مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الصحية المجلد (30) العدد (1) 2008
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Medical Sciences Series Vol. (30) No. (1) 2008

معالجة المخلفات التصنيعية لثمار الحمضيات بهدف إنتاج الكحول الإيتيلي والكتلة الحيوية

الدكتور مفيد ياسين*

(تاريخ الإيداع 28/ 10 / 2007. قُبِل للنشر في 17 / 12 / 2007)

□ الملخّص □

تنمية خميرة الـ Saccharomyces cerevisiae على مخلفات تصنيع ثمار الحمضيات المنتجة في سورية تمثل إحدى الإمكانيات التي يمكن بواسطتها إنتاج الكحول الإيتيلي بمردود 30–47%، وبروتين الكتلة الحيوية بزيادة من (3–5) مرات، وتحسين في صفاتها الكمية والحسية.

يعتبر هذا الوسط المتخمر الناتج عالي القيمة بمحتواه في البروتين وألياف البكتين والليمونئيدات والفلافونئيدات التي تعتبر عوامل حماية كيميائية التي يمكن استخدامها كمنتجات تغذوية لدى الإنسان أو أعلاف حيوانات.

الكلمات المفتاحية: مخلفات الحمضيات، الايتانول، الكتلة الحيوية، مولاس.

* أستاذ مساعد في قسم الكيمياء التحليلية والأغذية – كلية الصيدلة – جامعة تشرين–اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الصحية المجلد (30) العدد (1) 2008
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Medical Sciences Series Vol. (30) No. (1) 2008

Treatment of Citrus Fruits Processing Waste for Production of Ethanol and Biomass

Dr. Moufid Yassine *

(Received 28 / 10 / 2007. Accepted 17/12/2007)

□ ABSTRACT □

Saccharomyces cerevisiae cultivation on citrus fruit waste can present a possibility for up-grading the waste obtained at citrus juices production in Syria.

By cultivating Saccharomyces cerevisiae, the distillated ethanol ratio of the fermented medium was (30-47%) and protein of biomass was increased by 3-5 times and its quantitative and qualitative have improved Thus, fermented media with its high content of proteins, pectin fibers, limonoides and flavnoides acting as chemoprotectors agents could be used as nutrition products for human and feed for animals.

Keywords: Citrus fruit wastes, Ethanol, Biomass, Molasses.

*Assistant Professor, Department of Analytical Chemistry & Food, Faculty of Pharmacy, Tishreen University, Lattakia, Syria.

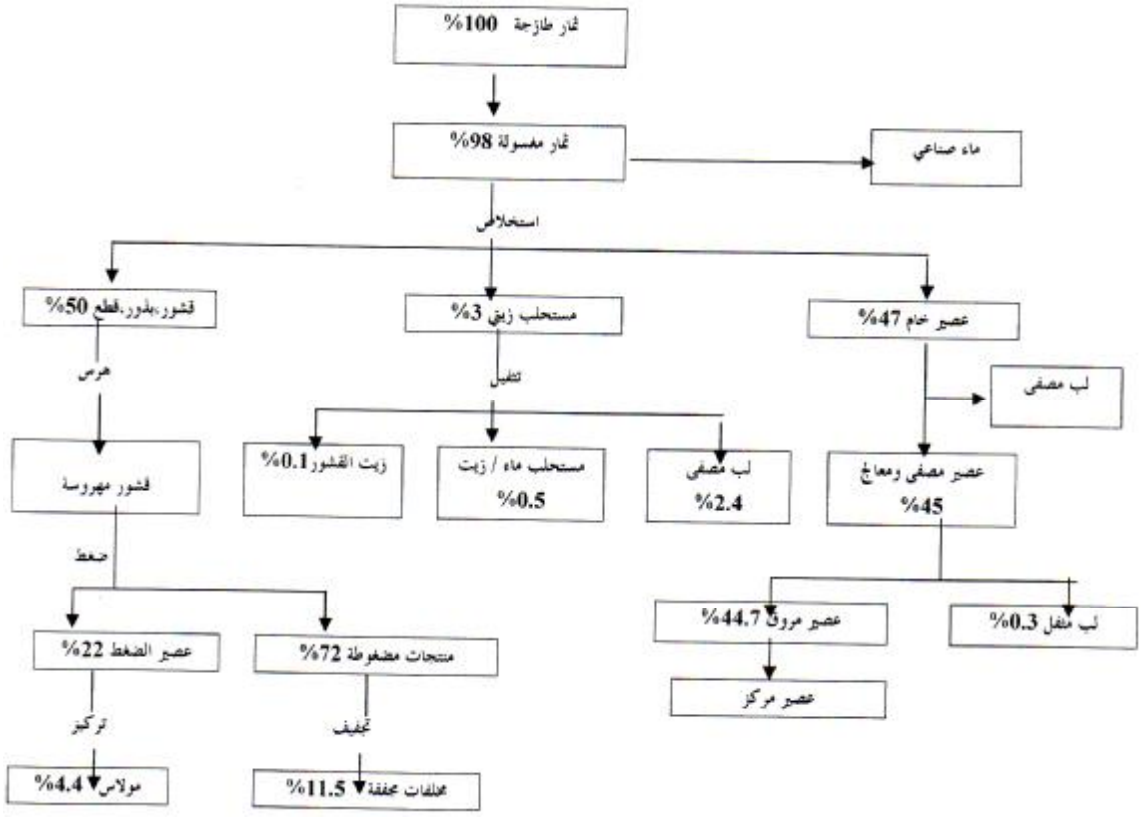
1. مقدمة:

