

**АПАРАТУРА ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО
КУЛЬТИВУВАННЯ ПРОДУЦЕНТІВ**

V	D	L			V	D	L		
		$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$\alpha = 120^\circ$			$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$\alpha = 120^\circ$
0,100	400	675	735	755	10,0	2000	2605	2850	2995
0,125	500	495	555	590		2200	1995	2265	2420
0,160		675	735	770	12,5	2400	—	2365	2535
0,200	600	535	610	650	16,0	2600	—	2580	2765
0,250		710	785	830			—	3335	3520
0,320	700	630	715	765	20,0	2800	—	2780	2980
0,400	600	1240	1315	1360			—	3595	3795
	700	835	925	970	25,0	3000	—	3035	3250
0,500	800	765	800	920			—	—	4240
		1025	1120	1175	32,0	3200	—	—	3670
0,630	900	730	840	905	30,0	3000	—	—	5375
		730	850	925			32,0	—	—
0,800	1000	985	1105	1180	40,0	3600	—	—	3585
1,00		760	905	990			32,0	—	—
1,25	1200	1070	1215	1300	50,0	3600	—	—	4570
1,60		895	1065	1165			50,0	4000	—
2,00	1400	1220	1390	1490	63,0	3600	—	—	5845
2,50		1675	1845	1945			4000	—	—
3,20	1600	1310	1325	1440	80,0	3600	—	—	7515
		1530	1725	1835			4000	—	—
5,00	1800	1445	1665	1795	100,0	3600	—	—	9485
6,30		1995	2175	2305			4000	—	—
8,00	2000	1970	2215	2355					

Від глибинного поверхневе культивування продуцентів відрізняється використанням твердих зволжених субстратів. На початку розвитку мікробіологічної промисловості цей метод за суттю копіював лабораторне культивування на твердих агаризованих середовищах і був домінуючим. З часом він втратив такий стан, поступаючись глибинному методу, оскільки виробництво базувалось на ненадійному, громіздкому обладнанні з великою часткою механічних пересувань твердих матеріалів. Впровадження глибинних методів наблизило виробництво до звичайних хімічних підприємств, які не мали цієї вади і були на той час достатньо відпрацьованими. До того ж для більш глибокої переробки ферментизованого субстрату, одержаного поверхневим методом, потрібно було проводити вилуговування кінцевого продукту. У результаті одержували рідину, схожу на нативні розчини, яку переробляють далі так само, як і нативні розчини.

На відміну від сказаного, поверхневим методом продовжують користуватись і сьогодні через існування діючих підприємств, і через те, що деякі, порівняно вищі види мікроорганізмів, є продуктивнішими саме на твердих субстратах, наближених до природних, до яких вони пристосувались під час еволюції.

7.1. Стерилізатори твердих субстратів

На рис. 7.1 зображено стерилізатор ВНДЕКІпродмашу, який є горизонтальним циліндричним корпусом діаметром 1800 мм і завдовжки 2800 мм. Кришки апарата – еліптичні.

Усередині корпусу розташовані два вали з лопатями, які обертаються в різних напрямках зі швидкістю 0,25 об/с. Це дає можливість ретельно пересувати і перемішувати твердий субстрат. Стерилізатор споряджений оболонкою, в яку подають глуху пару для нагрівання сировини або воду для її охолодження. Субстрат можна підігрівати і гострою парою з одночасним його зволоженням. Одноразово в апарат завантажують 400 кг висівок та потрібну кількість води. Стерилізацію проводять за температури близько 130 °С (тиск близько 0,3 МПа) протягом 1,5 год. Після закінчення стерилізації стерильний субстрат охолоджують, засівають конідіями грибів і по стерильному матеріалопроводу передають на ферментацію.

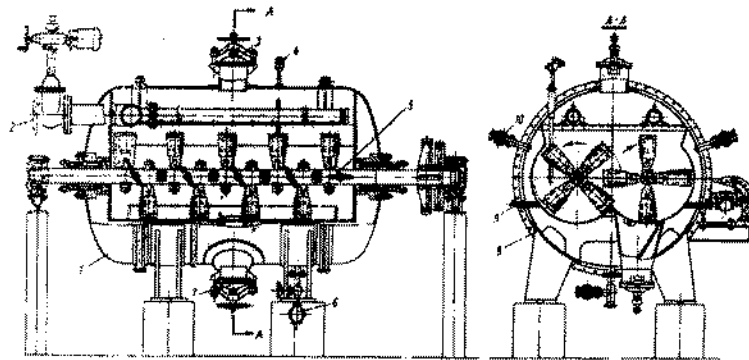


Рис. 7.1. Стерилізатор ВНЕКІпродмашу:

- 1 – корпус; 2 – штуцер для подачі води в апарат;
- 3 – люк для завантаження сировини і посівної культури;
- 4 – повітряник; 5 – вал з лопатями; 6 – штуцер для випуску промивних вод;
- 7 – вивантажувальний люк; 8 – водяна оболонка;
- 9 – штуцер для подачі пари; 10 – штуцер для виходу води з оболонки

Схожий за конструкцією апарат Укргіпропроду зображений на рис. 7.2.

