EVALUAREA CALITĂȚII BIOMASEI DIN PLANTAȚIILE SEMINCERE DE IERBURI PERENE ȘI POSIBILITĂȚI DE VALORIFICARE

Doroftei Veaceaslav¹, Țîței Victor¹, Ababii Alexei¹, Blaj Vasile², Cozari Serghei¹, Andreoiu Andreea²,
Marușca Teodor², Coșman Valentina¹, Guțu Ana¹

¹Grădina Botanică Națională (Institut) „Alexandru Ciubotaru”, Chișinău, Republica Moldova,

²Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Pajiști, Brașov, România

*e-mail: biocom04@gmail.com

Abstract

We studied the quality of the biomass (straw) of perinial grass seed crop: *Festuca arundinacea*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, *Pennisetum alopecuroides*, *Phleum pretense*. The biochemical composition of straw: 36-83 g/kg CP, 400-555 g/kg CF, 46-98 g/kg CA, 647-918 g/kg NDF, 424-604 g/kg ADF, 53-86 g/kg ADL, 371-518 g/kg Cel, 223-314 g/kg HC, with nutritive and energy value 10.3-39.3 % DMD, 8.8-36.2 % ODM, 7.08-9.14 MJ/kg ME and 3.10-5.45 MJ/kg NEL. We found that the straw substrates for anaerobic digestion, have C/N=37-92 and biochemical methane potential 254-313 l/kg ODM. The theoretical ethanol yield from structural carbohydrates averaged 432-605 L/t.

Key words: biochemical methane potential, *Festuca arundinacea*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, nutritive value, *Pennisetum alopecuroides*, *Phleum pretense*, straw, theoretical ethanol yield

Introducere

Pajiștile sunt un element esențial al sistemelor de agricultură sustenabilă, asigură necesarul de furaje pentru cel puțin 60% din efectivul de bovine și 80% din efectivul de ovine și caprine, au o serie de funcții importante în dezvoltarea rurală și a mediului înconjurător reflectate prin: sechestrarea carbonului în soluri, fixarea simbiotică a azotului, calitatea peisajului, conservarea biodiversității, îmbunătățirea fertilității solurilor, prevenirea inundațiilor și alunecărilor de teren, gestionarea rezervelor de apă și important patrimoniu cultural [5].

Pentru înființarea pajiștilor temporare, supraînsămânțarea și reînsămânțarea pajiștilor degradate este necesar fondarea și întreținerea plantațiilor semincere de ierburi graminee, leguminoase și alte specii perene de pajiști. După recoltarea semințelor, reziduurile – paie nu pot fi arse fiindcă afectează puternic capacitatea de revigorare, nu pot fi lăsate la suprafață sau incorporate în sol deoarece adăpostește dăunători și vătămători. Producția anuală de paie variază în funcție de specie și soiul de iarbă. La nivel mondial de rând cu elaborarea elementelor tehnologice de recoltare a semințelor și sistemului de mașini necesar au fost cercetate și implementate metode de colectare, procesare și valorificare a reziduurilor din plantațiile semincere și activitățile de procesare post-recoltare. Paiele sunt folosite pentru furajarea animalelor, mulci pentru ciuperci, compost și controlul eroziunii solului, producerea de combustibili și fibre [2, 7,8,11,12,13].

Scopul cercetării a constat în evaluarea calității paielor din plantațiile semincere de ierburi perene și posibilități de valorificare a lor în condițiile Republicii Moldova.

Materiale și metode

În calitate de obiect de studiu a servit paie de ierburi perene furajere după recoltarea semințelor: păiuș înalt *Festuca arundinacea* soiul *Adela*, păiuș de livezi *Festuca pratensis* soiul *Tâmpa*, păiuș roșu *Festuca rubra* soiul *Cristina*, meiul chinezesc *Pennisetum alopecuroides*, timoftica *Phleum pratense* soiul *Tirom* prelevate din terenul experimental al Grădinii Botanice Naționale (Institut) „Alexandru Ciubotaru” din Chișinău, iar ca martor a servit paie de grâu de toamnă *Triticum aestivum*. Mostrele prelevate au fost mărunțite și supuse deshidratării în etuvă cu ventilație forțată la temperatura de 60°C, la finele fixării materialul biologic a fost măcinat fin la moara de laborator cu bile. Evaluarea conținutului de proteina brută (CP), cenușa brută (CA), fibră brută (CF), conținutul de fibre prin tratare cu detergent neutru (NDF), conținutul de fibre prin tratare cu detergent acid (ADF), conținutul de lignină sulfurică (ADL), lignină sulfurică (ADL), substanță uscată digestibilă (DDM), materie organică digestibilă (ODM) aplicând metoda spectrofotometriei infraroșu apropiat cu utilizarea echipamentului tehnic PERTEN DA 7200 din cadrul Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Pajiști, Brașov, Romania cu metode standardizate. Conținutul de

