

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТОПОЛІ ЧОРНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВІКУ ПЛАНТАЦІЇ

ЛЮБИЧ В. В. — доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-4100-9063

Уманський національний університет

БОЙКО І. І. — кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-3116-3753

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Постановка проблеми. Осокір або тополя чорна поширена майже в усіх екосистемах. Сьогодні її ареал розповсюдження і в Центральній та Південній Європі, Західній Азії і Північній Африці. Здебільшого дерево росте групами, а у бореальних лісах і долинах річок утворює великі лісові масиви. Із збільшенням зацікавленості охорони лісових насаджень та створенні швидкоростучих плантацій тополя чорна набуває важливого значення [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У різних країнах для енергетичних цілей є великий досвід вирощування тополі, зокрема у Швеції, і Польщі увагу зосереджено на отриманні гібридних рослин із високою швидкістю росту і цінним біохімічним складом. Як вказують ряд авторів у світовому досвіді наприкладі Швейцарії урожайність тополі коливається у межах 5,9 до 13,2 т сухої деревини з га в рік. Велику увагу науковцями приділено агротехнічним заходам та теплотворній здатності, яка становить здебільшого 18 МДж / кг [3, 4].

Українські науковці вказують, що тополя чорна та верба є не тільки цінними для біоенергетичних цілей, але і для відновлення лісозахисних насаджень. Доцільно відмітити, що лідером є Волинська область в Україні із вирощування та створення плантацій швидкорослих рослин і дерев, зокрема і тополі чорної. Для виробництва та отримання енергетичного потенціалу, ця область використовує міні ТЕС, на яких переробляють деревину у енергію.

Важливо вказати, що для закладання плантації із швидкорослих біоенергетичних дерев обирають місця непридатні для вирощування сільськогосподарських культур [5].

Дослідження у Західній Литві із швидкорослими деревами (верба і тополя чорна) на природно кислій морені вказують, що доцільно для підвищення продуктивності вносити азотні добрива, які суттєво збільшують кількість стебел, продуктивність та біохімічний склад у досліджуваних зразків. Так, урожай сухої речовини у чорної тополі становив 42,28 та 54,24 т/га [6].

Важливим є після збору і подрібненні дерева спалювання в котлах великої та середньої потужності, обладнаних топковими пристроями, придатними для спалювання вологої подрібненої деревної рослинності. Встановлено, що є істотний вплив сортових особливостей на теплотворний потенціал [7].

Вирощування тополі (*Populus* sp. L.) у Південному Степу України дозволяє відмітити, що із густотою 4–6 тис. шт./га стиглість настане у 5-річному віці, а запас буде на рівні 80–85 м³/га. при зрізанні рослин у 10

річному віці можна буде отримати запас 445–670 м³/га. Регулюючи густоту можна змінювати не тільки товарні показники, але і продуктивність деревини [8].

Важливо не тільки враховувати продуктивність насаджень, але і тривалість його вегетації. Дослідженнями науковців відмічено, що рослини у коротких ротаціях ростуть тонкі та із низькими біохімічними складовими [9, 10].

У дослідях із порівняння продуктивності 6 гібридних тополі і 3 диких річкових генотипів *Populus nigra* за три роки росту і розвитку відмічено, що α є вищими у гібридних генотипів порівняно з дикорослими чорними тополі ($\alpha \geq 2,0$ та $\alpha \leq 2,0$ відповідно). Значення параметра форми β призводило до зменшення з часом у гібридних генотипів та збільшенні у дикорослих форм від 1,42 до 2,38 і від 1,47 до 2,03 [11, 12].

Отримати цінну сировину для біоенергетичних цілей та сформувати захисні насадження, які дозволять покращити екологічні умови дуже важливо. Тому сьогодні постає питання створення насаджень швидкорослих біоенергетичних дерев, які дозволять отримати високу продуктивність та технологічні складові.