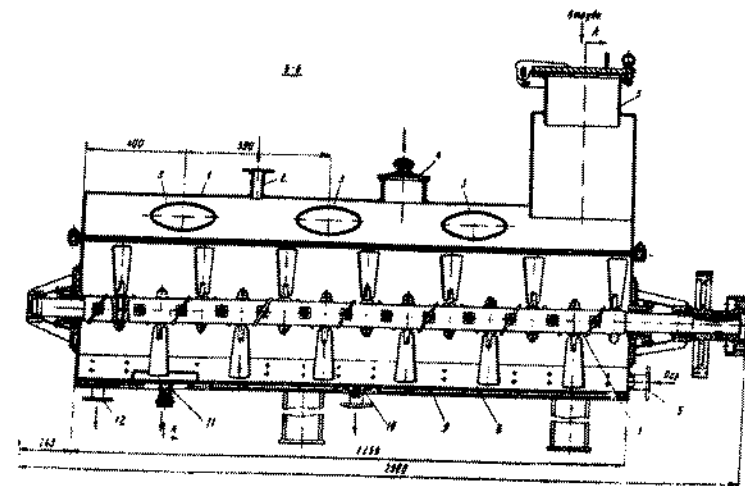


Рис. 7.2. Стерилізатор твердих живильних середовищ Укргіпропроду:

- 1 – кришка; 2 – штуцер для подачі стерильної води;
- 3 – люки для миття і завантаження посівної культури;
- 4 – люк для завантаження сировини; 5 – відвід повітря;
- 6 – штуцер для подачі пари; 7 – вал з лопатями; 8 – корпус стерилізатора;
- 9 – водяна оболонка; 10 – штуцер для випуску промивних вод;
- 11 – вивантажувальний люк; 12 – штуцер для конденсату

На рис. 7.3 подано вертикальний стерилізатор, розроблений на Мічурінському спиртозаводі. Апарат розрахований на одночасну стерилізацію 500 кг висівок, зволжених до 30%. З вертикальної частини стерилізатора висівки надходять на другий, горизонтально розташований ступінь (на рисунку не показаний), споряджений шнеком для перемішування і пересування субстрату. У цій частині висівки засівають конідіями. На відміну від горизонтальних апаратів вертикальний має меншу енергоємність.

У практиці знайшли застосування також газові стерилізатори, в яких стерилізацію проводять токсичними газами за кімнатної температури. Після евакуації повітря в камеру подають дозу рідкого окису етилену (10 г на 25 кг сировини), який миттєво перетворюється в пару. Після витримки протягом певного часу камеру продувають стерильним повітрям. Фірма "Бонопейс" випускає газові стерилізаційні камери об'ємом від 25 дм³ до декількох кубометрів.

Знайшли застосування апарати вібраційного типу. Такий апарат складається з горизонтального, герметично закритого жолоба, встановленого на рамі за допомогою склопластикових ресор, ексцентрикового вібратора, розташованого в центрі жолоба, муфелів, ущільнювальних пристроїв, бункера для сировини та приладів контролю. Пшеничні висівки або інша сировина з бункера надходить у завантажувальну частину вібростерилізатора. Висоту шару висівок регулюють за допомогою шибера, а дозування – частотою коливань, які надає жолобу вібратор. Сировина проходить тунельну муфельну пічку, в якій нагрівається і стерилізується. На виході стерильні висівки зрошують стерильною водою, внаслідок чого вони охолоджуються і зволожуються. Потім до висівок додають суспензію конідій грибів. Підготовану масу спрямовують в безперервно діючий культиватор. Продуктивність лінії – 3,5 тонни за добу.