انطلاقاً من المبدأ الأساسي لعلم التقانة الحيوية(Biotechnology) باستخدام النظم الحيوية وطرق تكنولوجية بسيطة بهدف إنتاج مواد ذات قيمة عالية اعتباراً من مواد أولية منخفضة الثمن أو مخلفات، ولاسيما في إنتاج الحاجيات والمتطلبات الضرورية للحياة بالطرق المختلفة، وتجاوز العجز العالمي في الإنتاج التقليدي من حيث الكم و النوعية متناسباً مع الزيادة السكانية.

يتجاوز الإنتاج العالمي لثمار الحمضيات الـ 70 X 10^6 أطنان، والغالبية عبارة عن ثمار البرتقال حوالى 70%، ويتم تصنيع حوالى 85% من هذا الإنتاج في الحصول على العصائر (Wilbur W.; et al 2006)

تنتج سورية حوالى مليون طن من الحمضيات، ويشكل المصنع منها نسبة ضئيلة 10% في بعض المنشآت التصنيعية الغذائية والباقي، إما أن يستهلك طازجاً أو يصدر إلى الدول المجاورة.

يمكن الحصول من الأجزاء التركيبية للثمار (الشكل 1) بالعصر على 40–50% عصير، والباقي يمثل المخلفات التي تعتبر مصدراً أولياً لإنتاج أكثر من 300 منتج مشتق، و يكون المنتج منها بالطريقة الميكروبيولوجية نسبياً منخفضاً..(Braddock, R.J., 1995)



الشكل (1) مخطط تصنيع ثمار الحمضيات

يذكر في الأدبيات العلمية إمكانية استخدام المخلفات بعد استخلاص العصير من ثمار الحمضيات في الحصول على الكحولات والأحماض العضوية والخل والإنزيمات والخميرة العلفية وكثيرٍ من المركبات الحيوية الأخرى بالاعتماد على الطرق البيوتكنولوجية.

يكون إنتاج البروتين وحيد الخلية Single Cell Protein (SCP) باستخدام مخلفات الإنتاج الزراعي إحدى الطرق البيوتكنولوجية المهمة لإنتاج زيادة مهمة في كمية البروتين.

تتعلق الأبحاث التي قام بها Nishio N.; Nagai S. (1981) بزراعة الخمائر التابعة للأنواع Saccharomyces cerevisiae, Rhodotorula glutinis, Debaryomyces hansenii على مخلفات ثمار البرتقال، حيث تم الحصول على 35–45 غ بيوماس في 100 غرام مادة جافة تحتوي من 33–35% بروتين، أي بزيادة من 5–6 مرات للبروتين الخام.

يمكن الحصول على مطاحين بروتينية بزراعة سلالات من Aspergillus niger, Trichoderma viridae, Sporotrichum pulverulentium, Chaetomium globosum على أوساط من مخلفات ثمار الحمضيات كما هي أو المتحللة حمضياً(Vasquez, P., 1993).

يكون نمو الفطور على أوساط من مخلفات ثمار الحمضيات مجدياً من حيث احتواؤها على التغذويات وأيضاً على بعض عوامل النمو مثل فيتامين C و b–كاروتين/بروفيتامينA وحمض الفوليك ومشتقاته الذي يلعب دوراً في الكوإنزيمات الناقلة للكربون في أثناء استقلاب الحموض الأمينية واصطناع الحموض النووية. (Rouseff, R. ,1994)

تم الحصول على بعض الإنزيمات المهمة تصنيعياً (Arabiofuranosidase, Rhamnopyranosidase, Glucosidase and Pectinase) أرابيوفورانوزيداز ورامنوبيرانوزيداز وغلوكوزيداز والبكتيناز من خلال زراعة بعض سلالات الفطور على أوساط تحتوي على قشور ثمار الحمضيات أو مشتقات هذه القشور (Bianchi, G., 1995; Aquilar, G., 1990 ; Fu Mian, 1992)

قادت زراعة الأحياء الدقيقة على أوساط من مخلفات ثمار الحمضيات في شروط مضبوطة إلى الحصول على منتجات مع قيمة تغذوية وحيوية عالية، لا تستخدم فقط في تغذية الحيوانات، وإنما في تغذية الإنسان، بالإضافة إلى أنها مصدر مهم للألياف الغذائية المهمة للهضم عند الإنسان. بينت الكثير من الدراسات بأن بكتين الحمضيات المضاف إلى الأغذية يخفض مستوى امتصاص الغلوكوز مترافقاً مع انخفاض مستوى الأنسولين، وأيضاً انخفاضاً في مستوى الكوليسترول في الدم. يملك البروتين المنتج عن طريق زراعة الفطور قيمة بيولوجية مهمة، حيث يكون غنياً باللويسين واللايزين مقارنة مع البروتين الستاندر لمنظمة الأغذية والزراعة العالمية. تتميز خلايا الفطور بمحتواها المنخفض بالحموض النووية مقارنة مع بروتينات الأحياء الدقيقة الأخرى. (Baker A. R.,1994)

