

# СЕЗОННА ХАРАКТЕРИСТИКА РОСЛИННОЇ БІОМАСИ ШТОРМОВИХ ВИКИДІВ БІЛОСАРАЙСЬКОЇ ЗАТОКИ АЗОВСЬКОГО МОРЯ

**Монін В.Л.**<sup>1</sup>, канд. біол. наук, доцент

**Хлєстова О.А.**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент

<sup>1</sup> Кафедра охорони праці й навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад "Приазовський державний технічний університет", м. Дніпро, Україна

**Альвідас Загорскис**<sup>2</sup>, д.т.н., доцент

<sup>2</sup>Кафедра охорони оточуючого середовища й гідротехніки, Факультет інженерії оточуючого середовища, Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса, Литва

Попередні дослідження зазначали, що величина первинної продукції Азовського моря перевищує здатність його екосистеми утилізувати її природними способами. В результаті в морі відбувається накопичення органічного мулу. Для розвантаження морської екосистеми від зайвої органіки необхідно навчитися витягувати з моря цю органіку та використовувати як сировину на медичні, харчові, кормові та технічні цілі).

Штормові викиди рослинної біомаси є найпростішим початковим етапом використання морської органіки. Водорості та трави з викидів є цінною сировиною, передусім для виробництва біопалива та компосту.

**Ціллю досліджень** були спостереження за сезонним утворенням штормових викидів та визначення їх кількісного та якісного складу, як сировини для отримання біогазу – метану.

Спостереження за утворенням штормових викидів проводили з квітня 2021 року по лютий 2022 року, в районі Азовської науково-дослідної станції (АНДС) Приазовського державного технічного університету, розташованої на північній стороні Білосарайської затоки Азовського моря.

Кількісний облік водоростевих викидів здійснювали щомісяця шляхом фотофіксації у північно-східному та південно-західному напрямках ділянки берега АНДС.

Викиди являли собою берегові вали різної протяжності, маси та часу утворення, при цьому біля берега могли залишатися плаваючі скупчення рослинної маси (водорості). Проби відбирали з берегових чи плаваючих рослин. Пробу промивали від мінеральних включень (піску, гальки, мушлі та ін.) в тазу з морською водою, збираючи з поверхні плаваючі рослини.

Якісний склад викидів визначали за допомогою методу фотофіксації кожної проби, де чітко проглядався їхній склад (додаток).

Первинну обробку зібраного матеріалу проводили на березі відразу після взяття проб. Рослини після стікання (до видалення видимих слідів води) зважували, визначаючи сиру масу, а після сушіння – суху. Висушування проводили при температурі 60-70°C до постійної ваги. Зважування наважок здійснювали на терезах (межа зважування – 20,0г) з дискретністю відліку - 0,01г.

Мінералізацію проб проводили в муфельній печі при температурі 450°C (ДСТУ 7670). Зважування мінеральних залишків здійснювали на вагах (межа зважування – 220 г) з дискретністю відліку – 0,001г. Різницю між сухою та мінералізованою масами розглядали як органічну речовину.

## Коротка характеристика сезонних штормових утворень

Сезонна динаміка якісних та кількісних показників викидів залежала від сили та напрямку штормових вітрів, що формують прибережні течії. Зганяні вітри східних румбів осушували берегову лінію з викидами. Нагінні вітри південних румбів розмивали їх берегові скупчення.

У весняний період спостерігали як перерозподіл зимової берегової біомаси (рис 1), і наявність свіжих викидів зелених водоростей, переважно, ентероморфи. Зрідка зустрічалися червоні водорості (цераміум). Найбільші скупчення відзначені у травні та становили до  $9,0 \text{ кг/м}^2$  сирої біомаси прибережної смуги викидів. Температура моря початку травня перевищувала  $15^\circ\text{C}$ .