celuloză (Cel), hemiceluloză (HC), valoarea relativă a furajului (RFV), energia digestibilă (DE), energie metabolizantă (ME), energie netă lactație (NEL) s-a estimat conform ecuațiilor acceptate. Conținutul de carbon în materia organică s-a calculat conform ecuației reportate de Badger și col. [1]. Potențialul de producție a biogazului și randamentul specific de metan au fost evaluate pe baza conținutului de proteină brută și a compușilor chimici a pereților celulari lignină sulfurică și hemiceluloză a masei proaspete recoltate conform ecuațiilor reportate de Dandikas și col. [4]. Potențialului teoretic de obținere a bioetanolului celulozic a fost estimat în baza conținutul de hidrați de carbon structurali conversia lor în zaharuri tip pentoze și hexoze conform Goff și col. [6].

Rezultate și discuții

Pentru rumegătoarele în lactație (vacă, capre, oi) substanțele fibroase sunt necesare în rație pentru formarea acizilor grași volatili, mai cu seamă a acidului acetic ca principalul premergător al grăsimii în lapte. Celuloza, hemiceluloza nu sunt un factor de limită în alimentație, însă la pășunatul vacilor pe iamaș primăvara devreme ele poate să fie prezentă în rație în cantități scăzute. Paiele și pleavă au un conținut înalt de celuloză, scăzut de energie și proteină, sunt greu digestibile, dar pentru animalele rumegătoare acestea servesc ca material de umplere a rației și creează un anumit volum și structură amestecului ce influențează pozitiv tractul intestinal și intensitatea sintezei bacteriene [3]. Rezultatele privitor la compoziția biochimică și valoarea economică a paielor speciilor investigate de ierburi sunt prezentate în tabelul 1. S-a stabilit că paiele de păiuș și timofică au un conținut mai ridicat de proteină brută și cenușă, mai diminuat de fibră brută comparativ cu paiele de grâu. Paiele de păiuș înalt și de mei chinezesc au un conținut foarte înalt de celuloză și lignină sulfurică, diminuat de zaharuri solubile, fapt ce s-a răsfrânt negativ asupra valorii nutritive și asigurării cu energie metabolizantă și energie netă lactației a furajului. Paiele de timofică ca furaj se evidențiază printr-un conținut mai redus de fibră brută, hidrați de carbon structurali și mai înalt de proteină brută, o asigurare optimală cu energie metabolizantă și energie netă lactației a furajului, fapt ce ar permite înlocuirea parțială a fânului din rațiile animalelor rumegătoare. Paiele de mei chinezesc, *Pennisetum alopecuroides* nu prezintă interes furajer și ar putea fi folosite ca așternut pentru animale.

În literatura de specialitate sunt redată rezultate privitor la componența biochimică și valoarea nutritivă a paielor a speciilor cercetate. Guggolz și col. [7] menționează că paiele de păiuș tocate au o densitate 133 kg/m³, iar cele balotate 189 kg/m³, conțin 7.0% cenușă, 5.2 % CP, 1.8% grăsimi, 45.1 % celuloză brută, 40.9 % SEN, 945g/kg NDF, 535 g/kg ADF. Yoder [13] remarcă că paiele de păiuș înalt conțin 84 g/kg CP, 399 g/kg ADF, 637 g/kg NDF, 2.51 cal/kg energie metabolizantă, de păiuș roșu – 66 g/kg CP, 428 g/kg ADF, 719 g/kg NDF, 2.25 cal/kg energie metabolizantă, de timofică respectiv 49 g/kg CP, 382 g/kg ADF, 665 g/kg NDF, 2.50 cal/kg energie metabolizantă, iar paiele de grâu – 40 g/kg CP, 500 g/kg ADF, 1.80 cal/kg energie metabolizantă. Bohnert și col. [2] raportează că paiele de ierburi conțin 3.1-8.9% CP, 32-51.5% ADF, 63-79% NDF. Hart și col. [9] menționează că paiele de păiuș conțin 0.7-2.0% N, 0.05-0.2% P, 0.5-3.0% K, 0.2-0.5% Ca.

