

ЗАЛЕЖНІСТЬ ЯКОСТІ БІОМАСИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ ВІД ВІКУ ПЛАНТАЦІЇ ТА СТРОКІВ ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ

БОЙКО І.І., канд.с.-г. наук, зав. спеціалізованою контролально-насіннєвою аналітико-технологічною лабораторією ІБКІЦБ НААН
МАРЧУК О.О., канд.с.-г.наук, с.н.с. спеціалізованої контролально-насіннєвої аналітико-технологічної лабораторії ІБКІЦБ НААН
ГАНЖЕНКО О.М., канд. техн. наук, зав.відділом технологій вирощування біоенергетичних культур
ГОНЧАРУК Г.С., кандидат с.-г. наук

Вступ. Біомаса є найбільш важливим відновлюваним джерелом енергії (ВДЕ) в світі і сприяє укріпленню економічних, соціальних та екологічних аспектів сталого розвитку біоекономіки майбутнього. На даний час у світі кількість споживаної енергії з ВДЕ на основі біопалива стрімко зростає і складає близько 15% загального енергоспоживання.

За статистичними даними в Україні частка ВДЕ не перевищує 3% від обсягів виробленої енергії. В Енергетичній стратегії України та Національному плані дій з відновлювальної енергетики до 2030 р. передбачається збільшення частки ВДЕ до 10% [1].

З огляду на аграрну спрямованість економіки країни та сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування рослин, найперспективнішим сегментом відновлювальної енергетики для України є біоенергетика. У структурі виробництва ВДЕ в Україні частка біопалива у 2015 році зросла на 7,8% порівняно із 2014 роком і становить 81,3% [2].

Одним із перспективних напрямів є вирощування енергетичної сировини на плантаціях швидкорослих деревних порід, зокрема – енергетичної верби, як культури, здатної до легкого відновлення надземної частини після її зрізання [3].

До переваг вирощування енергетичної верби можна віднести те, що ступінь виснаження землі вербою в 3–5 разів нижче, ніж зерновими культурами, до того ж близько 60–80% поживних речовин повертаються в ґрунт разом із опалим листям. Позитивною властивістю верби є стійкість до низьких температур, шкідників і хвороб. Верба не вибаглива до умов вирощування і може рости на малопродуктивних ґрунтах [4].

Верба випаровує з ґрунту велику кількість води. Таким шляхом можна вирішити проблему осушенння ґрунтів з великим обсягом підземних вод аби захистити землю від заболочування. Крім того, коренева система верби здатна абсорбувати велику кількість мікроелементів, що призводить до очищення забруднених ґрунтів і стічних вод (за поливання плантації стічними водами).

Аналіз останніх результатів досліджень. Закордонними вченими на ла-

бораторному устаткуванні виконано детальне дослідження паливних властивостей різних генотипів біомаси верби з точки зору можливості їх сумісного спалювання з вугіллям на електростанціях [5]. Вивчення елементного та біохімічного складу зразків верби показало, що генотип з найвищим вмістом лігніну (27,13% – генотип F) має найбільшу зольність (2,88–3,25%). І навпаки – генотип з найменшим вмістом лігніну (15,49% – генотип B) має мінімальну зольність (1,11–1,37%). Найбільшу теплоту згоряння мають генотипи з високим вмістом вуглецю і малим – кисню. У цілому зроблено висновок про високі паливні характеристики біомаси верби й перспективність вирощування та використання цього виду біопалива. Однак, інформації щодо вмісту лігніну, целюлози та геміцелюлози у зразках енергетичної верби у вітчизняній науковій літературі нами не знайдено.

Тому метою наших досліджень було визначити вміст геміцелюлози, целюлози та лігніну у зразках енергетичної верби для переробки на біопаливо.

Матеріали та методика дослідження. Польові дослідження виконані впродовж 2013–2015 рр. на Ялтушківській дослідно-селекційній станції, а лабораторні дослідження – у спеціалізованій контролально-насіннєвій аналітико-технологічній лабораторії Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.