Мета статті — дослідити вплив віку плантації на формування продуктивності та якісних показників сировини рослин тополі чорної, що забезпечує максимальну урожайність надземної маси.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2018–2022 рр. на Ялтушківській дослідно-селекційній станції Барського району Вінницької області в зоні західної частини Лісостепу України. За типом це сірі лісові, опідзолені, середньо-суглинкові, слабо кислі ґрунти. Агрохімічні показники наступні: вміст гумусу 1,9 %; рН_{con.} 6,8; гідролітична кислотність 2,0–2,2 мг/екв. на 100 г ґрунту; сума увібраних основ 13,5 мг/екв. на 100 г ґрунту; вміст легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) 100–105 мг/кг; рухомого фосфору (P₂O₅) 190–200 мг/кг та обмінного калію (K₂O) 120–130 мг/кг (за Чириковим).

Схема досліді передбачала дослідження впливу віку плантацій тополі чорної на показники елементного та біохімічного складу, що в свою чергу формують продуктивний та біоенергетичний потенціал цієї культури.

Збирання біомаси проводилось протягом вегетаційного періоду, було проаналізовано листки та стебла рослин тополі чорної на вміст сухої речовини, зольних елементів, складових клітинної оболонки, а саме вміст целюлози, геміцелюлози та лігніну, а також визначалась кількість мікро та макроелементів. Дослідження проводились згідно існуючих методик визначення показників якості біомаси.

Статистичне оброблення цифрового матеріалу здійснювали методом польового однофакторного дисперсійного аналізу польового досліджу. Оброблення даних також проводили за використання спеціалізованого програмного забезпечення стандартних програм Excel (Microsoft, USA).

Результати досліджень. Одним із основних якісних показників сировини тополі чорної є вміст сухої речовини (табл. 1). У процесі вегетації цей показник суттєво змінювався. На початку вегетації вміст сухої речовини в листках тополі коливався від 34,1 % (рослини 2018 року садіння) до 42,3 % (2020 рік садіння). В липні місяці кількість сухих речовин збільшувалась і складала від 40,3 % до 44,9 % (2018 і 2020 рр.). У період активної вегетації найбільший вміст сухих речовин в листках мали рослини 2018 року садіння, а саме 48,7 %, найменший вміст 45,0 % рослини 2020 року садіння.

Стебла досліджуваних рослин на початку вегетаційного періоду накопичували в своєму складі від 47,3 до 49,1 % сухих речовин, а максимальних значень вмісту цього показника рослини забезпечували в кінці вегетації, а саме від 64,8 до 66,4 %.

Кількість зольних елементів в стеблах тополі на початку вегетації складала від 1,7 % до 2,0 %, далі цей показник змінювався і був від 1,8 до 2,5 %, а в кінці вегетації від 1,9 до 2,5 %.

Вміст зольних елементів в листках тополі чорної на початку вегетації коливався від 4,4 % до 4,5 %, в середині вегетації цей показник збільшувався від 4,9 % до 5,2 %, а в кінці вегетації в серпні місяці рослини тополі чорної накопичували від 7,0 % (2018 рік садіння) до 8,2 % (2020 рік садіння) (табл. 2). Окрім листків тополі було проаналізовано і стебла на вміст зольних елементів.

Вивчення елементного та біохімічного складу біоенергетичних культур неможливе без знання складових клітинної оболонки. Накопичення целюлози в листках рослин тополі чорної відбувається наступним чином. Найбільша кількість целюлози на початку вегетації

в листках тополі 2018 року садіння 28,20 %, найменша кількість на початку вегетації 26,25 % в листках рослин тополі 2020 року садіння. В середині вегетації листки тополі накопичували від 32,40 % до 33,95 %, в кінці вегетації найбільша кількість целюлози відмічена в листках тополі 2018 року садіння, а саме 36,61 %, найменша 34,00 % в листках тополі 2020 року садіння.

