

## BIOMASA W ENERGETYCE. Kiszonka z kukurydzy na biogaz – wartość energetyczna odmian kukurydzy

# Kukurydziana energia

**Kiszonka z kukurydzy jest paszą objętościową stosowaną w żywieniu bydła. Praktycznie przez cały rok. Obok przeznaczenia paszowego kiszonki do produkcji żywca, czy mleka, pojawiła się także możliwość jej wykorzystania na cele energetyczne, jako wartościowego substratu dla bakterii fermentacji metanowej przy produkcji biogazu.**

Biogaz jest silnym gazem cieplarnianym, ale jego spalanie w silnikach kogeneracyjnych obniża efekt cieplarniany. W ten sposób bowiem zastępujemy kopalne surowce energetyczne, odnawialnymi źródłami energii. Kukurydza sama lub jako poferment kiszonek na biogaz dobrze wpisuje się w ten schemat. Jej znaczenie jako biomasy na OZE będzie rosło.

Substratem dla biogazowni wykorzystującej proces fermentacji do produkcji biogazu, może być każda odmiana kukurydzy. Jednak w trosce o jak najbardziej efektywny proces produkcji biogazu, preferowane są odmiany, których hodowla została ukierunkowana pod wymagania biogazowni.

### Skrobia do zakiszania, polisacharydy do gazu

Odmiany przeznaczone do zakiszania, z przeznaczeniem na pasze, powinny się cechować większą zawartością skrobi, zaś odmiany przeznaczone do produkcji biogazu, mają wyższą zawartość polisacharydów strukturalnych. Najważniejszymi kryteriami do wyboru odmiany są plon suchej masy i termin zbioru. Termin zbioru jest określony liczbą FAO, która mówi o klasie wczesności odmiany.

### Celuloza, cukier, lignina

Odmiany najbardziej przydatne dla biogazowni to takie, o klasie wcze-

sności w przedziale od 250 do 370. Odmiany późniejsze, dzięki dłuższej wegetacji uzyskują wyższy przyrost suchej masy z 1 ha. Przy zawartości suchej masy w całej roślinie na poziomie 28-35% uzyskuje się substrat korzystniejszy dla fermentacji metanowej. Kukurydza w tym okresie jest w fazie tworzenia kolb i wypełniania ich ziarnem. Jej biomasa charakteryzuje się najbardziej optymalną zawartością białka surowego, włókna surowego i jego komponentów – celulozy, hemicelulozy oraz ligniny, jak również skrobi i cukru. Podczas fermentacji metanowej, z 1 kilograma strawnych składników ścian komórkowych (składników włókna surowego) uzyskuje się więcej biometanu, niż z 1 kilograma skrobi i cukrów.

### Podatny na fermentację

Zmiany, jakie zachodzą w zawartości składników w trakcie wegetacji kukurydzy, mają wpływ na ilość uzyskiwanego metanu. Na początkowym etapie rozwoju kukurydzy powstają wegetatywne części roślin, zawierające węglowodany strukturalne – włókno surowe. W trakcie dalszej wegetacji i podczas wykształcania ziarna, jest w nim magazynowana skrobia, postępuje też lignifikacja włókna surowego. Wzrost ilości skrobi i związków lignino-celulozowych w trakcie wegetacji jest powodem, dla którego taki surowiec jest mniej podatny na fermentację metanową. W ten sposób powstaje mniejsza ilość biometanu.

### Z całych roślin

Odmiany kukurydzy z całych roślin, o wyższej liczbie FAO, zbierane przy zawartości suchej masy na poziomie około 30%, są lepszym substratem na biogaz niż odmiany wczesne, zbierane przy zawartości 40-45% suchej masy. Na biogaz preferowane są mieszańce odmian o liczbie FAO większej o 30-50 punktów, niż mie-

szajnce przeznaczone na kiszonkę dla bydła.