Грунти дослідних ділянок Ялтушківської дослідно-селекційної станції се-

редньосуглинкові. В орному шарі вміст гумусу складає 1,56%, легкогідролізованого азоту – 59, а рухомих форм фосфору та калію – 170 і 132 мг на кг ґрунту відповідно, pH ґрунтового розчину – 5,1, гідролітична кислотність – 2,7 мг-екв/100 г ґрунту. За даними агрохімічного обстеження агрохімічний бал родючості даного поля складає 53, а екологічно-агрохімічний – 45, тоді як середньозважений бал у цілому по господарству складає, відповідно, 56 та 48 балів. Характеризуючи показники родючості даного поля відмічаємо, що поля Ялтушківської дослідно-селекційної станції були малопродуктивними і відрізнялися від середніх показників полів селекційної сівозміні.

Визначення вмісту целюлози, геміцелюлози та лігніну у зразках рослин проводили за методами А.І. Єрмакова [6], вміст сирої золи – за методиками досліджень рослин і ґрунтів [7, 8], сухої речовини – ваговим методом [6]. Розлінні зразки для досліджень відбирали у першій декаді вересня та третій декаді жовтня впродовж трьох років вегетації.

Результати досліджень та обговорення. Збирання біомаси енергетичної верби на енергетичні цілі проводять в період від закінчення вегетації після опадання листя восени, до початку нової вегетації навесні, тобто з жовтня-листопада по березень-квітень, але переважно в зимовий період. З енергетичної точки зору найкращою є біомаса верби за 3-річного і більше циклу збору врожаю [4].

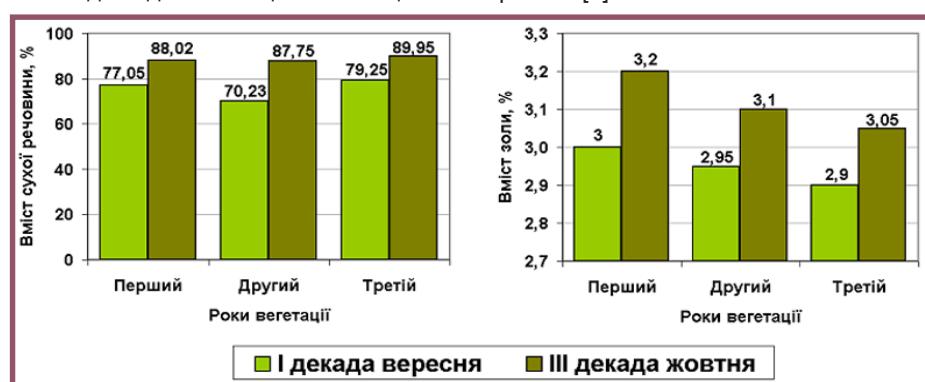


Рис. 1. Залежність вмісту сухої речовини та сирої золи від віку верби та періоду вегетації.

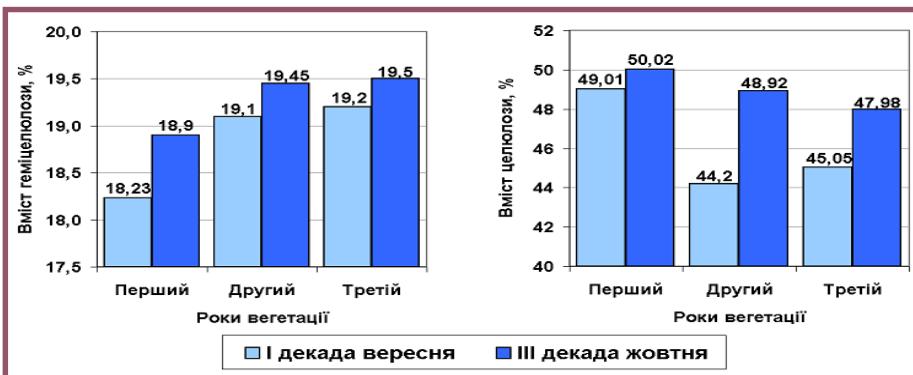


Рис. 2. Залежність вмісту геміцелюлози і целюлози від віку верби та періоду вегетації.

Результати досліджень свідчать, що у рослинних зразках, відібраних у III декаді жовтня, вміст сухої речовини і сирої золи був вищим, ніж у зразках, відібраних на початку вересня (рис.1).