يمكن إنتاج الكحول بمعالجة مخلفات ثمار الحمضيات بكربونات الصوديوم 0.3% ثم الحصول على سائل بالضغط ويركز إلى 50 ^{o}Bx، أو ما يسمى مولاس الحمضيات، ثم يمدد إلى 25 ^{o}Bx ويخمر مع خمائر نوعية ثم يستعاد الكحول بالتقطير (يمكن من 5 ليترات مولاس الحمضيات مع 72 ^{o}Bx تحتوي من 45–50% سكريات متخمرة إنتاج ليتر واحد كحول مطلق). توجهت العديد من الدول إلي إمكانية استخدام مصادر جديدة للطاقة والمواد الخام، وبشكل خاص الكتلة الحيوية، واستخلاص الطاقة من الكتلة الحيوية يكون بشكل خاص من المنتجات والمخلفات الزراعية والتصنيعية يعتبر مهماً الآن في أكثر البلدان، ولاسيما الدول ذات الإنتاج العالي من المنتجات الزراعية ومخلفاتها مثل البرازيل والأرجنتين و الهند و الصين و غيرها(Braddock, 1995) .

تستخدم الطاقة الشمسية بشكل غير مباشر عن طريق الحصول على الطاقة من الكتلة الحيوية (مخلفات الحمضيات)، حيث إن كمية كبيرة من قشور الحمضيات يتم الحصول عليها من عملية استخلاص عصير الحمضيات (حوالى 50%من وزن الحمضيات)، ومن الممكن استخدام طرق التقانة الحيوية لتحويل مخلفات الحمضيات إلى أشكال

مختلفة من الطاقة، فعلى سبيل المثال يمكن الحصول على الكحول من مخلفات الحمضيات (Zhou, W.(et al, 2006) .

يتم معادلة مخلفات الحمضيات منزوعة الزيت والمطروحة من جهاز الاستخلاص بعد تقطيعها بكربونات الكالسيوم، ثم تنقل إلى مكابس خاصة، وتعالج المخلفات المعصورة لتصبح علفاً للحيوانات كما كان عليه الحال سابقاً، وتتم تصفية السائل الناتج عن العصر بمصافٍ خاصة تمنع تشكل رواسب كلسية في المجاري السفلى لجهاز التبخير في أثناء عملية تركيز السائل بواسطة التبخير.

يمكن استخدام السائل المعصور قبل تركيزه في التخمر، فالخميرة تتضاعف إذا أضيف إليها الأوكسجين، أما إذا منع عنها الهواء فينتج بذلك الكحول من الكربوهيدرات (Wilbur W. ,et al 2006) .

يتم في هذه العملية الحيوية بتحول السكر في السائل المعصور إلى الكحول وغاز CO_2، وعندما تنتهي عملية التخمر الكحولي، يتم ترشيح الناتج الكحولي غير الصافي، ثم يتم فصل الكحول وتجزيئه في أعمدة تصفية خاصة، وإن الخمائر مع الأجسام الصلبة اللامتخمرة تعزل في جهاز الطرد المركزي.

يستخدم الكحول الناتج عن هذه العملية كوقود حيوي لإنتاج الطاقة لمحركات الاحتراق، ويمتاز هذا الوقود عند مقارنته مع النفط بأنه على مستوىً عالٍ من الحفاظ على نظافة البيئة.(Zhou, W., et al, 2007) .

إن الكحول الناتج عن قشور الحمضيات هو منتج رئيس للصناعات الكيميائية و الدوائية، مثل اللدائن والكيماويات وأيضاً المذيبات وغيرها من الصناعات (Widmer, et al, 2006) .

يبين هذا العمل إحدى الطرق المستخدمة في معالجة المخلفات التصنيعية لثمار الحمضيات في سورية، وتم إنجازه في مخبر الكيمياء الغذائية في كلية الصيدلة – جامعة تشرين عام 2006–2007.

2. أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية هذا العمل المتعلق بمعالجة مخلفات ثمار الحمضيات المصنعة في سورية بزراعة خميرة Saccharomyces cervisea عليها بهدف إنتاج الكحول الإيتيلي وزيادة المحتوى البروتيني فيها الذي يمكن استخدامه في التغذية لاحتوائه على مركبات عالية القيمة التغذوية والصحية، وبشكل فائدة اقتصادية وبيئية على مستوى المنتجين والمستهلكين.

3. طريقة البحث ومواده:

1.3.المواد المستخدمة:

ثمار برتقال بلدي (إنتاج اللاذقية) ذو شكل كروي ولون برتقالي ومتوسط الحجم– وسيط كيلدال– حمض كبريت كثيف– ماءات الصوديوم– كاشف كيلدال– حمض كلور الماء– يود البوتاسيوم– أوكزالات البوتاسيوم– تيوسلفات الصوديوم– كربونات الصوديوم اللامائية– طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم– كبريتات النحاس المائية– بيكربونات الصوديوم– حمض كلور الماء المركز(1.19) – فركتوز 0.5%– غلوكوز 0.5%– سكريات مختلفة – نشاء 0.5 %– وسط تشابك (سكروز –K_2HPO_4– $KCl–MgSO_4.7H_2O$ – $NaNO_3$ – $FeSO_4$– آغاز) – خميرة طرية (قوالب)– مولاس.