Вміст геміцелюлози в листках тополі на початку вегетаційного періоду був від 5,5 до 5,8 % в кінці вегетації листя накопичували від 6,1 % (2020 рік) до 7,2 % (2018 рік).

Вміст целюлози в стеблах рослин біоенергетичних культур розподілявся наступним чином: в стеблах тополі в червні місяці кількість складала від 42,05 % (стебла тополі 2020 року садіння) до 40,05 % (рослини 2020 року садіння). В липні місяці він коливався від 43,15 % до 47,20 %, а в серпні місяці збільшувався і складав 45,25 % (рослини 2020 року садіння) до 50,10 % (2018 рік садіння). Показник геміцелюлози в стеблах рослин тополі на початку збільшувався від 10,10 % (2020 рік садіння) до 11,10 % (2018 рік садіння). В подальшому вміст геміцелюлози збільшувався і досягав значень 11,45 % в кінці вегетаційного періоду в рослинах тополі 2018 року садіння. Кількість целюлози і геміцелюлози в стеблах досліджуваних рослин була вищою, ніж у листках.

Накопичення лігніну в рослинах біоенергетичних культур відбувалось за такою схемою, як і накопичення целюлози і геміцелюлози: більше лігніну міститься в стеблах менша в листках рослин (табл. 3).

Кількість лігніну на початку вегетаційного періоду в листках тополі була від 8,60 % (2020 рік садіння) до 8,80 % (2018 рік садіння). В подальшому кількість лігніну в листках тополі збільшувалась і в кінці вегетації в серпні місяці складала 10,10 % рослини тополі 2020 року садіння, 10,12 % (2019 рік садіння) і 10,30 % рослини 2018 року садіння.

Аналізуючи стебла рослин тополі на вміст лігніну зазначимо, що рослини тополі на початку вегетації

Таблиця 1

Вміст сухої речовини і золи у листках та стеблах тополі чорної різного віку плантацій, %

Рік садіння	Суша речовина						Зола					
	в листках			в стеблах			в листках			в стеблах		
	1.06	1.07	1.08	1.06	1.07	1.08	1.06	1.07	1.08	1.06	1.07	1.08
2018	34,1	40,3	48,7	48,5	56,4	65,2	4,5	5,2	7,0	2,0	2,5	2,5
2019	40,2	44,8	46,3	49,1	54,3	66,4	4,4	4,9	8,0	1,9	2,0	2,2
2020	42,3	44,9	45,0	47,3	55,9	64,8	4,5	5,0	8,2	1,7	1,8	1,9
<i>HIP</i> ₀₅	0,6	0,3	0,5	0,4	0,3	0,7	0,1	0,3	0,2	0,4	0,5	0,9

Таблиця 2.

Накопичення целюлози і геміцелюлози у листках та стеблах тополі чорної різного віку плантацій, %

Рік садіння	Целюлоза						Геміцелюлоза					
	у листках			у стеблах			у листках			у стеблах		
	1.06	1.07	1.08	1.06	1.07	1.08	1.06	1.07	1.08	1.06	1.07	1.08
2018	28,20	3,95	36,61	45,67	47,20	50,10	5,8	6,0	7,2	11,10	11,40	11,45
2019	27,10	30,33	34,21	42,20	44,85	46,50	6,6	6,0	6,4	10,50	11,10	11,30
2020	26,25	32,40	34,00	42,05	43,15	45,25	5,5	5,9	6,1	10,10	11,15	11,25
<i>HIP</i> ₀₅	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	0,4	0,3	0,6	0,2	0,3	0,2

Таблиця 3

Динаміка накопичення лігніну в листках і стеблах тополі чорної різного віку плантацій, %

Рік садіння	Лігнін					
	у листках			у стеблах		
	1.06	1.07	1.08	1.06	1.07	1.08
2018	8,80	9,25	10,30	14,85	15,10	15,20
2019	8,65	9,20	10,12	14,80	15,05	15,10
2020	8,60	9,15	10,10	14,55	14,85	15,05
HIP ₀₅	0,32	0,21	0,22	0,11	0,42	0,24

містять лігнін від 14,55 % (рослини 2020 року садіння) до 11,85 % (рослини 2018 року садіння), в кінці вегетації стебла тополі містять таку кількість лігніну: від 15,05 % (2020 рік садіння) до 15,20 % (рослини 2018 року садіння).