Так, вміст сухої речовини у зразках верби першого року вегетації, що відбирались у третій декаді жовтня, підвищився на 10,9%, другого – 17,5%, третього – 10,7%, порівняно зі зразками, відібраними у першій декаді вересня. А вміст сирої золи, відповідно, на 0,2% у рослин першого року вегетації, на 0,15% у рослин другого та на 0,15% у рослин третього року вегетації.

Геміцелюлози широко поширені в рослинах, вони містяться у стінках клітин і є проміжним сполученням між целюлозою та крохмалем. Відіграють у рослинах подвійну роль – механічну і резервну речовину. Стійкість їх до дії кислот носить проміжний характер між стійкістю целюлози і крохмалю – вони гідролізуються легше целюлози, але важче крохмалю.

Відносно недавно існувало припущення про геміцелюлозу деревини, як про гомополімери – пентозани, метилпентозани, гексозани, поліuronові кислоти. Однак, завдяки багаточисленним роботам вчених багатьох країн було виявлено, що гомополімерні полісахариди не характерні для деревини, і до її складу входять змішані полісахариди розгалуженої будови, макромолекули яких включають залишки пентоз, метилпентоз, гек-

оз, уронових кислот. Макромолекули геміцелюлоз розрізняються природою залишків моносахаридів, характером зв'язку між ними, ступенем розгалуженості, молекулярною масою, полідисперсністю і ін. різноманітністю.

Внаслідок меншої, порівняно з целюлозою, стійкості до гідролізу геміцелюлоз відносяться до легкогідролізованих полісахаридів. Листяні породи містять значно більше пентозанів (17 – 25, іноді до 30% і навіть вище) і лише невелику частину гексозанів (0,5 – 6%). Геміцелюлози листяних порід представлені переважно криланами. Інші нецелюлозні полісахариди (крохмал, амілоза, амілопектин) містяться в невеликих кількостях.

Накопичення геміцелюлози в рослинах енергетичної верби відбувається поступово в процесі вегетації (рис.2).

Зокрема, найвищий вміст геміцелюлози, не залежно від строку збирання, спостерігався у зразках рослин енергетичної верби третього року вегетації і становив від 19,2 до 19,5%. У рослинах, які відбирали у III декаді жовтня, вміст геміцелюлози на першому році вегетації збільшувався на 3,5%, на другому році – на 1,8%, на третьому році – на 1,5%, порівняно зі зразками рослин, що відібрані у першій декаді вересня.

Одним з основних компонентів деревини є лігнін, що містить більше вуглецю і менше кисню, ніж целюлоза. Він вважається інкрустуючою речовиною,

що надає клітинним стінкам більшу міцність. Лігнін – це суміш полімерів схожої будови, в основі яких лежать ароматичні речовини, які є похідними прокатехіну і піrogаллола.

На сьогодні вважається, що лігнін зв'язаний з целюлозою деревини не лише механічно, але й хімічно. Лігнін, на відміну від целюлози, стійкий до дії кислот і не розчиняється в них, при дії ж лугів він розчиняється. Ця властивість лігніну використовується з метою отримання целюлози з деревини шляхом делініфікації. Лігнін з великими зусиллями підлягає дії ферментів. Виділений лігнін являє собою аморфну речовину коричневого кольору, менш стійку до окисників та лугів, ніж целюлоза.

У молодих рослинах лігніну мало, проте з віком його кількість в тканинах значно підвищується. Найбільше лігніну рослини накопичують навесні і менше – взимку.

Результати отриманих нами досліджень співпадають із висновками авторів [2] і підтверджують те, що зразки з найменшим вмістом лігніну мали найнижчу зольність. За умови відбору зразків верби у першій декаді вересня, найнижчий вміст золи спостерігався у рослин третього року вегетації (2,9%), так як і вміст лігніну (15,0%). Найвищим показником золи був у рослин першого року вегетації (3,0%), відповідно найвищим був і вміст лігніну (15,1%) (рис.3).

Проте, в цілому, за роками зниження вмісту лігніну в процесі вегетації становило 34%. Така ж закономірність спостерігалаася і за умови відбору зразків у третій декаді жовтня: найвищим вміст лігніну був у рослин першого року вегетації (15,23%), найнижчим – у рослин третього року вегетації (15,10%).

