



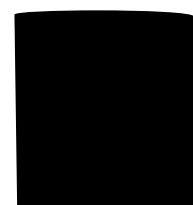
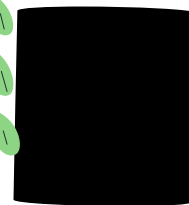
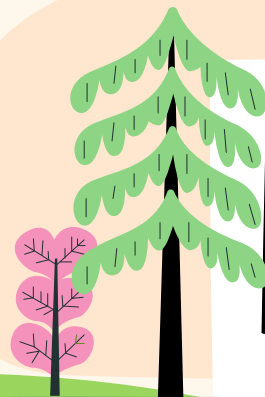
مرکز آموزش عالی
علوم پزشکی
وارسنگان

گروه علوم و صنایع غذایی (کنترل کیفی و بهداشتی)

Solid state fermentation and its application

ارائه دهندگان : عطیه پازوکی و مینا گزل
استاد راهنما : سرکار خانم دکتر پزشکی

مکان : اتاق جلسات
زمان : ۱۴۰۳/۰۳/۲۷



فهرست



مقدمه ۱

تخمیر غوطه ور (SmF) ۴

تعریف تخمیر حالت جامد (SSF) ۵

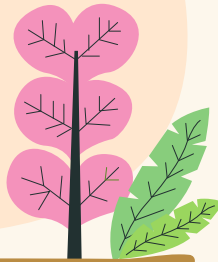
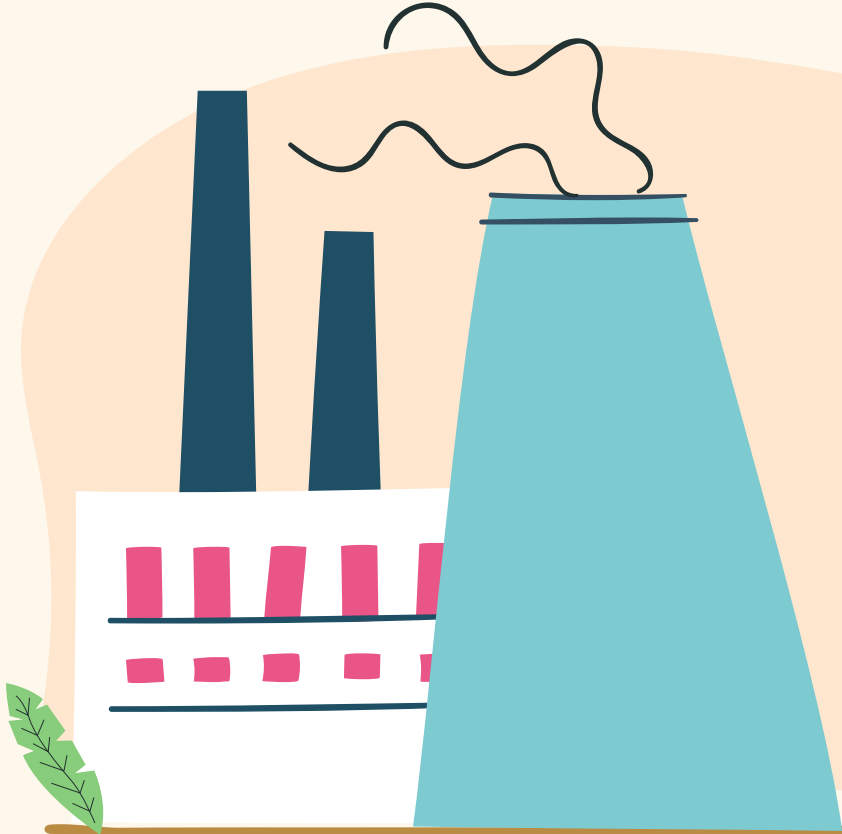
کاربرد تخمیر حالت جامد (SSF) ۱۰

مراحل تخمیر جامد ۱۹

نتیجه ۲۳

مقدمه

۱



تخمیر چیست؟

تخمیر در فرآوری غذایی (Fermentation in food processing) به روند تبدیل کربوهیدرات به الکل یا اسیدهای آلی گفته می‌شود که معمولاً توسط مخمرها و باکتری‌ها و در شرایط بی‌هوازی انجام می‌شود.

