyt niską do zakiszania [21]. Zawartość popiołu surowego w kieszonce sporządzonej z amarantusa zebranego 85 dni po siewie była wyższa ($p \leq 0,01$) niż w pozostałych dwóch terminach. Zaobserwowano również różnice ($p \leq 0,05$) pomiędzy kiszonkami wykonanymi z roślin zebranych w 105 i 125 dniu po siewie. Kiszka zebrana w pierwszym terminie zawierała odpowiednio o 12,28 i 12,38 g/100g DM więcej popiołu w porównaniu do danych przedstawionych przez Rahjerdi i in. [22] oraz Rezaei i in. [23]. Prawdopodobnie wysoka zawartość popiołu mogła być spowodowana przez zanieczyszczenie ziemią w trakcie zbioru ze względu na niską wysokość cięcia roślin. Najniższą zawartością białka ogólnego charakteryzowała się kiszka zebrana w ostatnim terminie zbioru. Zbliżoną zawartość tego składnika jak w kieszonce zebranej w fazie dojrzałości woskowej nasion odnotowali Rahjerdi i in. [22] dla kiszonki sporządzonej z amarantusa odmiany Sem zebranego 97 dni po siewie. Ma i in. [12] oraz Abbasi i in. [1] w swoich badaniach opisali, iż wraz z dojrzewaniem rośliny maleje zawartość białka w zielonce i kieszonce z amarantusa. Zawartość tłuszczu surowego w kieszonce przygotowanej najpóźniej jest statystycznie istotnie wyższa ($p \leq 0,05$) niż w kieszonce sporządzonej z szarłatu zebranego 85 dni po siewie. Wzrost zawartości tłuszczu może być prawdopodobnie spowodowany wzrostem zaolejenia nasion, zawartość tłuszczu w nasionach kształtuje się na poziomie 6-8% [10], mimo małego udziału nasion ma to wpływ na ogólną zawartość tłuszczu. Tendencję tę w zielonkach z amarantusa opisał również Abbasi i in. [1]. Jednak zawartość tłuszczu w kieszonce zebranej w ostatnim terminie była niższa odpowiednio o 3,24 i 0,8 g/100g DM niż odnotowana przez Petkov i in. [18] oraz Rahjerdi i in. [22].

W ocenianych kiszonkach termin zbioru miał istotny wpływ na zawartość włókna surowego ($p \leq 0,01$). Podobnych obserwacji dokonali Faligowska i Selwet [7] dla kiszonek z łubinu żółtego. Wzrost zawartości włókna surowego w zielonkach z kostrzewy łąkowej (*Festuca pratensis* Huds.), tymotki łąkowej (*Phleum pratense* L.), kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata* L.) i rajgrasu wyniosłego (*Arrhenatherum elatius* L.) odnotował również Szkutnik i in. [30]. Wraz ze wzrostem dojrzałości

Tabela 1

Skład chemiczny kiszonek (g/100g SM)

Wyszczególnienie		85 dni po siewie	105 dni po siewie	125 dni po siewie
Sucha masa (g/100g SM)	$\bar{x}$	20,34	21,05	20,77
	SEM	0,42	0,84	0,57
Popiół surowy	$\bar{x}$	25,98 ^A	18,64 ^{Ba}	15,91 ^{Bb}
	SEM	0,40	0,97	0,56
Białko ogólne	$\bar{x}$	12,40	12,79	11,68
	SEM	0,19	0,98	0,18
Tłuszcz surowy	$\bar{x}$	1,10 ^b	1,73	1,89 ^a
	SEM	0,21	0,30	0,07
Włókno surowe	$\bar{x}$	15,96 ^C	21,15 ^B	25,62 ^A
	SEM	0,36	1,11	0,67
NDF	$\bar{x}$	46,06	46,48	48,00
	SEM	0,40	1,69	0,48
ADF	$\bar{x}$	39,09	38,38	39,96
	SEM	0,84	0,24	0,38
ADL	$\bar{x}$	1,79 ^C	3,52 ^B	4,58 ^A
	SEM	0,11	0,03	0,12

A,B,C – różnice wysoko statystycznie istotne ($p \leq 0,01$); a,b – różnice statystycznie istotne ($p \leq 0,05$)

wzrost zawartości włókna surowego odnotowano również w przypadku łubinu wąskolistnego i żyta jarego [13]. Wzrost zawartości włókna w kiszonkach z amarantusa w kolejnych terminach zbioru można prawdopodobnie wyjaśnić wzrostem udziału łodygi w całej roślinie [12].