*Рисунок 1. Весняний розподіл зимових штормових викидів, 25.04.21г (вигляд у бік п. Ялта).*



Літній період характеризувався зростаючим розмаїттям берегової біомаси, як трав, і водоростей (рис 2). Східні вітри виносили на берег обірвані частини зостери з зеленими і бурими водоростями, що ростуть на них. Південно-західні вітри приносили зелені, бурі та червоні водорості разом з їх субстратом (раковини молюсків, дрібні камінці та ін.). У цей період водоростеві скупчення досягали щільності до 21 кг/м<sup>2</sup> сирої біомаси і сягали сотні метрів прибережної смуги. Наступні сильні (при вітрі до 15 м/с) нагінні течії переформатували берег, змивали в морі рослинну біомасу і після поліпшення погодних умов починалося нове формування берегових водоростевих валів. Найбільша температура води в морі була на початку серпня і сягала 28°C.

*Рисунок 2. Літні утворення штормових викидів, 20.06.21г (вигляд у бік п. Юріївка).*



В осінній період процеси утворення рослинної біомаси в морі та накопичення викидів на березі проходили без видимих змін, про що свідчили характерні вали викидів. Зниження температури повітря в цей період сприяло уповільненню процесів розкладання органіки викидів та збереженню структури берегових валів. Відзначено утворення берегових «куп», що височіють над рівнем загального валу і захищають його хвильовий розмив (рис 3). При цьому утруднялося винесення біомаси на берег і в прибережній смужі формувалися водоростеві мати, які могли переміщатися вітровими течіями. «Купи» являли собою щільні нашарування морської трави, водоростей та берегового матеріалу. У цей період водоростеві скупчення досягали середньої густини до 30 кг/м<sup>2</sup> сирої біомаси, «купини» - до 50 кг/м<sup>2</sup>. Температура моря знижувалася з 20 °С у вересні до 6 °С наприкінці листопада.

*Рисунок 3. Осіннє утворення штормових «купин» та прибережних водоростевих матів, 25.09.21 р*



У зимовий період, переважно, спостерігали перерозподіл берегових викидів, з подрібненням прибоєм їх структури (рис 4). Свіжа біомаса була представлена незначною кількістю морської трави та зелених водоростей. Вітри південних румбів виносили подрібнену біомасу на 10 – 15 метрів від урізу води в зону прибережної рослинності, залишаючи шари завтовшки до 24 см. Максимальна температура води не перевищувала 8°C.

*Рисунок 4. Зимовий розподіл штормових викидів, 19.02.22г (вигляд у бік п. Ялта)*



## Сезонні показники кількісного складу штормових викидів

За час досліджень було зібрано та досліджено проби штормових викидів, у яких визначали співвідношення сирої та сухої мас (табл. 1), а також вміст органічних та мінеральних речовин (табл. 2). Проведено експериментальне зневоднення (сушіння) штормових викидів різних періодів з різним рослинним вмістом. Для цього використовували спеціальні сітчасті настили, розташовані під навісами, що провітрюються.

Таблиця 1 – Показники сирої та сухої мас у водоростей та штормових викидів у 2021 році

№	Джерело матеріалу, дата	Сирая маса, г.	Суха маса, г.	Суха маса, %
1	<b>Зелені (17.04.21 р)</b>	15,30	1,94	<b>12,68</b>
2	<b>Зелені (18.04.21 р)</b>	13,78	1,87	<b>13,57</b>
3	<b>Червоні (25.04.21 р)</b>	15,262	3,080	<b>20,18</b>
4	<b>Зелені (01.05.21 р)</b>	7,06	0,76	<b>10,8</b>
5	<b>Бурі (01.05.21 р)</b>	7,12	1,26	<b>17,7</b>
6	<b>Суміш (мати) (13.11.21 р)</b>	51,0	9,10	<b>17,84</b>
7	<b>Суміш (потік) (27.11.21 р)</b>	44,34	9,39	<b>21,18</b>
8	<b>Суміш (берег) ( 05.12.21р)</b>	96,72	20,66	<b>21,36</b>
9	<b>Суміш (берег) (11.12.21 р)</b>	24,54	4,35	<b>17,73</b>

За досліджуваний період, суха маса окремо зібраних типів водоростей демонструвала приблизно такі ж показники, як і в попередній рік (табл. 1). Найбільше сухої речовини мали червоні водорості: 20,18%; бурі – 17,7%; зелені – від 10,80 до 13,57%.

Вміст сухої речовини (мінеральної та органічної) у викидах у листопаді – грудні 2021 року становив 17,73 - 21,36 %.