Reziduurile agricole ca biomasa lignocelulozică prezintă posibilități vaste de cercetare și utilizare în producția de energie renovabilă și ca materie primă pentru biorafinării care pot fi utilizate în diverse aplicații și utilizate la obținerea altor substanțe chimice importante pentru economia națională. Este cunoscut faptul că pentru buna funcționare a stațiilor de biogaz este necesar o asigurare ritmică și omogenă cu materie primă, iar compoziția biochimică a substratului are un rol crucial în activitatea microbiană de descompunere a materiei organice și a randamentului de biometan. Datorită conținutului de substanțe proteice, tabelul 1, raportul carbon azot variază esențial în substraturile cercetate de la 37 la 92, iar potențialul de obținere a biometanului variază de la 254 l/kg în substratul de *Pennisetum alopecuroides* atingând 313 l/kg în substratul de *Phleum pratense*, comparativ 282 l/kg în substratul de paie de grâu. În literatura științifică de specialitate se menționează că potențial de metan a biomasei netratate de *Pennisetum alopecuroides* de este de 311 l/kg materie organică, iar a celei tratate alcalin de 328 l/kg [10].

Utilizarea etanolului drept carburant pentru motoarele cu ardere internă prezintă avantaje în comparație cu benzina: cifra octanică este mai ridicată, ceea ce conduce la o rezistență mai mare la detonație; punctul de îngheț al etanolului este mai scăzut; emisiile de CO₂ sunt reduse. Bioetanolul poate fi obținut din biomasă celulozică, cu o concentrație de 92-95% etanol pur, prin aplicarea tehnologiei bazată pe procese și procedee speciale de conversie în carbohidrați tip pentoze și hexoze și a fermentației alcoolice acestora în etanol. Analizând

rezultatele obținute, Tabelul 1, am putea menționa că substraturile cercetate după conținutul de carbohidrați tip pentoze și hexoze variază: 66.81-93.32 g/kg zaharuri tip hexoze, 36.78-51.65 g/kg zaharuri tip pentoze, iar potențialul teoretic de obținere a bioetanolului atinge valori de 432-605 litri/t materie organică. Valori mai înalte prezintă substratul de paie de *Pennisetum alopecuroides*. Substraturile de păiuș nu diferă esențial după conținutul de zaharuri și potențialul de obținere a bioetanolului de substratul de paie de grâu. Tang și col. [12] au stabilit pentru paiele de *Pennisetum alopecuroides* o concentrație de 41.8% Cel, 28.7% HC și 17.5% lignină și un potențial de etanol de 744 mg/g la tratarea alcalină. Hålfðánarson [8] raportează că cea mai înaltă eficiență de producție a etanolului 346 l/t se atestă în biomasa de *Phleum pratense* coasa doua.

Tabelul 1. Compoziția biochimică și valoarea nutritivă, potențialului de obținere a biometanolului și bioetanolului în substraturile de paie a speciilor investigate de ierburi

Indici	<i>Triticum aestivum</i>	<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Festuca rubra</i>	<i>Pennisetum alopecuroides</i>	<i>Phleum pratense</i>
Proteină brută (CP), g/kg	37	68	78	59	36	83
Fibră brută (CF), g/kg	488	471	426	457	555	400
Fibră în acid detergent (ADF), g/kg	498	518	475	487	604	424
Fibră în detergent neutru (NDF), g/kg	775	754	740	741	918	647
Lignină sulfurică (ADL), g/kg	68	75	61	60	86	53
Celuloză (Cel), g/kg	430	443	414	427	518	371
Hemiceluloză (HC), g/kg	277	236	265	254	314	223
Cenușă brută (CA), g/kg	45	96	98	90	46	96
Zaharuri solubile (TSS), g/kg	13	6	47	60	-	109
Substanță uscată digestibilă (DDM), %	30.5	26.1	31.4	29.5	10.3	39.3
Materie organică digestibilă (ODM), %	27.3	23.4	26.5	25.3	8.8	36.2
Energie digestibilă (DE), MJ/kg	10.10	9.82	10.42	10.25	8.62	11.13
Energie metabolizantă (ME), MJ/kg	8.29	8.07	8.56	8.42	7.08	9.14
Energie netă lactație (NEL), MJ/kg	4.31	4.08	4.59	4.43	3.10	5.15
Valoarea nutritivă relativă (RFV)	60	59	65	64	42	80
Carbon, g/kg	530.55	502.22	501.11	505.56	530.00	495.00
Azot, g/kg	5.92	10.88	12.48	9.44	5.76	13.28
Raportul carbon : azot (C/N)	90	46	40	54	92	37
Potențial biogaz, l/kg MO	525	511	563	555	476	582
Potențial biometan, l/kg MO	282	275	301	298	254	313
Zaharuri tip hexoze, g/kg	77.66	79.41	74.75	78.87	93.32	66.81
Zaharuri tip pentoze, g/kg	45.56	38.84	43.59	41.78	51.65	36.78
Randament etanol celulozic, l/t	513	493	493	495	605	432