2.3. الأجهزة والأدوات:

سحاحات للمعايرة – أطباق بتري – سكاكين – هاون – خلاط آلي – بياشر مختلفة السعات– ارلينات مختلفة السعات– أقماع ترشيح– ورق ترشيح– جفنات بورسلان – فرن تجفيف – حمام مائي– عصارة يدوية– ورق ألمنيوم – شاش للتصفية– ميزان حساس وسباتولا– ممصات مختلفة الحجوم– اسطوانات مدرجة– جهاز قياس الـ pH – ملقط– قضيب زجاجي– مبرد Dexicator – مرمدة – جهاز كيلدال – جهاز تقطير الكحول – أوتوغلاف للتعقيم (موصدة) – بالون معايرة – حاضنات – مقياس بريكس – أنابيب اختبار 25 x 200 mm .

3.3. الطرق التحليلية المستخدمة:

- تعيين الرطوبة بالطريقة الوزنية بالتجفيف في الفرن الكهربائي على حرارة 105 C° حتى ثبات الوزن.
- تعين السكريات المرجعة بطريقة شيفر سوموجي (AOAC) Shaffer- Somogy
- تحيد الآزوت الكلي والبروتين الكلي بطريقة كيلدال
- تعيين رقم الحموضة بواسطة جهاز الـ pH
- تحديد المردود بطريقة الوزن
- تحديد الرماد بطريقة الترميد في المرمدة حتى الوزن الثابت عند حرارة 600 C°
- زرع الفطور وعزلها في أطباق بتري
- تعقيم الوسط باستخدام الاوتوغلاف (الموصد) عند الدرجة 121C° لمدة 15 دقيقة
- التخمير بواسطة استخدام خميرة الخبز Saccharomyces cerevisiae
- التقطير الكحولي باستخدام جهاز التقطير لجهاز كيلدال.

4. النتائج والمناقشة:

1.4. إنتاج الكحول والبيوماس مخبرياً من قشور الحمضيات

Biomass & Alcohol Production from Citrus Waste

1.1.4. تحضير الثمار Citrus fruits Preparation

تم تحضير ثمار الحمضيات نوع (البرتقال بلدي Valencia orange) بعملية الغسيل، ثم البشر لإزالة الزيوت العطرية، ثم غسلها ثانية بالماء والحصول على العصير الذي نسبته تتراوح بين 50–55 %. يتم تقطيع الباقي بواسطة خلاط مخبري والحصول على الوسط من مخلفات الحمضيات الذي يستخدم لزراعة الخمائر بهدف إنتاج الكحول الإيتيلي والبيوماس. تم تحديد السكريات والبروتين والمادة الجافة والرماد ودرجة الحموضة في هذه المخلفات، كما هو موضح في الجدول(1)

الجدول (1) يبين التركيب الكيميائي لمخلفات الحمضيات المدروسة

المؤشر	القيمة المتوسطة	الواحدة
الرطوبة	82	%
المادة الجافة	18	%
الرماد	6	% مادة جافة

pH	4.5	–
بروتين كلي	7.5	% مادة جافة
سكريات مرجعة	34.38	% مادة جافة
سكروز	24.01	% مادة جافة

يبين الجدول أن مخلفات الحمضيات تحتوي على سكر مرجع 34.38% مادة جافة وبروتين 7.5% مادة جافة والتي تؤمن بالإضافة إلى التركيب المعدني والمغذيات الأخرى في القشور مصدراً مهماً لنمو الخميرة وإنتاج الكحول والبيوماس، وبسبب الكمية المنخفضة للسكريات في الوسط المحضر من هذه القشور تم تعديل الوسط إلى بريكس BX =12–13% باستخدام مولاس الشوندر السكري (مصدره معمل سكر حمص)، وقد تم حساب المردود للمخلفات كما يأتي: وزن عينة البرتقال =1108.76g

وزن القشور = 471.5 g Ü المردود = 42.52 %

وزن العصير = 590.75 g Ü المردود = 53.28 %

وزن البذور = 8.9 g Ü المردود = 0.8 %

وزن الزيوت العطرية = 37.61g Ü المردود = 3.4 %

2.1.4. تحضير الوسط الزرعي Culture Medium

استخدمت مخلفات ثمار البرتقال كمواد أولية في عملية التخمر بعد استخلاص العصير تم تقطيع المخلفات وطحنها. يتم بالحلمهة الحمضية زيادة المحتوى بالسكريات القابلة للتخمر (يؤخذ 100 غ مخلفات مقطعة ومطحونة، ثم تكمل حتى 1000مل بحمض الكبريت 0,8 ن وبنظام التعقيم 15 دقائق/120°م)، وأضيف إلى الوسط مصادر للآزوت (كبريتات الأمونيوم) والمعدنية (فوسفات البوتاسيوم)، وكانت كمية السكريات المرجعة 5.522غ%مل وسط محلمه كيميائياً.

