



W4TEX: Посилення представництва жінок на керівних посадах у текстильній промисловості

НОМЕР ПРОЕКТУ: 2023-1-SE01-KA220-ADU-000154918

Тривалість проекту: 01-11-2023 - 30-04-2026

БЛОК 1 - СИРОВИНА

Автор: Lottozero
Співавтори: Lauren Berardi
Дата: 20 червня 2025 року

Версія 2.0



ЗМІСТ

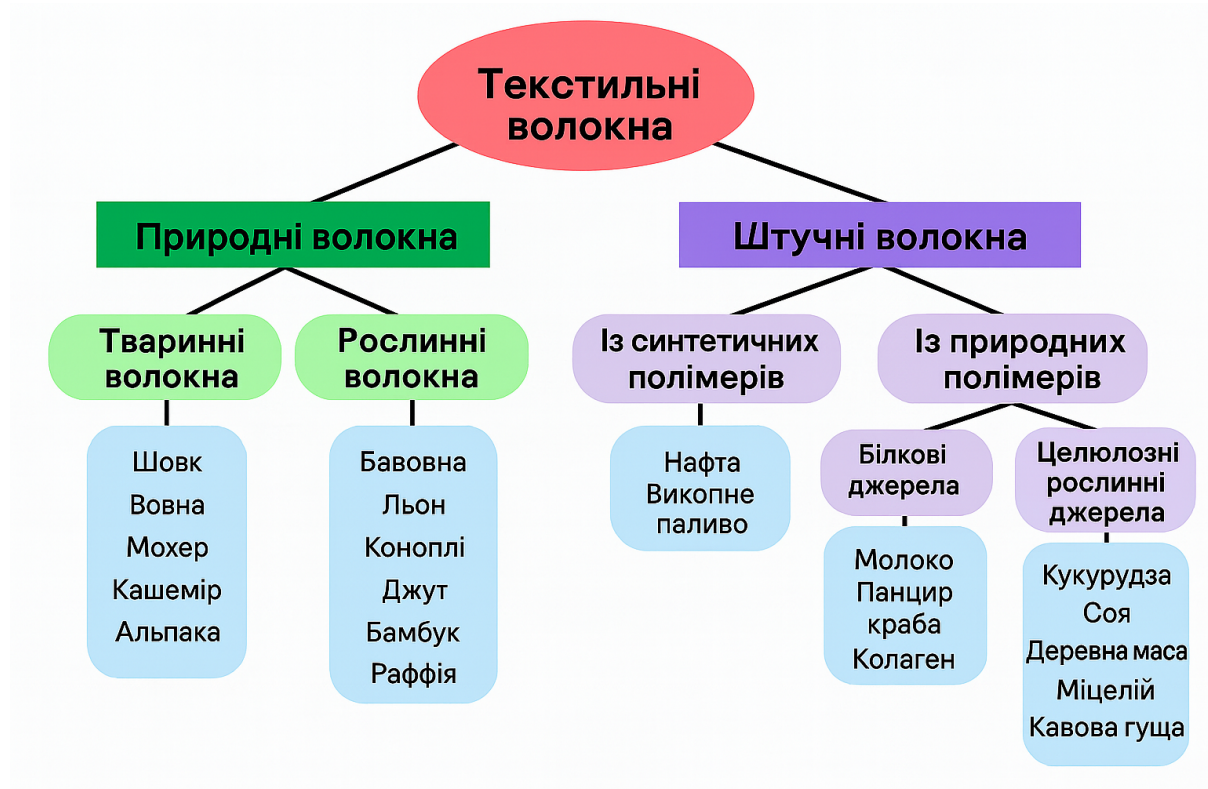
1.	2	
2.	4	
2.1.	4	
2.1.1.	4	
2.1.1.1.	4	
2.1.1.2.	6	
2.1.2.	7	
2.1.2.1.	7	
2.1.2.2.	8	
2.1.2.3.	9	
2.2.	13	
2.2.1.	13	
2.2.1.1.	13	
2.2.2.	15	
2.2.2.1.	17	
2.2.2.2.	18	
3.	20	
3.1.	20	
3.2.	20	
4.	21	
Список використаної літератури		23
Додаткові ресурси:		23
Використана література:		23

1. ВСТУП

Текстильна промисловість, чи то для моди, домашнього текстилю, чи спортивного спорядження, залежить від сировини на кожному етапі: від виробництва волокон і тканин до оздоблення готового виробу. Саме сировина є відправною точкою та основою всього виробничого ланцюга. Текстиль виготовляється з пряжі або волокон, які походять із різних джерел: бавовни, вовни, нафти та багатьох інших. Ці матеріали можуть бути природного походження: з рослин, тваринної шерсті чи шовковичних коконів – або ж синтетичними, тобто створеними людиною шляхом хімічного синтезу.

За оцінками "Дорожньої карти до сталого відновлення", у 2019 році викиди в секторі одягу склали 1,025 гігатонни (Гт) вуглекислого газу, що становить приблизно 2% глобальних викидів парникових газів. Якщо тенденція збережеться, до 2030 року викиди зростуть до 1,588 Гт, що значно перевищує межу, необхідну для обмеження потепління до 1,5°C. Щоб досягти цієї мети, до 2030 року потрібно скоротити викиди на 1 гігатонну, а до 2050 року — ще більше (Sadowski, Perkins, & McGarvey, 2021). Попри окремі ініціативи, нинішніх зусиль недостатньо для досягнення цих цілей. Один із ключових кроків — уповільнення темпів видобутку сировини.

Видобуток і переробка сировини становлять 29% викидів парникових газів у текстильній промисловості. При цьому лише близько 65% сировини, зокрема бавовни та поліестеру, зрештою використовується у готовій продукції. Це означає, що підвищення ефективності використання матеріалів дозволить зменшити обсяги видобутої сировини без шкоди для виробництва (Sadowski, Perkins, & McGarvey, 2021).



Малюнок 1. Модифікована схема класифікації текстильних волокон за Hallett & Johnston (2021), що ілюструє поділ на натуральні та штучні волокна, включно з джерелами, як-от полімери на рослинній та білковій основі.

Вибір сировини — це зовсім не проста справа. Потрібно враховувати безліч чинників: призначення матеріалу, екологічний вплив, який спричиняє його виробництво, видобуток і обробка, соціальні наслідки, а також вплив на довкілля під час утилізації або перероблення наприкінці життєвого циклу виробу. Близько 24% викидів парникових газів припадає на сировинну стадію ланцюга постачання (Sadowski, Perkins, & McGarvey, 2021). Ця галузь істотно впливає на втрату біорізноманіття, зміну підходів до користування землями й забруднення води. Проблеми, пов'язані з використанням сировини й волокон у текстильній промисловості, не обмежуються лише впливом на довкілля - ця галузь є важливим джерелом зайнятості в багатьох країнах світу, часто на етапі видобутку та первинної обробки працюють люди в країнах із низьким рівнем захисту трудових прав, що збільшує ризик експлуатації та завдає економічної, психологічної й фізичної шкоди працівникам.