У досліджуваних рослин були проаналізовані зразки тополі чорної на вміст макроелементів, а саме азоту і фосфору та калію. Найбільша кількість азоту в кінці вегетації в листках тополі була у рослин 2018 року садіння – 0,70 %, а найменший 0,63 % в рослинах 2020 року садіння. Вміст фосфору в листках тополі чорної складав 0,53 % (тополя чорна 2020 рік), 0,55 % (2019 рік садіння) та 0,56 % (2018 рік садіння). Калій в листках тополі накопичувався від 0,75 % (2020 рік садіння), 0,80 % (2019 рік садіння) та 0,085 % (2018 рік садіння).

Досліджуючи вміст макроелементів у стеблах рослин тополі можна сказати, що їх кількість більша в стеблах, а менша в листках, так вміст азоту в стеблах тополі знаходився від 0,47 % до 0,50 %. Кількість фосфору в стеблах тополі чорної складав від 0,48 % до 0,50 %. Накопичення калію відбувалось наступним чином, в стеблах рослин тополі чорної його кількість була від 0,90 % (2020 рік) до 0,95 % (2018 рік).

Оскільки, досліджувана енергетична культура буде використовуватись для отримання твердих біопалив доцільно було б визначити хімічні елементи, які впливають на паливні властивості, а саме: вуглець, водень, кисень, хлор і сірка.

Встановлено, що досліджувані зразки культури у своєму складі містять невелику кількість хлору та сірки. Характеризуючи накопичення хлору в листках рослин тополі чорної відмітимо, що більша кількість міститься в листках, менша в стеблах рослин. Так кількість хлору в листах тополі складає 0,020 % (2018 рік садіння) та 0,019 і 0,018 % (2019 та 2020 роки садіння). У стеблах досліджуваних зразків кількість хлору була наступна: тополя накопичила в стеблах 0,018 % хлору, а у листках 0,020 % (рік садіння 2018р) та у 2019 року – 0,018 % і 0,019 % та за року садіння 2020 отримано такі показники – 0,018 % і 0,017 %.

Накопичення рослинами сірки в листках біоенергетичних культур проходило відповідно: листки тополі накопичили в своєму складі від 0,09 % (рослини 2020 року садіння) до 0,10 % (садіння 2018 року). У стеблах тополі розподіл мікроелементів проходив відповідно: тополя накопичила від 0,07 % до 0,09 %.

Висновки. Вміст сухої речовини в листках тополі чорної був вищим, ніж у стеблах та як в листках, так і в стеблах не залежав від віку плантацій. Кількість зольних елементів в листках була вищою в порівнянні зі

стеблами, більше золи відмічено в рослинах з більшим строком вегетації.

Накопичення в листках тополі целюлози і геміцелюлози проходило наступним чином – більша кількість целюлози спостерігається в листках рослин з більшим строком вегетації. Кількість целюлози і геміцелюлози в стеблах тополі чорної була більшою в порівнянні з листками, а кількість целюлози і геміцелюлози збільшувалась залежно від віку плантацій.

Динаміка накопичення лігніну в листках і стеблах відбувалась аналогічно накопиченню целюлози і геміцелюлози, більше в рослин з більшим терміном вегетації.