Nie odnotowano różnic statystycznych w zawartości NDF między poszczególnymi kiszonkami, lecz najwyższą jej ilością charakteryzowała się kiszونka, którą sporządzoną najpóźniej. Podobnych obserwacji dokonał Ma i in. [12] oraz Skórko-Sajko i in. [26] w zielonkach z rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.). Zawartość NDF rosła wraz z zawartością włókna surowego w kiszonkach, podobną zależność można zaobserwować również w kiszonkach z różnych odmian kukurydzy [20]. W miarę wzrostu rośliny rósł procentowy udział ligniny w NDF, co wpłynęło na wartość energetyczną pasz. Zawartość ADL różniła się statystycznie wysoko istotnie ($p \leq 0,01$). Najwyższa była w kisonce zebranej najpóźniej. Podobnych obserwacji dokonał również Ma i in. [12]. Wyniki otrzymane przez Rahjerdi i in. [22] są zbliżone do otrzymanych dla kisonki z amarantusa zebranego w 105 dniu po siewie. Zawartość ADF we wszystkich kiszonkach kształtowała się na zbliżonym poziomie. Brak różnic statystycznych można wyjaśnić dużą zmiennością wyników w poszczególnych próbkach kiszonek. W badaniach Abbasi i in. [1] i Ma i in. [12] obserwowano wzrost zawartości ADF w kolejnych terminach zbioru. Zawartość hemicelulozy była najniższa w kisonce sporządzonej w pierwszym terminie, natomiast jej zawartość w pozostałych kształtowała się na podobnym poziomie. Udział celulozy we frakcji ADF malała wraz z kolejnym terminem zbioru. Różnice w składzie chemicznym między poszczególnymi grupami były niewielkie prawdopodobnie dlatego, że wraz z upływem czasu wzrost roślin jest wolniejszy, co wpływa również na mniejsze zmiany ich składu chemicznego.

Tabela 2

Charakterystyka fermentacji (g/kg SM)

Wyszczególnienie		85 dni po siewie	105 dni po siewie	125 dni po siewie
pH	$\bar{x}$	4,77 ^A	4,12 ^C	4,22 ^{AC}
	SEM	0,05	0,06	0,01
Azot amoniakalny (g/kg azotu ogólnego)	$\bar{x}$	30,50 ^b	46,60	56,50 ^a
	SEM	0,72	0,59	0,21
Kwas mlekowy	$\bar{x}$	74,91	117,84	70,26
	SEM	19,19	12,40	20,61
Suma LKT* w tym:		11,06	17,311	20,657
Kwas octowy	$\bar{x}$	4,29 ^B	4,80 ^B	8,79 ^A
	SEM	0,93	0,18	0,68
Kwas propionowy	$\bar{x}$	0,22 ^b	0,07 ^b	0,78 ^a
	SEM	0,05	0,03	0,24
Etanol	$\bar{x}$	4,31 ^b	12,49 ^a	11,06 ^{ab}
	SEM	1,97	2,63	0,86
Kwas izomasłowy	$\bar{x}$	0,003	0,001	0,00
	SEM	0,003	0,001	0,00
Kwas masłowy	$\bar{x}$	2,223	0,006	0,005
	SEM	2,11	0,004	0,0001
Kwas izowalerianowy	$\bar{x}$	0,011 ^{ab}	0,007 ^b	0,022 ^a
	SEM	0,002	0,003	0,006
Kwas walerianowy	$\bar{x}$	0,003	0,00	0,00
	SEM	0,003	0,00	0,00
Punkty i ocena wg DLG [5]		40 zła	90 bardzo dobra	70 mierna

A,B,C – różnice wysoko statystycznie istotne ($p \leq 0,01$); a,b – różnice statystycznie istotne ($p \leq 0,05$), LKT – lotne kwasy tłuszczowe