Висновки. Оскільки, накопичення сирої золи, геміцелюлози, целюлози та лігніну у рослинах енергетичної верби відбувалось поступово в процесі вегетації і найвищими дані показники були у рослин третього року вегетації, цей цикл збору можна вважати найкращим з енергетичної точки. Така сировина містить: золи – 3,05%, геміцелюлози – 19,50%, целюлози – 47,98%; лігніну – 15,10%.

Бібліографія

1. Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року / Розпорядження КМУ №902-р від 01.10.2014 р. Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80/page>.

2. Експрес-випуск Державної служби статистики України / енергетичний баланс України за 2015 рік. – №455/0/08.4 вn-16 від 20.12.2016.

3 Ройк М.В. Агропромислові енергетичні плантації / М.В. Ройк, О.М. Ганженко // Агропрофі – 2015. – №42. – С.12-14.

4 Енергетична верба: технологія ви-

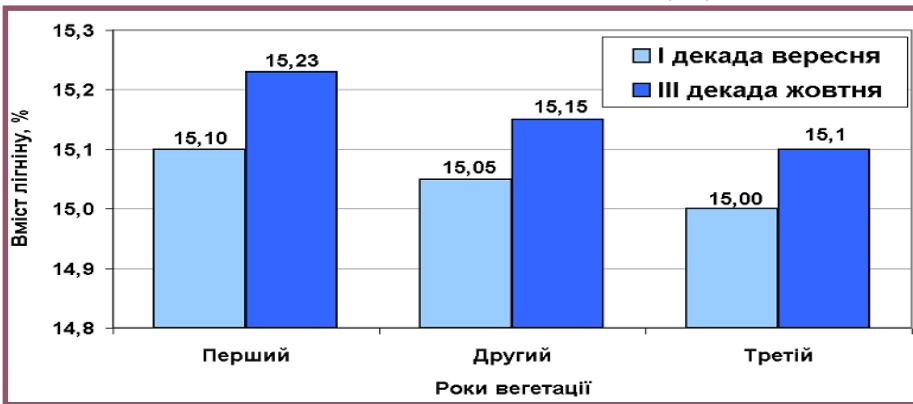


Рис. 3. Залежність вмісту лігніну від віку верби та періоду вегетації.

рощування та використання. Під загальною редакцією доктора сільськогосподарських наук В.М. Сінченка. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. – 340 с.

5 V.A.Gudka. Combustion characteristics of some imported feedstock sand short rotation coppice (SRC) willow for UK power stations, 2012 <http://etheses.whiterose.ac.uk/3352/1/> Combustion Characteristics of some Imported Feedstocks and SRC willow for UK power stations.pdf

6 Методы биохимического исследования растений // Под ред. д-ра биол. наук А.И.Ермакова. – Л.: 1972.– 455 с.

7 Сборник методов исследования почв и растений / [В.П. Ковальчук, В.Г. Васильев., Л.В. Бойко, В.Д. Зосимов]. – К.: Труд-ГриПол ХХІ вік, 2010. – 252 с.

8 Лебедев П.Г. Методы исследования кормов, органов и тканей животных / П.Г. Лебедев, А.Т. Усович. – М.: Россельхозиздат, 1976.

УДК: 633.282:631.559

ВПЛИВ СПОСОБУ САДІННЯ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РИЗОМ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

ГУМЕНТИК М. Я., кандидат с.-г. наук с. н. с. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

Вступ. Залучення нетрадиційних джерел в енергетичний баланс держави є перспективним напрямом, що забезпечує зниження ступеня енергетичної залежності України від ввезення енергоносіїв із-за кордону. Серед різних способів економічно обґрунтованого виробництва біопалива найбільш перспективним є отримання паливних гранул та брикетів із біосировини спеціально вирощених енергетичних культур. Головною перевагою виготовлених таким чином твердих видів біопалива є його поновлюваність, зниження парникового ефекту при спалюванні та забезпечення екологічно-замкнутої енергетичної системи. Для нарощування виробництва біопалива та стабільного завантаження виробничих потужностей існуючих біопаливних заводів необхідна оптимальна кількість сировини та досконала логістика її поставки. Дану проблему можливо вирішити шляхом диверсифікації та створення власних енергетичних плантацій високопродуктивних культур із швидкою ротацією збору врожаю біomasи.