Аналізуючи накопичення азоту, фосфору і калію листками та стеблами рослин відмітимо, що більша кількість азоту і фосфору у рослин з більшим строком вегетації. Збільшення накопичення азоту, фосфору і калію в листках і стеблах відбувається поступово протягом вегетації і досягає максимальних значень в серпні місяці. Накопичення хлору і сірки листками та стеблами тополі чорної відбувалось аналогічно накопиченню макроелементів, а саме більша кількість відмічена в листках, менша в стеблах і кількість хлору і сірки відмічена в рослин з більшим строком вегетації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Висоцька Н. Ю. Лісотипологічна структура та продуктивність деревостанів тополі чорної в різних природно-кліматичних зонах рівнинної частини України. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2017. Вип. 131. С. 11–22.
2. Jasinskas A., Banioniene V., Jotautiene E., Ziemelis I. Investigation of black poplar *Populus nigra* L.) preparation and utilization for energy conversion. In *Engineering for Rural Development. Proceedings of the International Scientific Conference (Latvia)*. Latvia University of Life Sciences and Technologies. 2019, October. (No. 18).
3. Любич В. В., Сторожик Л. І., Войтовська В. І., Терещенко І. С., Лосєва А. І. Агробіологічні параметри різних сортів і гібридів сорго цукрового. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. Т. 17, № 3. С. 193–198.
4. Bytner O., Laskowska A., Drożdżek M., Kozakiewicz P., Zawadzki J. Evaluation of the dimensional stability of black poplar wood modified thermally in nitrogen atmosphere. *Materials*, 2021. Vol. 14(6). 1491.
5. Маурер В. М., Шилін І. С. Сучасний стан та шляхи інтенсифікації плантаційного лісовирощування тополі на Волині. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2014. Вип. 198 (2). С. 137–143.

6. Gintaras Š., et al. The effect of liming and nitrogen application on common osier and black poplar biomass productivity and determination of biofuel quality indicators. *Renewable energy*. 2020. Vol. 152. P. 1035–1040.
7. Любич В. В. Технологічні параметри виробництва зерна тритикале ярого, вирощеного за різних доз азотних добрив. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2023. № 2. С. 109–116.
8. Сторожик Л. І., Войтовська В. І., Любич В. В., Рогальський С. В. Посівні властивості зерна сорго цукрового залежно від тривалості його зберігання та оброблення препаратами. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2020. Вип. 28. С. 129–139.
9. Іщук Л. П. До проблеми збереження вікових тополь. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2015. № 229. С. 250–259.
10. Walter M., Brzozowski B., Adamczak M. Effect of supercritical extract from black poplar and basket willow on the quality of natural and probiotic drinkable yogurt. *Animals*. 2021. T. 11. №. 10. 2997.
11. Висоцька Н. Ю., Ткач В. П. Деревостани тополі та осики в Україні. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2016. № 128. С. 20–27.
12. Любич В. В., Войтовська В. І., Крижанівський В. Г., Третьякова С. О. Формування біохімічної складової борошна із зерна різних гібридів соризу. *Вісник Уманського НУС*. 2021. № 1. С. 66–70.
6. Gintaras Š. et al. (2020). The effect of liming and nitrogen application on common osier and black poplar biomass productivity and determination of biofuel quality indicators. *Renewable energy*, 152, 1035–1040.
7. Liubych V. V. (2023). Tekhnolohichni parametry vyrobnytstva zerna trytykale yaroho, vyroshchenoho za riznykh doz azotnykh dobryv [Technological parameters of spring triticale grain production grown with different doses of nitrogen fertilizers]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, 2, 109–116. [in Ukrainian].
8. Storozhyk, L. I., Voitovska, V. I., Lyubich, V. V., Rogalskyi, S. V. (2020). Posivni vlastyivosti zerna sorho tsukrovoho zalezhno vid tryvalosti yoho zberihannia ta obrobлення preparatamy [Sowing properties of sugar sorghum grain depending on the duration of its storage and treatment with drugs]. *Collection of scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 28, 129–139. [in Ukrainian].
9. Ishchuk, L. P. (2015). Do problemy zberezhenia vikovykh topol. [To the problem of preservation of old poplars]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Serii: Lisivnytstvo ta dekorativne sadivnytstvo*, 229, 250–259. [in Ukrainian].
10. Walter, M., Brzozowski, B., Adamczak, M. (2021). Effect of supercritical extract from black poplar and basket willow on the quality of natural and probiotic drinkable yogurt. *Animals*, 11(10), 2997.
11. Vysotska, N. Yu., Tkach, V. P. (2016). Derevostany topoli ta osyky v Ukraini. [Poplar and aspen stands in Ukraine]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiia*, 128, 20–27. [in Ukrainian].
12. Lyubich, V. V., Voitovska, V. I., Kryzhanivskyi, V. G., Tretyakova, S. O. (2021). Formuvannia biokhimichnoi skladovoi boroshna iz zerna riznykh hibrydiv sorizu [Formation of the biochemical component of flour from the grain of various hybrids of soriz]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, 1, 66–70. [in Ukrainian].