Оскільки штормові викиди є сумішшю морських трав і макрофітів у різних пропорціях, тому для отримання біогазу в результаті бродильного процесу, значення має наявність в них сухої органічної речовини.

В результаті досліджень встановлено: суха органічна речовина викидів коливалася від 55,7% до 79,59% і залежала від типового складу рослин та наявності в ньому твердого берегового матеріалу (піску, стулок, гравію тощо).



*Таблиця 2 – Склад сухої мінеральної та органічної речовини у штормових викидах рослинної біомаси у 2021 році.*

№ Проби	Дата вибору проби	Суша наважк а, г.	Мінеральны й залишок, г	Органіка, %	Примечание
1	01.05.21 р	5,29	2,12	<b>59,92</b>	Суміш переважають бурі водорості
2	07.05.21 р	5,69	2,16	<b>62,04</b>	Суміш переважають бурі та червоні водорості
3	15.05.21 р	4,16	1,33	<b>68,03</b>	Суміш переважають зелені та червоні водорості
4	21.05.21 р	5,08	2,25	<b>55,70</b>	Суміш переважають зелені водорості
5	20.06.21 р	4,41	0,90	<b>79,59</b>	Суміш, переважає зостера вузьколистна
6	31.07.21 р	2,64	0,75	<b>71,59</b>	Мати у берега, переважають бурі водорості
7	24.09.21 р	7,75	2,56	<b>66,77</b>	Суміш, потік вздовж берега, є трава та водорості
8	06.11.21 р	11,60	5,32	<b>54,14</b>	Суміш, берегова купина (без промивання)
9	06.11.21 р	8,75	3,40	<b>61,14</b>	Суміш, берегова купина (промита прісною водою)
10	13.11.21 р	8,86	3,55	<b>59,93</b>	Мати у берега, переважають зелені водорості

Проби № 8 і № 9 слід розглядати лише за результатом промивки перед зважуванням, оскільки «купина» деякий час перебувала на повітрі та підсохла. Різниця між пробами становить 7 % і, ймовірно, посідає воду (промивання) і твердий береговий матеріал.

Отримані сухі зразки штормових викидів та результати їх досліджень надалі будуть використані для експериментального метаногенезу та отримання біогумусу для наземних рослин.

# Додаток: фото проб штормових викидів рослинної біомаси Білосарайської затоки Азовського моря у 2021 році



Проба 1



Проба 2



Проба 3



Проба 4



Проба 5



Проба 6



Проба 7



Проба 8



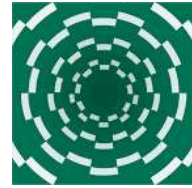
Проба 10

## Висновки

- В результаті досліджень встановлено – берегові та прибережні штормові викиди всесезонно доступні для використання. Сезонна динаміка їх якісних та кількісних показників залежала від сили та напрямку штормових вітрів, що формують прибережні течії. Зганяні вітри східних румбів осушували берегову лінію з викидами. Нагінні вітри південних румбів розмивали їх берегові скупчення.
- Найбільше сухої речовини мали червоні водорості: 20,18%; бурі – 17,7%; зелені – від 10,80 до 13,57%.
- Вміст сухої речовини (мінеральної та органічної) у викидах у листопаді – грудні становив 17,73 - 21,36 %.
- Біомаса сухої органічної речовини викидів коливалася від 55,7 до 79,59% і залежала від якісного та кількісного складу рослин і наявності в ньому твердого берегового матеріалу (піску, стулок, гравію і т д).

# Cooperation

Research is carried out by scientists of Priazov State Technical University (Ukraine), Vilnius Gediminas Technical University (Lithuania) in cooperation with scientists of Vilnius Gediminas Technical University (Lithuania)



Research  
Council of  
Lithuania



The research was carried out in the course of an international scientific project „Research of methanogenesis of aquatic plant biomass in order to obtain an alternative source of energy-fuel biogas in a three-stage bioreactor“. The project is financed by the Lithuanian Science Council, project financing agreement no. S-LU-22 and Ministry of Education and Science of Ukraine. The project is carried out in accordance with the 2022-2023 program of cooperation between the Ministry of Education and Science of the Republic of Lithuania and the Ministry of Education and Science of Ukraine in the field of science and technology.