W tabeli 2 przedstawiono parametry opisujące jakość fermentacji w ocenianych kiszonkach. Wartość pH w pierwszej kisonce była statystycznie wysoko istotnie wyższa ($p \leq 0,01$) niż w kisonce zebranej w drugim terminie. Tylko w przypadku kisonki zebranej w drugim terminie zbioru mieściła się ona w zakresie odpowiadającym kisonkom dobrej jakości o zawartości suchej masy $< 30\%$, czyli 3,9-4,2 [15]. W przypadku kisonki przygotowanej jako pierwszej istniało ryzyko rozwoju *Clostridium* sp., gdyż aktywność bakterii z tej grupy hamowana jest dopiero w środowisku o pH poniżej 4,0 [21], ponadto w tej grupie zawartość suchej masy była najniższa. Wartość pH w przypadku kisonki przygotowanej najwcześniej została zaburzona przez wtórną fermentację, gdyż kwas mlekowy został zmetabolizowany przez *Clostridium* sp. Zawartość azotu amoniakalnego w kisonce przygotowanej z materiału zebranego najpóźniej była statystycznie istotnie wyższa ($p \leq 0,05$) niż w kisonce przygotowanej po 85 dniach od siewu. Zawartość azotu amoniakalnego świadczy o zaawansowaniu procesów rozkładu białka. Uzyskane wartości były niższe niż zaobserwowane przez Rezaei i in. [25].

Zawartość kwasu mlekowego i octowego świadczy o intensywności procesu fermentacji. Najwyższą zawartość kwasu mlekowego oznaczono w kisonce przygotowanej w 105. dniu po siewie. Kiszونka ta charakteryzowała się również najniższym pH, gdyż kwas mleko-

Tabela 3

Charakterystyka wartości pokarmowej kiszonek

Wyszczególnienie		85 dni po siewie	105 dni po siewie	125 dni po siewie
JPM	$\bar{x}$	0,94	0,79	0,77
	SEM	0,09	0,02	0,01
JPŻ	$\bar{x}$	0,89	0,74	0,70
	SEM	0,09	0,03	0,01
BTJP (g)	$\bar{x}$	19,00	19,66	18,00
	SEM	0,00	1,33	0,00
BTJN (g)	$\bar{x}$	74,67	77,00	71,67
	SEM	0,88	5,00	0,88
BTJE (g)	$\bar{x}$	63,67	54,33	54,33
	SEM	5,46	0,33	0,33
JWB	$\bar{x}$	1,19 ^b	1,22 ^{ab}	1,29 ^a
	SEM	0,01	0,04	0,02

JPM – jednostka paszowa produkcji mleka, JPŻ – jednostka produkcji żywca, BTJP – białko właściwe paszy rzeczywiście trawione w jelicie cienkim, BTJN – jest to białko trawione w jelicie, będące sumą strawnego białka paszy nie ulegającego rozkładowi w żwaczu oraz strawnego białka mikroorganizmów żwacza syntetyzowanego ze względu na ilość azotu dostępnego z danej paszy, BTJE – Suma białka paszy nie ulegającego rozkładowi w żwaczu i białka mikroorganizmów trawionego w jelicie cienkim, obliczonego na podstawie dostępnej energii w żwaczu, JWB – jednostka wypełnieniowa dla bydła

wy jest mocnym kwasem, który powoduje obniżenie pH w kiszonkach [19]. Podobną zależność zaobserwowano również w kiszonce zebranej w trzecim terminie. Zawartość kwasu octowego w kiszonce zebranej najpóźniej była statystycznie wysoko istotnie wyższa ($p \leq 0,01$) niż w pozostałych. Natomiast zawartość kwasu propionowego była statystycznie istotnie wyższa ($p \leq 0,05$).