REFERENCES:

1. Vysotska, N. Yu. (2017). Lisotopolohichna struktura ta produktyvnist derevostaniv topoli chornoi v riznykh pryrodno-klimatychnykh zonakh rivnynnoi chastynty Ukrainy. [Forest typological structure and productivity of black poplar stands in different natural and climatic zones of the plain part of Ukraine] *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiia*, 131, 11–22. [in Ukrainian].
 2. Jasinskas, A., Banioniene, V., Jotautiene, E., Ziemelis, I. (2019). Investigation of black poplar (*Populus nigra* L.) preparation and utilization for energy conversion. In *Engineering for Rural Development. Proceedings of the International Scientific Conference (Latvia)*. Latvia University of Life Sciences and Technologies, 18.
 3. Lyubich, V. V., Storozhyk, L. I., Voitovska, V. I., Tereshchenko, I. S., Loseva, A. I. (2021). Ahrobiolohichni parametry riznykh sortiv i hibrydiv sorho tsukrovoho [Agrobiological parameters of different varieties and hybrids of sugar sorghum]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 17(3), 193–198. [in Ukrainian].
 4. Bytner, O., Laskowska, A., Drożdżek, M., Kozakiewicz, P., Zawadzki, J. (2021). Evaluation of the dimensional stability of black poplar wood modified thermally in nitrogen atmosphere. *Materials*, 14(6), 1491.
 5. Maurer, V. M., Shylin I. S. (2014) Suchasnyi stan ta shliakhy intensyfikatsii plantatsiinoho lisovyroshchuvannia topoli na Volyni. [Current status and ways to intensify plantation afforestation of poplar in Volyn]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Serii: Lisivnytstvo ta dekorativne sadivnytstvo*, 198 (2), 137–143.
- Любич В. В., Бойко І. І. Продуктивність тополі чорної залежно від віку плантації**
- Мета.** Дослідити вплив віку плантації на формування продуктивності та якісних показників сировини рослин тополі чорної, що забезпечує максимальну урожайність надземної маси. **Методи.** Лабораторний, вимірювальний, розрахунково-порівняльний, аналізування, статистичний. **Результати.** На початку вегетації вміст сухої речовини в листках тополі коливався від 34,1 % (рослини 2018 року садіння) до 42,3 % (2020 рік садіння). В липні місяці кількість сухих речовин збільшувалась і складала від 40,3 % до 44,9 % (2018 і 2020 рр.). У період активної вегетації найбільший вміст сухих речовин в листках мали рослини 2018 року садіння, а саме 48,7 %, найменший вміст 45,0 % рослини 2020 року садіння. Стебла досліджуваних рослин на початку вегетаційного періоду накопичували в своєму складі від 47,3 до 49,1 % сухих речовин, а максимальних значень вмісту цього показника рослини забезпечували в кінці вегетації, а саме від 64,8 до 66,4 %. Кількість зольних елементів в стеблах тополі на початку вегетації складала від 1,7 % до 2,0 %, далі цей показник змінювався і був від 1,8 до 2,5 %, а в кінці вегетації від 1,9 до 2,5 %.
- Висновки.** Вміст сухої речовини в листках тополі чорної

