إنتاج الإيثانول الحيوي من المولاس الناتج عن تكرير السكر الخامي باستخدام عزلة محلية من خميرة *Saccharomyces cerevisiae*

نسرين نقشو[1] و عادل سفر[2] و أحمد سمور الإبراهيم[3]

الملخص

اختبرت في هذا البحث إمكانية استثمار مولاس تكرير السكر الخام في إنتاج كحول الإيتانول باستخدام العزلة المتفوقة R1 التي اختيرت في بحث سابق من 20 عزلة محلية لخميرة *Saccharomyces cerevisiae* لتفوقها في إنتاج الكحول من مولاس الشوندر السكري المحلي. أبدت العزلة R1 المأخوذة من راسب تخمير النبيذ من مصنع للمشروبات في منطقة كفرام أيضاً تفوقها في انتاج الايتانول من ركيزة المولاس الناتج من تكرير السكر الخام على باقي العزلات، ودرس بعد ذلك تأثير درجات الحرارة 20° و25° و30° و35°م ودرجات الحموضة (pH) 4 و4. 5 و5 و5.5 وتركيز المادة الجافة (Bx) 16% و20% و24% و28% في قدرة هذه العزلة في إنتاج الإيثانول من المولاس الناتج عن تكرير السكر الخام.

أثبتت الدراسة أن أفضل مردود من الإيثانول باستخدام العزلة R1 قد تَحقّق عند درجة حرارة 30° م وpH 5 وتركيز مادة جافة (Bx) في المولاس 16%.

الكلمات المفتاحية: مولاس، تخمير، ايثانول، *Saccharomyces cerevisiae*.

[1] طالبة دكتوراه، الهيئة العامة للتقانة الحيوية، وزارة التعليم العالي، دمشق، سورية.
[2] أستاذ مساعد، قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.
[3] أستاذ مساعد، قسم الهندسة الغذائية، كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، جامعة البعث، حمص، سورية.

Production of bioethanol using local isolate of *Saccharomyces cerevisiae* from raw sugar refining molasses

Nakshoo, N.[(1)], A. Safar[(2)] and A. Ebrahim[(3)]

Abstract

This study was conducted at the laboratories of the Faculty of Agriculture, Damascus University and the National Commission of Biotechnology in 2012 to investigate he possibility of Production of bioethanol using local isolate of *Saccharomyces cerevisiae* from raw sugar refining molasses and to determine the effect of different temperatures, pH and concentration of Dry matter (Brix degree) in molasses on the amount of ethanol produced. A local isolate (R1) of *Saccharomyces cerevisiae* selected previously due to its superiority in ethanol production was taken from wine brewing residues and exposed to different temperatures (20, 25, 30 and 35^{O}C), pH (4, 4.5, 5 and 5.5) and the Brix degrees (16, 20, 24 and 28%) during fermentation.

Results revealed that the best amount of ethanol was produced at temperature of 30 º C, pH 5, and Brix degree in molasses 16%.

Keywords: Molasses, Fermentation, Ethanol, *Saccharomyces cerevisiae*

[(1)]Ph.D. student, National Commission for Biotechnology, Damascus, Syria.
[(2)]Associate Professor, Food Science Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.
[(3)]Associate Professor, Faculty of Chemical and Petroleum Engineering , Albaath University, Homes, Syria.