3.1.4. تحضير الخميرة Sacharomyces cervisea

تم أخذ 50 غ خميرة طرية وأضيف لها 50 مل ماء، وتحل الخميرة جيداً بالماء، وتنشط في الحمام المائي لمدة 30 دقيقة على درجة حرارة 30 مْ فيتم الحصول على محلول الخميرة النشيطة الجاهزة للاستخدام كبادئ تخمير.

2.4. عملية التخمير بهدف إنتاج الكحول الإيتيلي Ethylic Fermentation

بتطبيق شروط التخمير وهي درجة الحموضة pH = 3.5–5.65 ودرجة الحرارة t = 30–35°C ودرجة البريكس BX =12–13% ومدة التخمير يوم 5–4 وتضاف الأملاح المعدنية بنسبة 0.1 مغ %مل وسط. تستخدم قشور الحمضيات كوسط لإنتاج الكحول ومقارنته مع وسط يضاف إليه المولاس حتى الوصول إلى قيمة البريكس المطلوبة وتطبق الشروط نفسها من حرارة وحموضة وزمن.

وتم إجراء عملية التخمير في ظروف مختلفة، حيث كان يوجد (9) أوساط وعلى (3) مكررات، وضع في كل منها 200 غ من القشور المطحونة، ثم تم إضافة الماء كما هو موضح في الجدول (2) :

الجدول (2) يبين تركيب الوسط الزرعي المختبر

رقم العينة	ماء	بريكس (%)	pH
1	250 ml + مولاس	13	5.6
2	300 ml + مولاس	13	5.61
3	350 ml + مولاس	13	5.61
4	400 ml + مولاس	13	5.65
5	400 ml + مولاس+ pH تعديل	13	4.95
6	400 ml + بدون مولاس+ pH تعديل	2.5	4.84
7	400 ml + بدون مولاس	2.5	4.2
8	وسط محلمه كيميائياً بدون إضافة ماء + مولاس	13	3.5
9	وسط محلمه كيميائياً	4	3.6

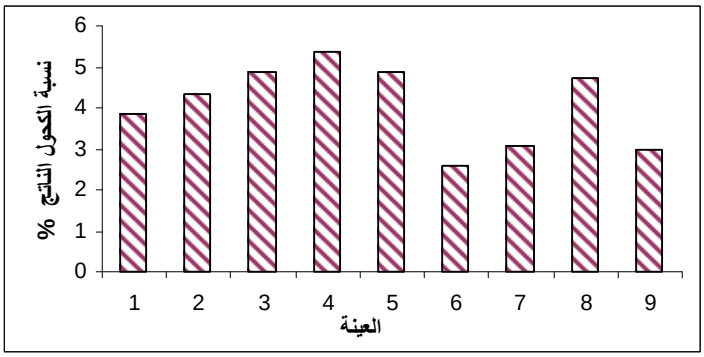
ثم بعد ذلك يضاف 20 مل من محلول الخميرة المحضر مسبقاً لكل أرلينة، وتم التخمير في حمام مائي على درجة حرارة $30-35C^{o}$ لمدة 5 أيام، وكل يوم يطرح غاز CO_2 المتشكل في أثناء التخمير بوساطة انطلاقه من الأنبوب الخاص بذلك .

3.4. عملية التقطير والحصول على الكحول الإيتلي Ethylic distillation

يستخدم جهاز التقطير في جهاز كيلدال، فبعد وضع 100 مل من الوسط المتخمر في الأنبوب الخاص ووضعه في مكانه في الجهاز، ثم توضع كمية قليلة من الماء المقطر في أرلينة الاستقبال. يستمر بعملية التقطير بعد تشغيل الجهاز حتى يتشكل حوالى 100 مل في الأرلينة ثم يوقف الجهاز، وتحسب كمية الكحول بوساطة البكنو متر كما هو موضح في الجدول(3) والشكل(2)

الجدول(3) يبين كمية الكحول المتوسطة الناتجة عن عملية التخمير

رقم العينة	الكثافة d	النسبة الحجمية %	وزنياً %	مولياً
1	0.9944	3.85	3.06	1.22
2	0.9937	4.36	3.47	1.38
3	0.993	4.87	3.88	1.55
4	0.9923	5.39	4.29	1.72
5	0.993	4.87	3.88	1.55
6	0.9962	2.58	2.05	0.81
7	0.9955	3.08	2.45	0.97
8	0.9932	4.72	3.76	1.50
9	0.9965	3.00	2.37	0.94