Враховуючи викиди парникових газів для кожного волокна та обсяги його виробництва, найбільш шкідливими для довкілля матеріалами є поліестер, бавовна, віскоза та вовна. Базовим роком, від якого розраховується ціль щодо скорочення викидів на 45% у масштабах галузі, є 2019 рік. Загальний обсяг викидів парникових газів від синтетичних волокон у 2019 році оцінюється приблизно в 165 мільйонів тонн CO₂-еквіваленту, з них близько 70% припадає на поліестер (Textile Exchange, 2023).

2. ШКІДЛИВИЙ ВПЛИВ СИРОВИНИ

У текстильній промисловості волокна класифікують як натуральні чи синтетичні (точніше — штучні). Побутує помилкова думка, що натуральні волокна автоматично є «хорошими»: кращими для довкілля, біорозкладними і, загалом, безпечнішими. Проте, як показує практика, це не зовсім так. Видобуток усіх сировинних матеріалів з надр Землі та виробництво волокон мають шкідливий вплив, а ключ до прийняття найкращих рішень — як з точки зору довкілля, так і людей, що працюють із цими матеріалами, — це розуміння впливу сировини на кожному з етапів: створення, видобуток, обробка, використання, переробка та утилізація.

2.1. Натуральні волокна

Тут ми розглянемо деякі згубні наслідки найбільш популярних та поширених у виробництві натуральних волокон, які походять з рослинних або тваринних джерел.

2.1.1. Рослинна сировина

2.1.1.1. Бавовна

Згідно з даними звіту "Materials Market Report" організації "Textile Exchange", після поліестеру другим за обсягами виробництва волокном у світі є бавовна — її частка становить приблизно 20% світового виробництва волокон, що дорівнює близько 25 мільйонів тонн щорічно (Textile Exchange, 2024).

Бавовну переважно вирощують у тропічних і субтропічних регіонах, часто — у посушливих або напівпосушливих умовах. Однак для її вирощування потрібна значна кількість води — лише на виготовлення одного футболки може знадобитися кілька тисяч літрів води (Нуманп, 2023). Необхідність зрошення та перенаправлення цінних водних ресурсів може призводити до їх дефіциту в регіонах, які й так страждають від посух. Цей ресурсомісткий вид волокна викликає серйозне занепокоєння як щодо довкілля, так і щодо добробуту людей.



Зображення 1: Квітка бавовни, зображення Amol Sonar з Pixabay

Вплив на довкілля

- **Споживання води:** Бавовна потребує значної кількості води. Лише в Індії вода, що використовується для виробництва бавовни, могла б забезпечити 85% 1,24-мільярдного населення країни 100 літрами води щодня протягом року (Нуманн, 2023).
- **Викиди парникових газів:** На виробництво добрив припадає 29% викидів парникових газів, пов'язаних із традиційним вирощуванням бавовни (UNFCCC Fashion Industry Charter for Climate Action, 2023).
- **Використання хімікатів:** Виробництво бавовни значною мірою покладається на пестициди та добрива, що призводить до деградації ґрунтів, втрати біорізноманіття та забруднення води сільськогосподарськими стоками.
- **Втрата біорізноманіття:** Великі монокультури бавовни та ГМО шкодять біорізноманіттю.



Рисунок 2. Шляхи потрапляння пестицидів у підземні та поверхневі води, включаючи стік, інфільтрацію та атмосферні осадження.

Джерело: Геологічна служба США (USGS). (n.d.). *Пестициди в підземних водах: Шляхи транспортування та вплив на довкілля*. Отримано з <https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/pesticides-groundwater>

Етичні проблеми

- **Ризики для здоров'я,** такі як рак, респіраторні захворювання та неврологічні розлади внаслідок впливу пестицидів (Нуманн, 2023).
- **Трудова експлуатація:** Примусова та дитяча праця поширена в основних країнах-виробниках бавовни, таких як Узбекистан та Індія.
- **Економічні проблеми ГМО-бавовни:** 89% бавовни, вирощеної в Індії, є генетично модифікованою (Нуманн, 2023). Через високий попит і регульовані державою ціни багато фермерів вдаються до купівлі насіння на чорному ринку за

завищеними цінами. Обмежений доступ до офіційних кредитів змушує фермерів покладатися на приватних кредиторів з високими відсотками, що створює цикли заборгованості та економічні труднощі. Борги призвели до збільшення кількості самогубств серед індійських бавовняних фермерів.

2.1.1.2. Льон-довгунець і коноплі

За оцінками, у 2023 році в усьому світі буде вирощено 0,2 мільйона тонн конопляного волокна, що становить близько 4% ринку небавовняних рослинних волокон, або близько 0,2% світового ринку волокон (Textile Exchange, 2023a). Історично, вирощування коноплі було заборонене в багатьох країнах через її спорідненість із канабісом, що містить ТГК (тетрагідроканабінол — психоактивна речовина, яка викликає зміну свідомості), однак нині її дедалі частіше легалізують для текстильного та промислового використання. Коноплі потребують менше води та пестицидів, ніж бавовна, сприяють оздоровленню ґрунтів і навіть можуть підвищувати врожайність культур, які висіваються після неї. Її більш популярний родич льон (лляне волокно) — однорічна культура, яку потрібно пересівати щороку; зазвичай його вирощують у помірному кліматі. Ці подібні культури, хоч і багатообіцяльні, мають і власні ризики.



Зображення 2: Рослина льону-довгунця, зображення Annette Meyer з Pixabay

Вплив на довкілля:

- **Екологічні переваги конопель:** Глибоке коріння пригнічує бур'яни, підтримує біорізноманіття та покращує кругообіг поживних речовин.
- **Проблеми з великомасштабним виробництвом:** Зростання монокультурного землеробства може призвести до більшої залежності від пестицидів, а механізація може збільшити викиди парникових газів, тоді як високі потреби в азотних добривах створюють ризики забруднення повітря і води.
- **Вплив переробки:** Вимочування (розщеплення рослинних волокон) може призвести до забруднення води, якщо його здійснювати хімічним способом. У той час як промислова переробка часто включає відбілювання та хімічні пом'якшувачі, що також шкодить навколишньому середовищу.

Етичні проблеми

- Ризики примусової та дитячої праці існують, як і в будь-якому ланцюжку постачання текстилю.
- Північна Корея є одним із найбільших у світі виробників конопель, що викликає занепокоєння щодо етичності постачання та справедливої оплати праці (Textile Exchange, 2023a).