Wysoka zawartość kwasu octowego i azotu amoniakalnego oraz niska zawartość kwasu mlekowego w ostatniej kiszonce może świadczyć o spowolnionym przebiegu fermentacji. Ilość etanolu w kiszonce zebranej w drugim terminie była statystycznie istotnie wyższa ($p \leq 0,05$) niż w zebranej w pierwszym. Wyższa zawartość etanolu może świadczyć o wyższej liczebności drożdży w zbieranym surowcu, które w fazie tlenowej zakiszenia redukują zawartość cukrów, co ogranicza fermentację mlekową oraz później może prowadzić do podatności kiszonki na zagrzewanie [14]. Najwyższą zawartość kwasu masłowego zanotowano w kiszonce z amarantusa zebranego po 85 dniach po siewie. Obecność kwasu masłowego świadczy o wtórnej fermentacji, w wyniku której kwas mlekowy jest metabolizowany przez *Clostridium* sp., co powoduje wzrost pH, gdyż mocny kwas mlekowy jest przekształcany w słaby kwas masłowy. Jednocześnie wzrasta zawartość amoniaku oraz pogarszają się cechy sensoryczne kiszonki [14].

Tabela 3 prezentuje wyniki wskaźników wartości pokarmowej kiszonek. Najwyższą wartością energetyczną charakteryzuje się kiszonka przygotowana w pierwszym terminie zbioru, której wartość jest zbliżona do kiszonki z kukurydzy. Natomiast pozostałe dwie były mało różnicowane pod względem energetycznym, a ich wartość jest zbliżona do wartości JPM dla siana z użytków zielonych. Wartość JPM i JPŻ zmniejsza się wraz ze wzro-

stem zawartości włókna i NDF. Natomiast w przypadku wartości białkowej to kiszonka przygotowana w drugim terminie charakteryzowała się wyższymi wartościami BTJP i BTJN, jednak kiszonka przygotowana w najwcześniejszej fazie miała wyższą wartość BTJE, na którą wpływ ma zawartość strawnej masy organicznej, która determinuje wzrost mikroflory żwaczowej. Wartość BTJN we wszystkich kiszonkach była wyższa niż dla kiszonki z kukurydzy, natomiast w przypadku BTJE tylko kiszonka zebrana w pierwszym terminie charakteryzowała się wyższą wartością. Natomiast wartość wypełnieniowa dla bydła rosnącego była statystycznie istotnie wyższa ($p \leq 0,05$) w odniesieniu do kiszonki zebranej jako ostatnia, gdyż to ona charakteryzowała się najwyższą zawartością włókna.

Podsumowanie i wnioski:

1. Termin zbioru zielonki z amarantusa ma wpływ na skład chemiczny w szczególności na zawartość włókna surowego, ADL i popiołu surowego oraz wartość pokarmową kiszonki.

2. Kiszonka zebrana w najwcześniejszym terminie charakteryzowała się najwyższą wartością pokarmową, lecz jakość fermentacji była zła. Dlatego przygotowując kiszonkę z amarantusa zebranego we wczesnej fazie, należy stosować dodatki poprawiające przebieg fermentacji. Na podstawie wyników badań można stwierdzić, iż zalecanym terminem zbioru amarantusa na kiszonkę w warunkach środkowej Polski jest 105 dni od siewu.

3. Uzyskane wyniki dla kiszonek zebranych w najpóźniejszym terminie wskazują na możliwości wykonania kiszonek dla przeżuwaczy z biomasy pozostającej po zbiorze nasion z amarantusa, lecz wymaga to potwierdzenia w dalszych badaniach.