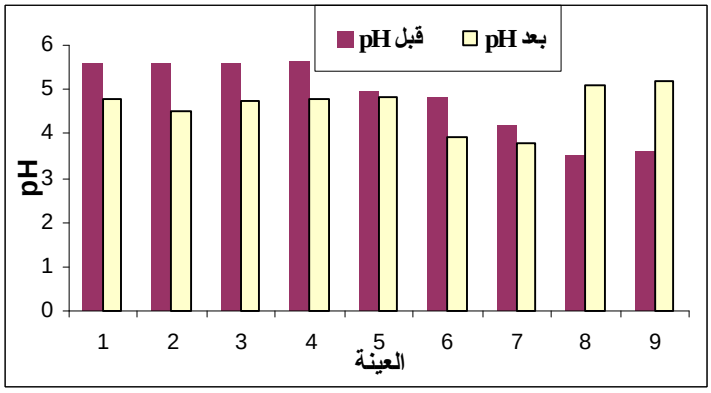


الشكل (2) يبين النسبة الحجمية المتوسطة للكحول الناتج

تبين النتئج من المخطط البياني بأن العينة رقم (4) أعطت أكبر كمية من الكحول، ثم يليها باقي العينات التي أضيف إليها المولاس، أما باقي العينات التي لم يُضف إليها المولاس فكانت نسبة الكحول الناتج متدنية بسبب عدم كفاية في كمية السكريات المتخمرة. وكانت نتائج قياس قيم الـ pH قبل وبعد عملية التخمير مبينة في الجدول(4) والشكل(3)

الجدول(4) يبين قيمة الـpH الأولية والنهائية المتوسطة للوسط المتخمر

العينة	الـ pH قبل	الـ pH بعد
1	5.6	4.8
2	5.61	4.5
3	5.61	4.72
4	5.65	4.8
5	4.95	4.81
6	4.84	3.91
7	4.2	3.8
8	3.5	5.1
9	3.6	5.2



الشكل(3) يوضح تغيرات الـ pH في الوسط المتخمر

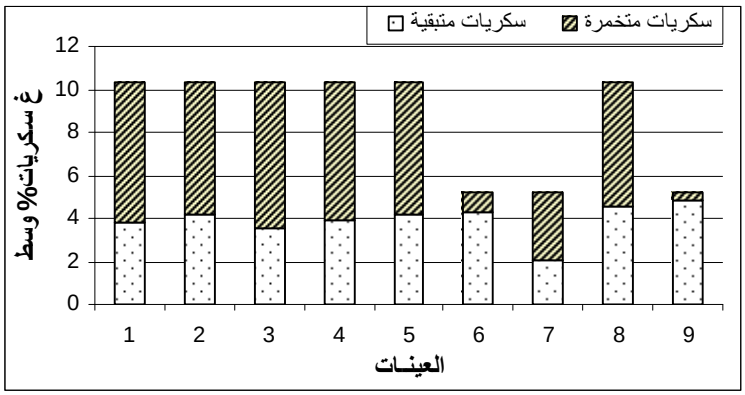
نلاحظ من النتائج بأن الحموضة قد ازدادت في كل العينات المضاف اليها المولاس باستثناء العينات المحللة كيميائياً، فقد انخفضت الحموضة. يعلل ذلك إلى تشكل الحموض في الوسط بدلاً من الكحول، أما بالنسبة للعينات

المحللة كيميائياً فقد استهلكت الخمائر الحموضة بسبب نسبة السكريات المرجعة المنخفضة، حيث من 200غ مخلفات يوجد 21غ سكر مرجع في 400مل وسط، أي إنه يوجد5.25 سكر مرجع في 100مل وسط.

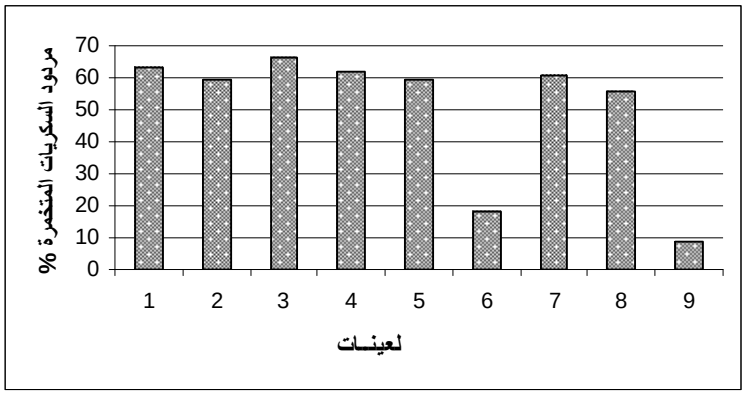
أما كمية السكر المرجع الموجودة في العينات التي فيها مولاس فتحسب كما يلي: (45مل مولاس)+(200غ قشور) في 400مل وسط يعني21 +20.25 = 41.25 غ سكر مرجع، أي إن كل 100مل وسط تحوي 10.3125% سكر مرجع. تبين من حساب السكريات المتبقية والمتخمرة ومردود المتخمر منها بأنه لم يستقلب أكثر من 50−65% منها لأسباب أن كمية الكحول الناتجة تثبط نمو الخميرة أو لنقص بعض العوامل الحيوية المنشطة في الوسط المتخمر كما هو موضح في الجدول (5) والشكلين (4) و(5)