був вищим, ніж у стеблах та як в листках, так і в стеблах не залежав від віку плантацій. Кількість зольних елементів в листках була вищою в порівнянні зі стеблами, більше золи відмічено в рослинах з більшим строком вегетації. Накопичення в листках тополі целюлози і геміцелюлози проходило наступним чином – більша кількість целюлози спостерігається в листках рослин з більшим строком вегетації. Кількість целюлози і геміцелюлози в стеблах тополі чорної була більшою в порівнянні з листками, а кількість целюлози і геміцелюлози збільшувалась залежно від віку плантацій. Аналізуючи накопичення азоту, фосфору і калію листками та стеблами рослин відмітимо, що більша кількість азоту і фосфору у рослин з більшим строком вегетації. Збільшення накопичення азоту, фосфору і калію в листках і стеблах відбувається поступово протягом вегетації і досягає максимальних значень в серпні місяці. Накопичення хлору і сірки листками та стеблами тополі чорної відбувалось аналогічно накопиченню макроелементів, а саме більша кількість відмічена в листках, менша в стебел і кількість хлору і сірки відмічена в рослин з більшим строком вегетації.

Ключові слова: продуктивність, суха маса, вміст целюлози, геміцелюлози, лігніну, елементи живлення, вік плантації, строк збирання.

Lyubich V. V., Boyko I. I. Productivity of black poplar depending on the age of the plantation

Aim. To investigate the influence of the age of the plantation on the formation of productivity and quality indicators of raw materials of black poplar plants, which ensures maximum yield of above-ground mass. **Methods.** Laboratory, measurement, calculation and comparative, analysis, statistical. **Results.** At the beginning of the growing season, the dry matter content in poplar leaves ranged from 34.1 % (plants planted in 2018) to 42.3 % (plants planted in 2020). In July, the amount of dry matter increased and amounted to from 40.3 % to 44.9 % (2018 and 2020). During the

active growing season, the highest dry matter content in the leaves was in plants planted in 2018, namely 48.7 %, the lowest content was 45.0 % in plants planted in 2020. The stems of the studied plants at the beginning of the growing season accumulated from 47.3 to 49.1 % of dry matter, and the maximum values of this indicator were provided by the plants at the end of the growing season, namely from 64.8 to 66.4 %. The amount of ash elements in poplar stems at the beginning of the growing season was from 1.7 % to 2.0 %, then this indicator changed and was from 1.8 to 2.5 %, and at the end of the growing season from 1.9 to 2.5 %. **Conclusions.** The dry matter content in the leaves of black poplar was higher than in the stems and both in the leaves and in the stems did not depend on the age of the plantations. The amount of ash elements in the leaves was higher compared to the stems, more ash was observed in plants with a longer growing season. The accumulation of cellulose and hemicellulose in poplar leaves occurred as follows – a greater amount of cellulose is observed in the leaves of plants with a longer vegetation period. The amount of cellulose and hemicellulose in the stems of black poplar was greater than in the leaves, and the amount of cellulose and hemicellulose increased depending on the age of the plantations. Analyzing the accumulation of nitrogen, phosphorus and potassium by the leaves and stems of plants, we note that a greater amount of nitrogen and phosphorus is in plants with a longer vegetation period. The increase in the accumulation of nitrogen, phosphorus and potassium in the leaves and stems occurs gradually during the vegetation period and reaches maximum values in August. The accumulation of chlorine and sulfur by the leaves and stems of black poplar occurred similarly to the accumulation of macroelements, namely a greater amount was noted in the leaves, a smaller amount in the stems, and the amount of chlorine and sulfur was noted in plants with a longer vegetation period.

Key words: productivity, dry weight, cellulose, hemicellulose, lignin content, nutrients, plantation age, harvest time.

Дата першого надходження рукопису до видання: 27.10.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 28.11.2025

Дата публікації: 14.12.2025