Гнап І. В.

УДК 630:662.631

ВПЛИВ АЗОТНИХ ДОБРИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ І ЯКІСТЬ БІОМАСИ ДЕЯКИХ СОРТІВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

І. В. ГНАП, аспірантка*

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

E-mail: gnap@salix-energy.com

Анотація. *Наведено результати дослідження впливу азотних добрив на продуктивність та якісні показники біомаси енергетичних плантацій верби в умовах південної частини Західного Полісся України. Об'єктом дослідження були три сорти верби шведської селекції: 'Tora', 'Tordis' та 'Inger', під які після зрізання кущів у ґрунт вносили аміачну селітру в нормі 100, 200, 300 та 400 кг/га; контроль – без добрив. Установлено, що добрива істотно впливали на формування продуктивності досліджуваних сортів верби. Урожайність сухої біомаси трирічних енергетичних плантацій верби 'Tora' на контролі становила 39,8 т/га, 'Inger' – 21,6 т/га, 'Tordis' – 26,9 т/га. У варіантах із внесенням добрив цей показник у сорту 'Tora' зростав зі збільшенням їх норми відповідно на 6,9; 6,2; 4,1 і 1,6 т/га, в 'Inger' – на 5,9; 6,7; 3,3 і 1,2 т/га, у 'Tordis' – на 4,6; 4,1; 2,5 та 1,4 т/га. Трирічна біомаса верб містить від 1,1 до 1,5 % сумарного азоту, від 1,65 до 1,90 % фосфору та від 1,9 до 2,4 % калію. Її зольність на варіантах без удобрення становить у сортів 'Tora' та 'Inger' 1,6 %, у 'Tordis' – 1,2 %, тоді як за внесення максимальної норми добрив підвищується до 2,9; 4,0 та 4,0 % відповідно. Теплотворна здатність біомаси досліджуваних сортів верби за різних варіантів удобрення суттєво не різнилась і була в межах від 17,9 до 18,4 МДж/кг. При цьому простежується чітка тенденція до її зменшення зі збільшенням норми внесення добрив, що пов'язано зі зростанням показників зольності біомаси. В усіх досліджуваних клонів вихід енергії з 1 га досить тісно корелює з нормою внесення добрив: з її збільшенням підвищуються і показники виходу енергії. Найбільший вихід енергії з урожаєм біомаси трирічних насаджень виявлено в сорту 'Tora' – від 729 до 1056 ГДж/га залежно від варіантів удобрення, тоді як у сорту 'Inger' цей показник змінюється від 395 до 691 ГДж/га, у 'Tordis' – від 496 до 704 ГДж/га. Для підвищення продуктивності енергетичних плантацій у регіоні досліджень доцільним є внесення аміачної селітри в нормі 200 кг/га.*

Ключові слова: *верба, енергетична плантація, сорти 'Tora', 'Tordis' та 'Inger', продуктивність, вміст золи та NPK, теплотворна здатність біомаси*

Гнап І. В.

Актуальність. Позитивні зміни в енергетичній політиці України, що відбулися за останні роки, посприяли суттєвому зростанню частки нетрадиційних відновлюваних видів енергії в енергетичному балансі країни [1, 2]. Зокрема, якщо у 1998 р. частка їх використання в загальній структурі споживаних енергоресурсів становила приблизно 0,5 % [3], то вже станом на 2018 р. – 5,8 % [4]. Це досить значні показники, але вони є недостатніми для повного розв'язання проблеми енергозабезпечення. Вагомим резервом отримання енергетичної сировини в промислових обсягах є її вирощування на спеціальних енергетичних плантаціях верби [5, 6]. Такий напрям господарювання є досить поширеним у багатьох країнах [2, 7, 8], зокрема і в Україні: сьогодні у нас створено приблизно 5 тис. га таких насаджень [1, 9].

Мета дослідження – оцінити вплив внесення азотних добрив на продуктивність та якісні характеристики біомаси енергетичних плантацій сортів верби шведської селекції, переспективних для вирощування в умовах південної частини Західного Полісся України.

Матеріали і методи дослідження. Об'єктом дослідження були закладені навесні 2011 р. поблизу с. Самоволя Іваничівського району Волинської області енергетичні плантації трьох сортів верби шведської селекції: 'Tora', 'Inger' і 'Tordis'. Ґрунт дослідних ділянок – світло-сірий лісовий, бідний на поживні елементи.

Висаджували живці двома спареними рядами з відстанню між ними 0,75 м та міжряддями 1,50 м. У рядах живці висаджували через 0,63 м, таким чином густота їх садіння становила 15 тис. шт. на 1 га. Перші два роки наземну частину рослин щорічно зрізали. Потім насадження були зрізані через два роки. Після цього, у першій половині 2015 р., у ґрунт було внесено аміачну селітру (34,5 % д.р.) у нормах: 0 (контроль), 100, 200, 300 та 400 кг/га. До і після внесення добрив міжряддя дискували.