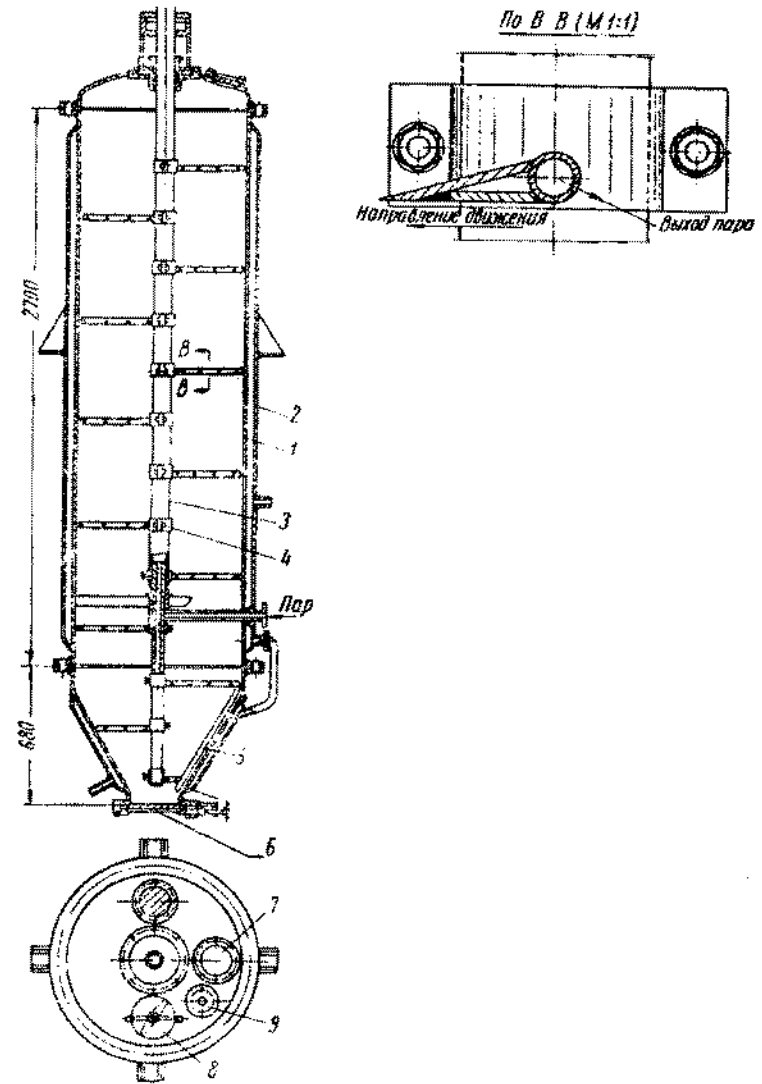


Рис. 7.3. Вертикальний стерилізатор:
 1 – корпус; 2 – оболонка; 3 – вал; 4 – лопать для перемішування;
 5 – лопать для скидання; 6 – вивантажувальний люк;
 7 – оглядове вікно; 8 – завантажувальний люк;
 9 – штуцер для запобіжного клапана

На рис. 7.4 показано конвеєрну лінію, до складу якої входить високочастотний нагрівач. Цей нагрівач дає змогу майже миттєво рівномірно нагріти сировину за рахунок примусових коливань полярних груп молекул субстрату, що усуває можливість перегріву сировини, опалення її поверхневого шару. Температуру стерилізації підтримують на рівні 135–140 °С, а сам процес ведуть упродовж 3–5 хвилин. Надалі проводять операції, які описані вище.

Лінії з високочастотним нагрівом ще не набули широкого розповсюдження. Вони мають порівняно невеликі габаритні розміри, їх застосовують у напівпромислових умовах у пілотних установках.

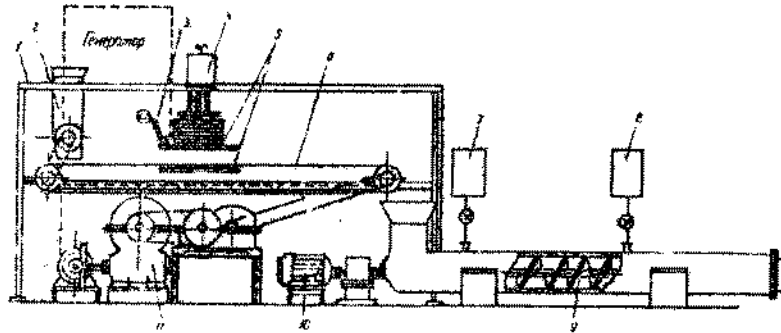


Рис. 7.4. Високочастотний стерилізатор безперервної дії:

- 1 – каркас; 2 – бункер для завантаження сировини, споряджений роторним дозатором; 3 – струмопровідна шина;
- 4 – механізм пересування пластини конденсатора;
- 5 – пластини конденсатора; 6 – стрічковий транспортер;
- 7 – дозатор стерильної води; 8 – дозатор посівної суспензії;
- 9 – двосекційний шнек; 10 – привід шнека;
- 11 – привід стрічкового шнека

Воду для зволожнювачів стерилізують у звичайних парових стерилізаторах. Останнім часом почали використовувати бактеріцидні установки. Так, напříklad, на Расказівському заводі біохімічних препаратів встановлена безперервно діюча бактеріцидна установка ОВ-АКХ-1 Смоленського заводу Мінкомунхозу

(РФ), принцип дії якої ґрунтується на обробці води УФ-променями, продуктивністю 90 м³/год.

Крім вказаних ліній безперервної стерилізації, у свій час були розроблені допоміжні типи ліній, наприклад, лінії для миття, стерилізації і заповнення кювет середовищем. Але з втратою промислового значення процесів поверхневого культивування у кюветах, втратили значення і ці лінії.