Termin zbioru zielonki zbieranej na kiszonkę do produkcji biogazu ze względu na dojrzałość ziarna, też jest ważny. Najwyższą koncentrację metanu w biogazie możemy uzyskać, kiedy zbieramy kukurydzę w dojrzałości woskowej ziarna. Uzyskujemy wtedy 54% udział metanu w biogazie.

### Łatwy do ubicia

Ważną rolę w zbieranej do zakiszania kukurydzy odgrywa jej rozdrobnienie. Dobrze rozdrobniony materiał jest łatwiejszy do ubicia zielonki i stworzenia warunków beztlenowych do zakiszania. Stwarza też optymalne warunki do fermentacji metanowej kiszonki w komorze fermentatora. Kukurydza na biogaz powinna być rozdrabniana na sieczkę o długości od 4 do 8 mm. Krótsze cięcie jest istotne przy opóźnionym zbiorze, ale wymaga większych nakładów energetycznych.

### Wartość energetyczna

Do opracowania wartości między innymi biogazowej i energetycznej odmian kukurydzy, w zależności od grupy wczesności, wykorzystano krajowe wyniki badań PDO w 2014 roku. Są one bardziej wiarygodne, niż wyniki z ubiegłego roku, kiedy panowała susza. Na podstawie zawartości suchej masy w całej roślinie i plonu biomasy wyliczono między innymi:

- plon kiszonki w dt/ha,
- wydajność Nm<sup>3</sup>, biogazu /dt kiszonki,
- wydajność Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/dt kiszonki,
- plon Nm<sup>3</sup> biogazu/ha,
- uzysk energii elektrycznej kWhel/ha,
- uzysk energii cieplnej kWhc/ha.

Plon kiszonki obliczono dla pierwotnie uzyskanego plonu zielonki, zakładając straty na poziomie 12%. To straty związane w czasie zbioru, transportu, zakiszania i wybierania kiszonki z silosu. Do wyliczenia wartości energetycznej – łącznej, przyjęto 5,31 kWh/m<sup>3</sup> biogazu, z czego 38% przypada na energię elektryczną

**Tabela 1. Parametry charakteryzujące wydajność biogazową i energetyczną odmian kukurydzy kiszonkowej ze zbiorów doświadczalnictwa PDO w 2014 roku**

Odmiana	Plon ŚM dt/ha	Straty 12%	Plon kiszonki dt/ha	Sucha Masa %	Nm <sup>3</sup> dt		Plon Nm <sup>3</sup> /ha		KW <sub>hel</sub> /ha	KW <sub>hec</sub> /ha
					biogaz	CH <sub>4</sub> metan	biogaz	CH <sub>4</sub> metan		
<b>Odmiany wczesne</b>										
Ricardinio	604,4	72,5	531,9	33,9	19,0	9,9	10106	5266	20392	24685
LG30240	601,2	72,1	529,1	33,7	18,9	9,8	9999	5185	20176	24424
Ambrosini	596,2	71,5	524,7	34,0	19,1	9,9	10022	5195	20222	24479
Pirro	567,6	68,1	499,5	34,9	19,6	10,3	9790	5145	19754	23913
Średnia	604,4	71,1	521,3	34,1	19,1	9,9	9979	5198	20136	24375
<b>Odmiany średniowczesne</b>										
Prestoso	635,4	76,2	559,2	33,9	19,0	9,9	10625	5536	21439	25953
MAS 27L	625,1	75,0	550,1	34,2	19,2	10,0	10562	5501	21312	25794
Giancarlo	619,6	74,2	544,4	34,4	19,3	10,1	10507	5498	21201	25664
Dynamite	604,0	72,5	531,5	35,0	19,7	10,3	10474	5474	21128	25576
Xxilo CCA	591,0	70,9	519,1	35,7	20,1	10,6	10434	5502	20870	25486
Geoxx	590,4	70,8	519,6	35,4	19,9	10,5	10340	5456	20864	25256
Odilo	577,1	69,3	507,8	35,8	20,1	10,6	10207	5383	20596	24932
Ronaldinio	593,3	71,2	522,1	34,4	19,3	10,1	10077	5273	20333	24614
ES Albatros	577,9	69,3	508,6	34,8	19,6	10,3	9969	5239	20115	24350
Touran	558,9	67,1	491,8	35,5	20,0	10,5	9836	5163	19847	24025
Średnia	597,3	71,6	525,4	34,9	19,6	10,2	10303	5402	20770	25165
<b>Odmiany średniopóźne</b>										
Indexx	631,1	75,7	555,4	35,4	19,9	10,5	11052	5527	22301	26996
Legion	653,5	78,4	575,1	34,0	19,1	9,9	10984	5693	22164	26830
ES Fireball	610,6	73,3	537,3	34,9	19,6	10,3	10531	5534	21249	25723
DKC 3523	621,4	74,8	546,8	33,7	18,9	9,8	10334	5359	20852	25242
Deresz	598,2	71,8	526,4	34,1	19,1	10,0	10054	5264	20287	24558
<b>Średnia</b>	<b>622,9</b>	<b>74,1</b>	<b>548,2</b>	<b>34,4</b>	<b>19,3</b>	<b>10,1</b>	<b>10591</b>	<b>5536</b>	<b>21371</b>	<b>25670</b>
<b>Średnia dla wszystkich grup</b>	<b>602,9</b>	<b>72,1</b>	<b>529,0</b>	<b>34,6</b>	<b>19,4</b>	<b>10,1</b>	<b>10311</b>	<b>5395</b>	<b>20795</b>	<b>25184</b>