2.1.2. Сировина тваринного походження

2.1.2.1. Шовк

Шовкові волокна створюють шовкопряди, які з біологічної точки зору класифікуються як гусениці. Тканини з шовкових волокон здавна вважаються цінним товаром. Однією з причин високої вартості шовку є те, що його можна виготовити лише в регіонах, де росте шовковиця. Шовкопряди живляться її листям і виділяють фіброїн (речовину з довголанцюгових білкових молекул) — шовкову рідину, вкрита серицином (шовковою гумою), що формує нитку завдовжки близько 300 метрів протягом трьох днів — так утворюється кокон (Eberle et al., 2014). У середині кокона шовкопряд перетворюється на метелика. Коли метелик виходить назовні, він руйнує частину кокона, розриваючи довгу нитку. Для виготовлення шовку потрібні неушкоджені кокони, тому вирощувачі вбивають шовкопрядів на стадії лялечки за допомогою пари або сухого тепла, аби запобігти розриву волокон. Кокони потім занурюють у гарячу, іноді майже киплячу воду, щоб пом'якшити й видалити серицин. Попри те, що натуральне походження шовку може здаватися привабливою альтернативою синтетиці, його виробництво є дуже неефективним з ресурсного погляду.



Зображення 3: Кокони шовкопряда, зображення Waewkidja на Freepik

Вплив на довкілля:

- Виробництво 1 кг шовку є ресурсномістким і потребує 187 кг листя шовковиці як корму для шовкопряда (Håkansson, 2023).
- Високі викиди парникових газів від гною та добрив, що використовуються при вирощуванні шовковиці.
- Багато об'єктів виробництва шовку покладаються на вугільну енергетику, що збільшує вуглецевий слід.

Етичні проблеми:

- **Добробут тварин:** Для виробництва 120 кг шовку-сирцю потрібно 10,000 кг коконів. Це дорівнює приблизно 50,000 шовкопрядів, які в результаті гинуть (Pandey, 2014).
- **Експлуатація робітників:** Такі країни, як Китай, Узбекистан, Індія та Бразилія, мають високі ризики сучасного рабства у виробництві шовку (Håkansson, 2023). Працівники стикаються з впливом киплячої води, пестицидів і барвників, що призводить до ризиків для здоров'я, таких як подразнення шкіри та пошкодження органів.

2.1.2.2. Вовна

Вовна є найпоширенішим тваринним волокном, що використовується у модній та текстильній промисловості, і на неї припадало 1% світового ринку волокон у 2021 році (Textile Exchange, 2023). Вовна складається з органічної сполуки кератину — того ж білка, що міститься у волоссі та нігтях людини, — і отримується зі шкіри овець. Зі щорічним обсягом виробництва приблизно 1 мільйон тонн очищеної сировини, овеча вовна є найпоширенішим волокном тваринного походження, зокрема завдяки своїй здатності поглинати вологу та зберігати тепло навіть у вологому стані (Textile Exchange, 2024). На жаль, вовна є ресурсомістким волокном і пов'язана з численними проблемами добробуту тварин.



Зображення 4: Вовна з сайту Freepik.com

Вплив на довкілля

- **Вода:** Для виробництва 1 кг чистої вовни потрібно 170,000 літрів води, що значно більше, ніж для бавовни (PETA Австралія, 2023). Стоки забруднюють водні шляхи, хімікати, що використовуються для відлякування шкідників від овечих шкур, також забруднюють водні шляхи та отруюють рибу, роблячи воду небезпечною для споживання як для людей, так і для тварин.

- **Деградація земель:** Випасання овець сприяє розчищенню земель, втраті біорізноманіття та опустелюванню. Деградація ґрунтів через надмірний випас призводить до ерозії та зменшення поглинання вуглецю.
- **Викиди парникових газів:** На вівчарство припадає 98% викидів парникових газів у категорії тваринних волокон (Textile Exchange, 2023). "Кишкова ферментація", або відрижка худоби та виділення метану, становить приблизно чверть щорічних викидів метану в сільському господарстві (РЕТА, n.d.).

Етичні проблеми

- Грубе поводження з тваринами під час стрижки призводить до травм і стресу.
- Вівці, залишені на відкритому повітрі без захисту після стрижки, схильні до переохолодження та хвороб.
- Мулінг - видалення вовняного покриву на задніх кінцівках тварини без знеболення - є болючою процедурою, яка використовується для запобігання ураження мухами. Щонайменше 74% австралійської вовни все ще отримують від овець, яких стрижуть таким чином (РЕТА Австралія, 2022).

2.1.2.3. Волосся тварин

Окрім овечої вовни, існують інші волокна, отримані з шерсті тварин. Хоча їхня популярність та вартість можуть різнитися, до найбільш відомих належать кашемір, мохер, ангора, лама і верблюжа шерсть.

Кашемір — найдорожче серед волокон тваринного походження. Це ніжне та розкішне волокно походить від кашемірових кіз, які мешкають на великих висотах у Гімалаях у Кашмірі (Індія), звідки й походить назва, а також у Монголії. Щоб витримати низькі температури в суворому кліматі, ці кози мають дуже тонкий підшерсток. Щороку, під час линьки, цей тонкий підшерсток відділяють від грубших остевих волосків. Саме ці м'які підшерсткові волокна збирають і використовують для виготовлення кашемірових тканин (Eberle та ін., 2014).



Зображення 5: Кашемірова коза, зображення Marcel Langthim з Pixabay

Вплив на довкілля:

- Збільшення розмірів стада через вищий попит на волокно призводить до надмірного випасу та опустелювання пасовищ.

Етичні проблеми:

- Низькі заробітки пастухів, які змушені в той же час працювати більше для задоволення зростаючого попиту на кашемір.
- Коли кіз не стрижуть, вони зазнають болісного процесу вичісування гострими металевими гребінцями.

Мохер виготовляється з волосся ангорської кози, яка відома своїм довгим, злегка закрученим волокном і шовковистим блиском. Він добре піддається фарбуванню і в основному використовується для виготовлення верхнього одягу та трикотажу (Eberle et al., 2014).



Зображення 6: Ангорська коза, зображення JamesDeMers з Pixabay

Вплив на навколишнє середовище:

- Вирощування худоби є ресурсоемним процесом. Для виробництва 1 фунта мохеру козам необхідно згодовувати 40-50 фунтів корму.
- Надмірний випас призводить до деградації земель.

Етичні проблеми:

- Кози часто піддаються жорстокому поводженню та знущанням, оскільки працівникам платять за обсяг зробленої роботи, а не за витрачений час.
- Кіз стрижуть двічі на рік, що робить їх вразливими до холоду та паразитів.

Ангора — це волокно, що отримується з шерсті ангорського кролика, якого стрижуть до чотирьох разів на рік. Його тонке, легке волосся особливо добре поглинає вологу, тому його часто змішують з вовною (Eberle et al., 2014). Незважаючи на свої приємні

властивості, ангора є суперечливим матеріалом через численні занепокоєння щодо добробуту тварин.



Зображення 7: Ангорський кролик, зображення Anil sharma з Pixabay

Вплив на навколишнє середовище:

- Високий рівень аміаку в навколишньому середовищі через сечу та відходи може спричинити очні інфекції у кроликів та евтрофікацію (надлишок мінералів у воді, що часто призводить до виснаження кисню, заростання водоростями та втрати біорізноманіття у водних системах).