7.2. Ферментери для поверхневого культивування

Для вирощування мікробіологічних культур на твердих живильних середовищах використовують так звані *вирощувальні установки*. Ці апарати повинні забезпечувати:

- ріст культури в шарі твердого середовища завтовшки не менше 50 мм,
- стерильність процесу,
- максимальну трансформацію поживних речовин у білок.

Першими культиваторами для поверхневого культивування мікробіологічних культур можна вважати *вирощувальну камеру*. Вона є герметичною кімнатою (10×2,8×2,1, в метрах) з двома дверима в протилежних торцях. Усередині кімнати встановлюють етажерки з горизонтально розташованими кюветами, наповненими засіяним зволоженим живильним середовищем. З одного боку, в камеру подають свіже стерильне вологе повітря, а з іншого – відпрацьоване повітря видаляють. Одночасно в камері знаходяться 700 кг висівок. Орієнтовно для одержання 1 тонни сухої культури гриба за добу потрібно встановити 3–4 камери.

Більш продуктивними і компактними виявились вирощувальні установки з вертикальним розташуванням касет (кювет) (*камери Соловйова*). Касета є вертикальною плоскою перфорованою коробкою, яка споряджена верхньою сітчастою кришкою. У касету через відкидне днище укладають засіяне ЖС, днище закривають, підготовану касету укладають разом з іншими у вертикальному положенні в прямокутну камеру. У камеру подають стерильне повітря, яке проходить крізь перфорацію касети і надходить до ЖС. Відпрацьоване повітря, не змішуючись зі свіжим, виводиться з касет через сітчасту кришку, а далі – з камери.

Ще більш досконалими виявились вирощувальні камери з вертикальними касетами, які безперервно рухаються по рейках. Після закінчення процесу культивування на кінцевому пункті камери автоматично розкриваються, касети теж. Після підготовки споряджені касетами камери продовжують свій рух по замкнутому циклу. Ємність одної камери 500 кг, габаритні розміри 1600×1300×1020. В 7 камерах за добу отримують 1200 кг культури гриба.

У свій час одержали розповсюдження періодичні установки барабанного типу американської фірми "Валерштайн". Циліндричний барабан, який в період ферментації обертається навколо осі зі швидкістю 1 об/хв, має діаметр 2100 мм і довжину 5200 мм, люки для завантаження сировини і вивантаження готової продукції. Усередині барабана по осі проходить секціонована перфорована труба для введення стерильного повітря і виводу відпрацьованого. Одночасно в апарат завантажують 2 тонни ЖС. Можливість перемішування середовища надала цим апаратам помітну перевагу перед касетно-кюветними без перемішування.

Подальший технічний розвиток і вимоги щодо збільшення продуктивності привів до створення поверхневих ферментерів як дискретно-безперервних, так і безперервних. В основному вони створювались на базі камерних та стрічкових сушарок, широко розповсюджених в харчовій промисловості.

На рис. 7.5 зображено схему вирощувальної установки ВИС-42Д. Вона має камеру, два калорифери, три вентилятори, три циклони. У камері розташовано 20 полиць, що самовивантажуються.

Розміри кожної полиці – 2000×1100. Полиця складається з 16 окремих пластин розміром 120×60, які через задані проміжки часу автоматично перегортаються на кут 90°, а потім повертаються у вихідний стан. Установка споряджена системою очищення і стерилізації як свіжого асраційного повітря, так і відпрацьованого.

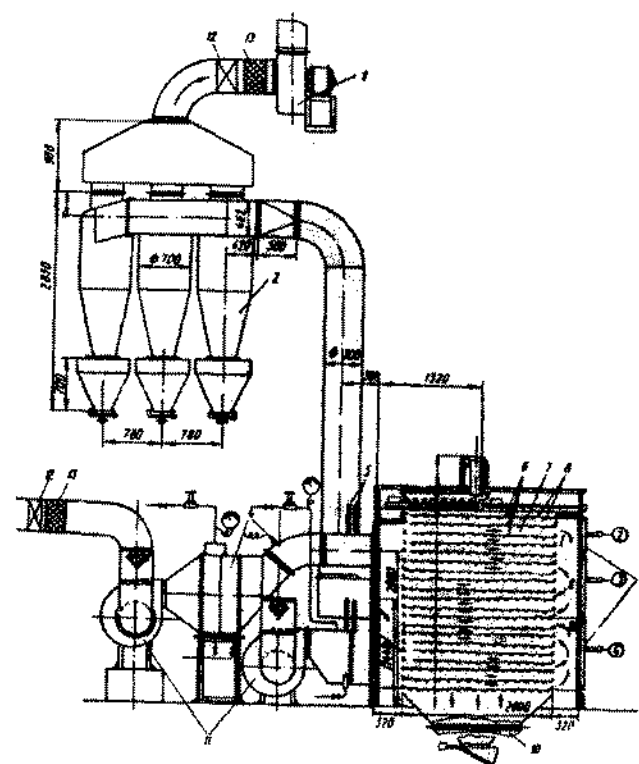


Рис. 7.5. Вирощувальна установка ВИС – 42Д:

- 1 – вентилятор; 2 – циклони;
- 3 – термометри ТГ-6;
- 4 – калорифери; 5 – психрометри;
- 6 – полиці камери;
- 7 – вирощувальна камера;
- 8 – пластини;
- 9 – дверцята; 10 – бункер;
- 11 – вентилятор;
- 12 – фільтр грубого очищення повітря;
- 13 – фільтр ЛАИК;
- I, II, III – зони росту

Після завантаження стерильного засіяного ЖС на верхню 20-у полицю апарат герметизують, середовище транспортерною стрічкою або кареткою рівномірно розподіляють по поверхні полиці. Через певний час пластини полиці перегортаються і середовище пересипається на нижню 19-у полицю. Потім пластини 20-ї полиці повертаються у вихідний стан і через деякий час на неї завантажують нову порцію ЖС. Потім цикл повторюється, але він вже починається з 19-ї полиці, з якої ЖС надходить на 18-у полицю і так далі. Отже, за час, необхідний для пересування середовища по всіх полицях, закінчується ріст культури гриба і з 1-ї (нижньої) полиці вивантажують готову культуру, яку спрямовують у приймальний бункер, а далі – на подрібнення або сушіння. За добу можна виростити 300 кг культури. Порівняно з вирощувальними камерами продуктивність цієї установки з одиниці площі більше у 5 разів. Установка може працювати як у безперервному, так і в періодичному режимі. Схожа за принципом дії є установка колонного типу (рис. 7.6). На відміну від попередньої вона має перемішувальні лопаті, встановлені на центральному валу, що сприяє кращим умовам ферментації, вона легше піддається автоматизації.

Нарис. 7.7 зображено безперервно діюча конвєсно-лоткова установка ВНДФСа, споряджена лінією стерилізації. Пшеничні висівки пневмотранспортом подають зі складу сировини у приймальний бункер, з нього через дозатор вони надходять на сталеву стрічку, що рухається, проходять стерилізатор, в якому нагріваються до 140 °С від труб, розташованих усередині стерилізатора, в які подають глуху пару під тиском 0,6 Мпа. Далі стерильне середовище охолоджується і зволожується стерильною водою, засівається і надходить в ланцюговий конвєр. за час перебування ЖС в камері закінчується ріст культури гриба, культуру вивантажують, а далі порожні кювети надходять на вузол миття і стерилізації й повертаються на початок лінії.

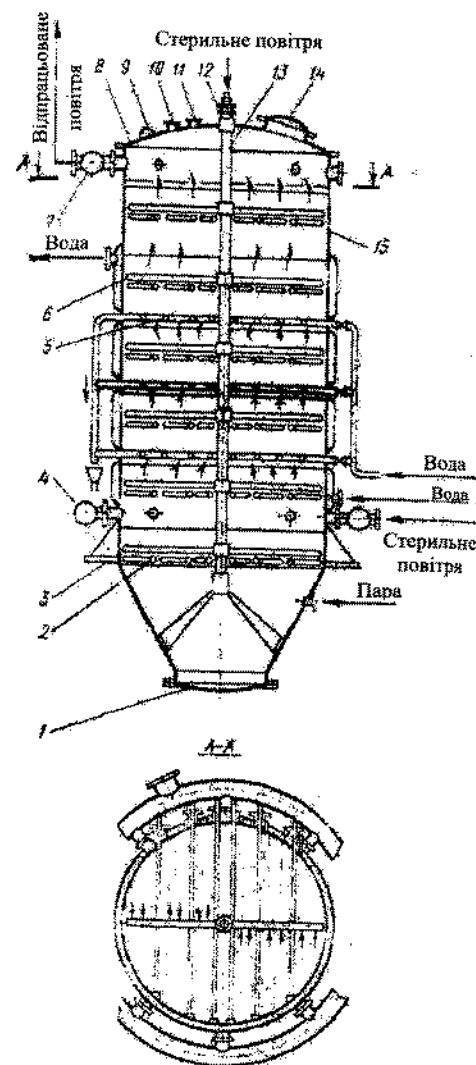


Рис. 7.6. Схема вертикального апарата для поверхневого культивування колонного типу:

- 1 – люк для вивантаження; 2 – валик секції; 3 – опора; 4 – колектор підводу аераційного повітря; 5 – охолоджувальні змійовики; 6 – лопать вала; 7 – колектор відводу відпрацьованого повітря; 8 – кришка; 9 – бобишка манометра; 10 – штуцер; 11 – повітряник; 12 – шестерня приводу вала; 13 – вал; 14 – люк вивантаження; 15 – корпус

На рис. 7.7 зображено установку СПК, яка є металевою шафою, усередині якої розташовані 5–6 гілок стрічок сітчастого транспортера. Стрічки зроблені з дротяної сітки з комірками $20 \times 1,5$. Швидкість руху можна змінювати від 1 до $1,14$ м/хв. Кожна гілка транспортера споряджена вирівнювальними пристроями і пристроями для розрихлення. Живильне середовище надходить на верхню гілку транспортера, з неї пересипається на нижню і так далі. Готовий продукт надходить в приймальний бункер. Випускають цілий ряд установок, які відрізняються за продуктивністю (СПК – 15, 30, 45, 90).