(el), a 46% na energię cieplną (ec). Uwzględniono straty na poziomie 16%.

### Mniej skrobiowego metanu

W tabeli 1 podajemy parametry charakteryzujące wydajność biogazową i energetyczną poszczególnych odmian mieszańców kukurydzy z podziałem na grupy wczesności.

We wszystkich grupach wartość suchej masy oscylowała w górnych granicach zalecanego stężenia do produkcji biogazu, sprzyjającego wyższej produkcji metanu, z powodu wyższego udziału węglowodanów strukturalnych a mniejszej zawartości skrobi, z której uzyskuje się mniej metanu.

### Po pierwsze energia

Odmiany mieszańców średnio późnych kukurydzy, przeznaczonych na kiszonkę, która została poddana fermentacji metanowej, uzyskały najwięcej energii powstałej ze spalania biogazu. Średnio było to 21 371 kWhel oraz energii cieplnej w ilości 25670 kWhec.

Dodatkowym bonusem dla producentów uprawiających kukurydzę na biogaz jest także produkt uboczny w postaci pofermentu. Ze względu na zawartość około 1600 kg azotu w uzyskanej średniej ilości 402 m<sup>3</sup> substancji pofermentacyjnej (pochodzącej z 1 ha zielonki zakiszzonej i przeznaczonej do produkcji biometanu), może być on przeznaczone

czony do nawiezienia 9,4 ha, przy dawce 170 kg N/ha. Azot zawarty w nawozie pofermentacyjnym ma wyższą przyswajalność dla roślin niż azot z gnojowicy. Osobnym zagadnieniem jest konkurowanie kiszonki z kukurydzy przeznaczonej na paszę do produkcji mleka lub żywca z produkcją kukurydzy na biogaz, zwłaszcza w latach niesprzyjających wegetacji roślin pastewnych.

*Źródła: W. Podkównka „Wartość biogazowa, energetyczna i nawozowa odmian kukurydzy kiszonkowej z doświadczeń PDO w 2014 r.”, Kukurydza 2/2015, W. Podkównka – „Kilka praktycznych porad kiszzenia zielonki z całych roślin kukurydzy, by uzyskać więcej netto z brutto”, Kukurydza 2015/1*

Marian Karasek DODR, PZDR Chojnów