انواع تخمیر

از نظر نوع سوبسترا

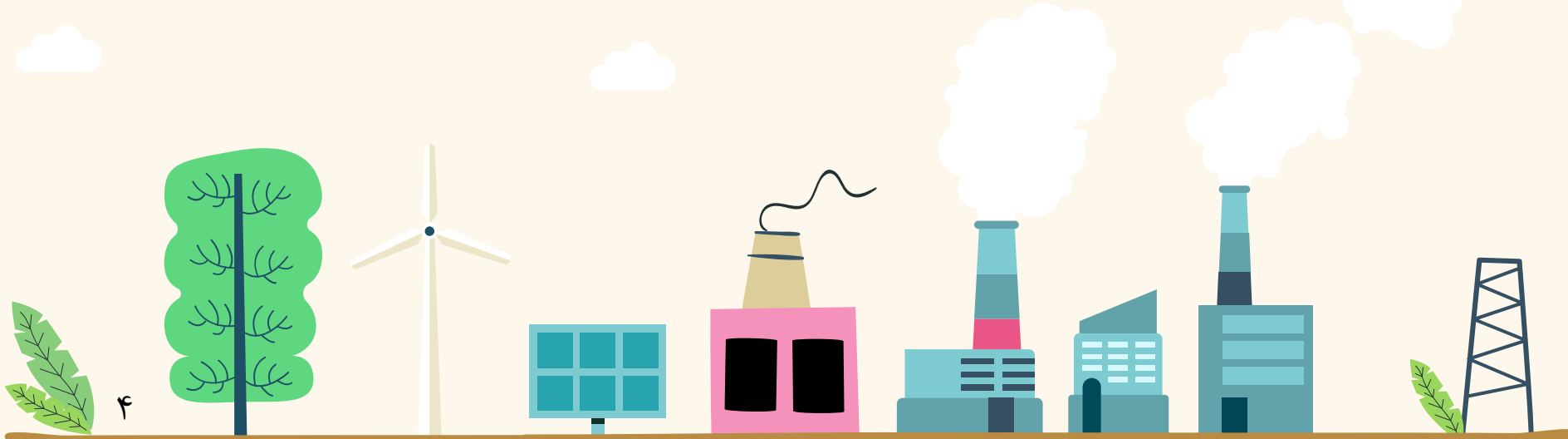
تخمیر بستر جامد (SSF)

تخمیر غوطه ور (SmF)



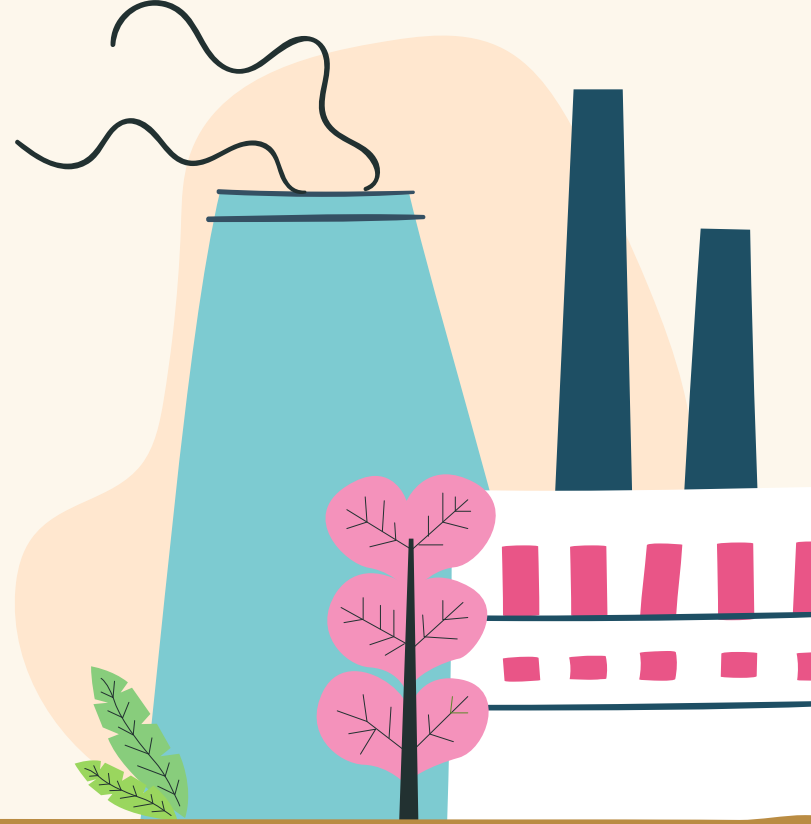
تخمیر غوطه ور (Submerged)

تخمیر غوطه ور فرآیندی است که شامل رشد میکروارگانیسم ها در محیط مایع است. این فرآیند شامل گرفتن یک میکروارگانیسم خاص مانند قارچ و قرار دادن آن در محیط بسته حاوی محیط غنی از مواد مغذی است.