Етичні проблеми:

- Близько 90% ангорської худоби походить з Китаю, де добробут тварин значною мірою не регулюється. Кроликів часто утримують у маленьких, клітках, що не відповідають санітарним вимогам. Їхнє хутро часто висмикують, а не стрижуть, що спричиняє страждання і біль. Багатьох з них забивають у дворічному віці, задовго до їх природної тривалості життя, яка становить 12 років.

Лама, альпака, вікуня та гуанако — це види південноамериканських верблюдових, що мешкають у гірських районах Анд. Їхнє волосся тонке, м'яке, з легким завитком і добре утримує тепло. Цих тварин стрижуть приблизно раз на два роки, а отримані волокна використовують для виготовлення дорогого трикотажного одягу, верхнього вбрання та ковдр (Eberle et al., 2014).



Зображення 8: Пара альпак, зображення з фотостоку на Freepik

Етичні проблеми:

- Кожного разу, коли виробляються продукти тваринного походження, існують ризики жорстокого поводження з тваринами та надмірного використання ресурсів, необхідних для вирощування худоби.
- У минулому існували проблеми, пов'язані з тим, що невеликі андські громади, які вирощують цих тварин, не отримували оплату від компаній, які "купують" дорогоцінне волокно.

Верблюжа шерсть - це підшерсток бактрійського верблюда, який щороку линяє, втрачаючи свої тонкі, м'які, злегка гофровані та цінні волоски (Eberle et al., 2014). Порівняно з волокнами інших тварин, верблюжа шерсть, як правило, викликає менше занепокоєння щодо навколишнього середовища та добробуту.



Зображення 9: Верблюжа шерсть, зображення vecstock на Freepik

Вплив на навколишнє середовище:

- Це волокно рідко фарбують, що виключає необхідність використання токсичних барвників і мінімізує використання води.

Етичні проблеми:

- Верблюди природним чином скидає шерсть щороку, тому немає необхідності утримувати тварин для збору волокон, що зменшує ймовірність травмування або поранення під час збору волокон.
- Якщо тварин стрижуть, то їхні великі розміри роблять грубе поводження з ними менш поширеною проблемою порівняно з вівцями та козами.

Виробництво як рослинних, так і тваринних волокон має значні екологічні, етичні та економічні наслідки. Хоча такі матеріали, як коноплі та верблюжа шерсть, пропонують більш екологічні варіанти, широкомасштабна індустріалізація виробництва будь-якого волокна може призвести до негативного впливу на навколишнє середовище та права людини.

2.2. Штучні волокна

Штучні волокна потребують хімічного втручання для створення і можуть бути виготовлені за допомогою хімічних процесів з використанням природних полімерів, які зазвичай походять з білків, таких як молоко, соя або кукурудза, або полімерів целюлози, видобутих з рослин, а також синтетичних полімерів, які зазвичай використовують викопне паливо в якості основної сировини. Виробництво включає три основні етапи:

1. Перетворення волокноутворюючих речовин у **рідкий стан** (розчин або розплав)
2. Екструзія рідини через **прядильні фільтри** для формування ниток
3. **Затвердіння ниток** у волокна

Штучні волокна залишатимуться у використанні – повністю замінити їх натуральними матеріалами неможливо, оскільки багато їхніх властивостей, як-от термостійкість, відштовхування води, здатність до термоформування, не можуть бути досягнуті з такою ж ефективністю виключно за допомогою натуральних волокон. Тому завдання менеджера полягає не в тому, щоб повністю усунути штучні волокна з виробництва, а в тому, щоб володіти відповідними знаннями та розумінням контексту для ухвалення найкращих рішень: які матеріали використовувати, коли саме їх використовувати і як при цьому завдати найменшої шкоди довкіллю та працівникам. Розгляньмо деякі негативні наслідки, які слід брати до уваги під час вибору роботи зі штучними волокнами як природного, так і синтетичного походження.

2.2.1. Натуральні полімери

Волокна на основі натуральних полімерів мають біологічну основу, однак проходять хімічну обробку для створення матеріалів з властивостями, подібними до синтетичних. Організація Textile Exchange визначає біосинтетичні волокна як ті, що "вироблені повністю або частково з біологічних джерел і при цьому зберігають властивості, еквівалентні традиційним синтетичним волокнам" (Textile Exchange, 2022). Це можуть бути волокна, отримані з рослинної сировини, а також з біосировини, виготовлених із застосуванням синтетичних технологій.

2.2.1.1. Штучні целюлозні волокна

Целюлозні волокна штучного походження (MMC – Manmade Cellulosic Fibers) є однією з найдинамічніше зростаючих категорій волокон на текстильному ринку (Fiber Pathways). Нині переважна більшість таких волокон виготовляється з деревної біомаси – евкаліпта, сосни, бамбука, бука. Деревина вирощується, збирається і подрібнюється для отримання

целюлозної маси, що є сировиною для галузі. Ці волокна часто класифікують за методами їх виробництва, кожен з яких передбачає використання різних хімічних речовин з відповідними ризиками та негативним впливом на довкілля:

- **Віскозний процес** - це технологічний процес виробництва віскозного волокна, де використовуються листи целюлози, просочені гідроксидом натрію, до яких додається дисульфід вуглецю для утворення прядильного розчину. Цей розчин дегазується, фільтрується, витримується (дозріває) та занурюється в коагуляційну ванну. Після витягування волокон їх збирають, перемотують у пряжу та промивають для видалення залишків хімічних речовин (у процесі застосовуються додаткові хімікати)..
- **Купрамонієвий процес** - це процес розчинення целюлози у розчині гідроксиду міді(II) в аміаку. В результаті утворюється купрамонієвий розчин целюлози, який використовується для виробництва купрамонієвого волокна, також відомого як купро, здатне розчиняти целюлозу. Цей метод мокрого прядіння в деяких країнах припинено через високу вартість і шкідливість для довкілля.
- **Ацетатний процес** - це хімічна реакція, в ході якої для отримання похідного целюлози 3-гідроксильні групи на кожному глюкозному залишку заміщуються ацетильними групами, а потім матеріал прядеться в ацетоні або дихлорметані.
- **Процес Lyocell** - це екологічно чистий метод виробництва целюлозного волокна, що використовує органічний розчинник N-метилморфолін-N-оксид (NMMO) для розчинення целюлози. Целюлозна маса з деревини розчиняється у водному розчині аміноксиду для створення прядильного розчину. Наприкінці процесу аміноксид вимивається з пучка волокон, а розчинник і вода піддаються повторному використанню.

Основою всіх цих процесів є використання хімічних речовин, які допомагають розчиняти, коагулювати, формувати та затверджувати матеріал на кожному етапі обробки целюлози. Розгляньмо деякі з найбільш поширених хімікатів та пов'язані з ними ризики:

- **Сірковуглець (CS_2):** Використовується у виробництві віскози і пов'язаний з проблемами зі здоров'ям працівників та забрудненням води.
- **Каустична сода (гідроксид натрію, $NaOH$):** Використовується у багатьох процесах виробництва штучних целюлозних волокон для розщеплення целюлози, але може спричиняти хімічні опіки та забруднення.
- **Сірчана кислота (H_2SO_4):** Використовується у ваннах для коагуляції волокон, сприяє підкисленню джерел води.