Literatura: 1. Abbasi D., Rouzbehan Y., Rezaei J., 2012 – Effect of harvest date and nitrogen fertilization rate on nutritive value of amaranth forage (*Amaranthus hypochondriacus*), Animal Feed Science and Technology 171, 6-13. 2. Achigan-Dako E.G., Sogbohossou O.E.D., Maundu P., 2014 – Current knowledge on *Amaranthus* spp.: research avenues for improved nutritional value and yield in leafy amaranths in sub-Saharan Africa, Euphytica 197, 303-317. 3. Alegbejo J.O., 2013 – Nutritional value and utilization of amaranthus (*Amaranthus* spp.) – a review, Bayero Journal of Pure and Applied Sciences 6 (1), 136-143. 4. AOAC., 2005 – Official Methods of Analysis, 18th edn. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. 69-80. 5. DLG – tabele wartości pokarmowej pasz i norm żywienia przeżuwaczy, 1997, Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowe VIT-TRA: 102-104. 6. Ebert A. W., Wu T.H., Wang S.T., 2011 – Vegetable amaranth (*Amaranthus* L.). AVRDC publication 11-754, 1-9. 7. Faligowska A., Selwet M., 2012 – Jakość i stan higieniczny kiszonek z łubinu żółtego w zależności od terminu zbioru surowca i dodatków kiszonkarskich. Nauka, Przyroda, Technologie, t. 6 (1), 1-10. 8. INRAtion-PrevAlim, 2006 – ver, 3,2 Inra Educagri Editions. Bp 87999 F 21079 Dijon Cedex (France). 9. Kaźmierczak A., Bolesławska I., Przysławski J., 2011 – Szarłat – jego wykorzystanie w profilaktyce i leczeniu wybranych chorób cywilizacyjnych. Nowiny Lekarskie 80, 3, 192-198. 10. Kulczyński B., Gramza-Michałowska A., Grdeń. M., 2017 – Amaranthus – wartość

odżywcza i właściwości prozdrowotne. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, L(1), 1-9. **11. Jacobsen S.E., Mujica A.**, 2003 – The genetic resources of Andean grain amaranths (*Amaranthus caudatus* L., *A. cruentus* L., and *A. hypochondriacus* L.) in America, *Plant Genetic Resources Newsletter*, 133, 41-44. **12. Ma J., Sun G., Shah A. M., Fan X., Li S., Yu X.**, 2019 – Effects of different growth stages of amaranth silage on the rumen degradation of dairy cows, *Animals*, 9 (10), 793. **13. Makarewicz A., Piąza A., Gąsiorowska B., Cybulska A.**, 2015 – Zawartość składników pokarmowych w mieszankach łubinu wąskolistnego z żytem jarym uprawianym na zieloną masę, *Agromy Science*, 70 (3), 71-83. **14. McDonald P., Henderson R.A., Heron S.J.E.**, 1991 – The biochemistry of silage, Cambrian Printers Ltd., Aberystwyth, UK. **15. Nowak J., Śańec P.**, 2001 – Wybrane czynniki decydujące o jakości kiszonek w belach cylindrycznych. *Postępy Nauk Rolniczych* 5 (48), 95-110. **16. Obiedzińska A., Waszkiewicz-Robak B.**, 2012 – Oleje tłoczone na zimno jako żywność funkcjonalna. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 1, 27-44. **17. Pisarikova B., Zraly Z., Kracmar S., Trckova M., Herzig I.**, 2006 – The use of amaranth (genus *Amaranthus* L.) in the diets for broiler chickens. *Veterinarni Medicina* 51, 399-407. **18. Petkov K., Antczak K., Łukaszewski Z.**, 1998 – Zielonka z amarantusa jako surowiec kiszonkarski oraz ocena i wartość pokarmowa kiszonki w żywieniu opasów. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 462, 261-268. **19. Podkówa Z., Cermak B., Podkówa L.**, 1998 – Wpływ dodatku kwasu mlekowego na jakość kiszonek. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 462, 357-362. **20. Podkówa Z., Podkówa L.**, 2015 – Wpływ typu mieszańca na skład chemiczny i strawność substancji organicznej kiszonki z całych roślin kukurydzy. *Nauka Przyroda Technologie* 9 (2), 1-9. **21. Purwin C., Łaniewska-Trokenheim Ł., Warmińska-Radyko I., Tywończuk J.**, 2006 – Jakość kiszonek – aspekty mikrobiologiczne, zdrowotne i produkcyjne, *Medycyna Weterynaryjna* 62 (8), 865-869. **22. Rahjerdi N.K., Rouzbehan Y., Fazaeli H., Rezaei J.**, 2015 – Chemical composition, fermentation characteristics, digestibility, and degradability of silages from two amaranth varieties (Khar-kovskiy and Sem), corn, and an amaranth-corn combination. *Journal of Animal Science* 93 (12), 5781-5790. **23. Rezaei J., Rouzbehan Y., Fazaeli H.**, 2009 – Nutritive value of fresh and ensiled amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) treated with