٥

تخمير حالت جامد



تخمیر حالت جامد (SSF)

فرایندی تخمیری است که در غیاب یا تقریباً عدم حضور آب آزاد انجام می شود.

این فرایند در چندین صنعت مانند نساجی، داروسازی، مواد غذایی و غیره کاربرد دارد.

Substrates Used in SSF



Sugar Cane Bagasse



Tea Waste



Wheat Bran



Saw Dust

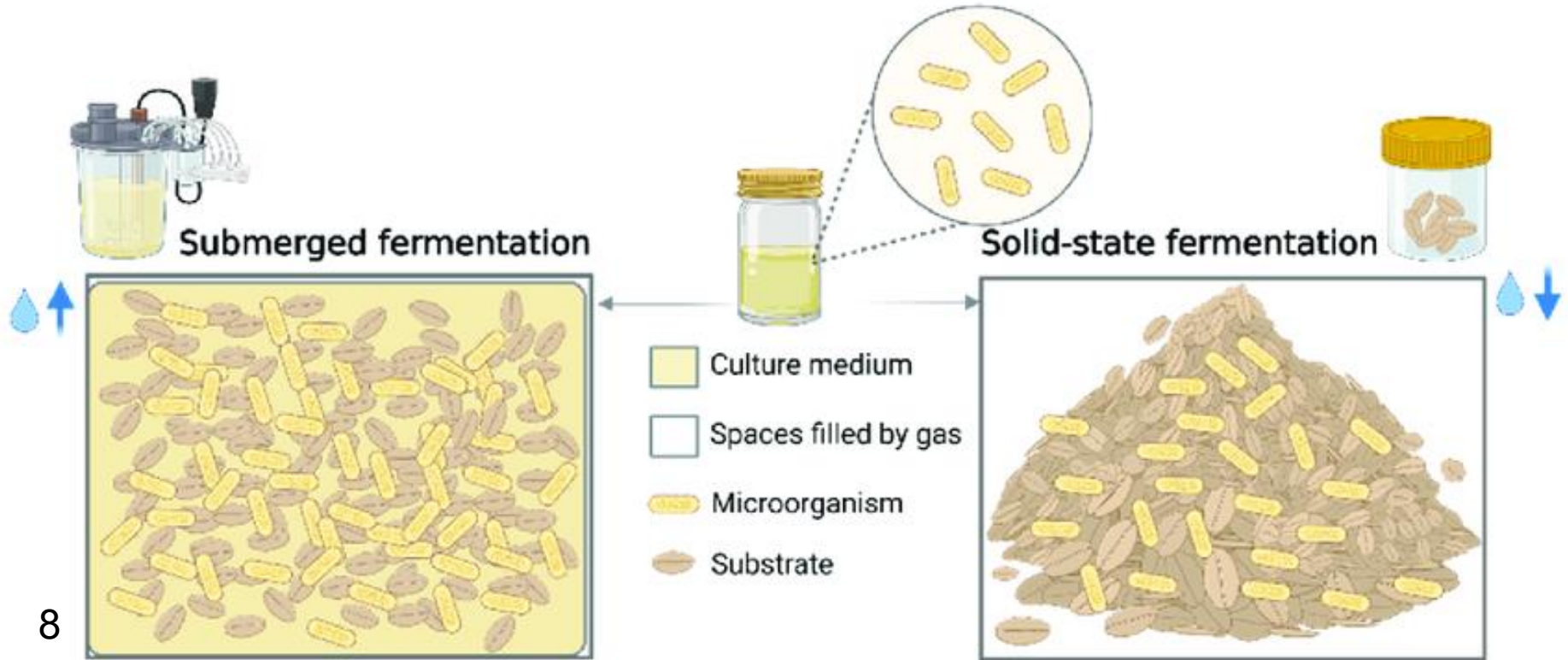


Apple Pomace



Coconut oil Cake

مقایسه تخمیر غوطه ور و تخمیر حالت جامد



مزایای تخمیربستر جامد نسبت به تخمیر غوطه ور

● صرفه اقتصادی

● مقدار کم آب مورد استفاده

● تجهیزات کم حجم

● آسان تر بودن فرایند هوازی

● کاربرد در نواحی روستایی
به دلیل امکان کار در
مقادیر کوچک تر

● بهره دهی یا تولید زیاد در
واحد حجم



10

کاربرد های تخمیر حالت جامد (SSF)



- **Significance of solid-state fermentation**
- **Process variables of SSF**
- **Potential applications of SSF**

Value added products and its application by SSF

Organic acids: citric acid, lactic acid

Secondary metabolites: antibiotics, gibberilic acid, ergot alkaloids

Enzymes: amylases, cellulases, xylanase, proteases, phytases, lipases, ligninases

Bioremediation, biocontrol agents, biofuels

SSF is used in food, pharmaceutical, textile, cosmetic industries

کاربرد تخمیر بستر جامد (SSF) ✓

- ◆ غذاهای تخمیر شده نظیر پروتئین تک سلولی ، پروبیوتیک ها، طعم دهنده ها، نوشیدنی ها، رنگدانه ها و شیرین کننده های پتیدی
- ◆ تولید سوخت زیستی
- ◆ کاربرد در فرآیندهای زیستی مانند بیولیچینگ، زیست پالایی و کود زیستی
- ◆ تولید ترکیبات معطر
- ◆ تولید آنزیم های مختلف
- ◆ تولید اسید های آلی

درصد استفاده از SmF و SSF در صنایع مختلف

SmF(%)	SSF(%)	صنعت
۳۰	۷۰	صنایع غذایی
۶۰	۴۰	صنایع بیوتکنولوژی
۵۰	۵۰	صنایع سوخت های زیستی
۷۰	۳۰	صنایع دارویی

معایب SSF	مزایای SSF
میکروارگانیسیم هایی که فقط رطوبت کم را تحمل می کنند می توانند استفاده شوند	حداقل مقدار ضایعات و پساب مایع
ارگانیسیم ها به کندی رشد می کنند و در نتیجه محدودیتی در تشکیل محصول وجود دارد	نیاز به تکنولوژی و سرمایه پایین
تولید گرما مشکلاتی را ایجاد می کند و تنظیم محیط رشد بسیار دشوار است	آلودگی میکروبی کم
	استفاده از بقایای کشت و صنعت به عنوان بستر
	بازده نسبتا بالا
	طراحی بیوراکتور، فرآیند هوادهی و تصفیه پساب بسیار ساده



آنزیم

تقریباً همه ی آنزیم های میکروبی با استفاده از سیستم هایSSF قابل تولید هستند.

SSF روشی مناسب تر نسبت به SmF بوده زیرا دارای میزان محصول تولیدی بیشتری خواهد بود.

آنزیم های مهم از نظر صنعت غذا شامل آلفا آمیلاز، پکتیناز، پروتئاز و لیپاز هستند.

Enzyme	Microorganism	Substrate
α -amylase	<i>Aspergillus oryzae</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Penicillium chrysogenum</i>	Black gram bran, Corn cob leaf, Coconut oil cake, Flour mill waste, Gingelly oil cake, Groundnut oil cake, Rice bran, Rye straw, Soyabean husk and meal, Tuna fish powder waste, Wheat bran, Wheat gluten waste, Wheat straw
α -Galactosidase	<i>Aspergillus niger</i>	Rice bran, Rice husk, Rice polishing, Wheat bran
β -fructofuranosidase	<i>Aspergillus tamaritii</i>	Corn cobs, Lemon peels, Oat bran, orange, Soybean, Wheat bran
Cellulase	<i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Penicillium citrinum</i> <i>Trichoderma koningii</i> <i>Trichoderma reesei</i>	Oil palm trunk, Vinegar waste, Wheat bran
Glucoamylase	<i>Aspergillus awamori</i> <i>Aspergillus sp.</i> <i>Fusarium solani</i>	Black gram bran, Green gram bran, Maize bran, Rice flakes, Rice bran, Wheat bran

Enzyme	Microorganism	Substrate
Inulinase	<i>Penicillium oxalicum</i>	Carrot pomace
Lipase	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Penicillium chrysogenum</i> <i>Trichoderma harzianum</i>	Jatropha seed cake, Rice bran, Wheat bran,
Pectinase	<i>Moniliella</i> <i>Penicillium sp.</i> <i>Penicillium viridicatum</i>	Orange bagasse, Banana peels, Corn tegument, Mango, Orange bagasse, Sugar bagasse, Wheat bran
Pectin esterase	<i>Aspergillus niger</i>	Apple pomace
Protease	<i>Aspergillus awamori</i>	Wheat bran
α -amylase, β -amylase	<i>Aeromonas caviae</i> <i>Anoxybacillus amylolyticus</i> <i>Bacillus subtilis</i>	Banana waste, Cassava bagasse, Cassava, Coconut cake, Corn bran, Cornflour, Potato peel, Rice bran, Rice husk, Sugarcane bagasse, Tea waste, Wheat bran, Wheat Straw

مقایسه تولید آنزیم درSSF و SmF

Enzyme	Bacterium	Substrate		Productivity		References
		SSF	SmF	SSF	SmF	
L-Asparaginase	<i>Streptomyces spp.</i> , <i>Serratia marcescens</i>	Soybean meal	Yeast extract medium	49.23 U/ml	24.61 U/ml	Basha et al., 2009
Amylase	<i>Bacillus spp.</i>	Oil cakes, wheat bran, bagasse	Starch broth	Around 50000 U/g	400 U/ml	Singh et al., 2010, Gangadharan et al., 2006
Xylanase	Thermotolerant <i>Bacillus sp.</i>	Corn cob and wheat bran	Corn cob and yeast extract peptone	6.18 U/g	16.13 U/ml	Gupta and Kar, 2009
Cellulase	<i>Bacillus sp.</i>	Banana waste	Carboxy Methyl Cellulose/ glycerol	9.6 IU/gds	1.2 U/ml	Sukumaran et al., 2005

تولید ترکیبات معطر در SSF

دو مزیت اصلی SSF که متناوباً برای ترکیبات معطر به کار می‌رود عبارتند از:

۱- حذف مقدار زیادی از تولیدات میکروبی در فاز مایع

۲- استفاده مستقیم گروهی از سوبستراهای جامد یا متابولیت‌های جانبی بدون نیاز به مراحل آماده‌سازی

به عنوان مثال متیل کتون در مقیاس تجاری از روغن نارگیل با استفاده از اسپرژیلوس نیگر تولید می‌شود.

تولید اسید آلی در SSF

اسیدهای آلی از زمان های گذشته به عنوان افزودنی، جلوگیری کننده از فساد و افزایش دهنده زمان ماندگاری محصولات مغذی در صنعت غذا استفاده شده است.

در حال حاضر تعداد زیادی از اسید های آلی توسط SSF تولید می شود زیرا گزینه ای ارزان تر از SmF به شمار می رود.

دو اسید آلی رایج در صنایع غذایی اسید سیتریک و لاکتیک میباشد.

تولید رنگدانه درSSF

رنگدانه ها نقش مهمی در صنعت غذا به عهده دارند. رنگدانه ی **Monascus** که به عنوان جایگزین افزودنی های غذایی قدیمی به گوشت اضافه می شود و تولید رنگدانه ی قرمز می کند.

در گذشته تولید رنگدانه ها به وسیله روش میکروبی در **SmF** انجام میگرفته، با این وجود کشت در **SSF** نیز قابل انجام است.

تولید ویتامین در SSF

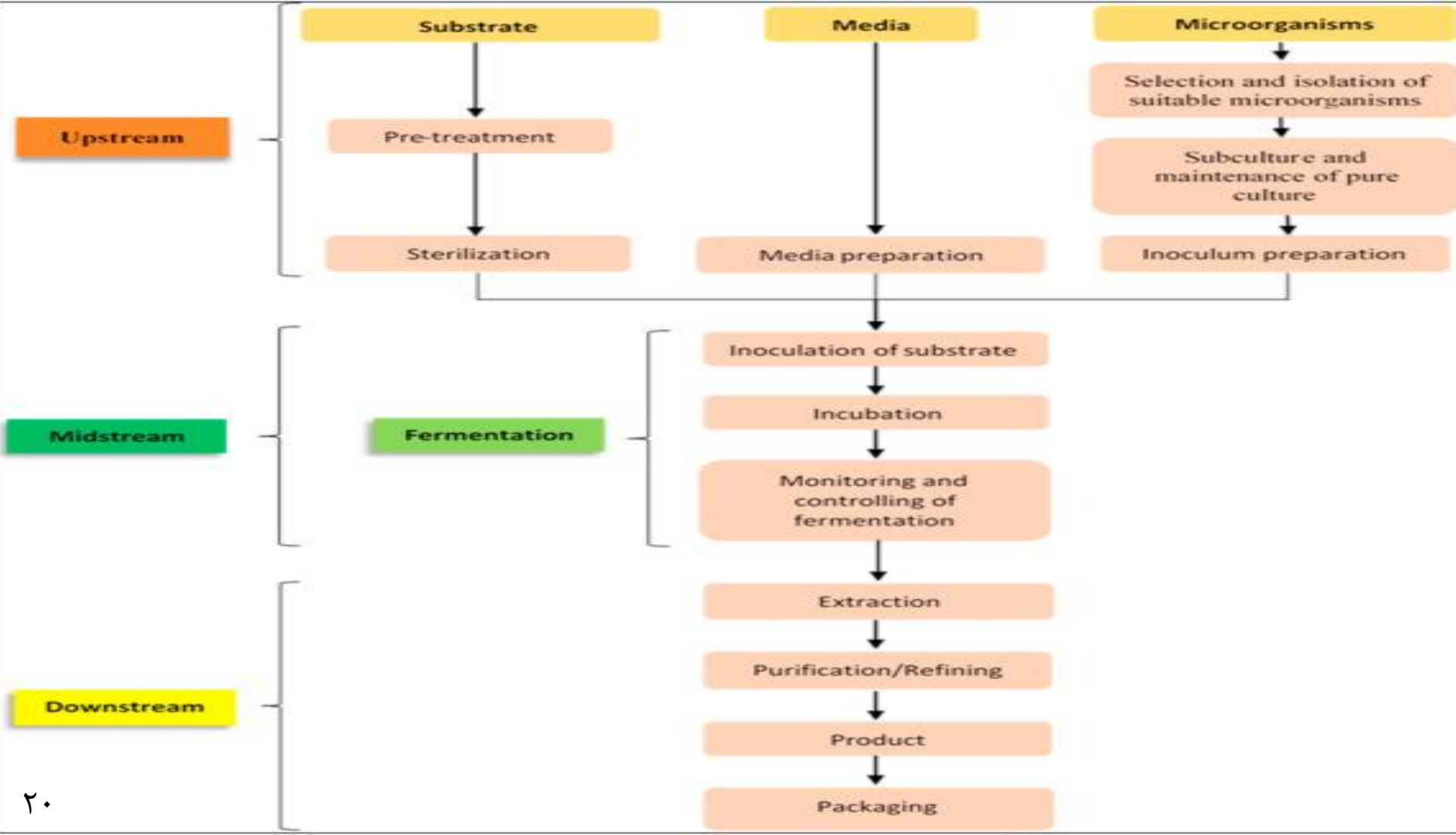
SSF جهت تولید ویتامینهای محلول در آب مانند ویتامین B۱۲، B۶، ریبوفلاوین، تیامین، نیکوتینیک اسید و نیکوتین آمید به کار گرفته میشود.

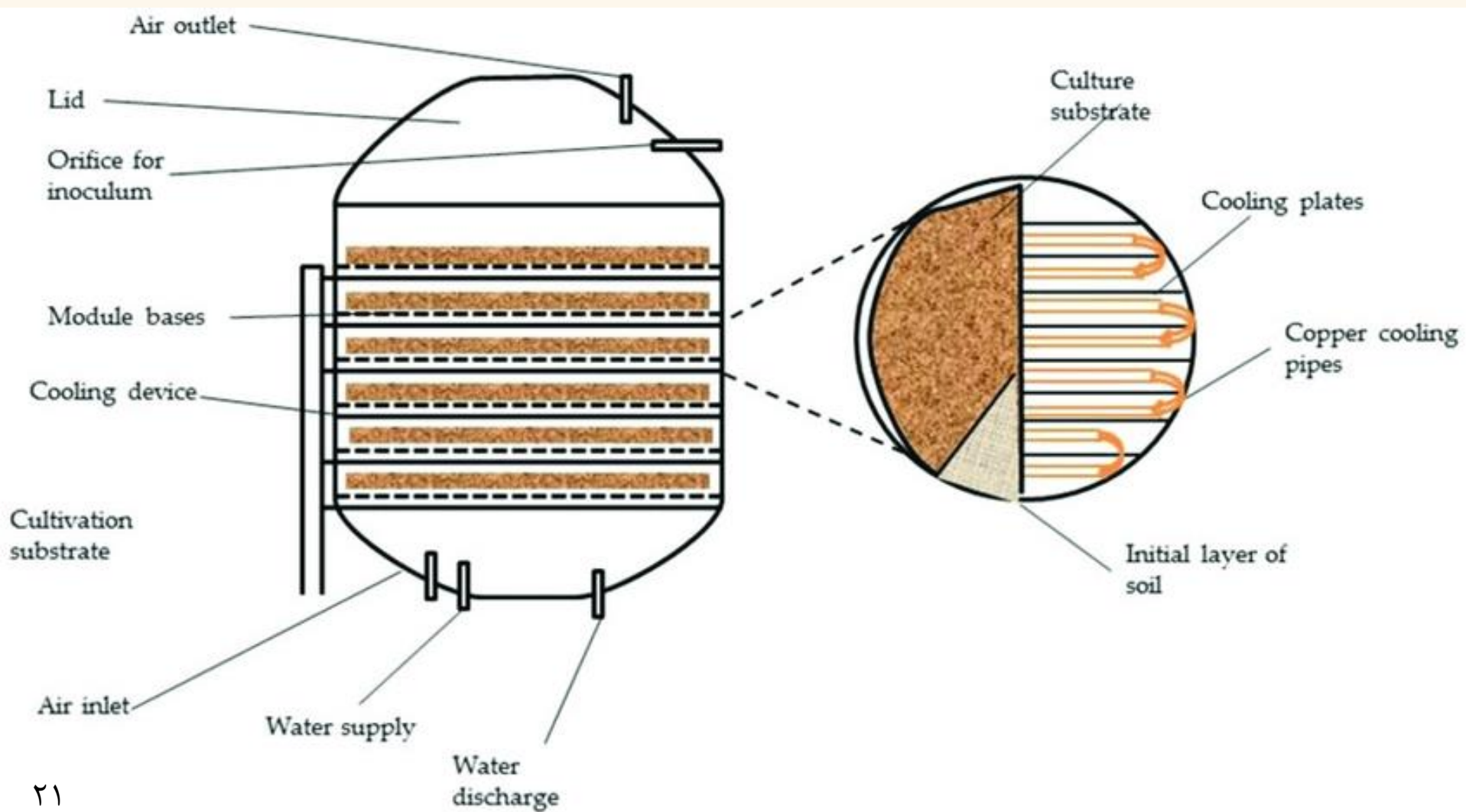
R.Oligosporus به دلیل جداسازی راحت تولید کننده خوبی برای ویتامین ها بود و همچنین کپک ها ویژگی فیزیولوژیکی خوبی را برای ویتامین B ۱۲ از خود نشان دادند.

١٩

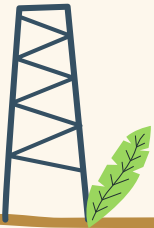
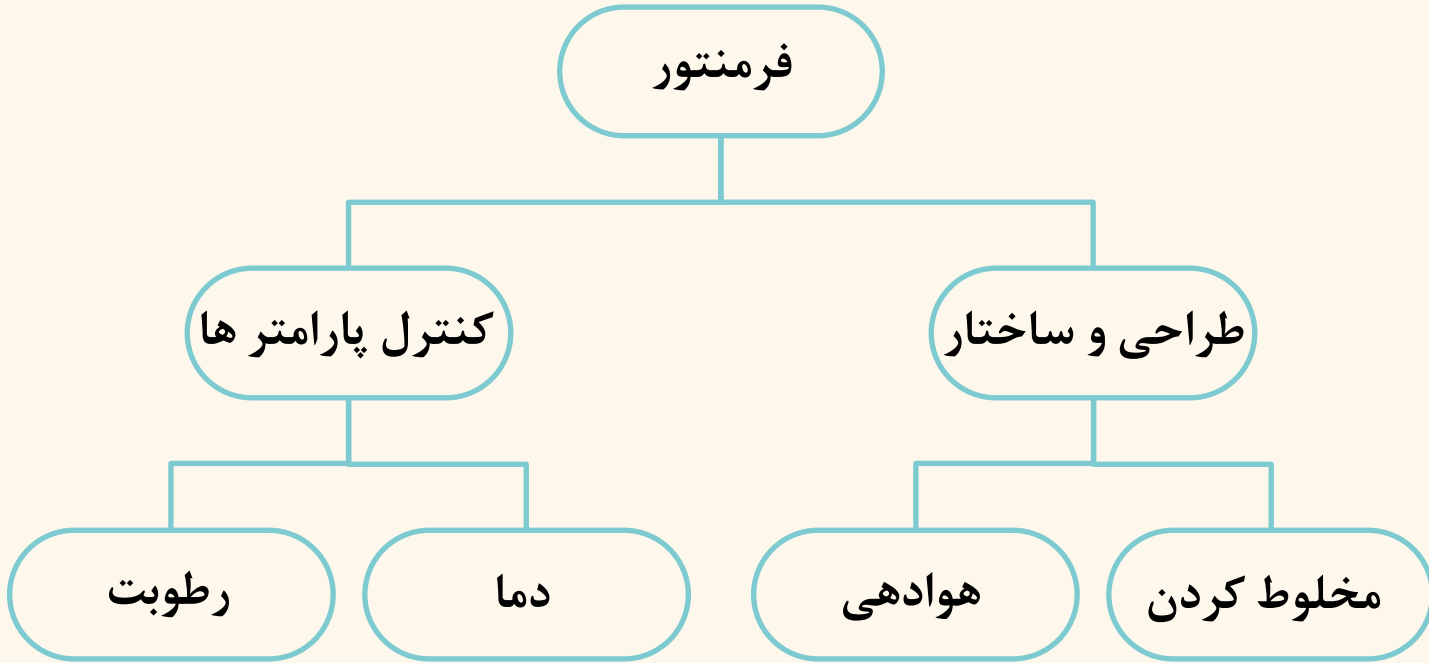
مراحل تخمير حالت جامد (SSF)







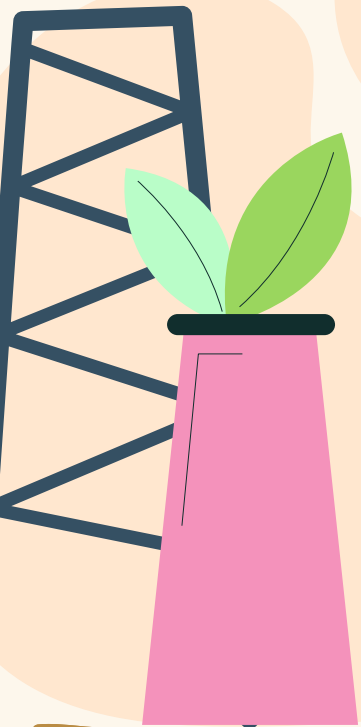
تفاوت فرمنتورها در SSF و SmF



۲۳

نتیجه

تخمیر حالت جامد در طول دهه ها به رسمیت جهانی شناخته شده است زیرا پتانسیل زیادی برای کمک به حل برخی از مشکلات پایدار جهان از جمله سوء تغذیه در انسان و دام ، آلودگی محیط زیست، تغییرات آب و هوا ، گرسنگی، و بهبود امنیت غذایی جهانی را دارد.



منابع

- Soccol CR, Da Costa ES, Letti LA, Karp SG, Woiciechowski AL, de Souza Vandenberghe LP. Recent developments and innovations in solid state fermentation. *Biotechnology Research and Innovation*. 2017 Jan 1;1(1):52-71.
- Šelo G, Planinić M, Tišma M, Tomas S, Koceva Komlenić D, Bucić-Kojić A. A comprehensive review on valorization of agro-food industrial residues by solid-state fermentation. *Foods*. 2021 Apr 23;10(5):927.
- Yafetto L. Application of solid-state fermentation by microbial biotechnology for bioprocessing of agro-industrial wastes from 1970 to 2020: A review and bibliometric analysis. *Heliyon*. 2022 Mar 1;8(3).
- <https://microbenotes.com/solid-state-fermentation-ssf/>
- سلیمانی, وکیلی, نعیم, خسروی دارانی, کیانوش. کاربردهای فرایند تخمیر حالت جامد در تولید ترکیبات غذایی. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*. 2013. Mar 10;7(5):929-37.

با تشکر از توجه شما