При виробництві штучних волокон із целюлози необхідно враховувати як вплив вихідної рослинної сировини, так і вплив хімічних реагентів. Хоча кожна хімічна речовина, що використовується у створенні різних типів MMCF (штучних целюлозних волокон), має власні ризики, існують і загальні екологічні та соціальні аспекти, притаманні всій категорії.

Вплив на навколишнє середовище:

- Вирубка лісів виснажує зони поглинання вуглецю, одночасно викидаючи додатковий вуглець через механічну заготовку, транспортування та переробку.
- За оцінками, у 2019 році викиди парникових газів від штучних целюлозних волокон становили близько 33 мільйонів тонн CO_2 (Textile Exchange, 2023).

- Зібрані целюлозні волокна розчиняються перед тим, як їх можна буде прясти, у процесах, які передбачають використання хімічних розчинників, що становлять загрозу як для довкілля, так і для безпеки людини.

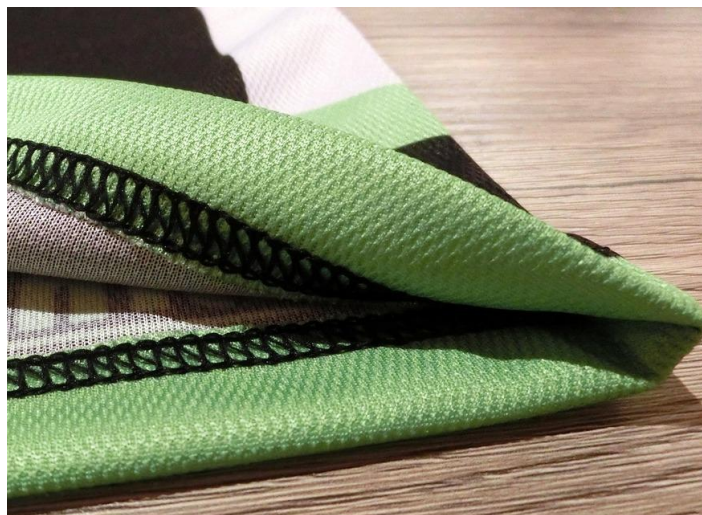
Етичні проблеми:

- Хімічні розчинники можуть викликати опіки, респіраторні та дерматологічні проблеми та інші пов'язані з ними наслідки для здоров'я працівників, які часто перебувають у безпосередній близькості до цих матеріалів.

2.2.2. Синтетичні полімери

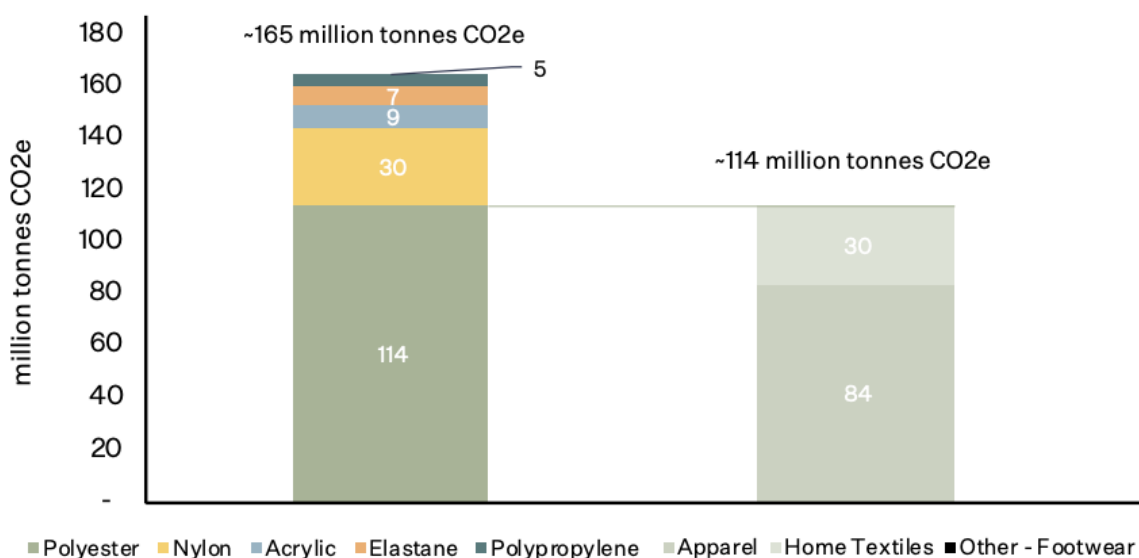
Виробництво синтетичних волокон залишається неминучим, оскільки вони мають особливі властивості, які неможливо досягти за допомогою натуральних матеріалів. Синтетичні штучні волокна створюються шляхом синтезу малих молекул – мономерів, які зазвичай виробляються з нафти. Тисячі цих мономерів з'єднуються між собою для створення лінійних полімерів (Eberle et al., 2014). Незважаючи на їхню функціональну ефективність, важливо поступово відмовлятися від використання викопного палива та шукати чистіші альтернативи, адже згідно з прогнозами, обсяг викидів парникових газів від виробництва синтетичних волокон досягне 196 мільйонів тонн CO₂ до 2025 року і 228 мільйонів тонн CO₂ до 2030 року (Textile Exchange, 2022). Найпоширеніші синтетичні волокна, створені з полімерів, – це:

- **Поліестер** – найпоширеніше у світі волокно, яке виробляється з тетрафталевої кислоти та етиленгліколю на основі викопного палива.
- **Нейлон** – це синтетичний матеріал, поліамід, що виробляється шляхом реакції конденсаційної полімеризації. Найпоширеніший тип синтезується з гексаметилендіаміну та адипінової кислоти. Виробництво нейлону супроводжується викидами закису азоту, який сприяє глобальному потеплінню.
- **Акрил** – виготовляється з пропілену та аміаку, полімеризованих у поліакрилонітрильний порошок. Потім його розчиняють у диметилформаміді або диметилацетаміді та прядуть у вологому або сухому стані, утворюючи акрилові волокна.
- **Еластан** – виготовляється щонайменше з 85% сегментованого поліуретану. Нитки з еластану часто інтегровані в тканини з іншими волокнами, такими як бавовна (наприклад, джинси, які розтягуються) або вовна, що робить їх особливо складними для переробки.
- **Поліпропілен** – використовується в текстилі, наприклад, у мотузках, килимах і спортивному одязі. Виробляється шляхом полімеризації пропіленового газу в присутності каталізаторів. Отриманий полімер плавлять і екструдують у волокна. Органометалічні каталізатори потребують токсичних металевих сполук, які можуть бути шкідливими для працівників. Залишки каталізаторів мають бути вилучені з готового полімеру, щоб уникнути забруднення у кінцевому продукті. Утилізація відходів каталізаторів також сприяє забрудненню важкими металами.
- **Поліетилен** – здебільшого використовується для пакування, але також може бути прядений у волокна для легких тканин. Процес передбачає полімеризацію етиленового газу за допомогою каталізаторів, утворення поліетилену, який потім плавлять і екструдують у волокна.