الجدول(5) يبين متوسط مردود السكريات المتخمرة للعينات

العينة	غ السكر الكلي قبل التخمير %وسط	غ السكر المتبقي %وسط	غ السكر المستهلك % وسط	مردود السكريات المتخمرة%
1	10.3125	3.82	6.49	62.93
2	10.3125	4.181	6.13	59.44
3	10.3125	3.5	6.81	66.03
4	10.3125	3.9	6.41	62.16
5	10.3125	4.2	6.11	59.24
6	5.25	4.3	0.95	18.1
7	5.25	2.08	3.17	60.38
8	10.3125	4.6	5.71	55.36
9	5.25	4.8	0.45	8.57



الشكل(4) مخطط يبين متوسط كمية السكريات المتخمرة واللامتخمرة في الوسط



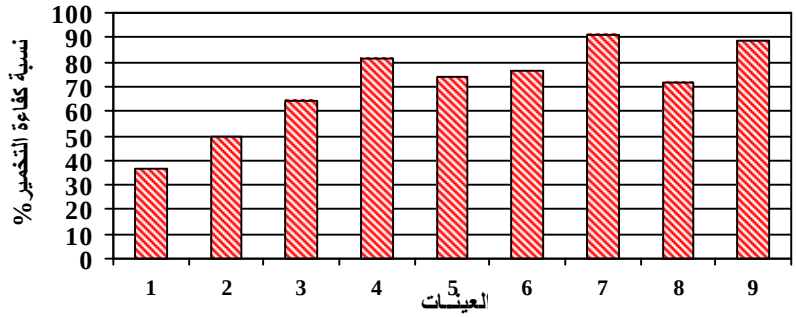
الشكل(5) مخطط يبين مردود السكريات المتخمرة

$$\text{نسبة كفاءة لتخمير} = \frac{\text{كمية الكحول المنتجة فعلياً}}{\text{كمية الكحول المنتجة نظرياً}} \times 100$$

وكانت نسبة كفاءة التخمير للعينات كما هو مبين في الجدول (6)

الجدول(6) يبين نسبة كفاءة التخمير للعينات المتخمرة%

رقم العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9
نسبة كفاءة التخمير %	36.29	49.38	64.41	81.39	73.61	76.40	91.31	71.77	88.33



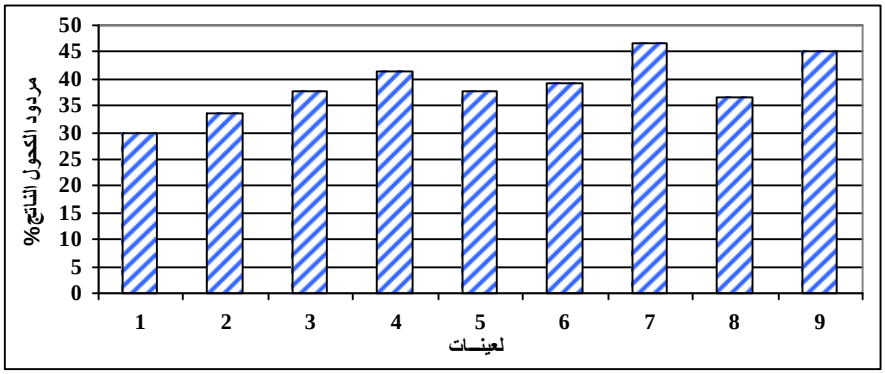
الشكل(6) يبين النسبة المئوية لكفاءة التخمير في العينات المختبرة

من الجدول (6) والشكل (6) نلاحظ أن كفاءة التخمير التي تساوي كمية الكحول المنتجة فعلياً إلى كمية الكحول المنتجة نظرياً كانت متزايدة بزيادة الرطوبة في الوسط، أي تصبح السكريات متاحة أكثر للاستقلاب من قبل الخميرة، وهذا ما يبينه نسبة مردود الكحول في الجدول (7) والشكل (7) خاصة في الأوساط (4) و(7) و(9) .

$$\text{أما بالنسبة لمردود الكحول} = \frac{\text{كمية الكحول الناتج عملياً}}{\text{كمية السكر الداخل الكلي}} \times 100$$

الجدول(7) يبين مردود الكحول الناتج للعينات المتخمرة%

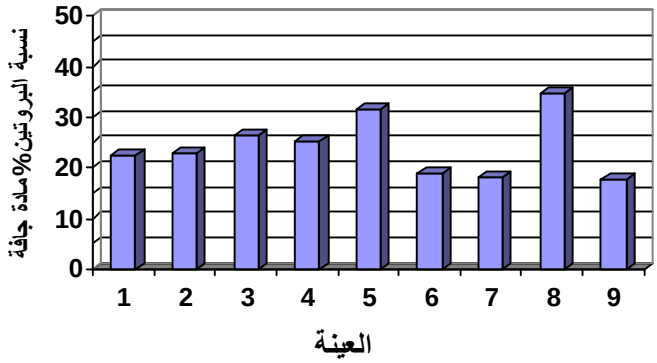
رقم العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9
المردود%	29.67	33.64	37.62	41.60	37.62	39.05	46.70	36.46	45.14



الشكل(7) يبين مردود الكحول الناتج للعينات المتخمرة%

الجدول(7) يبين متوسط كمية البروتين الناتج في الوسط للعينات المتخمرة

رقم العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9
كمة البروتين g%g مادة جافة	22.33	22.81	26.32	25.21	31.42	18.89	18.15	34.66	17.78



الشكل(7) يبين متوسط كمية البروتين الناتج في الوسط للعينات المتخمرة

من الجدول (7) والشكل (7) نلاحظ زيادة كمية البروتين بحدود من (3–5) أضعاف وجوده في الوسط، وأن الخميرة تستهلك السكريات في الوسط من أجل النمو والتكاثر، وهذا ما يلاحظ في الأوساط جميعها باستثناء العينات (4) و(7) و(9) التي أعطت مردوداً أعلى في إنتاج الكحول.