Оцінювали рослини енергетичної верби впродовж трьох вегетаційних періодів (2015–2017 рр.) за показниками врожайності сухої біомаси, площі листкової поверхні та чистої продуктивності фотосинтезу. Досліджували також якісні характеристики трирічної біомаси: зольність, вміст деяких макро-, мікроелементів та органічних речовин, теплотворну здатність та вихід енергії з 1 га. Досліджувані характеристики встановлювали відповідно до загальноприйнятих у рослинництві методик [10, 11], а також методик, що пізніше ввійшли до Методології

дослідження енергетичних плантацій верб і тополь [12].

Результати дослідження та їх обговорення. Внесення мінеральних азотних добрив істотно впливало на показники продуктивності енергетичних плантацій досліджуваних сортів верби. Рослини сорту ‘Tordis’ найбільш інтенсивно реагували на удобрення в перший рік вегетації, ‘Tordis’ – у перший і другий, ‘Inger’ – у третій. Урожайність сухої біомаси трирічних енергетичних плантацій верби ‘Tora’ на контролі становила 39,8 т/га, ‘Inger’ – 21,6 т/га, ‘Tordis’ – 26,9 т/га. У варіантах із внесенням добрив цей показник у сорту ‘Tora’ зростав зі збільшенням їх норми відповідно на 6,9; 6,2; 4,1 і 1,6 т/га, в ‘Inger’ – на 5,9; 6,7; 3,3 і 1,2 т/га, у ‘Tordis’ – на 4,6; 4,1; 2,5 та 1,4 т/га.

Зі збільшенням норми добрив в усіх досліджуваних сортів спостерігалося зростання площі листкової поверхні. Максимальні її показники в усіх варіантах досліду зафіксовано наприкінці липня. При цьому для всіх сортів характерною є пряма залежність між внесеною у 2015 р. нормою добрив і площею листкової поверхні наприкінці липня 2017 р. Найбільшими ці показники були в рослин сорту ‘Tora’ – від 2,8 до 3,3 м^2 на кущ. У сорту ‘Inger’ площа листя на одному кущі становила від 2,35 до 3,0 м^2, а у ‘Tordis’ – від 2,7 до 3,2 м^2.

Загальна площа листкової поверхні досліджуваних сортів (станом на кінець липня) змінювалася в межах від 28,7 до 40,1 тис. м^2/га (рис. 1). Найвищі її показники – від 32,8 до 40,1 тис. м^2 на 1 га – зафіксовано в насадженнях найпродуктивнішого сорту ‘Tora’, а найменші – від 28,7 до 36,0 тис. м^2 на 1 га – у найменш урожайного сорту ‘Inger’. Найістотніше формування цього показника залежить від внесення добрив – частка впливу цього чинника становить 49,0 %.

Чиста продуктивність фотосинтезу енергетичних плантацій досліджуваних клонів досягала максимальних показників у червні–липні (табл. 1). Зокрема, у сорту ‘Tora’ найбільші її значення (від 4,83 до 6,80 г/м^2/доба) спостерігали в період з 25 травня по 25 червня 2017 р., у сорту ‘Inger’ – у липні (від 1,47 до 2,59 г/м^2/доба). У рослин сорту ‘Tordis’ досліджувані показники найменші і приблизно однакові протягом перших літніх місяців (табл. 1). Найбільший вплив на показник ЧПФ спричинюють сортові особливості досліджуваних культиварів – 41,2 %.