Зображення 10: Сорочка з поліефірної сітчастої тканини, зображення B360 Riding Shirts від Píxabay

Ці синтетичні волокна виробляють велику кількість парникових газів. На малюнку нижче ми бачимо викиди парникових газів у мільйонах тонн CO₂ для поліестеру, нейлону, акрилу, еластану та поліпропілену.



Малюнок 3. Ілюструє вплив синтетичних волокон на викиди парникових газів у категорії синтетичних волокон для базового рівня 2019 року (року, який слугує відправною точкою для вимірювання майбутніх скорочень), підкреслюючи спільний вплив поліестеру та нейлону на сектори одягу, домашнього текстилю та взуття.

Джерело: Текстильна біржа. (2022). *Вплив на викиди парникових газів у категорії синтетичних волокон для базового рівня 2019 року*. На основі даних звіту Preferred Fiber and Material Market Report (2022), дослідження Textile Exchange Data and Technology Team (2021) та розрахунків Higg MSI 3.3, отриманих у березні 2022 року з Higg.org.

2.2.2.1. Нафтохімія

Нафтохімікати, такі як поліуретан і поліетилентерефталат (ПЕТ), є сполуками, отриманими з викопного палива, зокрема нафти та природного газу, які служать будівельним матеріалом для синтетичних волокон, як-от нейлон, поліестер (найбільш вироблене волокно у світі), акрил та еластан. Шкідливий вплив видобутку викопного палива на довкілля є добре задокументованим, і останніми роками уряди, громадськість і бізнес багато говорять про необхідність переходу на зелені альтернативи. Однак реальність текстильного сектору говорить про інше. Згідно з "Material Market Report 2024" від Textile Exchange, виробництво синтетики на основі викопного палива зросло з 67 мільйонів тонн у 2022 році до 75 мільйонів тонн у 2023-му, що суперечить цілям щодо скорочення використання викопних ресурсів. Це зростання безпосередньо пов'язане з численними негативними наслідками для довкілля та благополуччя людей, які супроводжують виробництво волокон із нафтохімічної сировини.



Зображення 11: Завод з виробництва викопного палива, зображення Steve Buissinne з Pixabay

Вплив на довкілля:

- Видобуток невідновлюваних ресурсів шляхом буріння та гідророзриву пластів сприяє руйнуванню природного середовища існування та високому рівню забруднення.
- Енергоємні виробничі процеси виділяють велику кількість парникових газів.
- Токсичні відходи з переробних підприємств часто потрапляють у водні шляхи, а стоки зі звалищ і забруднених річкових систем забруднюють підземні води.
- Текстиль, виготовлений з нафтохімічних продуктів, не піддається біологічному розкладанню, що призводить до довготривалого забруднення звалищ та океану.
- Синтетичні волокна виділяють мікропластик (подрібнені частинки пластику розміром менше 5 мм) у воду під час прання та витікають у навколишнє середовище під час носіння. Це мікропластик. Їхній малий розмір робить майже неможливим їхнє видалення з довкілля або людського організму після забруднення.

Етичні проблеми:

- Легкозаймисті матеріали небезпечні для працівників, які їх транспортують.
- Існує багато небезпек для здоров'я, пов'язаних з роботою з нафтохімічними речовинами або довготривалим використанням продуктів, виготовлених з таких токсичних матеріалів.
- Видобуток, переробка і транспортування викопного палива спричиняють значне забруднення повітря, що наражає мешканців навколишніх територій і самих працівників виробництва на великий ризик розвитку хронічних захворювань, таких як рак, ураження нирок, печінки та нервової системи.
- Мікропластик може мати негативний вплив на ендокринну систему людини, і повні наслідки його впливу на людський організм ще не відомі.
- Наша залежність від цих невідновлюваних ресурсів у таких галузях, як енергетика, створила політичну нестабільність і спровокувала глобальні конфлікти.

Дослідження, проведене Сеульським інститутом охорони здоров'я та навколишнього середовища, показало, що серед найпоширеніших видів мікропластику, що містяться в повітрі, є поліамід (нейлон), поліестер і акрил, а також поліетилен (ПЕ) і поліпропілен (ПП) (Lee, Cho, Sohn, & Kim, 2023).

2.2.2.2. Хімічна регенерація волокна

Перероблені матеріали можуть стати одним із способів зменшення обсягів видобутку первинної сировини та продовження життєвого циклу текстильних волокон, повертаючи їх у використання через регенерацію, а не утилізацію. Проте, згідно з «Звітом про ринок матеріалів» від Textile Exchange за 2024 рік, частка перероблених волокон на ринку зменшилася з 7,9% у 2022 році до 7,7% у 2023 році, і загалом менш як 1% світового ринку волокон становили текстильні вироби з переробки після- та до-споживання. Хоча переробка видається перспективною в певних сценаріях, вона не є універсальним вирішенням проблеми й має власні недоліки (детальніше про переробку волокон у модулі Women Think Green, розділ 7). Під час ухвалення рішення про використання перероблених або первинних матеріалів важливо враховувати негативні наслідки, пов'язані з хімічними речовинами, необхідними для процесу регенерації та переробки волокон, щоб зважити всі плюси й мінуси такого вибору.

Механічна переробка: передбачає фізичну обробку пластикових відходів шляхом подрібнення та плавлення для формування нових волокон. Цей метод не потребує додаткових хімікатів, однак має свої обмеження – зокрема, погіршення якості матеріалу з часом та використання обладнання, що спричиняє викиди парникових газів.

Вплив на навколишнє середовище:

- Більш короткі волокна (в результаті процесу подрібнення) збільшують осипання мікропластику (особливо з синтетичними матеріалами, такими як поліестер).
- Механічно перероблені волокна часто потребують додаткового фарбування, що збільшує використання води та хімікатів.

Етичні проблеми:

- Багато переробних підприємств знаходяться в країнах з низьким рівнем доходу з обмеженим захистом працівників, що може призвести до експлуатації.
- Текстильні відходи з країн з високим рівнем доходу непропорційно більше експортуються до країн, що розвиваються, що іноді перевантажує їхні системи

матеріалами, які не підлягають переробці, а потім стають тягарем для місцевих громад.

Хімічна переробка: Цей процес передбачає розщеплення полімерів на мономері за допомогою хімічних речовин, що дозволяє отримувати волокна зі схожими до первинних властивостями. Цей процес, наприклад, може деполімеризувати поліестер, забезпечуючи виробництво високоякісних перероблених волокон. Хоча він охоплює ширший спектр пластикових матеріалів, все ж передбачає використання хімічних процесів, які мають ризики для довкілля та безпеки.