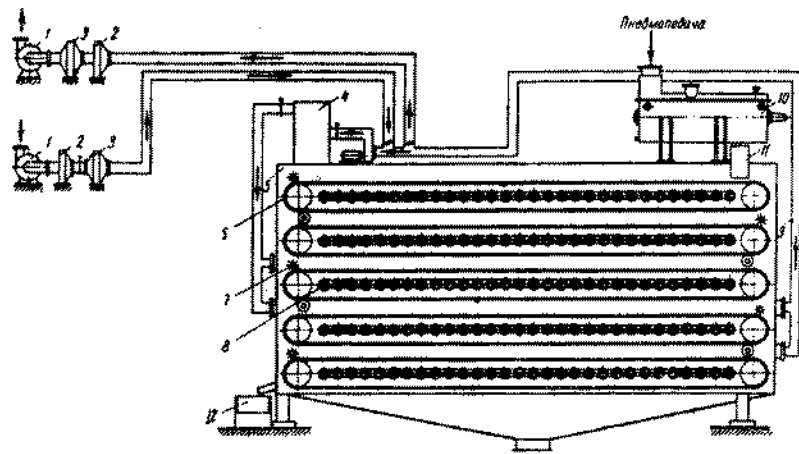


Рис. 7.7. Вирощувальна установка типу СПК:

- 1 – вентилятор; 2 – фільтр Рекка; 3 – бактеріальний фільтр ЛАИК;
- 4 – кондиціонер; 5 – вирощувальна камера; 6 – сітчаста стрічка;
- 7 – розрихлювачі; 8 – калорифери; 9 – повітропровід для відпрацьованого повітря; 10 – стерилізатор;
- 11 – матеріалопровід; 12 – транспортер

Випускають також установку 4Г-КСК, схожу за принципом дії на установку СПК (рис. 7.8). На одну з 5–6 гілок транспортера завантажують 600–700 кг живильного середовища. Час проведення ферментації можна регулювати в межах 36–48 год.

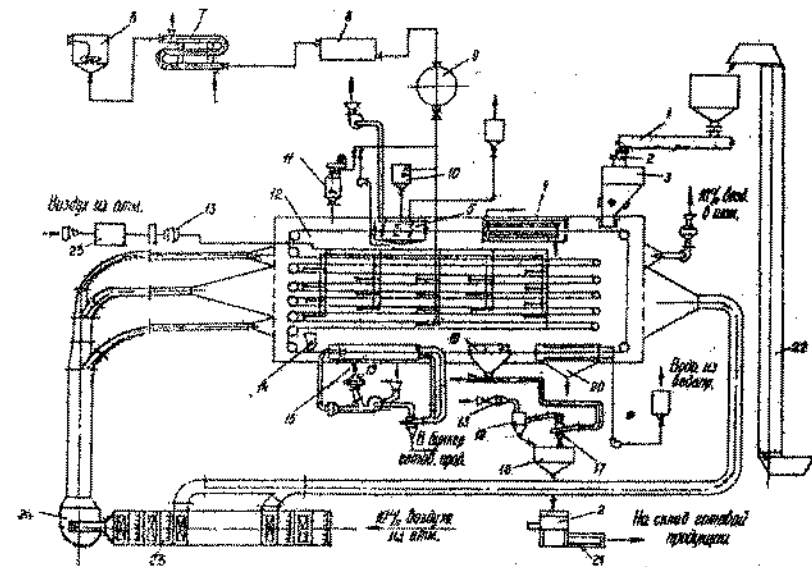


Рис. 7.8. Лінія 4Г-КСК:

- 1 – трубчастий віброконвеєр для подачі висівок; 2 – вага; 3 – бункер;
- 4 – стерилізатор; 5 – зволожувач; 6 – стерилізатор води;
- 7 – теплообмінник; 8 – холодильник; 9 – мірник стерильної води;
- 10 – поплавковий регулятор рівня; 11 – вузол завісу;
- 12 – вирощувальна камера; 13 – біофільтри; 14 – подрібнювач;
- 15 – сушильна камера; 16 – бункер з пристроєм для вивантаження;
- 17 – циклон-розвантажувач; 18 – бункер для готової продукції;
- 19 – батарея циклонів; 20 – камера для миття;
- 21 – машина для зашивання мішків 33Е-М; 22 – вібротранспортер;
- 23 – кондиціонер; 24 – вентилятор;
- 25 – фільтр грубого очищення повітря