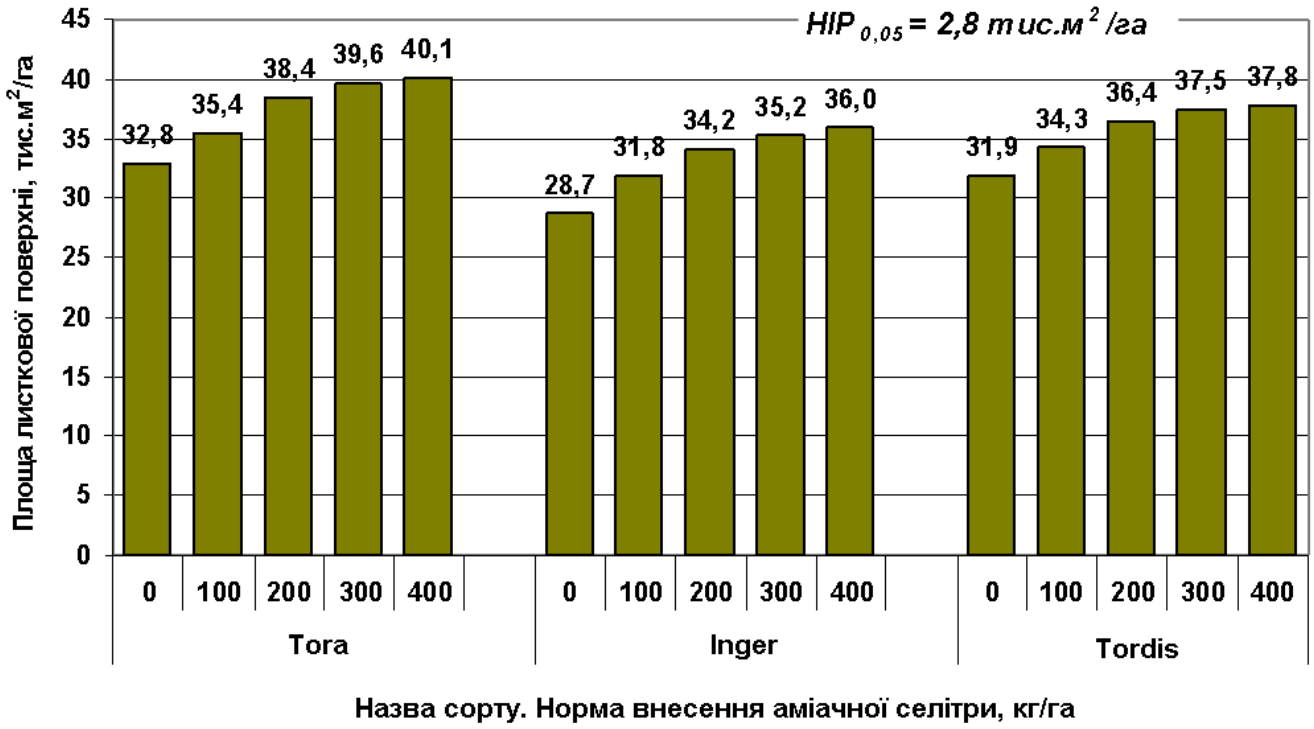

Рис. 1. Площа листкової поверхні верби залежно від сортових особливостей і норм внесення добрив (станом на кінець липня, 2017 р.)

1. Чиста продуктивність фотосинтезу верби залежно від сортових особливостей та норм добрив, г/м^2/доба (2017 р.)

Сорт – *фактор А*	Добрива, кг/га – *фактор Б*	Обліковий період			
		25.05–25.06	25.06–25.07	25.07–25.08	25.08–25.09
Tora	0	4,83	4,27	3,04	1,48
	100	5,28	5,27	2,70	0,19
	200	5,66	6,21	2,94	0,42
	300	6,80	3,95	2,26	0,70
	400	6,10	4,00	2,31	0,83
Inger	0	1,94	1,47	0,76	0,95
	100	0,61	1,87	1,27	1,15
	200	1,95	2,54	1,47	1,98
	300	1,96	2,59	1,56	3,33
	400	1,58	2,59	1,19	3,68
Tordis	0	0,80	0,60	0,38	0,89
	100	1,20	1,36	0,98	1,09
	200	1,00	0,49	0,57	0,94
	300	0,77	0,75	0,48	1,26
	400	0,90	0,98	0,61	1,29

Гнап І. В.

Крім кількісних показників енергетичної біомаси верби, важливе значення мають і її якісні характеристики, зокрема вміст золи, сполук азоту, фосфору, калію тощо. Як видно з наведених даних (табл. 2), у трирічній деревині й корі верб міститься від 1,1 до 1,5 % сумарного азоту. При цьому найбільший його вміст відзначено в біомасі сорту ‘Tora’: на контролі та у варіанті із внесенням 100 кг/га селітри – 1,2 %, за норм 200 і 300 кг/га – 1,4 %, за норми 400 кг/га – 1,5 %. У біомасі сортів ‘Inger’ і ‘Tordis’ міститься приблизно однакова кількість азоту, незалежно від варіантів удобрення ґрунту – від 1,1 до 1,2 %.