Однією з найбільш перспективних енергетичних культур в даному сенсі є міскантус гігантський (*Miscanthus giganteus*), що відноситься до родини злакових і використовується в біоенергетиці як сировина для виробництва біопалива. Це багаторічна трав'яниста рослина з добре розвиненою кореневою системою, що досягає глибини

Анотація

У статті проаналізовано вміст сирої золи, лігніну, целюлози та геміцелюлози у рослин біоенергетичної верби упродовж трьох років вегетації у першій декаді вересня та третьій декаді жовтня та показано, що сировина рослин третього року вегетації містить: золи – 3,05%, геміцелюлози – 19,50%, целюлози – 47,98%; лігніну – 15,10%.

Ключові слова: енергетична верба, сира зола, целюлоза, геміцелюлоза, лігнін, біомаса, якісні показники.

Аннотация

В статье проанализировано содержание сырой золы, лигнина, целлюлозы и гемицеллюлозы у растений биоэнергетической ивы в течении трех лет вегетации в первой декаде сентября и третьей декаде октября и показано, что сырье растений третьего года вегетации содержит золы – 3,05%, гемицеллюлозы – 19,50%, целлюлозы – 47,98%; лигнина – 15,10%.

Ключевые слова: энергетическая верба, сырая зола, целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин, биомасса, качественные показатели.

Annotation

The article analyses the content of crude ash, lignin, cellulose and hemicellulose in plants of willow bioenergy during three years of growth in the first week of September and the third week of October. It is shown that green mass of third year vegetation contains 3.05 % ash, 19,50 % hemicellulose, 47,98% cellulose, and 15,10 % lignin.

Keywords: energy willow, crude ash, cellulose, hemicellulose, lignin, biomass, quality indicators.

більше 2,5 м і сприяє використанню вологи та елементів живлення з нижніх горизонтів ґрунту. Біомаса міскантусу гігантського відзначається високим вмістом целюлози та лігніну і є високо-якісною сировиною для виробництва твердих видів біопалива [1, 2]. Однак, на сьогодні відсутні адаптовані до ґрунтово-кліматичних умов України технології вирощування дешевої сировини, у зв'язку з цим стає актуальним завдання обґрунтувати та вдосконалити технології та технічні засоби вирощування й отримання якісного садивного матеріалу міскантусу гігантського з метою створення нових та розширення діючих енергетичних плантацій в умовах Західного Лісостепу України.

Мета та завдання дослідження. Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та практична перевірка ефективності агротехнічних способів вирощування і збирання ризом міскантусу гігантського; встановлення науково-обґрунтованих параметрів і прийомів одержання високоякісного садивного матеріалу за різних способів садіння в умовах Лісостепу України.

Для досягнення мети в процесі дослідження вирішувались такі завдання:

- провести садіння ризом міскантусу гігантського за найбільш раціональними схемами;
- встановити оптимальну ширину міжрядь та густоту стояння рослин;
- розробити та обґрунтівти ефек-

тивні прийоми підкопування ризом міскантусу після першого вегетаційного періоду.

Матеріали та методика проведення дослідження. Дослідження з обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування ризом міскантусу гігантського здійснювали шляхом рендомізованого розміщення ділянок у продовж 2012–2016 рр. на полях Борщівського агротехнічного коледжу Тернопільської області. Площа під дослідними ділянками становила 0,40 га, повторність чотириразова. Дослідження проводились згідно методик польового досліду [6, 7, 9, 10].

Схема досліду передбачала вивчення продуктивності ризом міскантусу залежно від схем садіння, ширини міжрядь та способів догляду за насадженнями. Фактор А – спосіб садіння ризом з густотою 26; 33; 44 тис/га; фактор Б – ширина міжрядь 45; 60; 75 см; фактор В – спосіб збирання садивного матеріалу: зрідження плантації через один рядок та зрідження поперек рядків.

Дослідні ділянки, на яких проводилися дослідження, розташовані в західній частині Лісостепової зони України. На полях переважають світлосірі та сіро-опідзолені ґрунти. Вони не мають реліктових чорноземних ознак, це, по суті, справжні підзолисті ґрунти Лісостепової зони [8].

Грунтовий покрив дослідної ділян-