На рис. 7.9 подано план вібраційної установки гвинтового типу. За суттю установка є гвинтовим жолобом (гвинтовою сходинкою), по якому безперервно зверху донизу за рахунок вібрації пересувається шар засіяного сипкого ЖС зі швидкістю 2–3 мм/с. Жолоб складається з 4 послідовно з'єднаних конвеєрів, при цьому перші три є вирощувальною частиною, а четвертий – виконує роль сушарки. Другий конвеєр споряджений водяною оболонкою для відводу фізіологічного тепла, яке виділяється культурою в період активного росту. Зовнішній діаметр жолоба (2000 мм) і кількість

витків розраховані на час ферментації 36 год. Четвертий конвеєр – сушарка – також споряджений оболонкою, але в неї подається вода з температурою 70 °С, а в зону сушіння додатково повітря з температурою 90 °С. Готова продукція надходить в бункер, а повітря фільтрується і видаляється. Продуктивність установки – 3,5 т/доба.

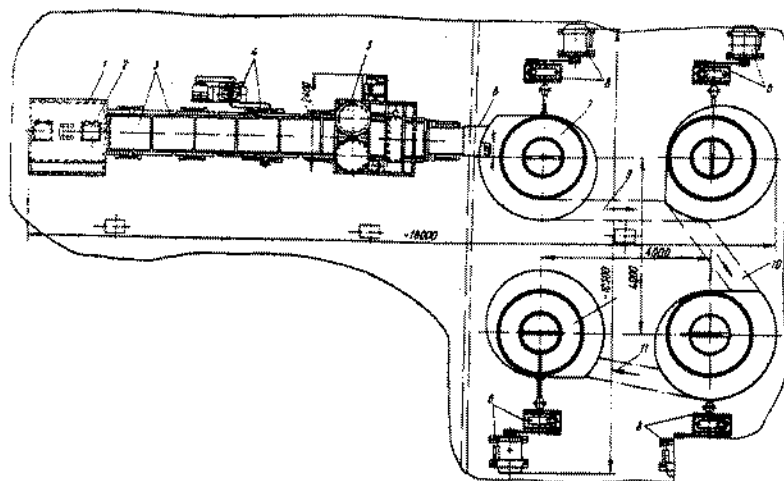


Рис. 7.9. План гвинтової віброустановки продуктивністю 3,5 т гриба за добу:

- 1 – рама під бункер; 2 – бункер для висівок; 3 – вібростерилізатор;
- 4 – вібропривід; 5 – стерилізатор води;
- 6 – патрубок вивантаження стерильного ЖС із стерилізатора і завантаження його у гвинтовий конвеєр;
- 7, 8 – електродвигун з вібропривідом;
- 9, 10, 11 – матеріальні трубопроводи для подачі середовища відповідно на II та III віброконвеєри і культури на IV віброконвеєр

Подальше оброблення продуктів ферментації, одержаних методами поверхневого культивування, крім сушіння, полягає у вилугованні, як правило, ферментних білків з твердого кінцевого продукту. Екстракцію здійснюють в спеціальних апаратах, які називають дифузорами. Одержаний екстракт спрямовують на концентрування, рідинне кондиціонування, а потім на фасування у вигляді сиропу або на сушіння. Новітні технології передбачають

оброблення екстракту на ультрафільтрувальних установках, які не тільки концентрують ферментні білки, але й звільняють їх від баластних речовин, в тому числі від сторонніх білків. Досі не втратило свого значення і осаджування ферментних білків органічними розчинниками або сульфатом амонію. Зараз набуває розповсюдження вилучення ферментів методами афінної хроматографії. Детальний опис дифузорів, метод твердофазової екстракції, ультрафільтрування, методи осадження та хроматографії розглянуто у частині II посібника.

ТЕХНОЛОГІЯ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Спеціальність "Технологія фармацевтичних препаратів" є однією з найперспективніших. Підготовка фахівців здійснюється спільно з Львівським національним медичним університетом імені Данила Галицького за сучасними навчальними планами та новітніми методиками з урахуванням кращого вітчизняного і зарубіжного досвіду. Крім всебічного навчання власне технології виробництва лікарських засобів, студенти засвоюють курси з номенклатури лікарських препаратів та їх застосування, менеджмент та економіку фармацевтичної промисловості, реалізації готової продукції, агітчну технологію.

Метою підготовки студентів є забезпечення потреб ринку праці для підприємств різних форм власності медико-біологічної, фармацевтичної, хімічної промисловості з використанням сучасних технологій виробництва синтетичних і мікробіологічних лікарських засобів та лікарських препаратів з природної сировини, а також потреби у фахівцях для науково-дослідних установ.