المقدمة

يُجري البحث حالياً عن بدائل متجددة للوقود الأحفوري الآيل للنفاذ. يعدُّ الإيتانول الحيوي واحداً من هذه البدائل المتجددة والصديقة للبيئة التي يمكن استخدامها في محركات السيارات وغيرها، نظراً إلى قابليته السريعة للاحتراق عند مزجه مع البنزين (Hansen وزملاؤه، 2005) ينتج عن احتراق الإيتانول انطلاق كميات قليلة نسبياً من المركبات العضوية الطيارة مثل أحادي أكسيد الكربون وأكاسيد النتروجين. إلا أن كمية المواد السمية الناتجة من احتراق الإيتانول هي أقل من تلك المنطلقة من الوقود الأحفوري مثل البترول والفحم الحجري وغيرها (Wyman وHinman، 1990). أجريت بحوث عديدة متاحة منذ عدة عقود لإنتاج الإيتانول الحيوي من مصادر متنوعة (Dale، 1987؛ Beatris Palmorola وزملاؤه، 2005؛ Olsson وHahn-Hagerdal، 1996؛ Nigam، 1999؛ Martin وزملاؤه، 2006؛ Ferari وزملاؤه، 1992)، كما درس DeVasconcelos وزملاؤه، (1998) وDoelle وGreenfield، (1985) وHuertaz-Diaz وزملاؤه، (1991) آلية إنتاج الإيتانول من مولاس قصب السكر باستخدام خميرة *Saccharomyces cerevisiae*، وهو عبارة عن الشراب المتبقي بعد إزالة السكر من الشراب الأم. تتكون هذه المادة اللزجة من السكروز والغلوكوز والفركتوز بنسبة إجمالية تراوح بين 45-60% من تركيب المولاس (وزن/حجم). إن محتوى مولاس قصب السكر من السكروز أقل من محتوى مولاس الشوندر، أمّا محتواه من السكر المحول فهو أكبر ويعدُّ أفقر بالنتروجين والرافينوز. (Wang وزملاؤه، 1985؛ Borzani وزملاؤه، 1993؛ Borzani، 2001).

يحتوي المولاس على كربوهيدرات قابلة للتحول بسرعة إلى سكريات قابلة للتخمر، ويمكن استخدامها من قبل خمائر منتجة للكحول دون أي معالجة مسبقة. إن 75% من مولاس العالم يأتي من قصب السكر الذي ينمو في المناخ المداري في دول آسيا وأمريكا الجنوبية وأفريقية في حين يأتي الباقي من الشوندر السكري الذي ينمو في أوروبا وأمريكا الشمالية بالدرجة الأولى.

يتأثر معدل إنتاج الإيثانول بعدة عوامل كدرجة الحموضة ودرجة الحرارة وتركيز المادة الجافة في وسط التخمير إذْ أظهرت خميرة *Saccharomyces cerevisiae* نمواً وإنتاجاً أعظمياً للإيثانول تحت الظروف الحامضية بدرجات pH تراوح بين 4 و5.5، إلا أن ظروفاً شديدة الحامضية أو القاعدية تعيق عملية الاستقلاب. فضلاً عن ذلك فإن pH الوسط المحيط يؤثر في نفوذية الغشاء الخلوي ممَّا يؤدي إلى انخفاض في معدل إنزيمات تخمر السكر المفرزة في وسط التخمير، وبالتالي تتناقص الإنتاجية بتزايد رقم الـ pH وتناقصه (Willaert وViktor، 2006). كما أن لدرجة الحرارة في وسط التخمير تأثيراً

كبيراً على نمو خلايا الخميرة وإنتاجها للإيثانول، وتراوح درجات الحرارة لإنتاج الإيثانول بين 25°-35° م والدرجة المثلى 32±2° م (Wang وزملاؤه، 1985)، في حين تؤدي الحرارة المرتفعة نسبياً إلى نقصان في نشاط الخميرة فضلاً عن انخفاض مردود الإيثانول، إلا أن بعض السلالات من خميرة *Saccharomyces cerevisiae* تتميّز بقدرتها على النمو والتخمير عند درجات حرارة مرتفعة نسبياً 40° - 45°م بطريقة التخمير على دفعات Batch method (Cachot وMarie، 1991؛ Amutha وParamasamy، 2001). فضلاً عن العوامل السابقة، يتأثر معدل إنتاج الإيثانول بتركيز المادة الجافة في الوسط المعبر عنه برقم بريكس (Bx) التي تراوح عادة بين 14-32% وهذه مرتبطة مع ازدياد تركيز السكر في الوسط ممَّا يؤثر سلباً على إنتاج الإيثانول عند تركيز مادة جافة أعلى من 32%، وتكون كمية السكر المتبقية بعد انتهاء عملية التخمير عالية في الوسط المستنفد (Jones وIngledew، 1994).