2. Якісні показники сухої біомаси верби залежно від сортових особливостей та норм внесення добрив

Сорт – *фактор А*	Добрива, кг/га – *фактор Б*	Вміст у сухій біомасі, %					
		Азот	Фосфор	Калій	Зола	Хлор (Cl)	Сірка (S)
Tora	0	1,20	1,80	2,00	1,2	0,025	0,14
	100	1,20	1,80	1,90	1,8	0,027	0,15
	200	1,40	1,80	2,00	2,4	0,030	0,16
	300	1,40	1,85	2,10	2,4	0,031	0,17
	400	1,50	1,90	2,20	2,9	0,032	0,18
Inger	0	1,20	1,65	2,00	1,2	0,026	0,15
	100	1,10	1,60	2,10	1,7	0,030	0,16
	200	1,20	1,70	2,20	1,8	0,030	0,18
	300	1,10	1,72	2,40	2,9	0,035	0,19
	400	1,20	1,75	2,40	4,0	0,036	0,20
Tordis	0	1,10	1,65	2,00	1,1	0,028	0,16
	100	1,10	1,80	2,20	1,8	0,032	0,18
	200	1,20	1,85	2,20	2,3	0,033	0,20
	300	1,10	1,85	2,40	3,5	0,040	0,21
	400	1,10	1,70	2,30	4,1	0,038	0,22

Вміст фосфору в сухій біомасі досліджуваних культиварів змінюється від 1,65 до 1,90 %. З підвищенням норми внесення азотних добрив спостерігається тенденція до збільшення вмісту в біомасі цього елемента. Схожа тенденція простежується й щодо вмісту калію. Найменше його міститься в біомасі сорту ‘Tora’ – від 1,9 до 2,0 %, а у сортів ‘Inger’ і ‘Tordis’ цей показник змінювався від 2,0 до 2,4 %. Цілком очевидно, що низький вміст калію в біомасі сорту ‘Tora’ зумовив і її

найменшу зольність серед досліджуваних культиварів.

Зольність сухої біомаси трирічної верби (без листя) у варіанті без внесення добрив є незначною і становить у сортів ‘Tora’ і ’Inger’ 1,2 %, у сорту ‘Tordis’ – 1,1 %. Зі збільшенням норми внесених добрив вміст золи в сухій біомасі стрімко підвищується. Уже за внесення 100 кг аміачної селітри на 1 га цей показник підвищується в усіх сортів до 1,7–1,8 %. Зі збільшенням норми добрив до 200 кг/га в біомасі сорту ‘Tora’ вміст негорючих речовин досягає 2,4 %, залишається незмінним за норми 300 кг/га (2,4 %) і збільшується до 2,9 % у разі внесення максимальної кількості селітри. Збільшення норми добрив на плантаціях сорту ‘Inger’ до 200 кг/га незначно вплинуло на вміст золи в його сухій біомасі (1,8 %), тоді як максимальні норми – 300 і 400 кг/га спричинили різке підвищення цього показника до 2,9 і 4,0 % відповідно.

Ще істотніше впливало внесення аміачної селітри на накопичення негорючих речовин у біомасі сорту ‘Tordis’: у разі збільшення норми добрив до 300 кг/га зольність становила 3,5 %, до 400 кг/га – 4,1 %.

Значний вміст золи для біоенергетичного врожаю є негативним показником, оскільки він зменшує коефіцієнт використання тепла за рахунок твердих відкладень усередині котла. Як випливає з даних таблиці 2, біомаса енергетичної верби має низький вміст сірки, завдяки чому зменшуються викиди в атмосферу SO_2, які зумовлюють кислотні дощі та впливають на якість повітря. Наявність у біомасі хлору є великою проблемою, оскільки це призводить до утворення соляної кислоти та діоксину, які спричиняють корозію металу та значну шкоду довкіллю [13].

Таким чином, отримані дані вказують на недоцільність застосування в умовах регіону проведення досліджень максимальних норм внесення аміачної селітри (300 і 400 кг/га). Адже крім економічно необґрунтованої витрати дорогого синтетичного добрива, буде отримано біомасу з високим вмістом зольних елементів, що негативно позначиться на її якості та ціні.

Однією з найважливіших технологічних характеристик енергетичної біомаси є її теплотворна здатність – кількість тепла, що виділяється під час згоряння 1 кг біомаси. Цей показник в усіх досліджуваних сортів за різних варіантів удобрення суттєво не різнився, змінюючись у межах від 17,9 до 18,4 МДж/кг (рис. 2). При цьому простежується чітка тенденція до зменшення теплотворної здатності біомаси зі збільшенням норми

внесення добрив, що пов'язано зі зростанням показників її зольності.