Навчання здійснюється на двох послідовних рівнях підготовки: бакалаврському і магістерському. На першому етапі навчання студенти засвоюють загальноосвітні і загальні фахові дисципліни, виконують курсовий проєкт і після успішного складання Державного іспиту одержують диплом бакалавра. На другому етапі навчання студенти поглиблюють фахові знання, проходять практику на фармацевтичних підприємствах України, в наукових закладах, виконують дипломні проєкти або кваліфікаційні магістерські роботи, тематикою яких є новітні наукові і технічні дослідження сучасних фармацевтичних технологій, що прогнозуються до реалізації. Після захисту проєктів або магістерських робіт перед Державною екзаменаційною комісією підготовлений фахівець одержує диплом спеціаліста або магістра.

Випускники спеціальності займаються організаційно-керівною, виробничо-технологічною, науково-дослідною та комерційною діяльністю в хімічних, фармацевтичних закладах, аптеках тощо і можуть працювати на посадах інженера-технолога, інженера-технолога з підготовки виробництва, інженера-проектувальника, керівника ЦЗЛ, наукового працівника, реалізатора фармацевтичної продукції, викладача спеціалізованих середніх і вищих навчальних закладів.



*Національний університет
"Львівська політехніка"*

*Інститут хімії та хімічних
технологій*

*Кафедра технологій
біологічно активних сполук,
фармації та біотехнологій*



Сядоров Юрій Іванович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології Інституту хімії та хімічних технологій Національного університету "Львівська політехніка". У 1971 р. закінчив Львівський політехнічний інститут. 1985 р. після закінчення аспірантури у Московському хіміко-технологічному інституті ім. Д.І. Менделєєва захистив кандидатську дисертацію. З 1995 року працює на кафедрі ТБСФБ Національного університету "Львівська політехніка". Має вчене звання доцента. Коло наукових інтересів: процеси і апарати біотехнології і мікробіологічних виробництв. Читає курси лекцій з дисциплін: "Процеси і апарати біотехнологій", "Основи проєктування біотехнологічних виробництв", "Основи біокінітики". Автор 33 наукових статей, 16 авторських свідоцтв на винаходи, 8 навчально-методичних видань.



Влязло Роман Йосифович – кандидат хімічних наук, доцент кафедри технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології Інституту хімії та хімічних технологій Національного університету "Львівська політехніка". У 1961 р. закінчив Львівський політехнічний інститут. У 1975 р. після закінчення аспірантури захистив кандидатську дисертацію. Має вчене звання доцента. З 1963 року працює на кафедрі ТБСФБ Національного університету "Львівська політехніка". Коло наукових інтересів: тонкий органічний синтез, хімія полімерів, хімічні і біотехнологічні процеси. Читає курси лекцій з дисциплін: "Устаткування фармацевтичних заводів", "Проєктування хіміко-фармацевтичних виробництв", "Основи будівництва підприємств галузі". Автор більше 80 наукових статей, 17 авторських свідоцтв на винаходи, 15 навчально-методичних видань.



Новіков Володимир Павлович – доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології Інституту хімії та хімічних технологій Національного університету "Львівська політехніка". У 1984 р. захистив кандидатську дисертацію, а у 1995 році – докторську на тему "Синтез, будова і реакційна здатність хіноїдних та семіхіноїдних сполук". Оpubлікував понад 300 наукових праць, в тому числі 2 монографії, 20 авторських свідоцтв та патентів на винаходи, більше 30 навчально-методичних розробок. Під його науковим керівництвом захищено 12 кандидатських дисертацій. Коло наукових інтересів: органічна, фармацевтична і біоорганічна хімія та технологія, біотехнологія, дослідження в галузі синтезу нових біологічно активних сполук. Читає курс лекцій з дисципліни "Біохімія та молекулярна біологія".

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Сидоров Юрій Іванович
Влязло Роман Йосифович
Новіков Володимир Павлович

**ПРОЦЕСИ І АПАРАТИ
МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

**Технологічні розрахунки
Приклади і задачі
Основи проектування виробництв**

Частина I

Ферментація

Редактор Наталія Гораль
Технічний редактор Лілія Саламін
Комп'ютерне верстання Зоряни Рисін
Художник-дизайнер Уляна Келеман

Здано у видавництво 10.05.04. Підписано до друку 30.03.2005.
Формат 60×90/16. Папір офсетний. Друк офсетний.
Умовн. друк. арк. 15.0. Обл.-вид. арк. 9.2.
Наклад 100 прим. Зам. 40361.

Видавництво Національного університету "Львівська політехніка"
Ресстраційне свідоцтво серії ДК № 751 від 27.12.2001 р.

Поліграфічний центр
Видавництва Національного університету "Львівська політехніка"

вул. Ф. Колесси, 2, Львів, 79000