الأهداف

نظراً إلى أهمية الإيثانول الاقتصادية وذلك لما له من استخدامات عديدة فى كثير من الصناعات الغذائية والدوائية وإمكانية استخدامه كبديل عن الوقود الأحفوري تتركز هذه الدراسة حول دراسة بعض الظروف المثلى مثل درجة الحموضة (PH) ودرجة الحرارة (م°) وتركيز المادة الجافة (Bx%) لإنتاج الإيثانول الحيوي باستخدام المولاس الناتج عن تكرير السكر الخامى كركيزة رخيصة الثمن وباستخدام عزلة محلية من خميرة *Saccharomyces cerevisiae* جرى الحصول عليها من راسب تخمير النبيذ من معمل للمشروبات فى منطقة كفرام بحمص إذْ قُورنت فى بحث سابق بسلالات مستوردة، وقد أبدت تفوقها في مردود الكحول على تلك السلالات إذْ يمكن الاعتماد عليها مستقبلاً بوصفها بديلاً عن السلالات المستوردة.

مواد البحث وطرائقه

أجريت عمليات التخمير في وسط سائل يحوي المولاس الناتج عن صناعة تكرير السكر الخام (شركة سكر حمص) للموسم 2008-2009. ويظهر تحليل هذا المولاس أنه ذو استقطاب 50.0% وفق طريقة ICUMSA رقم: (1994) GS4-13 (Bartens، 2005) وتركيز مادة جافة (Bx) 78.8 وفق طريقة ICUMSA رقم: (1994) GS4/7-1 (Bartens، 2005). كما أُضيف فوسفات ثنائية الأمونيوم بنسبة 0.34% واليوريا بنسبة 0.12% كمصادر للآزوت والفوسفور للخميرة، وهى ضعف الكميات التى تضاف فى معمل الكحول عند استخدام مولاس الشوندر السكري في إنتاج الإيثانول بسبب فقر مولاس قصب السكر النسبى بهذه المواد المغذية مقارنة بمولاس الشوندر. هذه التجارب جميعها أُجريت تمت باستخدام مخمر رباعي الأوعية من نوع BIOTECH-4GBR-5 (صنع في

الصين) إذْ جرى التحكم بدرجات الحرارة والحموضة وضبط التهوية وسرعة الدوران بشكل أوتوماتيكي، ثم وضع الوسط المحضر في أوعية المخمر وبمعدل 750مل لكل وعاء، وعُمّقت في الأوتوكلاف في حرارة 121°م مدة 15 دقيقة، ثم لقحت الأوعية الأربعة بنسبة 2.5% من معلق الخميرة لكل وعاء (Dodic وزملاؤه، 2009)، الذي حُضِّر بأخذ مستعمرة من العزلة R1 (نقشو وزملاؤه، 2010) التي عُزلتْ من راسب تخمير النبيذ من معمل للمشروبات في منطقة كفرام بحمص ونُشّطت على وسط مكون من مستخلص الخميرة والغلوكوز مدة 24 ساعة في الحاضنة الهزازة من نوع (New Brunswick Scientific، صنع USA) في درجة حرارة 30° م (Mariam وزملاؤه، 2009). أجريت عملية التخمير على مرحلتين:

إكثار هوائي مدة 5 ساعات في المخمر عند سرعة دوران500 دورة/دقيقة و ضغط 1.2 بارا وتدفق 50 ل/ سا ثم التخمير اللاهوائي لإنتاج الإيثانول مدة 24 أو 48 ساعة وبعضها 48 ساعة حسب تركيز المادة الجافة في الوسط المرتبط معها تركيز السكر وبسرعة 200 دورة/ د (Davis وزملاؤه، 2006)، وأُخذت عينات في الأزمنة T0 وT24 وT48 وقيسَ تركيز المادة الجافة بمقياس قرينة الانكسار refractometer (نوع KRUSS ، صنع في ألمانيا) لمراقبة استهلاك السكر من خلالها وثفلت العينات باستخدام مثفلة ependorff، ومن ثم رُشّحت لحساب المردود من خلال دراسة كميات السكروز والغلوكوز والفركتوز المستهلكة (Dodic وزملاؤه، 2009) وكمية الإيثانول الناتجة بجهاز الاستشراب السائل عالي الأداء HPLC (نوع KNAUER ،صنع في ألمانيا) وباستخدام العمود NH2 لتحليل السكريات وكاشف RI وطور متحرك مكون من الأسيتونتريل بنسبة 85% وماء HPLC (ماء منزوع الشوارد مفلتر) بنسبة 15% وحرارة 30° م وتدفق 2.4 مل/ د، وعمود EH-002 لتحديد نسبة الإيثانول عند تدفق 0.4 مل/ د وطور متحرك من حمض الكبريت الكثيف ذي درجة حموضة 2؛ وذلك بهدف الوصول إلى دقة عالية في نسبة الإيثانول (Davis وزملاؤه، 2006).

تأثير درجة الحموضة:

أُجريت عمليات التخمير في عدة درجاتpH وهي 4 و4.5 و5 و5.5 ودرجة حرارة 30°م بمعدل 3 مكررات للتجربة. كما أُخذت عينات من كل وعاء في الأزمنة T0 وT24 وثفلت باستخدام مثفلة Ependorff، ومن ثم رُشّحت العينات لحساب السكر المستهلك والإيثانول الناتج والمردود.

تأثير درجة الحرارة:

أُجريت عمليات التخمير على درجات حرارة 20° و25° و30° و35° م ودرجة pH =5 بمعدل 3 مكررات للتجربة. أُخذت عينات من كل وعاء في الأزمنة T0وT24

وثفلت باستخدام مثفلة ependorff، ثم رُشّحت العينات لحساب نسبة السكر المستهلك والإيثانول الناتج والمردود.

تأثير تركيز المادة الجافة:

أُجريت عمليات التخمير على عدة تراكيز من المادة الجافة بدرجات بريكس (Bx)16% و20% و24% و28% بمعدل 3 مكررات للتجربة. أُخذت عينات من الأوعية في الأزمنة T0 وT24 وT48 وثفلت باستخدام مثفلة ependorff، ومن ثم رُشحت العينات لحساب نسبة السكر المستهلك والإيثانول الناتج والمردود.

4- تحليل النتائج :

حُلّلت النتائج إحصائياً بحساب المتوسط الحسابي والانحرافات المعيارية لثلاثة مكررات وجرى إيجاد الفروق المعنوية باستخدام برنامج SPSS إصدار18.

النتائج والمناقشة

تأثير درجة الحموضة(pH):

تبيّن نتيجة الدراسة لتأثير درجة الـ pH (الجدول 1) أن أفضل مردود من الإيثانول قد تحقّق عند درجة pH =5:

الجدول (1) تأثير درجة الـ (pH) في معدل استهلاك السكر ومردود الكحول الناتج.

pH	السكر البدائي غ/100مل	السكر المتبقي غ/100مل	السكر المستهلك غ/100مل	نسبة الكحول مل/100مل	مردود الكحول مل/100غ سكر
4	12.83 ± 0.15 a	0.5 ± 0.46	12.33 ± 0.35	6.1 ± .01 c	48.17 ± 1.93 c
4.5	12.85 ± 0.13 a	0.26 ± 0.15	12.6 ± 0.26	6.93 ± 0.05 b	55.07 ± 1.5 b
5	12.63 ± 0.05 a	0.07 ± 0.05	11.96 ± 0.05	7.57 ± 0.05 a	63.2 ± 0.17 a
5.5	12.78 ± 0.14 a	0.46 ± 0.35	12.33 ± 0.51	7.07 ± 0.11 b	57.33 ± 1.5 b
Sig	0.451	0.332	0.231	0.000	0.000
LSD	لا يوجد فرق معنوي	لا يوجد فرق معنوي	لا يوجد فرق معنوي	0.238	3.949

تشير الأحرف المختلفة في العمود نفسه (P < 0.05) إلى وجود فرق معنوي بين المعاملات المدروسة.

يُلاحظ من الجدول السابق وجود فرق معنوي (P < 0.05) بين درجات الـpH بالنسبة إلى مردود الإيثانول، ويُلاحظ أن أعلى نسبة كحول قد بلغت 7.57% (حجم/حجم) وكان المردود 63.2% (حجم/ وزن) عند pH=5، وكانت كمية السكر المستهلكة 11.96غ/100مل من سائل التخمير مقارنة ببقية درجات الـ pH إذْ بلغ المردود 48.17%، 58.67%، 55.07% (حجم/وزن)، عند درجات pH 4، 4.5، 5.5 على التوالي. في حين أشار Alkabbashi وزملاؤه(2011) إلى مردود من الإيتانول بلغت

قيمته 59.1% (حجم/وزن) عند pH = 5 وكانت كمية السكر المستهلكة 10.4 غ/100 مل بعد 24 ساعة من بدء عملية التخمير، وكانت نسبة الكحول (6.15%) أقل من النسبة في هذه الدراسة.

تأثير درجة الحرارة:

كان أفضل مردود من الإيثانول تَحقّق عند درجة حرارة 30°م (الجدول 2):

الجدول (2) تأثير درجة الحرارة في معدل استهلاك السكر ومردود الكحول الناتج

درجات الحرارة(°م)	السكر البدائي غ/100مل	السكر المتبقي غ/100مل	السكر المستهلك غ/100مل	نسبة الكحول مل/100مل	مردود الكحول مل/100غ سكر
20	12.43 ± 0.42	10.33 ± 0.41 a	2.1 ± 0 c	1.13 ± 0.06 d	53.96 ± 2.71 b
25	12.6 ± 0.1	7.53 ± 0.25 b	5.07 ± 0.32 b	2.97 ± 0.25 c	58.5 ± 2.63 ab
30	12.83 ± 0.15	0.83 ± 0.21 c	12.00 ± 0.35 a	7.59 ± 0.1 a	63.36 ± 1.17 ab
35	12.73 ± 0.06	0.66 ± 0.32 c	12.07 ± 0.38 a	7.13 ± .11 b	59.13 ± 1.46 a
Sig.	0.241	0.000	0.000	0.000	0.004
LSD	لا يوجد فرق معنوي	0.848	0.830	0.411	5.773

تشير الأحرف المختلفة فى العمود نفسه (P < 0.05) إلى وجود فرق معنوي بين المعاملات المدروسة

يُلاحظ من الجدول السابق وجود فروق معنوية (P < 0.05) في تأثير درجات الحرارة بالنسبة إلى مردود الإيثانول، ويتضح أن أعلى نسبة كحول قد بلغت 7.59% (حجم/حجم)، وكان المردود63.36 % (حجم/ وزن) عند درجة حرارة 30°م، وكانت كمية السكر المستهلكة 12غ/100مل من سائل التخمير مقارنة ببقية درجات الحرارة حيث بلغ المردود 53.96% و58.5% و59.13% (حجم/وزن)، عند درجات حرارة 20° و25° و35°م على التوالي، وهذا يتوافق مع Mariam وزملاؤها (2009) في درجات حرارة تراوح بين 25 و40° م إذْ أشارت أن أفضل نسبة كحول تحققت عند حرارة 30 °م كانت 6.42% (حجم/حجم)، وكانت كمية السكر المستهلكة 14.79 غ/100 مل، كما أشار Alkabbashi وزملاؤه (2011) إلى نسبة من الإيتانول بلغت 6.5% ومردود 64.9% وكمية سكر كلية 10.6% عند درجة حرارة 30°م ولكن بعد 36 ساعة من بدء عملية التخمير.

تأثير تركيز المادة الجافة (Bx):

تبيّن نتيجة الدراسة لتركيز المادة الجافة (Bx) أن أفضل مردود من الإيثانول قد تحقّق عند درجة (Bx) 16% بعد 24 ساعة من بدء عملية التخمير؛ وذلك في درجة حرارة

30°م وpH (5)، (الجدولان 3 و4). و يتضح عدم وجود فروق معنوية بين درجات الـــ Bx بالنسبة إلى مردود الإيثانول، وإنّما الفرق فقط ظاهرياً إذْ يُلاحظ أن المردود قد بلـــغ 62.43 %(حجم/وزن) عند درجة Bx 16%، وكانت كمية السكر المتبقية 0.78غ/100مل من سائل التخمير، وكمية السكر المستهلكة 12.33 غ/100مل في حـــين كـــان المـــردود 52.23% (حجم/وزن) عند درجة Bx 20%، وكمية السكر المتبقيـــة 1.87 غ/100مـــل، وكمية السكر المستهلكة 13.76% بعد 24 ساعة من بدء عملية التخمير.

الجدول (3) تأثير تركيز المادة الجافة (Bx) في معدل استهلاك السكر ومردود الكحول الناتج في درجة حرارة 30° م وpH =5 وزمن تخمير 24 ساعة

البريكس عند T24	السكر البدائى غ/100مل	السكر المتبقى غ/100مل	السكر المستهلك غ/100مل	نسبة الكحول مل/100مل	مردود الكحول مل /100غ سكر
16%	13.1 ± 0.2	0.78 ± 0.27	12.33 ± 0.06	7.7 ± 0.1	62.43 ± 1.06
20%	15.63 ± 1.0	1.87 ± 2.29	13.76 ± 3.16	7.06 ± 0.92	52.23 ± 6.04
T	-3.983	0.912	0.791	1.084	3.183
Sig	0.058	0.458	0.512	0.392	0.086
	لا يوجد فرق معنوي	لا يوجد فرق معنوي	لا يوجد فرق معنوي	لا يوجد فرق معنوي	لا يوجد فرق معنوي

في حين وجد Mukhtar وزملاؤه (2010) أن نسبة الكحـــول قـــد بلغـــت لـــسلالتين تجاريتين من خميرة *Saccharomyces cerevisiae* وهما (Saf-instant) و Ethanol Red 7.7 و7.5 على التوالي عند تركيز سكر يراوح من 13 – 15%، وكانت كمية الـــسكر المتبقية 0.99 و0.90 غ/100 مل على التوالي بعد 72ساعة من بدء عملية التخمير.

يُلاحظ من الجدول 4 وجود فرق معنوي ($P < 0.05$) بين درجـــات تركيـــز المـــادة الجافة بالنسبة إلى مردود الإيثانول إذْ يُلاحظ أن المردود قد بلغ 50.13%(حجـــم/وزن) عند درجة Bx 20% وكانت كمية السكر المتبقية 0.46غ/100مل مـــن ســـائل التخميـــر، وكمية السكر المستهلكة 15.16غ/100مل، في حين كان المردود 43.13% (حجم/ وزن) عند درجة Bx 24%، وكانت كمية السكر المتبقية 0.77غ/100مل وكمية السكر المستهلكة 17.63غ/100مل، كذلك كان المردود 36.83% (حجـــم/وزن) عنـــد درجـــة Bx (28% وكانت كمية السكر المتبقية 1.96غ/100مل وكمية السكر المستهلكة 20.66 غ/100مل بعد 48 ساعة من التخمير فيما وجد Bai وزملاؤه (2004) أن المردود قد بلـــغ 53% عنـــد تركيز سكر 30% بعد 72 ساعة من بدء عملية التخمير.

الجدول (4) تأثير درجات الــ (Bx) فى معدل استهلاك السكر ومردود الكحول الناتج فى درجة حرارة 30° م وpH =5 وزمن تخمير 48 ساعة

البريكس (T48)	السكر البدئى غ/100مل	السكر المتبقى غ/100مل	السكر المستهلك غ/100مل	نسبة الكحول مل/100مل	مردود الكحول مل /100غ سكر
20%	15.63 ± 1.01 c	0.46 ± 0.38 b	15.16 ± 1.35 b	7.56 ± 0.05	50.13 ± 4.10 a
24%	18.4 ± 0.5 b	0.77 ± 0.23 b	17.63 ± 0.25 b	7.6 ± 0.00	43.13 ± 0.60 ab
28%	22.63 ± 0.11 a	1.96 ± 1.06 a	20.66 ± 1.02 a	7.6 ± 0.00	36.83 ± 1.89 b
Sig.	0.000	0.027	0.001	0.422	0.002
LSD	1.9745	0.852	2.992	لا يوجد فرق معنوي	7.965

تشير الأحرف المختلفة فى العمود الواحد ($P < 0.05$) إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات المدروسة.

كما تبيّن من الجدولين 3 و4 انخفاض مردود الايثانول عند زيادة درجة Bx عن 20%؛ ويعود ذلك إلى ارتفاع نسبة السكر في وسط التخمير التى تؤثر سلباً في إنتاج الإيثانول، إذْ يرتفع الضغط الأوسموزي بين الخلية والوسط؛ ممَّا يسبب بطئاً في انتقال المواد المغذية إلى داخل الخلية، ومن ثمَّ بطء عملية الاستقلاب وتحويل هذه المواد إلى إيثانول (Jones و Ingledew، 1994).

الاستنتاجات والتوصيات

1. أفضل مردود من الإيثانول تحقّق عند حرارة 30°م وpH = 5 وتركيز مادة جافة (Bx) 16% وزمن تخمير 24 ساعة باستخدام عزلة محلية (R1) من خميرة *Saccharomyces cerevisiae*
2. استكمال الدراسة مستقبلاً بأمثلة باقي ظروف الإنتاج.
3. التعاون مع معمل الكحول في هذا المجال لزيادة مردود إنتاج الكحول الإيتيلي؛ وذلك من خلال الإفادة من مولاس تكرير السكر الخام.
4. إنتاج عزلات معدلة وراثياً ذات قدرة على تحمل تراكيز عالية من السكر، وإنتاج كميات من الإيثانول ذات جدوى اقتصادية.

References المراجع

نقشو، نسرين، وعادل سفر وأحمد سمور الإبراهيم. 2010. اختبار سلالات مستوردة وعزلات محلية من خميرة *Saccharomyces cerevisiae* على مقدرتها على إنتاج الكحول الإيتيلي. مجلــة جامعــة البعث. (قيد النشر).

Alkabbashi, A. N., M. Z. Alam and N. Rabbiha. 2011. Media optimization for bioethanol production from sugarcane molasses. ACT-Biotechnol Res Communicat 1(1):20-27.

Amutha, R and G. Paramasamy. 2001. Production of ethanol from liquefied cassava starch using co-immobilized cells of Zymomonas mobilis and Saccharomyces diastaticus. J. Biosci. Bioengi., 92: 560-564.

Bai, F. W., L. J. Chen, Z. Zhang, W. A. Anderson and M. Moo-Young. 2004. Continuous ethanol production and evaluation of yeast cell lysis and viability loss under very high gravity medium conditions. J. Biotechnol.,110: 287-293.

Bartens, A. 2005. International Commossion for Uniform Methods for Sugar Analysis Methods Book. Albert Bartens, KG, Berlin.

Beatriz, P. A, G. Mats and Z. Guido. 2005. Pretreatment of barley husk for bio-ethanol production. J. Chem. Technol. and Biotechnol., 80: 85-91 .

Borzani, W., A. Gerrab, M. H. De-La-Higuera, R. Pires and N. Piplovic. 1993. Batch ethanol fermentation or molasses: a correlation between the time necessary to complete the fermentation and the initial concentration of sugar and yeast cells. World. J. Microbiol.Biotechnol., 9: 265-268.

Borzani, W. 2001. Variation of the ethanol yield during the oscillatory concentrations changes inundisturbed continuous ethanol fermentation of sugarcane blackstrap molasses. World. J. Microbiol. Biotechnol., 174: 253-258.

Cachot, T and N. Marie. 1991. Improvement of alcohlic fermentation on cane and beet molasses by supplementation. J. Fermen. Bioengin., 71:24-27.

Dale, Be. 1987. Lignocellulose conversion and the future of fermentation biotechnology. Tibtech., 5: 287-291.

Davis, L., Y. Jeon, C. Svenson, P. Rogers, J. Pearce, P. Peiris. 2006. Evaluation of Zymomonas mobilis -bassed ethanol production from a hydrolysed waste starch stream. Biomass and bioenergy., 30: 809–814.

De Vasconcelos, J. N., C. E. Lopes and F. P. de França. 1998. Yeast immobilization on cane stalks for fermentation. J. Inte. Sugar., 100(1190): 73-75.

Dodic, S., S. Popov, J. Dodic. J. Rankovi, Z. Zavargo, R.J. Mucibabic. 2009 . Bioethanol production from thick juice as intermediate of sugar beet processing. Biomass and Bioenergy., 33:822-827.

Doelle, H. W and P. F. Greenfield. 1985. The production of ethanol from sucrose using Zymomonas mobilis. Appl. Microbial. Biotecnol, 22: 405-410.

Ferrari, M. D., E. Neirotti, C. Albornoz and E. Saucedo. 1992. Ethanol production from eucalyptus wood hemicellulose hydrolysis by Pichia stipitis. Biotechnol. Bioeng, 40:753-759.

Hansen, A. C., P. Qin Zhang, W. L. Lyne. 2005. Ethanol diesel fuel blends –a review. Bioresource Technol, 96: 277-285.

Huertaz-Díaz, H., C. L. Cacho and L. Bernard. 1991. Fermentation of sugarcane juice and blackstrap molasses by Zymomonas mobilis . J. Agric. Univ. P.R, 75(1): 43-50.

Jones, A. M. and W. M. Ingledew. 1994. Fuel ethanol production: appraisal of nitrogenous yeast foods for very high gravity wheat mash fermentation. Process Biochem.29: 483-488.

Mariam, I., K. Manzoor, S. Ali, I. Ui –Haq. 2009. Enhanced production of ethanol from free and immobilized Saccharomyces cerevisiae under stationary culture. Pak .J. Bot., 41(2): 821-833.

Martin, C.,Y. Lopez, Y. Plasencia and Hernandez. 2006. Characterization of agricultural and agro-industrial residues as raw materials for ethanol production Chem.Biochem.Eng.,20 (4): 443-447.

Mukhtar, K.,M. Asgher, S. Afghan, K. Hussain and S. Zia-ul- Hussnain. 2010. Comparative Study on Two Commercial Strains of Saccharomyces cerevisiae for Optimum Ethanol Production on Industrial Scale. J. Biomed and Biotech. Article ID 419586 : 5-1

Nigam, J. N. 1999. Continuous ethanol production from pineapple cannery waste. J. Biotechnol., 72: 197-202.

Olsson, L and B. Hahn-Hägerdal. 1996. Fermentatio of lignocellulosic hydrolysis's for ethanol production. Enzyme Microb. Technol., 18: 312-331.

Wang, L. H., M. C. Hsie, Y.C. Chang, S.L. Kuo, K. Sang and H.D. Hasio. 1985. Imrovement of ethanol productivity from cane molasses by a process using a high yeast cell concentration. J. Bioengin., 28:270-284.

Willaert, R and A. N. Viktor. 2006. Primary beet fermentation by immobilized yeast –a review on flavor formation and control strategies. J. Chem. Technol. Biotechnol., 81: 1353- 1367.

Wyman, C. E and N. D. Hinman. 1990. Ethanol: Fundamentals of ethanol production from renewable feedstocks and use as a transportation fuel. Appl. Biochem. Biotechnol., 24 (25): 735-753.

Received	**2013/03/11**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2013/05/27**	**قبول البحث للنشر**