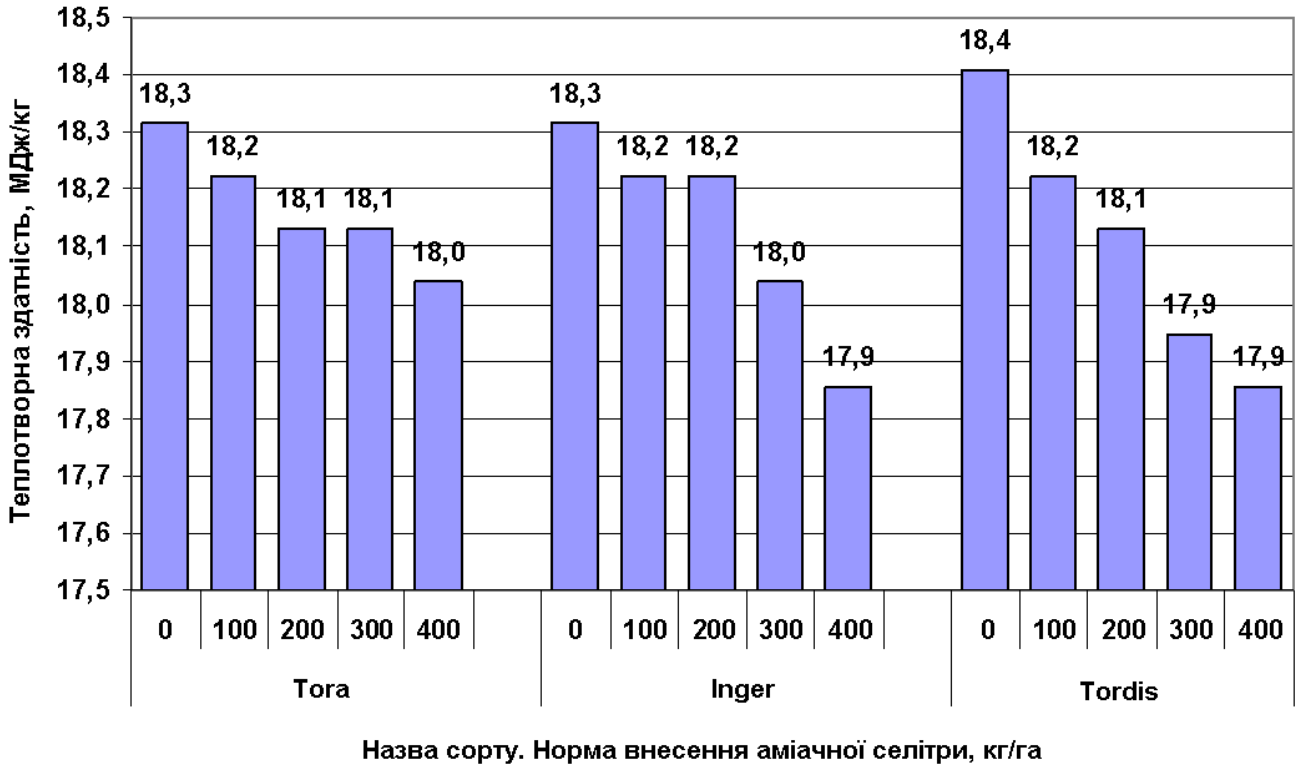

Рис. 2. Теплотворна здатність біомаси верби залежно від сортових особливостей та норм внесення добрив

На основі даних урожайності біомаси досліджуваних клонів верби та її теплотворної здатності розраховано вихід енергії з 1 га енергетичних плантацій верби залежно від сортових особливостей та норм внесення добрив (рис. 3).

Отримані дані свідчать, що в усіх досліджуваних клонів вихід енергії з 1 га досить тісно корелює з нормою внесення добрив: з її збільшенням підвищуються і показники виходу енергії.