5. الاستنتاجات:

يمكن عزل وتنقية بعض سلالات الفطور وتحسين أدائها لإنتاج البيوماس عالي القيمة التغذوية والحيوية من/أو على أوساط من مخلفات ثمار الحمضيات كما هي أو بعد معالجتها كيميائياً أو إنزيمياً. واستخدامها في إنتاج الطاقة الحيوية واستخدام المنتجات المتخمرة في التغذية، أو إنتاج مركبات عالية القيمة من هذه الأوساط بما تحتويه من البروتين والألياف والعوامل الكيميائية الفعالة الموجودة في قشور الحمضيات وتفادي مشكلة التخلص منها من قبل معامل تصنيع ثمار الحمضيات وما ستسببه من مشاكل بيئية واقتصادية.

6. المقترحات:

الاستفادة من المخلفات الناتجة عن مصانع ومنشآت تصنيع المنتجات الزراعية في الحصول على منتجات ومركبات ذات قيمة اقتصادية وبيئية عالية باستخدام طرق مختلفة وأهمها التقانة الحيوية.

المراجع:

1. AQUILAR, G.; TREJO, B.A. Influence of pH on endo and exopectinase Production by Aspergillus niger sp.CHY-21043, Can.J.Microb. Canada, Vol.37,N°.8, 1990, 912 –917
2. BAKER, A.R. Potential Dietary Benefits of Citrus Pectin and Fiber, Food Techn. U.S.A. Vol.45, N°.2, 1994, 133 -139
3. BIANCHI, G.; PIFFERI, P.G.; SPAGNA, G a-L-Arabinosidase, a - L-Rhamnosidase and b- glycosidase Production by Free and Immobilized Cells, Cerevisia, Belg.J.of Brew. Biotechn. vol.28, N°.3, 1995, 49 -55
4. BRADDOCK, R.J By-Products of Citrus Fruit, Food Techn. U.S.A., Sept., 1995, 74 –77
5. CUI FU, M.; PIFFERI, P.G.; SPAGNA, G Partial Purification and Characterization on Anthocianasre from A. niger, Cerevisiae and Biotech. N°.2, 1992, 20 –26
6. DAN, V.; YASSINE, M.; ZARA, M Studiul metabolizării acizilor organics de către mucegaiuri cultivate pe produse secundare de la prelucrarea fructelor citrice, Proceed.of Sci.Com.Meeting of Aurel Vlaicu University, Romania, vol.9, 1996, 379 -386.
7. HASEGAWA, S.; BENNETT, D.R Metabolism of Limonoate via trans 19 Hydroxybacuonoate Pathway, J.Agric. Food Chem. Vol.31, 1983, 805-807
8. KATHERINE, M. Florida to Use Citrus Waste for Ethanol Production, Good clean tech , The Independent Guide to Ecotechnology, U.S.A, 2007
9. LAM, L.K.T.; ZHANG, J.; HASEGAWA, S. Citrus Limonoid Reduction of Chemically Induced Tumorigenesis, Food Techn. Nov. 1994, 104 -108
10. MIDDLETON, J.; KANDASWANI, C. Potential Health Promoting Properties of Citrus Flavonoids, Food Techn., Nov., 1994, 115- 119
11. MILLES, G.E. et al. Citrus Limonoides as Inhibitors of Oral Carcinogenesis, Food Techn. Nov., 1994, 110-115
12. NISHIO, N. i.; NAGAI, S. Single Cell Protein Production from Mandarin Orange Peel, Europ.J.Appl.Microb.Biotechn.Vol.11, 1981, 156 -160
13. PARDO, C.; LAPENA, M.A.; GACTO, M. Purification and Characterization of an extracellular exopoligalacturonase from Geotrichum lactis, Can. J. Microb., vol.17, 1991, 974 -977
14. ROUSEFF, R.; NAGY, S. Health and Nutritional Benefits of Citrus Fruit Components, Food Techn. Nov., 1994, 125 -132
15. VASQUEZ, P.; LAGE, M.A. et co. Production of Single-cell protein from Lignocellulosis Wastes and By-Products, Cerevisia and Biotechn. vol.18, N°.1, 1993, 42 -46
16. WILBUR, W.; WIDMER, B. Ethanol Feedstock From Citrus Peel Waste, Agricultural Research magazine.USA, 2006.
17. ZHOU, W.; WILBUR, W. Ethanol production from citrus processing waste, United States Patent, U.S.A. ,2006.
18. ZHOU, W.; WILBUR, W.; GROHMANN, K. Economic analysis of ethanol production from citrus peel waste, Florida State Horticultural Society Meeting. U.S.A., 2007.