Вплив на довкілля:

- Хімічні процеси вимагають **високих енерговитрат** і можуть спричиняти викиди небезпечних речовин і парникових газів, що вимагає суворого контролю за викидами.
- **Неправильна утилізація хімічних речовин** може призвести до забруднення навколишнього середовища та водних систем.

Етичні проблеми:

- Працівники заводів з переробки хімічних речовин стикаються з токсичними випарами, небезпечними відходами та небезпечним робочим середовищем, що може призвести до **серйозних ризиків для здоров'я**.
- Заводи з переробки хімічних відходів часто розташовані в районах з низьким рівнем доходу, що **піддає неблагополучні громади екологічним проблемам** і, як наслідок, проблемам зі здоров'ям.
- **Корпоративний "грінвошинг"** - це практика, коли компанії стверджують, що використовують екологічно чисті перероблені матеріали, але не розкривають інформацію про токсичність, кількість відходів чи умови праці, оманливо позиціонуючи продукт як більш екологічний, ніж він є насправді.

3. МЕТОДИ ПОМ'ЯКШЕННЯ НАСЛІДКІВ

3.1. Регенеративні практики

Перехід до регенеративного та органічного землеробства має потенціал підтримувати й покращувати стан ґрунтів, екосистем та здоров'я людей, спираючись на екологічні процеси, біорізноманіття та природні цикли, адаптовані до місцевих умов, без потреби в зовнішніх впливах, що можуть бути шкідливими. Завдяки системам регенеративного землекористування можна зменшити вплив виробництва тваринних волокон на клімат, покращити біорізноманіття, стан води та ґрунтів, водночас поважаючи права людей і тварин.

3.2. Альтернативні матеріали

Одним із ефективних способів зменшити негативний вплив проблемних матеріалів є пошук екологічніших альтернатив. Якщо говорити про найпоширеніше у світі волокно — поліестер, пріоритетом є поступова відмова від сировини на основі викопного палива на користь перероблених або відновлюваних ресурсів, а також створення замкненого циклу, який дозволить перетворювати старий текстиль на новий. Збереження значної кількості викопних ресурсів у землі є критично важливим для стримування глобального потепління до 1,5°C. У енергетичному секторі це називають "декарбонізацією" або дедалі частіше "дефосилізацією", а для матеріалів еквівалентом є перехід до вуглецю без викопного походження. Інститут пова пропонує термін "відновлюваний вуглець" для позначення "невикопного вуглецю", який може походити з біомаси, переробки чи прямих викидів CO₂. Таким чином, невикопний або відновлюваний вуглець береться з біосфери, техносфери чи атмосфери, на відміну від викопного вуглецю, що видобувається з геосфери (Textile Exchange, 2022). Майбутнє полягає в заміні синтетичних волокон на основі викопного палива біосинтетикою.

Біосинтетичні матеріали мають змогу замінити традиційні синтетичні волокна, водночас зменшуючи викиди парникових газів і виконуючи додаткові функції, наприклад, потенційне уловлювання вуглецю. Наразі частка біосинтетики на ринку залишається дуже малою, але за прогнозами, до 2026 року світовий ринок полімерів на біологічній основі зростатиме зі середньорічним темпом приросту (CAGR) понад 10% (Textile Exchange, 2022). Основними культурами-сировиною для біосинтетики наразі є кукурудза, цукрові буряки та цукрова тростина. Хоча ці джерела й природні, проте вони шкодять ґрунтам, спричиняють ерозію та потребують великих обсягів води. Нижче представлено порівняння впливу обраних біоматеріалів на довкілля.

	Nutrient depletion	Pesticides	Erosion	Soil compaction	Water consumption	Biodiversity	Agro- biodiversity
Hemp	A	A	A/B	A	B	B	A
Permanent pasture	A	A	A	A	A	A	A
Short rotation coppice (poplar, willow)	A	A	A	A	B	A/B	A
Winter grains	A	A	A	A	A	B	B
Linseed	A	B	A/B	A	A	A/B	A
Alfalfa	B	A	A	A/B	A/B	A/B	A
Grass	B	B	B	A/B	A	B/C	A
Switchgrass	?	?	A	A	A	B	A
Mustard	A/B	B	A/B	A	B	B	A
Sorghum	A	B/C	A	A	A/C	B	B
Wheat	A	B	A	A	B	B/C	C
Sunflower	A/B	B	B/C	A	B	A/B	B
Rapeseed	B/C	C	B	A	n/a	B/C	A/B
Sugarbeet	B/C	B	C	C	A/C	B	B
Maize	C	C	C	B	A/B	C	B/C
Potato	B/C	B	C	C	C	B/C	C

Environmental impact:

A = Lowest
B = Medium
C = Worst

Рисунок 4: Екологічні переваги та ризики сільськогосподарських культур у Європі, як показано у звіті Textile Exchange "Коноплі для майбутнього".

Джерело: Текстильна біржа, звіт "Коноплі для майбутнього" (2025), Рисунок 4: Екологічні переваги конопель та інших культур у Європі.

4. ВИСНОВОК

Як керівниця у текстильному секторі, вам доведеться ухвалювати багато складних рішень, що стосуються вашої продукції. У центрі цих рішень – вибір сировини, з якою ви

працюватимете, та ланцюгів постачання, з яких вона надходитиме. Усвідомлення шкідливих наслідків використання текстильної сировини допоможе приймати більш зважені рішення. Хоча ідеального варіанту не існує, необхідно знайти баланс між перевагами й недоліками кожного вибору. Ви можете віддати перевагу органічним або соціальноорієнтованим матеріалам, які мають менший негативний вплив на довкілля та працівників, проте коштують дорожче. Також ви можете зобов'язати свою компанію брати участь у програмах екологічної компенсації, закуповувати матеріали з регенеративного землеробства або співпрацювати з соціальними ініціативами, що просувають і захищають права та безпеку працівників у країнах із масовим виробництвом і низьким рівнем захисту. Крім того, ви можете прийняти рішення працювати з новими інноваційними матеріалами, виступивши як піонерка, яка впроваджує нові рішення на ринку. Жінки на керівних посадах несуть відповідальність не лише перед своєю компанією та її працівниками, а й за те, як їхні управлінські рішення впливають на зовнішній світ, ланцюги постачання та довкілля, яке ми всі спільно використовуємо.

Список використаних джерел

Додаткові ресурси:

Текстильна біржа. (2024b, 18 грудня). *Бібліотека інвентаризації життєвого циклу (LCI)*. Текстильна біржа. <https://textileexchange.org/lci-library/>

Бібліотека інвентаризації життєвого циклу (LCI) від Textile Exchange є відкритим джерелом, що надає доступ до наявних даних LCI, специфічних для текстильної промисловості. Ця ініціатива має на меті підвищити ефективність звітності про вплив, моделювання та розробки нових досліджень життєвого циклу (LCA) у сферах виробництва одягу, текстилю та взуття. Забезпечуючи доступ до готових даних, бібліотека знижує потребу у витратному зборі первинної інформації, сприяючи більш спрощеним і економічно ефективним екологічним оцінкам. Водночас важливо зазначити, що хоча Textile Exchange є хостом LCI Library, вона не підтверджує й не гарантує точність наведених у ній даних. Користувачі самостійно несуть відповідальність за перевірку інформації та мають дотримуватися належної обачності при її використанні в оцінках.