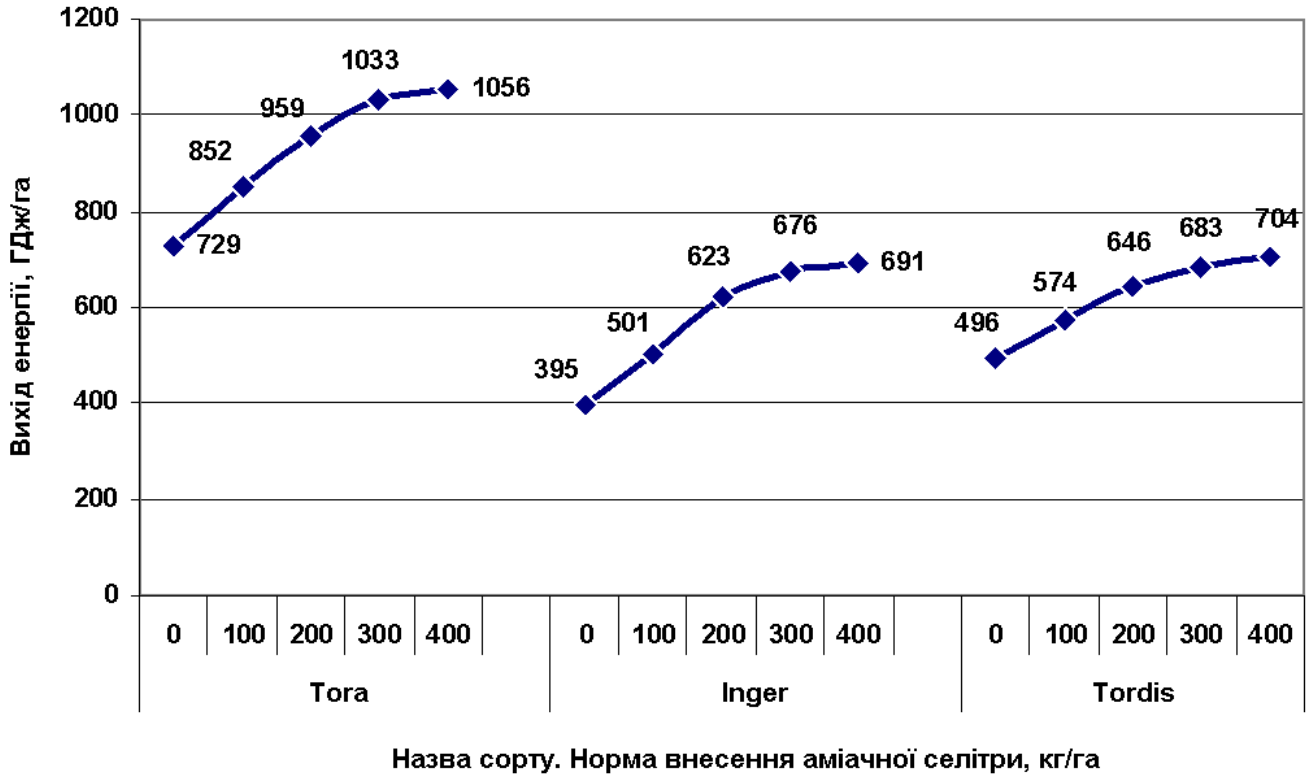

Рис. 3. Розрахунковий вихід енергії з 1 га енергетичної верби залежно від сортових особливостей та норм внесення добрив

Найбільший вихід енергії з урожаєм біомаси трирічних насаджень виявлено в сорту ‘Tora’ – від 729 до 1056 ГДж/га залежно від варіантів удобрення, тоді як у сорту ‘Inger’ цей показник змінюється від 395 до 691 ГДж/га, у ‘Tordis’ – від 496 до 704 ГДж/га.

Висновки. Сортові особливості та внесення азотних добрив суттєво впливають на ріст і розвиток рослин, а також урожайність і якість біомаси досліджуваних культиварів енергетичної верби.

Найвищими показниками росту й продуктивності в умовах південної частини Західного Полісся відзначається сорт ‘Tora’, який зокрема характеризується більшою площею листкової поверхні (від 32,8 до 40,1 тис. м^2 на 1 га) та вищими показниками чистої продуктивності фотосинтезу (від 5,28 до 6,80 г/м^2/добу).

Для підвищення продуктивності енергетичних плантацій у регіоні досліджень доцільним є внесення аміачної селітри в нормі 200 кг/га.

Список використаних джерел

1. Енергетична верба: технологія вирощування та використання / за ред. В. М. Сінченка. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2015. 340 с.

2. El Bassam N. Handbook of Bioenergy Crops. A Complete Reference to Species, Development and Applications. London ; Washington, DC : Earthscan, 2010. 544 p.

3. Гелетуха Г. Г., Марценюк З. А. Энергетический потенциал биомассы в Украине. *Промышленная теплотехника*. 1998. Т. 20, № 4. С. 52–55.

4. Чмерук Т. Тренди альтернативної енергетики України: від занепаду до прогресу. *Дзеркало Тижня. Україна*. 2018. 5 лютого. URL: https://dt.ua/energy_market/trendi-alternativnoyi-energetiki-ukrayini-vid-zanepadu-do-progresu-268117_.html

5. Фучило Я. Д., Сбитна М. В. Верби України: біологія, екологія, використання. Київ : Компринт, 2017. 256 с.

6. Афонін О. О., Фучило Я. Д. Генетичний потенціал верби прутовидної (*Salix viminalis* L.) Середнього Подесення. *Наук. вісник НУБіП України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2012. Вип. 171, Ч. 1. С. 11–19.

7. Фучило Я. Д. Плантаційне лісовирощування: теорія, практика, перспективи. Київ : Логос, 2011. 464 с.

8. Willow Varietal Identification Guide / B. Caslin, J. Finnan, A. McCracken (eds). Carlow, Ireland : Teagasc & AFBI, 2012. 64 p.