different levels of molasses. *Animal Feed Science and Technology* 151, 153-160. **24. Rezaei J., Rouzbehan Y., Fazaeli H., Zahedifar M.**, 2014 – Effects of substituting amaranth silage for corn silage on intake, growth performance, diet digestibility, microbial protein, nitrogen retention and ruminal fermentation in fattening lambs. *Animal Feed Science and Technology* 192, 29-38. **25. Rezaei J., Rouzbehan Y., Zahedifar M., Fazaeli H.**, 2015 – Effects of dietary substitution of maize silage by amaranth silage on feed intake, digestibility, microbial nitrogen, blood parameters, milk production and nitrogen retention in lactating Holstein cows. *Animal Feed Science and Technology* 202, 32-41. **26. Skórko-Sajko H., Lipiński K., Tywończuk J., Minakowski D.**, 2016 – Profil aminokwasowy białka oraz wartość pokarmowa zielonki z rutwicy wschodniej (*Galega Orientalis* Lam.) w zależności od fazy fenologicznej. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Biologia i Hodowla Zwierząt*, LXXXI (618), 19-26. **27. Skwaryło-Bednarsz B., Brodowska M.S., Onuch J., Sapuła J.**, 2014 – Płonowanie krajowych odmian szarłat (*Amaranthus cruentus* L.) w warunkach zróżnicowanego nawożenia makroelementami. *Agronomy Science* 69 (2), 37-43. **28. Skwaryło-Bednarsz B., Jamiłowska A., Kopacki M., Krzepiło A., Jarosz K.**, 2018 – Amaranthus – roślina o cennym składzie chemicznym nasion. *Aura* 11, 6-9. **29. Systematyka Gleb Polski.** Wydanie 5, 2011 – *Roczniki Gleboznawcze* 62 (3). **30. Szkutnik J., Kacorzak P., Szewczyk W.**, 2012 – Zmiana zawartości białka ogólnego i włókna surowego w zależności od poziomu nawożenia i fazy rozwojowej traw. *Łąkarstwo w Polsce* 15, 185-191. **31. Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A.**, 1991 – Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relations to animal nutrition. *Journal of dairy science*. 74 (10), 3583-3597. **32. Virk, P., Saxena P.K.**, 2003 – Potential of Amaranthus seeds in supplementary feed and its impact on growth in some carps. *Bioresource technology* 86, 1, 25-27. **33. Vysochina, G. I., Kukushkina, T.A., Zheleznova, N. B., Zheleznov, A.V.**, 2012 – Biologically active substances of amaranth (*Amaranthus* L.) from the collection of the Institute of Cytology and Genetics of the SB RAS (Novosibirsk). *Chemistry for Sustainable Development* 20, 627-633. **34. Zraly Z., Pisarikova B., Hudcova H., Trckova M., Herzig I.**, 2004 – Effect of feeding Amaranth on growth efficiency and health of market pigs. *Acta Veterinaria Brno* 73, 437-444.

The effect of harvest date on the quality and nutritional value of amaranth silage Summary

The aim of the experiment was to examine the effect of the harvest time on the quality and nutritional value of amaranth silage. The raw material was harvested on three different days: the 85th day after sowing (seed development), day 105 (dough stage of seeds), and day 125 (full maturity). Silage produced from plants harvested at full seed maturity had the highest content of dry matter, crude fat, fibre and its NDF, ADF and ADL fractions. Silage from plants harvested on the first date had a favourable chemical composition, but the fermentation process was disturbed, as evidenced by the high pH and butyric acid content. The fermentation process in the silage from plants harvested 105 days after sowing can be assessed as good, due to the low pH, high lactic and acetic acid content, and low content of butyric acid. The silage prepared at the first harvest date had the highest energy value (UFL and UFV/kg DW). The silage harvested during the dough stage of seeds had the highest PDI and PDIN values. The results confirm that the date of amaranth harvest affects the chemical composition and nutritional value of silage. The results for the silage prepared from plants harvested in the dough stage indicate that it can be used in the diet of ruminants.

KEY WORDS: amaranth, silage, harvest date, nutritive value