Concluzii

Paiele de timoftică, *Phleum pratense* se evidențiază printr-un conținut optimal de proteină brută mai redus de fibră brută și hidrați de carbon structurali și mai înalt de proteină brută, o asigurare bună cu energie metabolizantă și energie netă lactației a furajului, fapt ce permite înlocuirea parțială a fânului de pajiște în rațiile animalelor rumegătoare, dar și ca substrat calitativ pentru stațiile de biogaz. Paiele de mei chineze, *Pennisetum alopecuroides* nu prezintă interes furajer și ar putea fi folosite la producerea bioetanolului celulozic, dar și ca așternut pentru animale. Paiele de păiuș au conținut mai ridicat de proteină comparativ cu paiele de grâu și pot fi folosite ca furaj pentru animale, dar și pentru producerea energiei renovabile.

Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului „Mobilizarea resurselor genetice vegetale, ameliorarea soiurilor de plante și valorificarea lor ca culturi furajere, melifere și energetice în circuitul bio-economic”, cifrul 20.80009.5107.02.

Bibliografie

1. BADGER, C.M., BOGUE, M.J., STEWART, D.J., 1979. Biogas production from crops and organic wastes. *New Zeland Journal of Science*, 22:11.
2. BOHNERT, D., MEHREN, M., HUNT, C., 2011. Nutritional considerations of grass seed straw for beef cattle introduction. Pacific Northwest Animal Nutrition Conference At: Portland, OR, 1-18.
3. COȘMAN, S., BAHCIVANJI, M., COȘMAN, V., GARAEVA, S., MITINA, T., 2018. *Cerințe zootehnice, componența chimică și valoarea nutritivă a nutrețurilor din Republica Moldova: Ghid practic de date actualizate*. Maximovca : S. n., (Tipogr. „Prin-Caro”). 58 p.
4. DANDIKAS, V., HEUWINKEL, H., LICHTI, F., DREWES, J.E., KOCH, K., 2015. Correlation between biogas yield and chemical composition of grassland plant species. *Energy Fuels*, 29 (11): 7221-7229.
5. ENE, T.A., MOCANU, V., 2016. *Producerea, condiționarea și stocarea semințelor de graminee și leguminoase perene de pajiști. Tehnologii, echipamente și instalații*. ICDP, Brașov, 116p.
6. GOFF, B.M., MOORE, K.J., FALES, L., HEATON, A., 2010. Double-cropping sorghum for biomass. *Agronomy Journal*, 102:1586-1592.
7. GUGGOLZ, J., KOHLER, G. O., KLOPFENSTEIN, T. J., 1971. Composition and improvement of grass straw for ruminant nutrition. *Journal of Animal Science*, 33(1):151-156.
8. Hálfðánarson H.E., 2015. Ethanol Production from Timothy (*Phleum pratense* L.) MS – thesis. Agricultural University of Iceland, 105p. [https://skemman.is › bitstream › PDF Ethanol Pro.](https://skemman.is/bitstream/10191/10000/1/Ethanol%20Production%20from%20Timothy.pdf)
9. HART, J.M., ANDERSON, N.P., HULTING, A.G., CHASTAIN, T.G., MELLBYE, M.E., YOUNG, III W.C., SILBERSTEIN, T.B., 2012. Postharvest residue management for grass seed production in Western Oregon. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/em9051>
10. NKEMKA, V.N., LI, Y., HAO, X., 2016. Effect of thermal and alkaline pretreatment of giant Miscanthus and Chinese fountaingrass on biogas production. *Water Science and Technology*, 73(4):849-856.
11. STAMM, M.M., 1993. Grass straw residues as a feed source for wintering beef cattle. Thesis Oregon State University 88p. [https://ir.library.oregonstate.edu ›](https://ir.library.oregonstate.edu/handle/1937/10000)
12. TANG, S., XU C., VU, L.T.K., LIU, S., YE, P., LI, L., WU, Y., CHEN, M., XIAO, Y., WU, Y., WANG, Y., YAN, Q., CHENG, X., 2019. Enhanced enzymatic hydrolysis of *Pennisetum alopecuroides* by dilute acid, alkaline and ferric chloride pretreatments. *Molecules*, 24(9):1715.
13. YODER, C., 2004. *Timothy seed production in Western Canada*. Agdex 127/15-2 <https://open.alberta.ca/publications/2907797>