

تولید مواد غذایی از نفت

نوشته :

ابوالحسن خاکزاد قمی

دانشیار دانشکده فنی

بموجب آمار منتشره بوسیله سازمان بین المللی FAO وابسته به سازمان ملل متحد بررسی تعادل میان عرضه و تقاضای جهانی مواد غذایی در گذشته (سالهای ۶۱ تا ۶۳) نشان دهنده کمبود جهانی مواد غذایی است و پیش بینی میشود که در آینده (سال ۱۹۷۵) هنوز در کشورهای در حال رشد این کمبود وجود خواهد داشت (جدول ۱). بعلاوه آمار منتشره در مورد تولیدات کشاورزی (جدول ۲) و مصرف سرانه پروتئین در روز (جدول ۳) نشان میدهد که تولید جهانی غذا و توزیع جمعیت نامتعادل است. عرضه محصولات کشاورزی و احشام بخصوص در آسیا و آفریقا بسیار کمبود نشان میدهد. باینجهت میتوان منطقاً باین نتیجه رسید که میزان کالری مصرفی افراد کشورهای توسعه یافته بیش از مردم کشورهای در حال رشد بوده و بخصوص مصرف پروتئین در کشورهای در حال رشد بی اندازه ناچیز است.

افزایش تولید جهانی محصولات کشاورزی در پنج سال گذشته تقریباً درست به نسبت افزایش جمعیت بوده است و بنابراین تولید سرانه ثابت مانده است.

در حال حاضر جمعیت جهان تقریباً ۳ میلیارد نفر است و پیش بینی می شود که در ۳۵ سال آینده تا ۵ میلیارد برسد.

بعضی از کارشناسان معتقدند که در آینده تولید مواد غذایی نمیتواند جوابگوی این افزایش جمعیت باشد. حتی در زمان حال مردم از گرسنگی و قحطی و بد غذایی رنج میبرند. کمبود غذا و فقدان پروتئین در کشورهای در حال رشد شدید است. در نتیجه در ۳ سال آینده موقعی که جمعیت جهان به ۵ میلیارد برسد وضع بحد خطرناک خواهد رسید. بنابراین برای جبران کمبود پروتئین مورد نیاز بخصوص در مناطق آسیا و آفریقا استفاده از روش تخمیر برای تولید پروتئین بکمک باکتری ها راه حلی کاملاً عملی است.

جدول ۱- تولید ، تقاضا و کم وزیاد مواد غذایی ، متوسط برای سالهای ۶۳-۶۱ و تخمین برای سال ۱۹۷۵ (میلیون تن)*

| کشورهای درحال رشد | | | کشورهای پیشرفته | | | جهان | | | سواد خوراکی | |
|-------------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|----------|-------|-------|---------------------------------|-----------------------------|
| کم وزیاد | تولید | تقاضا | کم وزیاد | تولید | تقاضا | کم وزیاد | تولید | تقاضا | | |
| — ۹/۲ | ۱۳۵/۴ | ۱۴۴/۶ | ۱۳/۰ | ۳۲۹/۸ | ۳۱۶/۸ | — ۴/۵ | ۶۹۶/۰ | ۷۰۰/۵ | ۶۱-۶۳ حدأقل } حدأکثر } ۷۵ | انواع حیوانات |
| — ۲۲/۰ | ۱۸۹/۱ | ۲۱۱/۱ | ۳۳/۵ | ۴۵۱/۳ | ۴۱۷/۸ | ۶/۴ | ۹۴۴/۰ | ۹۳۷/۶ | | |
| ۰/۱ | ۲۱۹/۵ | ۲۱۹/۴ | ۲۷/۱ | ۴۵۳/۳ | ۴۲۶/۲ | ۲۷/۸ | ۹۹۰/۹ | ۹۶۳/۱ | ۶۱-۶۳ حدأقل } حدأکثر } ۷۵ | گندم |
| — ۱۲/۵ | ۳۷/۸ | ۵۰/۳ | ۱۸/۹ | ۱۰۰/۹ | ۸۶/۷ | — ۲/۱ | ۲۲۶/۷ | ۲۲۸/۸ | | |
| — ۲۱/۷ | ۵۳/۱ | ۷۴/۸ | ۳۸/۳ | ۱۴۳/۱ | ۱۰۴/۸ | ۱۰/۸ | ۳۳۰/۵ | ۲۹۲/۷ | ۶۱-۶۳ حدأقل } حدأکثر } ۷۵ | برنج |
| — ۸/۱ | ۶۹/۳ | ۷۷/۷ | ۳۹/۱ | ۱۴۳/۲ | ۱۰۴/۱ | ۳۱/۶ | ۳۲۶/۷ | ۲۹۵/۱ | | |
| ۰/۷ | ۸۹/۳ | ۸۸/۶ | ۰/۶ | ۱۵۰/۰ | ۱۴/۴ | ۱/۴ | ۱۶۲/۵ | ۱۶۱/۱ | ۶۱-۶۳ حدأقل } حدأکثر } ۷۵ | گوشت |
| — ۲/۴ | ۱۲۵/۴ | ۱۲۷/۸ | ۰/۷ | ۱۶/۸ | ۱۶/۱ | — ۱/۱ | ۲۲۰/۹ | ۲۲۲/۰ | | |
| — ۴/۹ | ۱۳۷/۵ | ۱۳۲/۶ | — ۰/۱ | ۱۶/۰ | ۱۶/۱ | ۵/۹ | ۲۳۴/۴ | ۲۲۸/۵ | ۶۱-۶۳ حدأقل } حدأکثر } ۷۵ | شیر ولبنیات (معدول کرده) |
| ۰/۶ | ۱۳/۷ | ۱۳/۱ | — ۰/۷ | ۳۷/۹ | ۳۸/۶ | ۰ | ۶۳/۶ | ۶۳/۶ | | |
| — ۱/۶ | ۱۸/۴ | ۲۰/۰ | — ۰/۸ | ۴۹/۶ | ۵۰/۴ | — ۳/۰ | ۸۴/۳ | ۸۷/۳ | ۶۱-۶۳ حدأقل } حدأکثر } ۷۵ | |
| — ۲/۶ | ۱۹/۷ | ۲۲/۳ | — ۱/۲ | ۵۱/۴ | ۵۲/۶ | — ۴/۶ | ۸۸/۰ | ۹۲/۶ | | |
| ۰ | ۳/۲ | ۳/۲ | ۰/۱ | ۷/۵ | ۷/۴ | ۰ | ۱۴/۰ | ۱۴/۰ | ۶۱-۶۳ حدأقل } حدأکثر } ۷۵ | |
| — ۱/۲ | ۴/۶ | ۵/۶ | ۰/۲ | ۸/۸ | ۸/۶ | — ۰/۹ | ۱۸/۳ | ۱۹/۲ | | |

* این آمار از گزارش سازمان FAO وابسته به سازمان ملل متحد گرفته شده

جدول ۲- تولید محصولات کشاورزی و ماهی گیری (۱۹۶۶) به میلیون تن متریک*

| اقیانوسیه | اروپا | آسیا | آمریکای جنوبی | آمریکای شمالی | افریقا | جهان | |
|-----------|-------|-------|---------------|---------------|--------|-------|-------------------|
| ۱۷/۸ | ۴۴۹ | ۱,۸۶۷ | ۱۶۹ | ۲۲۹ | ۳۱۸ | ۳,۳۵۳ | جمعیت کل (سیلیون) |
| ۱/۳ | ۳۹/۸ | ۲۷/۸ | ۱/۱ | ۱۵/۳ | ۹/۸ | ۱۱۵ | جو |
| ۰/۲ | ۳۲/۹ | ۴۱/۳ | ۲۱/۹ | ۱۱۷/۳ | ۱۶/۱ | ۲۳۸ | دانه ذرت |
| ۰/۹ | ۱۳۷/۰ | ۴۱/۷ | ۷/۱ | ۱۷/۰ | ۱/۹ | ۴۹۴ | سیب زمینی |
| ۰/۲ | ۱/۵ | ۲۳۲/۱ | ۸/۱ | ۵/۰ | ۵/۹ | ۲۵۴ | برنج |
| ۱۲/۹ | ۶۲/۷ | ۵۹/۰ | ۹/۰ | ۵۹/۸ | ۴/۹ | ۳۰۹ | گندم |
| ۱۵/۵ | ۲۷۳/۹ | ۴۰۱/۹ | ۴۷/۲ | ۲۱۴/۴ | ۳۰/۶ | ۱,۳۱۰ | کل |
| ۸۷۱ | ۶۱۰ | ۲۵۱ | ۲۷۹ | ۷۱۷ | ۹۶ | ۳۶۱ | تولید سرانه Kg |
| ۰/۲ | ۱۱/۵ | ۲۱/۲ | ۱۱/۱ | ۴/۴ | ۳/۱ | ۵۷ | صیبه ماهی |
| ۱۱ | ۲۶ | ۱۱ | ۶۶ | ۱۵ | ۱۰ | ۱۷ | تولید سرانه Kg |
| ۲/۴ | ۱۸/۴ | ۱۶/۱ | ۶/۳ | ۱۷/۲ | ۲/۷ | ۷۱ | گوشت |
| ۱۳۵ | ۴۱ | ۸ | ۳۷ | ۵۷ | ۸ | ۲۱ | تولید سرانه Kg |

* این جدول از سالنامه آماری سال ۱۹۶۷ سازمان ملل متحد اقتباس شده

جدول ۳- میزان کالری و پروتئین موجود در غذا برای هر نفر در روز*

| پروتئین (gr) | کالری | | سال | کشور |
|--------------|------------------|-----------|---------|--------------|
| | درصد منبع حیوانی | کل (Kcal) | | |
| ۹۲ | ۳۸ | ۳,۱۴۰ | ۱۹۶۵ | ایالات متحده |
| ۸۹ | ۲۸ | ۳,۲۳۰ | ۱۹۶۵ | آرژانتین |
| ۷۱ | ۱۵ | ۲,۹۵۰ | ۱۹۶۴ | برزیل |
| ۹۵ | ۴۵ | ۳,۳۱۰ | ۱۹۶۵/۶۶ | دانمارک |
| ۱۰۳ | ۴۱ | ۳,۲۵۰ | ۱۹۶۵ | فرانسه |
| ۴۴ | ۱۵ | ۱,۸۳۰ | ۱۹۶۳ | اکوادور |
| ۸۴ | ۶ | ۲,۹۳۰ | ۱۹۶۳/۶۴ | مصر |
| ۶۰ | ۱۲ | ۲,۰۵۰ | ۱۹۶۰ | ایران |
| ۵۴ | ۵ | ۲,۱۱۰ | ۱۹۶۴/۶۵ | هند |
| ۵۲ | ۱۱ | ۲,۲۸۰ | ۱۹۶۵/۶۶ | پاکستان |
| ۷۸ | ۱۱ | ۲,۳۵۰ | ۱۹۶۵ | ژاپن |
| ۹۲ | ۴۴ | ۳,۱۹۰ | ۱۹۶۵/۶۶ | استرالیا |

* این آمار از سالنامه آماری سال ۱۹۶۷ سازمان ملل متحد نقل شده

این نوع محصولات میتواند مستقیماً بمصرف تغذیه حیوانات و در نتیجه غیرمستقیم برای تغذیه انسان بکار روند .

منابع کربوهیدرات

تهیه مخمر برای مواد غذایی از ملاس، باقیمانده‌های مواد چرب و منابع مشابه کربوهیدرات قبلاً شناخته شده است. این نوع مواد اولیه در بعضی مناطق ممکن است بسیار ارزان بدست آید. لکن بسبب قلت این منابع انتظار نمیرود محصولات فرعی حاصله افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته باشد. این منابع ناچیزتر از آنند که بتواند مصرف جهانی مواد غذایی و پروتئین را تأمین نمایند.

بنابراین برای تهیه مواد اولیه باید بسوی دیگری توجه کرد. نفت میتواند یک منبع مایع غنی از کربن برای تخمیر را در اختیار قرار دهد .

منابع نفتی

قسمتی از نفت که امکان رشد به باکتریها را میدهد نرمال پارافین است .

با وجود منابع عظیم نفتی میتوان گفت که این منبع میتواند بزرگترین منبع تولید پروتئین باشد. از این نظر گروه وابسته به کمپانیهای بزرگ نفتی برای تهیه پروتئین بسوی منابع لایزال نفت جلب گردیده‌اند .

تخمیر ایدروکربور

بررسی تخمیر ایدروکربور برای تولید پروتئین هادرسال ۱۹۴۲ بوسیله محققین در اشل آزمایشگاهی شروع گردید. گازایل و نفت سفید بعنوان مواد اولیه مورد استفاده قرار گرفت - تعداد زیادی مخمر حاصله از خاکهای نقاط مختلف کشت شده و مورد آزمایش قرار گرفتند - رشد بعضی از این مخمرها در گازایل و نفت سفید رضایت بخش بود. لکن با وجود آنکه محصولات حاصله دارای درصد قابل توجهی پروتئین و ترکیبات آمینواسید بودند، تا وقتی بکمک بعضی حلالهای مخصوص پالایش نمی شدند بوی مواد نفتی خود را از دست نمیدادند. آزمایش های متعدد نشان داد که افزایش ۲ درصد از این مواد به غذای موش رشد طبیعی آنها را تأمین نمی نمود .

بنابراین تحقیق برای تهیه مواد اولیه توجه خود را بطرف نرمال پارافین های خالص تفکیک شده از گازایل و نفت سفید معطوف داشتند .

و باین ترتیب تولید از اشل غیر مداوم آزمایشگاهی بسمت تولید مداوم صنعتی با گامهای بلند و در مدتی نسبتاً کوتاه حرکت نمود .

مواد تخمیر شده حاصله از نفت بدون پالایش مجدد با محلول مستقیماً برای تغذیه موشهای صحرائی بکار رفتند . و باین ترتیب اثر افزایش ۲٪ مواد غذایی حاصله از نفت با تغذیه بوسیله ماهی سفید مقایسه شد . بررسی نتایج آن (جدول ۴) هیچ اثر غیرعادی بدست نداده و نتایج آزمایشها کاملاً معمولی بوده است .

جدول ۴- آزمایش روی موشهای صحرائی*

| گروه مورد آزمایش | | ۱ | ۲ | ۳ | |
|---|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| آرد گندم | | ۵۶/۰٪ | ۵۴/۰٪ | ۵۷/۰٪ | |
| دانه سویا | | ۲۰ | — | — | |
| ماهی | | — | ۱۴ | — | |
| پروتئین نفتی | | — | — | ۲۰/۰ | |
| روغن سویا، نشاسته، نسوج، ویتامین ها، سواد معدنی، CaHPO_4 | | | | | |
| پروتئین خام | | ۲۰/۷۴٪ | ۲۰/۷۱٪ | ۲۰/۳۰٪ | |
| تعداد موش | | ۸ | ۸ | ۸ | |
| روزها | | وزن متوسط | تبدیل غذا | وزن متوسط | تبدیل غذا |
| ۱ | | ۶۶/۸ گرم | — | ۶۶/۸ گرم | — |
| ۸ | | ۱۰۳/۸ | ۲/۴۰ | ۱۰۵/۴ | ۲/۴۰ |
| ۱۵ | | ۱۳۳/۰ | ۲/۷۳ | ۱۴۲/۰ | ۲/۸۳ |
| ۲۲ | | ۱۶۳/۵ | ۲/۹۹ | ۱۷۷/۹ | ۳/۰۱ |
| ۳۱ | | ۲۰۷/۳ | ۳/۲۶ | ۲۲۱/۹ | ۳/۲۲ |

* این جدول از گزارش مرکز تحقیقاتی شرکت Kanegafuchi Chemical Industry گرفته شده

چگونه از ایدروکربورها پروتئین ساخته میشود

در ششمین کنفرانس بین المللی فرانکفورت در سال ۱۹۶۳ شرکت نفت انگلیس (BP) اعلام داشت که برنامه‌ای تنظیم و دنبال می‌نماید که طبق آن بتواند از ایدروکربورها پروتئین در مقیاس تجاری بسازد. از آن به بعد پروژه «BP» از تحقیقات آزمایشگاه به اشل نیمه صنعتی و بالاخره وارد مقیاس تجاری گردید. اولین واحد بمقیاس تجاری در Grongemouth (اسکاتلند) خواهد بود که تولید آن . . . ۴ تن در سال پروتئین خشک از سواد اولیه نرمال پارافین ها بوده و پیش بینی میشود تا اوائل سال ۱۹۷۰ شروع بکار نماید.

دومین واحد بزرگتر در Lavera نزدیک ماری در فرانسه خواهد بود که تولید آن . ۵ تن در روز (۱۶۰۰۰ تن در سال) میباشد. این واحد بعنوان ماده اولیه از گاز ایل سنگین استاندارد پالایشگاه استفاده خواهد کرد.

تخمیر ایدرو کربور

سالهاست که دانشمندان متوجه شده‌اند که تعدادی از موجودات ذره‌بینی در بعضی ایدرو کربورها امکان رشد دارند. محققین BP با استفاده از مخمر معلوم داشتند که رشد اینها در محیط ایدرو کربور با اضافه مواد اصلی معدنی میتواند تولید موادی نماید که ترکیب مواد مشکله و کیفیت آنها برابر و یا خیلی شبیه به مواد شناخته شده‌ای است که این مخمرها از کربوایدرات هائی مثل ملاس چغندر و غیره بوجود می‌آورند .

اختلاف اساسی در آنست که کربوایدرات تولید موادی متشکل از کربن (C) ، ایدرژن (H) و اکسیژن (O) در محلول آبکی مینماید در حالی که یک ایدرو کربور تنها کربن و ایدرژن میدهد که عملاً نامحلول درآبند .

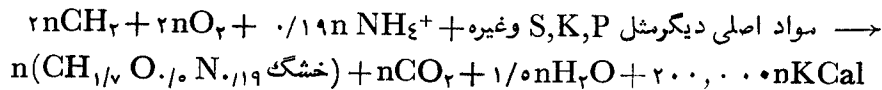
بنابراین اکسیژن باید بمقدار زیاد از اتمسفر هوا در محیط عمل دمیده شود .

سایر مواد غذایی لازم برای هر دو گروه عبارتند از کاتیونهای Zn^{+2} , Fe^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , NH_4^+ و آنیونهای PO_4^{-3} , SO_4^{-2} .

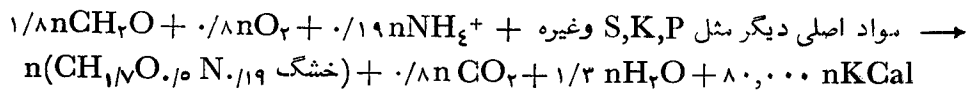
ضمناً برای حفظ سرعت رشد مواد مخصوصی نیز بمحیط علاوه می‌گردد .

متابولیسم تبدیل ایدرو کربورها از راه اکسیداسیون تولید پروتئین ها ، کربوایدرات ها و لیپیدها بعنوان محصولات نهائی نموده و ضمناً H_2O , CO_2 نیز آزاد میسازد .

واکنش های شیمیائی کلی را تقریباً بر حسب Kgmols میتوان چنین نوشت :



این فرمول را با فرمول واکنش کربوایدرات میتوان مقایسه کرد :



گرمای ملکولی آزاد شده بترتیب عبارتست از ۶۰۰ و ۳۰۰ کیلو کالری برای هر کیلو گرم محصول تولید شده .

تفاوت های اساسی قابل ذکر در این دو عمل آنست که هرگاه از ایدرو کربورها بجای کربوایدرات ها استفاده شده دو برابر ونیم اکسیژن هوا بیشتر مصرف شده و بیش از دو برابر گرما آزاد میسازد . ضمناً چون دو فاز مایع واکنش در یکدیگر غیر محلولند ، لازمست عمل بهمزدن بقدر کافی صورت پذیرد تا حجم کمتر فاز ایدرو کربور را در فاز آبکی پراکنده سازد .

مواد اولیه

در این روش برای تولید پروتئین ها تنها از ایدرو کربورهای نرمال پارافین استفاده شده است . برای واحد Grangemouth از نرمال پارافین های مایع تا C_{18} کاملاً خالص استفاده میگردد .

این ماده اولیه تقریباً تماماً در موقع عمل تخمیر مصرف خواهد شد.

در واحد Lavera نرمال پارافین های مصرفی از یک برش گازایل استاندارد پالایشگاه که دارای تقریباً همان تعداد اتم کربن نرمال پارافین های خالص هستند تأمین میگردد. با وجود این در این حالت تنها ده درصد از ماده اولیه تبدیل شده و باقیمانده با نقطه ریزش (Pour pt.) و نقطه ابری (Cloud pt.) پائین تر بازیابی میگردد که مجدداً همراه محصولات پالایشگاه مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

شرح روش عمل

روش تولید پروتئین از نرمال پارافین های خالص و گازایل از دو نظر اصلی متفاوتند:

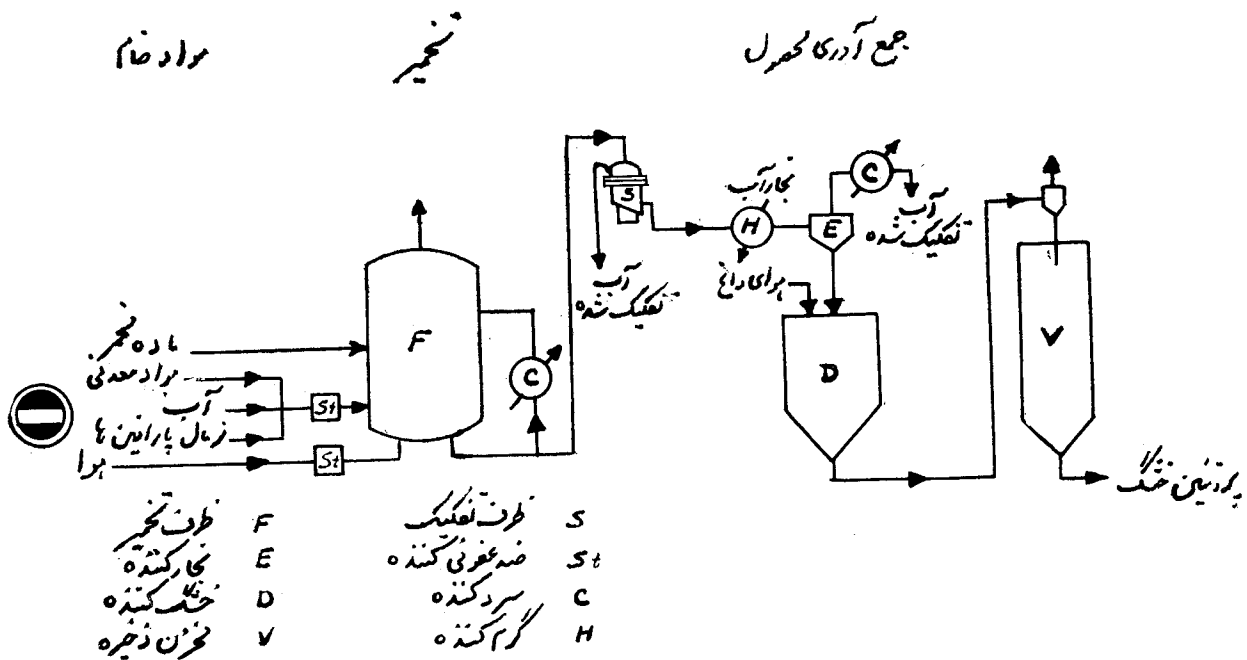
- ۱- در روش نرمال پارافین ها تخمیر تحت شرایط ضد عفونی کامل صورت میپذیرد و بنا بر این در محیط عمل بجز مواد آلی که داخل دستگاه فرستاده شده مواد آلی دیگری وجود ندارد.
 - در روش گازایل که در محیط عمل انواع مواد آلی وجود دارند، تخمیر مورد نظر با انتخاب درجه حرارت و PH محیط عمل کنترل میشود.
 - ۲- نرمال پارافین های خالص نسبتاً گران قیمت تقریباً تماماً تخمیر میشوند. این موضوع عمل تفکیک محصول از محیط کشت را ساده کرده و لزوم پاک سازی بعدی بکمک حلال را از بین میبرد.
- هرگاه از گازایل بعنوان ماده اولیه استفاده شود گرچه نسبتاً ارزان قیمت است لکن چون تمامی آن تخمیر نمیگردد برای تولید محصول نهائی قابل قبول لازمست ابتدا تفکیک شده و سپس بکمک حلال مواد زائد آن گرفته شود.

هر دو روش کاملاً مداوم بوده و مراحل مختلف آنها عبارتند از:

- انبار کردن مواد اولیه مایع و جامد
 - آماده کردن قسمت ها
 - ضد عفونی کردن هوا و مایع (فقط برای روش نرمال پارافین)
 - تخمیر کردن
 - جمع آوری پروتئین و برای روش گازایل بازیابی باقیمانده گازایل
 - حذف آب از فرآورده
- در روشی که از نرمال پارافین خالص بعنوان ماده اولیه استفاده میشود پایان این مرحله پروتئین خشک را بدست میدهد.
- لکن در روش گازایل دو مرحله اضافی دیگر برای بدست آوردن پروتئین خشک لازمست:
- استخراج با حلال
 - خارج کردن حلال و بدست آوردن پروتئین خشک.

روش استفاده از نرمال پارافین ها بعنوان ماده اولیه

در شکل ۱ دیاگرام ساده واحد تولیدی پیشنهادی برای Grangemouth برای تهیه ... ۴ تن درسال پروتئین خشک از نرمال پارافین های خالص نشان داده شده است. تولید بطور مداوم و شامل یک مرحله تخمیر و یک مرحله تفکیک فرآورده میباشد. مرحله تخمیر در ظرفی صورت میپذیرد که ۲۵ مرتبه بزرگتر از ظرف تخمیر واحد آزمایشی است که بارها بدرستی عمل نموده است. اندازه اکثر قسمت های این واحد بخصوص محل تخمیر آن بزرگترین در نوع خود است.



شکل ۱ دیاگرام ساده روش تهیه پروتئین خشک از زغال پارافین های خالص در شرایط ضد عفونی کامل

شرایط ضد عفونی در این واحد تنها تا قسمت تخمیر مراعات گردیده و بعد از این مرحله به دقت های عادی که معمولاً در واحدهای تولید مواد غذایی مراعات میگردد یعنی مراعات نظافت در سطح عالی اکتفا شده است - قسمت کلی این واحد از فولاد زنگ نزن ساخته شده تا ضمن تأمین نظافت کافی در مراحل مختلف عرضه فرآورده نهائی قابل قبول را مطمئن سازد.

تخمیر

مواد غذایی معدنی و مواد لازم برای رشد تخمیر که عوامل اصلی در پیشرفت تولید پروتئین هستند بطور مداوم و بمیزانی کاملاً مشخص بشکل محلول آبکی بظرف تخمیر فرستاده میشود. یک جریان با اندازه معین از نرمال پارافین قبل از ورود بظرف تخمیر و پیش از رسیدن به سیستم ضد عفونی کننده باین محلول آبکی می پیوندد.

در سیستم ضد عفونی کننده مخلوط گرم شده و در درجه حرارت بالا باندازه ای نگهداشته میشود تا اطمینان حاصل گردد که تمام موجودات زنده ذره بینی از بین رفته اند. برای صرفه جوئی و استفاده از گرمای این جریان از آن برای گرم کردن مواد اولیه ورودی در یک مبادله کننده حرارتی استفاده شده و گرمای اضافی برای رسیدن بدرجه حرارت لازم برای ضد عفونی بکمک تزریق بخار آب داغ تأمین میگردد. جریان ضد عفونی و خنک شده مستقیماً وارد ظرف تخمیر میشود.

تمام اکسیژن لازم برای رشد مخمر بادمیدن مداوم هوای ضد عفونی شده بکمک صافی بداخل ظرف تخمیر تأمین میگردد.

اکسیژن مازاد و گاز انیدرید کربنیک حاصله در عمل تخمیر پس از عبور از یک صافی ضد عفونی از راه یک دودکش وارد اتمسفر میگردد. این عمل ضد عفونی خروجی باین منظور صورت میگردد تا در موقع کم شدن و یا قطع تصادفی هوا در نتیجه کم شدن فشار ظرف تخمیر جریان معکوس هوا موجب آلودگی محیط نگردد.

ازت که عامل اصلی در رشد مخمر است با فرستادن یک جریان مداوم آمونیاک بداخل جریان هوای ورودی تأمین میگردد. این جریان آمونیاک همچنین برای حفظ PH مورد نظر در ظرف تخمیر نیز ضروری است تبدیل ایدروکربور، مواد معدنی و اکسیژن به فرآورده مورد نظر در ظرف تخمیر با تماس بسیار نزدیک چهار فاز که بوسیله یک بهمزن مکانیکی تأمین میگردد عملی میشود.

گرمای زیادی که در عمل تخمیر ایجاد میگردد و درجه حرارت نسبتاً پائین تخمیر که در حدود ۳ درجه سانتیگراد است ایجاب مینماید که بکمک یک وسیله خارجی خنک گردد. برای این منظور مواد داخل ظرف بکمک یک تلمبه بداخل یک مبادله کننده حرارتی فرستاده میشود تا حرارت آن بوسیله آب گرفته شود. درجه حرارت داخل مخزن با میزان آب ورودی به مبادله کننده کنترل میگردد. برای ثابت نگهداشتن سطح مایع در مخزن یک جریان مداوم محصول از مدار خنک کننده گرفته می شود.

جمع آوری فرآوردهها

جریان فرآورده، از مخزن تخمیر به یک دستگاه جدا کننده سانتریفوژ وارد میگردد. فرآورده خروجی ازین سانتریفوژ مایع غلیظ کرم مانندی است که آب خود را از دست داده است. این کرم که تقریباً دارای ۵ درصد مواد جامد است بعداً در دستگاه تبخیر کننده چند مرحله ای تغلیظ میگردد.

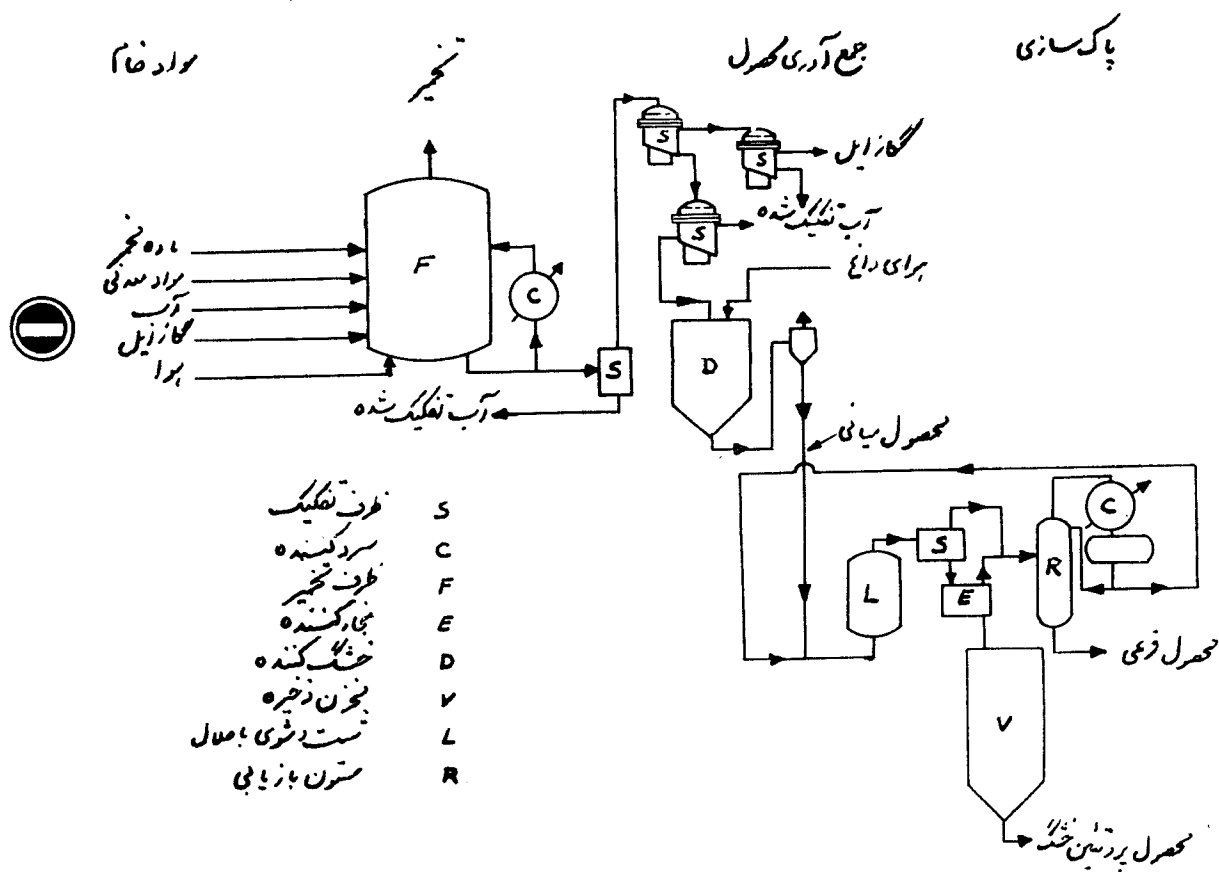
این فرآورده سپس در مرحله نهائی به یک خشک کن دوشی وارد میشود. پودر خشک خروجی ازین خشک کن که حاوی ۶-۵ درصد فزونی رطوبت است پس از عبور از یک دستگاه جدا کننده سیکلون وارد یک سیستم نقاله هوائی میگردد که در ضمن انتقال به مخازن قیفی درجه حرارت آن نیز پائین آمده و خنک شود. محصول پروتئین یا بسته بندی شده و یا بدون بسته بندی مستقیماً ازین مخازن قیفی حمل میگردد.

روش استفاده از گاز ایل بعنوان ماده اولیه

این واحد که ساختمان آن در Lavera (فرانسه) در دست ساختمان است بر مبنای تولید ۱۶۰۰۰ تن در سال پودر پروتئین از ماده اولیه گاز ایل بنا شده است. خلاصه‌ای از دیاگرام این واحد در (شکل ۲) نموده شده.

تولید در چهار ظرف تخمیر صورت پذیرفته و اخیراً نیز در گنجایش این مخازن تجدید نظر شده و آنها را بزرگتر انتخاب کرده‌اند. با وجود آنکه این قسمت ضد عفونی نیست در تأمین نظافت آن نهایت دقت بکار می‌رود. قسمت‌های مختلفه این واحد شبیه به واحد قبلی است بجز آنکه در این واحد قسمت ضد عفونی کننده حذف شده و در آخرین مرحله یک قسمت شستشوی با حلال و پاک‌سازی فرآورده اضافه گردیده است.

مدل آزمایشی این واحد اکنون با گنجایش ۴/۰ تن در روز و بطور مداوم مشغول بکار است.



شکل ۲ دیاگرام ساده روش تهیه پروتئین خشک از گاز ایل بدون استفاده از شرایط ضد عفونی کامل

تخمیر

عمل تخمیر در مخازنی بسیار بزرگ که بمیزان زیاد هوا در آن دمیده می‌شود صورت می‌پذیرد. این هوا هم اکسیژن لازم برای انجام سنتز متابولیک و هم انرژی لازم برای بهم‌زدن شدید را تأمین می‌نماید.

مخلوط ظرف تخمیر شامل هوا، آب و قطرات بسیار کوچک نفت که سلول‌های مخمر در آن معلق‌اند

میباشد.

این مخلوط را میتوان به یک سیستم فعل و انفعال پیچیده که درعین بهم خوردن مداوم دارای حالت یکنواختی است شبیه دانست .

مانند واحد پیشین دراین واحد نیز درجه حرارت طرف تخمیر با گرداندن قسمتی از مایع دریک مبادل کننده حرارت و تبادل حرارت آن با آب سرد در حدود ۳ درجه سانتیگراد کنترل میشود . PH ظرف تخمیر نیز بطور خود کار با تزریق آمونیاک تنظیم میگردد .

جمع آوری فرآورده

یک جریان مداوم از فرآورده داخل ظرف تخمیر که میزان آن بطور خود کار کنترل میشود وارد ظرف سرریز شده و در آنجا قسمت کلی فاز آب آن برای استفاده مجدد جدا میگردد . سپس قسمت باقیمانده که بشکل کف در سطح آب شناور بوده و حاوی موجودات مخمر، گازایل و آب میباشد هواگیری میشود . پس از خارج شدن هوا نتیجه که مایع گرم مانندی است به قسمت جدا کننده مکانیکی تلمبه میگردد . دراین قسمت بکمک دستگاههای سانتریفوژ ، گازایل ، فاز آب و فرآورده تغلیظ شده که حاوی حدود ۱۰ درصد وزنی مواد جامد است بدست میآید . چون این فرآورده تغلیظ شده هنوز دارای مقدار مبحثصری گازایل است آنرا بکمک خشک کن های دوشی برای پاک سازی بعدی آماده میسازند .

پاک سازی

این محصول میانی به یک دستگاه شستشوی باحلال با جریان مخالف برده شده که در آنجا تقریباً تماسی باقیمانده گازایل همراه با قسمت کلی لپیدها گرفته میشود . برای انجام این منظور لازمست با دقت مشخصات فیزیکی فرآورده مورد عمل و کار شستشوی باحلال ، که حلال آن با دقت انتخاب شده ، کنترل گردد . در مرحله نهائی در خشک کن های مخصوص حلال از فرآورده تفکیک شده و فرآورده بکمک نوارهای نقاله به انبار فرستاده میشود . حلالهای بدست آمده جمع آوری شده و پس از تقطیر مجدداً بکار میرود . دراین مرحله همچنین بعنوان یک فرآورده بازیافتی مقداری لپید بدست میآید .

جنبه های جالب مهندسی

بررسی های اقتصادی اخیراً معلوم داشته که ظرفیت واحدهای تولید پروتئین از ایدرو کربورها باید بیش از واحدهائی که معمولاً برای انجام تخمیر ساخته میشده باشد . بنابراین باید کار واحد کاملاً مداوم بوده و قسمت های مختلف واحد یا از بزرگترین قسمت هائی که معمولاً ساخته میشود انتخاب شده و یا تعداد آنها افزایش یابد .