Використані джерела:

Alsabri, A., Tahir, F., & Al-Ghamdi, S. G. (2022). Вплив виробництва поліпропілену (ПП) на навколишнє середовище та перспективи його переробки в регіоні РСАДПЗ. *Матеріали сьогодні: Proceedings*, 56, 2245-2251.

Б.Л. Деопура, Н.В. Падакі, Розділ 5 - Синтетичні текстильні волокна: поліамідні, поліефірні та арамідні волокна, Редактор(и): Роуз Сінклер, У серії Woodhead Publishing з текстилю, текстилю та моди, Woodhead Publishing, 2015, С. 97-114, ISBN 9781845699314, <https://doi.org/10.1016/B978-1-84569-931-4.00005-2>.

Eberle, H., Gonser, E., Hermeling, H., Hornberger, M., Kupke, R., Menzer, D., Moll, A., Kilgus, R., & Ring, W. (2014). *Технологія одягу ... від волокна до моди*. Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer.

Сировинна робоча група Хартії індустрії моди для кліматичних дій. (2021). Визначення низьковуглецевих джерел бавовняних та поліефірних волокон. Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату.

Hallett, C., & Johnston, A. (2021). *Тканина для моди: Книга зразків* (2-е вид.). Видавництво Лоренса Кінга.

Хоканссон, Е. (2023, 9 лютого). Посібник з матеріалів: Наскільки стійкий шовк? Good On You. <https://goodonyou.eco/is-silk-sustainable/>

Хоканссон, Е. (2024, 23 липня). Посібник з матеріалів: Чи є ангора етичною та стійкою? Good On You. <https://goodonyou.eco/material-guide-angora/>

Хоканссон, Е. (2025, 13 січня). Матеріальний путівник: Наскільки етичним є кашемір і чи є він стійким? Good On You. <https://goodonyou.eco/material-guide-how-ethical-is-cashmere/>

Гіманн, Ю. (2023, 20 січня). Посібник з матеріалів: Наскільки стійкою є бавовна? Good On You. <https://goodonyou.eco/how-sustainable-is-cotton/>

Келсо, М., Ауч, Т. та Джексон, Е. (2022, 4 квітня). Посібник з нафтохімії, сліпа пляма викопного палива. Альянс *FracTracker*. https://www.fractracker.org/petrochemicals/guide/?utm_source=chatgpt.com#overview

Келлі, Х., і Харт, Д. М. (2024, 16 грудня). Нафтохімія без викопного палива: Національна ініціатива з кліматичних технологій. ITIF.

https://itif.org/publications/2023/03/03/petrochemicals-without-fossil-fuels-a-national-climate-tech-initiative/?utm_source=chatgpt.com

Lee, Y., Cho, J., Sohn, J., & Kim, C. (2023). Вплив мікропластику на здоров'я. Вплив мікропластику на здоров'я: Поточні проблеми та перспективи в Південній Кореї. *Медицинський журнал Yonsei*, 64(5), 301-308. <https://doi.org/10.3349/ymj.2023.0048>

Маклафлін, К. (2019, 30 січня). Вибуховий попит на кашемірову вовну руйнує луки Монголії. *Science*. <https://www.science.org/content/article/exploding-demand-cashmere-wool-ruining-mongolia-s-grasslands>

Meyer, Wayne. (2004). Вода в обмін на їжу - дебати, що тривають. 31-34.

Панді, Р. К. (2014, 15 листопада). Шовкопряд. *silkwormmori*. 10 березня 2025 року, <https://silkwormmori.blogspot.com/2014/11/occupational-health-problems-in-silk.html>

PETA. (n.d.). Екологічна небезпека вовни. *PETA*. <https://www.peta.org/issues/animals-used-for-clothing/wool-industry/wool-environmental-hazards/>

PETA. (n.d.). Ангурська промисловість. *PETA*. <https://www.peta.org/issues/animals-used-for-clothing/angora-industry/>

PETA. (n.d.-b). Мохорова промисловість. *PETA*. <https://www.peta.org/issues/animals-used-for-clothing/mohair/>

PETA Австралія. (2022, 11 травня). Вовна та добробут тварин. *Факти про вовну*. <https://www.woolfacts.com/wool-and-animal-welfare/mulesing/>

PETA Австралія. (2023, 16 жовтня). Вовна та очищення земель. *Факти про вовну*. <https://www.woolfacts.com/is-wool-sustainable/land-clearing/>

Садовський, М., Перкінс, Л., та МакГарві, Е. (2021). Дорожня карта до чистого нуля: Досягнення науково обґрунтованих цілей у швейному секторі. *Інститут світових ресурсів*, 1-40.

Sewport. (2025, 10 березня). Що таке тканина з верблюжої вовни: Властивості, як її виготовляють і де. <https://sewport.com/fabrics-directory/camel-wool-fabric#:~:text=Camel%20wool%20is%20widely%20considered,wool%20harvesting%20are%20significantly%20limited.>

Текстильна біржа. (2022). (пер. з англ.). *Сталість біосинтетики: як біосинтетика може стати частиною шляху моди та текстильної промисловості до регенеративного та циркулярного майбутнього*. Отримано 6 березня 2025 року з https://textileexchange.org/app/uploads/2022/05/Textile-Exchange_The-Sustainability-of-Biosynthetics.pdf.

Textile Exchange. (2022). *Звіт про ринок бажаних волокон та матеріалів 2022*. Отримано з <https://textileexchange.org/app/uploads/2022/09/Preferred-Fiber-and-Materials-Market-Report-2022.pdf>

Текстильна біржа. (2023). (пер. з англ.). *Матеріальні шляхи: Прискорення дій для досягнення цілей Клімат+.* Отримано березень 2025, з https://textileexchange.org/app/uploads/2023/03/Material-Pathways_March-2023.pdf.

Текстильна біржа. (2023а). (рец.). *Вирощування конопель для майбутнього Глобальний путівник по волокну.* Отримано 6 березня 2025 р. з <https://textileexchange.org/app/uploads/2023/04/Growing-Hemp-for-the-Future-1.pdf>.

Текстильна біржа. (2024). (реп.). *Звіт про ринок матеріалів 2024.* Отримано з <https://textileexchange.org/app/uploads/2024/09/Materials-Market-Report-2024.pdf>.

Що ви носите? остаточний путівник по матеріалах для одягу. (2024, 6 серпня). *Good On You.* <https://goodonyou.eco/ultimate-clothing-material-guide/>

Школа водних наук. (2018, 8 червня). Пестициди в підземних водах. *ГЕОЛОГІЧНА СЛУЖБА США.* https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/pesticides-groundwater?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects