Archive of SID

استخراج آبی آنزیمی روغن از دانه روغنی سویا

مرضیه دباغها[1]، منوچهر وثوقی[2*]

1-کارشناسی ارشد مهندسی شیمی گرایش صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
2-دکترای مهندسی شیمی، استاد دانشگاه صنعتی شریف دانشکده مهندسی شیمی و نفت
(تاریخ دریافت: 89/5/21 تاریخ پذیرش: 89/7/22)

چکیده

در مقایسه با روش های سنتی استخراج روغن، روش استخراج آبی، آنزیمی بر پایه استفاده از آب به عنوان حلاّل و آنزیم‌های تخریب کننده دیواره سلولی برای تسهیل جداسازی همزمان و آسان روغن، پروتئین و فیبر است. از نظر محیط زیستی فرآیند استخراج آبی ـ آنزیمی در مقایسه با روش فعلی بسیار پاکیزه‌تر است. این مقاله گزارش پروژه ای است که در مقیاس آزمایشگاهی به مطالعه روش استخراج آبی – آنزیمی از دانه سویا می پردازد. در این پروژه اثر متغیرهای عملیاتی نظیر غلظت آنزیم، زمان استخراج، نسبت رقت، سایز ذره و سه اثر تداخلی در بازده نهایی ارزیابی شده و پارامترهای عملیاتی با استفاده از روش تاگوچی بهینه سازی می شوند. مطالعات آماری داده‌ها حاکی از این است که بعد از اثر تداخلی بین 2 عامل نسبت رقّت و دور همزدن، سایز ذرّه مؤثرترین فاکتور در میزان بازده است. در نهایت آزمایش تأیید در شرایط بهینه پیش‌بینی شده توسط نرم افزار انجام شد و در این شرایط بیشترین میزان بازده استخراج برابر با 61.42٪ اندازه‌گیری شد.

کلید واژگان: استخراج آبی آنزیمی، دانه سویا، روش تاگوچی، آنزیم

1- مقدمه

روغن‌ها در گروه کالاهای مصرفی ضروری جای گرفته و دارای ارزش غذایی بالا هستند و علاوه بر تأمین انرژی لازم برای فعالیت انسان نقش مهمی در بقای سلامت و ادامه حیات دارند. همچنین اسیدهای چرب اساسی مانند اسید لینولئیک و اسید لینولنیک که نقش آنها در سلامت انسان به اثبات رسیده و بدن قادر به ساختن آنها نیست از مصرف روغن تأمین می‌شود. به همین دلیل بهبود کیفیت روغن همیشه یکی از دغدغه‌های محقّقان در این زمینه بوده است.

دانه سویا یکی از منابع ارزشمند دانه های روغنی است. پروتئین موجود در دانه سویا 38-35٪ بوده و کیفیت به آن با پروتئین محصولات گوشتی و شیر برابری و تنها منبع گیاهی است که حاوی یک پروفایل کامل پروتئین است. بر اساس تحقیقات انجام شده 1/4 روغن مصرفی جهان و بیش از80٪ روغن خوراکی ایالت متّحده را روغن سویا اشباعیت بالا و پایداری با دما در بین روغن‌های خوراکی از جایگاه خاصی برخوردار است همچنین، روغن سویا حاوی مقدار زیادی اسید لینولئیک و مقدار نسبتاً زیادی اسید لینولنیک است.

به دلایل اقتصادی و عملی هگزان عمده ترین حلاّل مورد استفاده در استخراج روغن از دانه های روغنی مختلف نظیر سویا، افتاب گردان، کتان و ... به شمار می رود. هگزان بازده بسیار بالایی در استخراج روغن از دانه‌های روغنی دارد و تقریباً هر جزء محلول در روغن را تا 5٪ مواد ناخواسته، (اما از نظر غذایی ارزشمند) استخراج می کند. این به آن معناست که تفاله جامانده که آلوده به هگزان است، دیگر حاوی مواد مغذّی مهم محلول در روغن نظیر: فیتوسترول‌ها، ویتامینE، فسفاتیدیل کلین و سایر لیسیتین‌های طبیعی نیست. هگزان علاوه بر روغن، فسفولیپیدها را هم استخراج می کند که

* مسئول مکاتبات: vossoughi@sharif.edu

www.SID.ir

Archive of SID

تشکیل می‌دهد. دانه سویا بزرگترین منبع تولید روغن خوراکی در جهان است و روغن سویا به علّت میزان غیر

می‌کند که موجب بروز رنگ تیره در روغن می‌شود.

از طرف دیگر، اتلاف روزانه غیر قابل پیش‌گیری هگزان (حتّی در طراحی‌های پیشرفته) به محیط زیست بزرگترین مشکل واحدهای استخراج روغن است. واحد-های قدیم، 0.5٪ در هر تن خوراک اتلاف هگزان داشتند و امروزه در واحدهای پیشرفته این مقدار به 0.15٪ رسیده است. آتش‌زایی و فرارّیت بالای هگزان نیز در 50 سال گذشته باعث آتش‌سوزی در واحدهای روغن‌گیری بسیار و خسارت‌های مالی و جانی فراوانی شده است[1].

بنابراین نیاز به ابداع روشی جایگزین در استخراج روغن بیش از پیش احساس می شود. فرایند استخراج آبی آنزیمی، روشی است ایمن و عاری از خطرات محیط زیستی فوق که برای استخراج پروتئین و روغن از دانه به کار می رود و در آن روغن استخراج شده اصولاً به شکل خالص بوده و پروتئین نیز تقریباً به صورت دناتوره نشده بازیافت می‌شود.

هدف از این پروژه تعیین متغیرهای عملیاتی بهینه و شناخت چگونگی تاثیر آنها بر بازده استخراج به روش آبی آنزیمی است.

2- مواد و روش ها

در ابتدا دانه روغنی سویای مصرفی در پروژه، آنالیز شده و درصد روغن اولیه، رطوبت، پروتئین و خاکستر تعیین گردید. جدول 1. سپس دانه ها آسیاب شده و برای رسیدن به سایز مورد نظر آزمایش از مش مربوط رد شدند.

آنزیم‌های مصرفی در این پروژه از گروه هیدرولازها بوده و بر اساس ترکیباتی که لازم است تحت هیدرولیز قرار گیرند از 3 خانواده عمده پکتینازها، پروتئازها و سلولازها انتخاب شدند[2].

2-1- پکتیناز

آنزیم پکتیناز تهیه شده از منبع قارچی آسپرژیلوس نایجر[1]، با نام تجاری Pectinex ultra Sp به حالت فیزیکی مایع، رنگ قهوه‌ای و دارای دانسیته تقریبی 1.12g/ml، است. فعالیت آنزیم برابر /ml

1. Aspergilus niger

در مرحله صمغ زدایی باید از روغن جدا شود. علاوه براین هگزان اجزاء با وزن مولکولی بالا را نیز استخراج

گالاکتورونیک اسید 26000 است که این فعالیت در PH=3.5 و دمای 25°c که منطبق بر شرایط بهینه فعالیت آنزیم نیز هست، اندازه‌گیری شده است.

جدول1 آنالیز اولیه دانه سویای مصرفی

درصد روغن	٪19.2
درصد رطوبت	٪10.8
درصد پروتئین	٪39.4
درصد خاکستر	٪4.93

2-2- پروتئاز

آنزیم پروتئاز مصرفی تهیه شده از رشته باسیلوس لیکنیفورمیس[2]، با نام تجاری Alcalase 2.4L به حالت فیزیکی مایع، رنگ قهوه‌ای و دانسیته تقریبی 1.2 g/ml، یک اندوپروتئاز[3] با فعالیت ظاهری برابر 2.4 Au/g[4] معادل با 2736 Iu[5] است، هنگامی که از سویا به عنوان سوبسترا در PH = 8.0 و دمای 50° c استفاده شود.

2-3- سلولاز

آنزیم سلولاز با نام تجاری Cellubrix L به حالت فیزیکی مایع، رنگ قهوه‌ای و دانسیته تقریبی1.2 g/ml، فعالیت ظاهری برابر 700 EGu/g دارد. این آنزیم معمولاً همراه پکتینازها مصرف می‌شود. شرایط بهینه کاری PH حدود 5.0 و دمای 55°c - 45°c است.

2-4- طراحی آزمایشات

با توجه به مزایای روش تاگوچی در مقایسه با سایر روش‌های تک عاملی و چند عاملی، در این پروژه از روش تاگوچی به منظور طراحی آزمایشات و بهینه‌سازی شرایط استخراج استفاده شده است و در طراحی آزمایشات و آنالیز نتایج از نرم افزار Qualitek-4 کمک گرفته شده است[3].

بر مبنای روش تاگوچی فاکتورهای تأثیرگذار بر فرآیند استخراج و سطوح آنها با توجه به مطالعات انجام شده و مقالات موجود در این زمینه، به شرح آورده شده در جدول 2 انتخاب شد.

2. Bacillus licheniformis
3. Endo protease
4. Au: Anson unit
5. I.u: International standard unit

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به بررسی‌های انجام شده، به نظر می‌رسید که بین 7 فاکتور تأثیرگذار وجود تداخل[6] دور از ذهن نیست. بنابراین 3 تداخل تعیین شد تا علاوه بر اثر فاکتورها، شدت و اثر تداخل این فاکتورها نیز تحت بررسی قرار گیرد. جدول(3)

با توجه به 7 فاکتور 2 سطحی و 3 تداخل بین فاکتور انتخاب شده، آرایه انتخابی مناسب، آرایه متعامد L16 با 16 آزمایش بوده و شرایط انجام آزمایشات به شرح آورده شده در جدول 4 می‌باشد. در این شکل شرایط سطوح هر فاکتور با اعداد 1 و 2 در آزمایشات نشان داده شده است.

2-5- روش آزمایش

ابتدا دانه سویا به خوبی آسیاب شده و برای رسیدن به اندازه مورد نظر در هر آزمایش از مش مخصوص عبور داده شد، سپس سوسپانسیون دانه و آب مقطر جوشیده تا نسبت رقّت مورد نظر در هر آزمایش تهیه و سوسپانسیون کاملاً هم‌زده شد. آنگاه PH و دمای محلول در مقادیر بهینه عملکرد آنزیم‌های سلولاز وپکتیناز تنظیم شد. 4 = PH و دمای محلول 50°C.

آنگاه درب ظرف با کاغذ پارافینی بسته و به مدت لازم در شیکر با دور معیّن و دمای تنظیم شده در 50°C قرار داده شد. بعد از طی زمان هیدرولیز اولیه با آنزیم‌های سلولاز و پکتیناز و تخریب بافت سلولزی و پکتین، مرحله دوم آنزیم‌زنی به منظور هیدرولیز بافت پروتئینی است.

PH این مرحله توسط محلول سود 1 نرمال در PH بهینه عملکرد آنزیم آلکالاز، PH=8.3 و دمای آن در 55°c تنظیم شد، درب ارلن با کاغذ پارافینی بسته و در شیکر با دمای تنظیم شده 55°c و دور معیّن قرار گرفت.

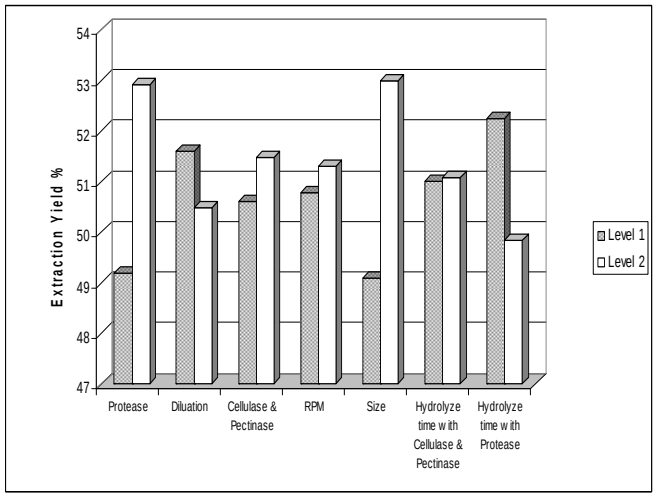
پس از طی دومین مرحله هیدرولیز، برای از بین بردن فعالیت آنزیم‌های موجود، دمای مخلوط سریعاً به 80°c – 75°c و PH محلول نیز توسط اسید کلریدریک 0.1 نرمال به 7 رسید.

بعد از طی این مراحل، سوسپانسیون حاصل به مدت 15 دقیقه با دور 4800 rpm در دمای 15°c تحت سانتریفوژ قرار گرفت. نتیجه این سانتریفوژ سه فاز: جامد باقی‌مانده، فاز آبی پروتئین و بر روی آنها فاز کِرِم امولسیون روغن استخراج شده و پروتئین هیدرولیز شده، است.

تفاله جامد باقی‌مانده در ظرف سانتریفوژ جمع‌آوری، در آون با دمای 100°c -115°c خشک و میزان روغن باقی‌مانده در آن توسط روش سوکسله تعیین گردید.

3- نتایج

16 آزمایش طبق شرایط و ترتیب طراحی شده توسط نرم‌افزار انجام شد و بازده هر آزمایش مجاسبه گردید جدول 5. نتایج بدست آمده توسط نرم‌افزارQualitec4 تحت بررسی قرار گرفت و تحلیل آماری واریانس برای تعیین سهم هر یک از عوامل تحت بررسی در فرآیند به کار گرفته شد.جدول 6 و نمودار شماره 1.



نمودار 1 مقایسه بازده استخراج در سطوح مختلف

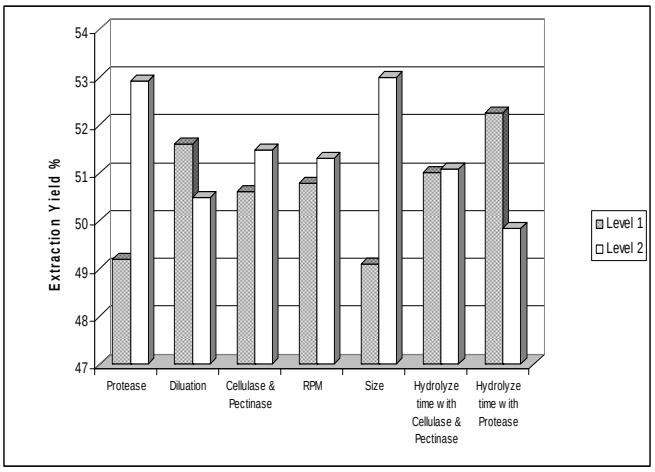
از بین 7 فاکتور و 3 اثر متقابلی که مورد بررسی قرار گرفت، اثر متقابل بین دو فاکتور نسبت رقّت و سرعت هم‌زدن بیشترین تأثیر و بعد از آن سایز ذرّه سویا، درصد آنزیم پروتئاز مصرفی و زمان هیدرولیز با آنزیم پروتئاز تأثیرگذارترین فاکتورها در میزان بازده استخراج هستند. شدت این اثرات در نمودار شماره 1 نشان داده شده است.

6 . Interaction

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج حاکی از این است که سایز ذره یکی از تأثیر-گذارترین عوامل در میزان بازده خواهد بود و با ریز شدن بیشتر دانه سویا بازده استخراج نیز افزایش می‌یابد.



نمودار 2 نمودار اثر 2 سطح متفاوت فاکتورها بر روی بازده استخراج

در فرآیندهای معمول، دانه سویا قبل از استخراج با هگزان پوست‌گیری شده و برای حداقل کردن مسیر نفوذ برای استخراج روغن به تکه‌های کوچک تبدیل می‌شود. از آنجا که استخراج روغن در این روش بر مبنای انتقال جرم است، لذا شکستن دیواره سلّولی در استخراج آنزیمی برای افزایش بازده روغن الزامی است و سایز کوچکتر ذرات فرآیند انتقال جرم را تسهیل می کند.

همچنین نتایج نشان داد که سرعت هم زدن بیشتر به بالاتر رفتن بازده کمک می کند، به این علّت که سرعت-های بالاتر به شکسته شدن دیواره سلّولی دانه سویا کمک می‌کند و این همان چیزی است که در استخراج با آب به آن نیاز داریم چون آب نمی‌تواند روغن را از دیواره سلّولی دست نخورده و سالم استخراج کند.

نتایج نشان داد که غلظت آنزیم ها نیز در بالا بردن بازده استخراج موثرند. چون آنزیم‌ها عامل تخریب دیواره سلولی و رهایش روغن به دام افتاده در لایه‌های پروتئینی و پلی‌ساکاریدی هستند، بدیهی است افزایش میزان آنها در بهبود میزان بازده استخراج مؤثر خواهد بود.

زمان هیدرولیز اول مدتّی است که بافت های پلی ساکاریدی دیواره با آنزیم‌های پکتیناز و پروتئاز تحت تخریب قرار می‌گیرند. طبق نمودار شماره 1 افزایش زمان هیدرولیز اول از 1 ساعت به 3 ساعت تأثیر چندانی در میزان بازده نخواهد داشت و تخریب اصلی در همان 1 ساعت اول انجام می‌پذیرد ولی افزایش زمان تأثیر برای آنزیم پروتئاز باعث افزایش بازده استخراج خواهد شد.نمودار 5 و 6.

همانطور که در نمودار مربوط به اثر رقّت مشاهده می‌شود، میزان بازده استخراج در سطح 1 رقّت یعنی 7:1 بیشتر از میزان رقّت در سطح2 است. بر مبنای تجارب موجود پیشنهاد می‌شود که در اکثر حالات یک مقدار مینیمم آب برای استخراج بهینه روغن لازم است. در کمترین میزان رقّت لازم، ویسکوزیته افزایش می‌یابد و در نتیجه هم‌زدن دچار مشکل می‌شود. از دیدگاه فرآیندی نیز، نسبت‌های بالای آب به جامد به علّت اینکه منجر به فرآیندهای اضافی بیشتر مثل سانتریفوژ و نیز افزایش زمان و ظرفیت سانتریفوژ می‌گردد، مناسب نیست.

نتایج حاصل از تحلیل نرم‌افزار نشان داد که فرضیه وجود تداخل بین عوامل کاملاً به جاست. از 3 اثر متقابل انتخابی، شدت تداخل بین سایز ذرّه و درصد آنزیم پروتئاز ناچیز و قابل صرف نظر است ولی اثر متقابل دیگر، بین دور هم‌زدن و نسبت رقّت با حدود 41٪ قابل توجه است، شدت اثر تداخلی بعدی؛ بین دور هم‌زدن و درصد آنزیم پروتئاز نیز ناچیز وحدود 3٪ است.جدول6

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2 فاکتورهای مؤثر و سطوح انتخابی در آزمایشات

	فاکتورها	سطح 1	سطح 2
1	نسبت رقّت	7:1	12:1
2	دور هم‌زدن	180rpm	220rpm
3	درصد آنزیم پروتئاز	٪3	٪5
4	درصد آنزیم‌های سلولاز وپکتیناز	٪1	٪2
5	زمان هیدرولیز مرحله دوّم	12 ساعت	5.30 ساعت
6	سایز ذره	500 میکرون	355 میکرون
7	زمان هیدرولیز اولیه	3 ساعت	1 ساعت

جدول 3 فاکتورهای مؤثر، سطوح و تداخل‌های انتخابی در آزمایشات

	فاکتور	سطح 1	سطح 2
1	نسبت رقت	7:1	12:1
2	دور هم زدن	rpm180	rpm220
3	دور هم زدن * نسبت رقت	تداخل*	*
4	درصد آنزیم پروتئاز	٪3	٪5
5	درصد آنزیم های سلولاز وپکتیناز	٪1	٪2
6	دور هم‌زدن * درصد آنزیم پروتئاز	تداخل*	------
7	زمان هیدرولیز مرحله دوم	12 ساعت	5.30 ساعت
8	سایز ذره	500 میکرون	355 میکرون
9	زمان هیدرولیز اولیه	3 ساعت	1 ساعت
10	COLUMN UNUSED	---------	---------
11	COLUMN UNUSED	---------	---------
12	سایز ذره * درصد آنزیم پروتئاز	تداخل*	---------

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 4 آرایه متعامد L16

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
آزمایش 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
آزمایش 2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	0	0	2
آزمایش 3	1	1	1	2	2	2	2	1	1	0	0	2
آزمایش 4	1	1	1	2	2	2	2	2	2	0	0	1
آزمایش 5	1	2	2	1	1	2	2	1	1	0	0	1
آزمایش 6	1	2	2	1	1	2	2	2	2	0	0	2
آزمایش 7	1	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	2
آزمایش 8	1	2	2	2	2	1	1	2	2	0	0	1
آزمایش 9	2	1	2	1	2	1	2	1	2	0	0	1
آزمایش 10	2	1	2	1	2	1	2	2	1	0	0	2
آزمایش 11	2	1	2	2	1	2	1	1	2	0	0	2
آزمایش 12	2	1	2	2	1	2	1	2	1	0	0	1
آزمایش 13	2	2	1	1	2	2	1	1	2	0	0	1
آزمایش 14	2	2	1	1	2	2	1	2	1	0	0	2
آزمایش 15	2	2	1	2	1	1	2	1	2	0	0	2
آزمایش 16	2	2	1	2	1	1	2	2	1	0	0	1

جدول 5 بازده آزمایشات

شماره	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
بازده٪	درصد 44.27		جمع خالص 48.43		نسبت F 49.84		واریانس 55.96		جمع مربعات 46.97		درجه آزادی 54.17		فاکتور 47.31		45.83	49.3

	1.677		4.601		10.756		5.072		5.072		1				فاکتور ۸۳۱	

جدول 6 اثرات اصلی هر فاکتور

www.SID.ir

Archive of SID

2	رقت	1	1.075	1.075	2.280	0.604	0.220
3	دور همزدن	1	113.155	113.155	239.939	112.683	41.082
4	رقت * دور هم زدن	1	55.461	55.461	117.602	54.989	20.048
5	غلظت پروتئاز	1	3.120	3.120	6.616	2.648	0.965
6	سلولاز*پکتیناز	1	8.514	8.514	18.053	8.042	2.932
7	دور همزدن* غلظت پروتئاز	1	23.549	23.549	49.934	23.077	8.413
8	زمان هیدرولیز با پروتئاز	1	61.037	61.037	129.425	60.565	22.081
9	سایز ذره	(1)	(0.019)				0.000
12	زمان هیدرولیز اولیه	(1)	(0.298)				0.000
	سایر/خطا	7	3.300	0.471			2.582
	جمع	15	274.287				٪100

جدول 7 شرایط بهینه استخراج

تاثیر	سطح	سطح انتخابی	فاکتور	
0.563	1	7	نسبت رقت	1
0.259	2	rpm220	دور هم زدن	2
2.659	2	……	دور هم زدن * نسبت رقت	3
1.861	2	0.05	درصد آنزیم پروتئاز	4
0.441	2	0.02	درصد آنزیم های سلولاز و پکتیناز	5
0.729	2	……	دور هم‌زدن * درصد آنزیم پروتئاز	6
1.213	1	12 ساعت	زمان هیدرولیز مرحله دوم	7
1.953	2	355 میکرون	سایز ذره	8
0.035	2	1 ساعت	زمان هیدرولیز اولیه	9
0.138	2	……	سایز ذره * درصد آنزیم پروتئاز	12
9.85			سهم کلیه فاکتورها	
51.05			متوسط عملکرد فعلی	
60.901			نتیجه پیش بینی شده در شرایط بهینه	

پس از بررسی‌های مربوط به شدت اثر عوامل و چگونگی تأثیر پاسخ با تغییر عوامل و نیز اثرات متقابل، شرایط بهینه استخراج با انجام محاسبات آماری توسط نرم‌افزار به شرح جدول 7 تعیین گردید.

همانطور که در این جدول مشخص است بیشترین میزان بازده استخراج هنگامی رخ می‌دهد که فاکتور نسبت رقت در سطح 1، 7:1 و دور هم‌زدن در سطح 2: rpm 220 تنظیم شده باشد و تنظیم این دو فاکتور در این سطوح دارای اثر تداخلی مثبت و باعث افزایش بازده می‌گردد.

با تعیین شرایط بهینه استخراج مقدار بازده استخراج، آزمایش تأیید در مقیاس 500 میلی‌لیتری با دو بار تکرار انجام شد و میزان بازده در هر دو مرحله به 60.72٪ و 61.42٪ رسید.

با توجه به وجود کارخانجات متعدد استخراج روغن و اهمیت بالای کیفیت روغن و نقش آن در سلامت جامعه،

www.SID.ir

Archive of SID

لزوم بهبود و توسعه روش‌های جدید استخراج یکی از دغدغه‌های بخش استخراج روغن است.

استخراج آبی آنزیمی یکی از جدیدترین روش های استخراج روغن می باشد که در سال های اخیر به خصوص در مورد دانه آفتابگردان و سویا در دنیا مورد توجه قرار گرفته است. این روش در مقیاس آزمایشگاهی و نیمه آزمایشگاهی در این پروژه برای بار اول درکشور انجام پذیرفت.

در این طرح کلیه پارامترهای مؤثر در فرآیند، بررسی و بهترین شرایط برای استخراج معیّن شد. با توجه به نتایج بدست آمده، استفاده از روش‌های مکانیکی قوی‌تر در شکست دیواره سلولی، کوچک‌تر کردن اندازه ذرّه و استفاده از روش‌هایی نظیر اولتراسونیک برای شکست بیشتر دیواره سلولی، استفاده همزمان از فرآیندهای مکانیکی نظیر پرس در مقیاس‌های بزرگتر و استفاده از تجهیزات امولسیون شکن نظیر jet type homogenizer جهت بهبود نتیجه در ادامه کار پیشنهاد می‌شود.

4- منابع

[1]SANTOS, Renata Dinnies and FERRARI, Roseli Aparecida.“Aqueous Enzymatic of Soybean Oil”. Ciênc. Tecnol. Aliment. Jan. /Mar. 2005, vol.25,

[2]Official & Tentative Methods of American oil Chemists Society”, vol. 1 third edition , AOCS 1964

[3] AOAC. Official methods of analysis,15th ed. “Association of Official Analytical Chemists”, Washington DC

[4] D.A. Rickert, L.A. Johnson*, P.A. Murphy, C.E. Glatz, S. Jung “Aqueous and Enzyme-Assisted Edible Oil Extraction and Recovery: A Review” Department of Food Science and Human Nutrition and Center for Crops Utilization and Research, Iowa State University, Ames, Iowa

[5]Roy, R.,”Design of experiments using the Taguchi approach, 16 steps to product & Process Improvement “, John Wiley & Sons, 2001

[6]Ross, P. J. , “ Taguchi techniques for Quality Engineering “ , Mc Graw – Hill 2nd edition .1996

[7]SANTOS, Renata Dinnies and FERRARI, Roseli Aparecida.“Aqueous of Soybean Oil”. Ciênc. Enzymatic Tecnol. Aliment. Jan. /Mar. 2005, vol.25,

[8]SANTOS, Renata Dinnies and FERRARI, Roseli Aparecida.“Aqueous Enzymatic of Soybean Oil”. Ciênc. Tecnol. Aliment. Jan. /Mar. 2005, vol.25, no.1, p.132-138. ISSN 0101-2061.

[9]Rosenthal A, Pyle DL, Niranjan K, Gilmour S, Trinca L" Combined effect of Operational Variables and Enzyme Activity on Aqueous Enzymatic Extraction of Oil and Protein from Soybean" Enzyme Microb. Technol. 2001 Apr 5;28(6):499-509

[10]H. Domínguez, M. J. Núñez and J. M. Lema” Enzyme Assisted Hexane Extraction of soya bean Oil “ Food Chemistry ,Volume 54, Issue 2 , 1995, Pages 223-231

[11]J.Sineiro, H. Dominguez, M. J. Nunez & J. M Lema, “Optimization of the Enzymatic Treatment during Oil Extraction from Sunflower seeds” .Food Chemistry, Vol .61, No.4 pp.467-474, 1998.

[12]Sugarman, N., "Process for simultaneously extracting oil and protein from oleaginous materials", US Patent 2,762,820

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of operational variables on aqueous enzymatic oil extraction from soybean

Dabbaghha, M. [1], Vossoughi, M. [2*]

1- Master of Chemical engineering - food science, Department of Chemical Engineering Facultative Engineering Department Ferdowsi Univ.
2- Professor of Sharif university of technology, Department of Chemical and Petroleum Eng.,Sharif Univ. of Tech
3- Institute for Nano-Sience and Nano-technology,Sharif Univ. of Tech.
(Received:89/5/21 Accepted: 89/7/22)

In comparison with traditional extraction methods, aqueous enzymatic extraction of oil from oilseeds is a recent clean technology. This paper reports work performed at laboratory scale to extract soybean oil by aqueous enzymatic extraction method.

In the present work the influence of enzymes concentration, extraction time, dilution ratio, particle size and 3 interactions in the final yield are evaluated and process parameters have been optimized by Taguchi method.16 extraction experiments carried out, statistical analysis showed that particle size was the most significant variable in oil extraction. Themaximal oil extraction yield was 61.42%.

Key Words: Aqueous enzymatic extraction, Cellulase soybean oil, Pectinase, Protease, Taguchi method

* Corresponding author email address: vossoughi@sharif.edu

www.SID.ir