برای مخازن تخمیر دو رژیم بهمزدن پیش بینی میشود :

(الف) - بهمزدن مکانیکی با پره

(ب) - بهمزدن بکمک هوای فشرده .

بعلاوه تعدادی سیستم های مختلف که حد واسط میان سیستم (الف) و (ب) است، طرح و آزمایش

شده است .

درجه حرارت معمولی برای عمل تخمیر در حدود 30°C است که باید با خارج کردن گرمای حاصله از واکنش بطوری که قبلا اشاره شد آنرا کنترل نمود.

سطح مبادله سیستم سرد کننده داخلی با آب بسبب نزدیکی درجه حرارت آب معمولی با درجه حرارت ظرف تخمیر زیاد و در نتیجه غیر عملی میباشد. از طرفی استفاده از سیستم های سرد کننده برای این منظور نیز بلحاظ بالا بودن قیمت آن میسر نیست.

تلمبه کردن خارجی فرآورده که بسبب داشتن هوا بشکل کف درآمده از نظر اقتصادی نامطلوب بوده و باینجهت ترتیبی داده شده است که قبل از تلمبه کردن، هوای آن گرفته شده و سپس بداخل مبادله کننده های حرارتی فرستاده شود.

قبول عمل ضد عفونی برای روشی که از نرمال پارافین ها بعنوان ماده اولیه استفاده مینماید ایجاب میکند که:

(الف) - آلیاژ فلزی مخصوصی برای منطقه ضد عفونی فازماید انتخاب شود

(ب) - صافی مخصوصی که بتواند بطور مؤثر حجم زیادی هوای مورد احتیاج را ضد عفونی نماید آزمایش گردد.

کارهای پیشرفته وسیعی روی مرحله پاک سازی نهائی در روش گازایل برای پاک کردن پروتئین حاصله از ناخالص گازایل صورت گرفته است.

ارزیابی کیفیت فرآورده و کاربردهای نهائی

گرد پروتئین حاصله از نرمال پارافین ها دارای ۶۳ تا ۶۵ درصد وزنی پروتئین است، در صورتی که این درصد برای پروتئین حاصله از واحد گازایل به ۶۸ تا ۷۰ میرسد. تجزیه دقیق تر آن در (جدول ۵) داده شده است.

ترکیب آمینواسیدهای پروتئین تولیدی از نفت شبیه به آمینواسیدهای دانه سویا و غذای ماهی است بجز اینکه درصد Methionine آنها بطور کلی مختصری کمتر است.

با وجود آنکه موفقیت برای بهبود کامل مزه پروتئین مصنوعی هنوز کامل نشده بیش از سه سال آزمایش نشان داده که تغذیه حیوانات (خوک، پرندگان و غیره) با پروتئین نفتی کاملاً مفید و سالم میباشد.

آزمایش های سم شناسی روی موش خانگی و موش صحرائی و غیره هیچگونه عوارضی را بسبب تغذیه با پروتئین مصنوعی نشان نداده - این آزمایش ها هنوز ادامه دارد.

جدول ۵- مقایسه پروتئین خشک تولیدی از ایدروکربورها بادوروش گزایل و نرمال پارافین خالص*

| تجزیه | روش نرمال پارافین خالص | روش گزایل |
|----------------------------------|------------------------|-----------|
| درصد وزنی رطوبت | ۴/۲ | ۵/۰ |
| درصد وزنی ازت (برمبنای خشک) | ۱۰/۴ | ۱۱/۰ |
| درصد وزنی پروتئین خام (N × ۶/۲۵) | ۶۵/۰ | ۶۸/۵ |
| برمبنای خشک | ۸/۱ | ۱/۵ |
| درصدوزنی لیپیدها برمبنای خشک | ۶/۰ | ۷/۹ |
| درصدوزنی باقیمانده برمبنای خشک | | |
| ۱۶ grN / گرم | | |
| آمینواسیدها | روش نرمال پارافین خالص | روش گزایل |
| Iso Leucine | ۴/۵ | ۵/۳ |
| Leucine | ۷/۰ | ۷/۸ |
| Lysine | ۷/۰ | ۷/۸ |
| Phenylalanine | ۴/۴ | ۴/۸ |
| Tyrosine | ۳/۵ | ۴/۰ |
| Cystine | ۱/۱ | ۰/۹ |
| Methionine | ۱/۸ | ۱/۶ |
| Tryptophane | ۱/۴ | ۱/۳ |
| Valine | ۵/۴ | ۵/۸ |
| Alanine | ۷/۴ | ۵/۸ |
| Arginine | ۴/۸ | ۵/۰ |
| Aspartic Acid | ۹/۲ | ۱۰/۰ |
| Glutamic Acid | ۱۱/۳ | ۱۲/۱ |
| Glycine | ۴/۸ | ۴/۵ |
| Histidine | ۲/۰ | ۲/۱ |
| Proline | ۴/۴ | ۳/۷ |
| Serine | ۴/۸ | ۵/۱ |
| Glucosamine | ۱/۸ | ۲/۰ |
| Threonine | ۴/۹ | ۵/۴ |

* این جدول از گزارش گروه تحقیقاتی محققین شرکت BP گرفته شده

منابع اصلی مورد استفاده در تنظیم این مقاله:

- From n-Paraffins to Proteins Takashi Takata, Hydrocarbon Processing March 1969 P. 99.
- How BP Makes Protein From Hydrocarbons I.C. Bennet, J.C. Hondermarek, J.R. Todd Hydrocarbon Processing March 1969 P. 104 .
- Scotland Gets Oil-protein Plant Oil & Gas Sep. 9 1968 P. 90 .
- Protein from Oil starts its move out of research lab. Oil & Gas Feb. 26 1968 P. 45.