9. Фучило Я. Д., Гнап І. В., Ганженко О. М. Ріст і продуктивність деяких сортів енергетичної верби іноземної селекції в умовах Волинського Опілля. *Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 2. С. 230–239. doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134775

10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

11. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Дія, 2005. 288 с.

12. Методологія дослідження енергетичних плантацій верб і тополь / за ред. В. М. Сінченка. Київ : Компринт, 2018. 137 с.

13. Lewandowski I., Kicherer A. Combustion Quality of Biomass: Practical Relevance and Experiments to Modify the Biomass Quality of *Miscanthus* × *giganteus*. *Eur. J. Agron.*, 1997. Vol. 6, 163–177. doi: 10.1016/s1161-0301(96)02044-8

References

1. Sinchenko, V. M. (Ed.). (2015). *Enerhetychna verba: tekhnolohiia vyroshchuvannia ta vykorystannia* [Energy willow: technology of cultivation and use]. Vinnytsia: Nilan-LTD.

2. El Bassam, N. (2010). *Handbook of Bioenergy Crops. A Complete Reference to Species, Development and Applications*. London; Washington, DC: Earthscan.

3. Heletukha, H. H., & Martsenyuk, Z. A. (1998). Energy potential of

biomass in Ukraine. *Industrial Heat Engineering*, *20*(4), 52–55.

4. Chmeruk, T. (2018). Trendy alternatyvnoi enerhetyky Ukrainy: vid zanepadu do prohresu [Trends in alternative energy of Ukraine: from decay to progress]. *Mirror of the Week. Ukraine*. Retrieved from https://dt.ua/energy_market/trendi-alternativnoyi-energetiki-ukrayini-vid-zanepadu-do-progresu-268117_.html

5. Fuchylo, Ya. D., & Sbytna, M. V. (2017). *Verby Ukrainy (biolohiia, ekolohiia, vykorystannia)* [Willows of Ukraine: biology, ecology, use]. Kyiv: Komprint.

6. Afonin, A. A., & Fuchylo, Ya. D. (2012). Henetychnyi potentsial verby prutovydnoi (*Salix viminalis* L.) Serednoho Podesennia [Genetic potential of bascket willow (*Salix viminalis* L.) of middle stream of the Desna river]. *Scientific Bulletin of NULES of Ukraine. Series: Arboriculture and Ornamental Horticulture*, *171*(1), 11–19.

7. Fuchylo, Ya. D. (2011). *Plantatsiine lisovyroshchuvannia: teoriia, praktyka, perspektyvy* [Forest plantations: theory, practice, perspectives]. Kyiv: Lohos.

8. Caslin, B., Finnan, J., & McCracken, A. (Eds.). (2012). *Willow Varietal Identification Guide*. Carlow, Ireland: Teagasc & AFBI.

9. Fuchylo, Ya. D., Hnap, I. V., & Hanzhenko, O. M. (2018). *Rist i produktyvnist deiakykh sortiv enerhetychnoi verby inozemnoi selektsii v umovakh Volynskoho Opillia* [Growth and productivity of some foreign cultivars of energy willow in Volyn Opillia]. *Plant Varieties Studying and Protection*, *14*(2), 230–239. doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134775

10. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. (5nd ed., rev.). Moscow: Agropromizdat.

11. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P., & Kostohryz, P. V. (2005). *Osnovy naukovyh doslidzhen v agronomii* [Basic research in agronomy]. Kyiv: Diia.

12. Sinchenko, V. M. (Ed.). (2018). *Metodolohiia doslidzhennia enerhetychnykh plantatsii verb i topol* [Methodology for studying of energy plantations of willow and poplar]. Kyiv: Komprynt.

13. Lewandowski, I., & Kicherer, A. (1997). Combustion Quality of Biomass: Practical Relevance and Experiments to Modify the Biomass Quality of *Miscanthus* × *giganteus*. *Eur. J. Agron.*, *6*, 163–177. doi: 10.1016/s1161-0301(96)02044-8

Гнап І. В.

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО БИОМАССЫ НЕКОТОРЫХ СОРТОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ИВЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

И. В. Гнап

Аннотация. *Приведены результаты исследования влияния азотных удобрений на продуктивность и качественные показатели биомассы энергетических плантаций ивы в условиях южной части Западного Полесья Украины. Объектом исследования были три сорта ивы шведской селекции: 'Tora', 'Tordis' и 'Inger', под которые после срезки кустов в почву вносили аммиачную селитру в норме 100, 200, 300 и 400 кг/га; контроль – без удобрений. Установлено, что удобрения существенно влияли на формирование продуктивности исследуемых сортов ивы. Урожайность сухой биомассы трехлетних энергетических плантаций ивы 'Tora' на контроле составила 39,8 т/га, 'Inger' – 21,6 т/га, 'Tordis' – 26,9 т/га. В вариантах с внесением удобрений этот показатель у сорта 'Tora' рос с увеличением их нормы соответственно на 6,9; 6,2; 4,1 и 1,6 т/га, у 'Inger' – на 5,9; 6,7; 3,3 и 1,2 т/га, у 'Tordis' – на 4,6; 4,1; 2,5 и 1,4 т/га. Трехлетняя биомасса ив содержит от 1,1 до 1,5 % суммарного азота, от 1,65 до 1,90 % фосфора и от 1,9 до 2,4 % калия. Ее зольность на вариантах без удобрения составляет у сортов 'Tora' и 'Inger' 1,2 %, у 'Tordis' – 1,1 %, тогда как при внесении максимальной нормы удобрений повышается соответственно до 2,9; 4,0 и 4,1 %. Теплотворная способность биомассы исследуемых сортов ивы при различных вариантах удобрения существенно не отличалась и была в пределах от 17,9 до 18,4 МДж/кг. При этом прослеживается четкая тенденция к ее уменьшению с увеличением нормы внесения удобрений, что связано с ростом показателей зольности биомассы. У всех исследуемых клонов выход энергии с 1 га достаточно тесно коррелирует с нормой внесения удобрений: с ее увеличением повышаются и показатели выхода энергии. Наибольший выход энергии с урожаем биомассы трехлетних насаждений выявлено у сорта 'Tora' – от 729 до 1056 ГДж/га в зависимости от вариантов удобрения, тогда как у сорта 'Inger' этот показатель меняется от 395 до 691 ГДж/га, у 'Tordis' – от 496 до 704 ГДж/га. Для повышения продуктивности энергетических плантаций ивы в регионе исследований целесообразным является внесение аммиачной селитры в норме 200 кг/га.*

Ключевые слова: *ива, энергетическая плантация, сорта 'Tora', 'Tordis' и 'Inger', продуктивность, содержание золы и NPK, теплотворная способность биомассы*

Гнап І. В.

INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF BIOMASS OF SOME ENERGY WILLOW VARIETIES IN THE CONDITIONS OF WESTERN POLISSYA OF UKRAINE

I. V. Gnap

Abstract. *These are the results of research on the influence of nitrogen fertilizers on biomass productivity and biomass qualitative indices of willow energy plantations under conditions of the southern part of Western Polissya, Ukraine. The object of this study were energy plantations of three willow cultivars of Swedish breeding: 'Tora', 'Tordis' and 'Inger', for which the soil ammonium nitrate was added to in the amount of 100, 200, 300, 400 kg/ha after cutting the bushes; controlled without fertilizers. It is established that fertilizers affect the productivity of the investigated willow cultivars significantly. The yield control of dry biomass of three-year willow energy plantations were 'Tora' 39.8 t/ha, 'Inger' 21.6 t/ha, and 'Tordis' 26.9 t/ha. In terms of fertilization, this indicator of the variety 'Tora' increased with amplifying fertilizer dose to 6.9; 6.2; 4,1 and 1,6 t/ha respectively, in 'Inger' – to 5,9; 6.7; 3.3 and 1.2 t/ha respectively, in 'Tordis' – by 4.6; 4.1; 2.5 and 1.4 t/ha respectively. The three-year willow biomass contains from 1.1 to 1.5% of total nitrogen, from 1.65 to 1.90% of phosphorus and from 1.9 to 2.4% of potassium. Its ash content is 1.2% for 'Tora' and 'Inger' cultivars, and 1.1% for 'Tordis' without applying fertilizers. The index increases with amplifying doses of fertilizers to 2.9% for the 'Tora', up to 4.0% for 'Inger' and up to 4.1% for 'Tordis'. The biomass calorific value of all cultivars varies insignificantly, from 17.9 to 18.4 MJ/kg in different fertilizer variants. Thus, there is a clear decrease tendency of this index while fertilizer doses are increasing, which is associated with a rise in biomass ash content. The energy output from 1 hectare is quite closely correlated with the fertilization dose for all investigated clones: when the dose is increasing, the energy output is amplified. The most efficient energy output of willow plantation in the three-year crop of biomass is contained in the 'Tora' tree stands – from 729 to 1056 GJ/ha, while this index varies from 395 to 691 GJ/ha for the 'Inger' cultivar, and from 496 to 704 GJ/ha for the 'Tordis', depending on the fertilizer options. In the interest of increasing productivity of energy plantations in the region of research, it is advisable to apply a dose of 200 kg/ha of ammonium nitrate.*

Keywords: *willow, energy plantation, cultivars 'Tora', 'Tordis' and 'Inger', productivity, ash content, NPK content, biomass calorific value*