International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 37 العدد
Part 1 المجلد

http://www.doi.org/10.62341/naey2248

Received	2025/09/05	تم استلام الورقة العلمية في
Accepted	2025/09/29	تم قبول الورقة العلمية في
Published	2025/09/30	تم نشر الورقة العلمية في

دراسة تأثير ظروف التحميص على الخصائص الفيزوكيمائية والجودة الحسية لقهوة الروبوستا

نجاة يوسف جونطو، سهيلة محمد ابوشعالة، فاطمة خليفة دعباج، الأء محمد اللعيوص، خولة فرج بلقاسم ، عبد الرحمن محمود السلوقي، نورة أبوجعفر عبدلله غرمود

قسم تقنية التصنيع الغذائي – المعهد العالي للتقنية الزراعية بالغيران – طرابلس – ليبيا
Email: sohayla2200@gmail.com, Sohayla.abushaala@gati.edu.ly

الملخص

تعد قهوة الروبوستا (Robusta Coffee) ثاني أهم أنواع البن عالميا، ويزداد إنتاجها نظرا لقدرتها على التكيف وأنخفاض سعرها، إضافة إلى اعتمادها بشكل رئيسى في صناعة القهوة سريعة التحضير. وتعد عملية التحميص هي الإساس في تكوين النكهة والخواص الفيزوكيميائية لحبوب البن، حيث تحدد محتواها من الدهون والبروتين المكونين الرئيسين لمذاقها المميز.

أجريت هذه الدراسة لغرض تحديد تأثير درجات الحرارة ومدة التحميص على الخصائص الفيزوكيميائية والصفات الحسية لقهوة الروبوستا، بهدف الوصول إلى أفضل ظروف للتحميص. استخدم في هذه الدراسة تصميم عشوائي كامل بعاملين هما درجة الحرارة والزمن. تم تحميص حبوب البن في الفرن باستخدام مزيج من وقت التحميص ودرجة الحرارة (200، 220 و240°م) ومدة التحميص (12 و15 و18د). تم تقييم الخصائص الفيزوكيمائية (محتوى الرطوبة، النشاط المائي الحموضة والمواد الصلبة الكلية). والخصائص الحسية (اللون، الرائحة، الطعم، القوام المظهر). أظهرت النتائج أن درجة الحرارة ومدة التحميص كان لهما تأثير معنوي عند مستوى 5% على معظم الخصائص الفيزوكيمائية والحسية لقهوة الرروبوستا. بالنسبة للخواص الحسية فان عينات القهوة المحمصة عند 240 °م لمدة 12 د تحصلت على درجات قبول عالية من قبل المقيمين

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/naey2248

على الرغم من ان سمة الطعم لم يكن لها تأثير معنوي بين معظم العينات. عموما التحميص بدرجات حرارة متوسطة إلى مرتفعة (خاصة 240°م) ولفترات معتدلة يُعزز من تقبل المستهلك ومن أجل الحصول على فنجان قهوة ذو نوعية جيدة مع خصائص حسية محددة (النكهة، رائحة ولون) يفضل إستخدام درجة حرارة 240 °م لمدة 12 د من التحميص، لحصول على محتوى الماء 2,11٪، الحموضة 5.65، قيمة النشاط المائي 0.35، المواد الصلبة الكلية 97.89%، ودرجة اللون 3.60. بالنسبة للتقييم الحسي الكلي تفوقت العينة التي عوملت عند درجة حرارة 240 °م/ 12 د من قبل المقيمين بدرجة 3.20 مقارنة بالعينة 200° م/12د.

الكلمات المفتاحية: قهوة الروبوستا، درجة التحميص، زمن التحميص، الخصائص الفيزوكيميائية، والجودة الحسية.

Study of the effect of roasting conditions on the physicochemical properties and sensory quality of Robusta coffee

Najat Youssef Junto, Suhaila Mohammed Abu Shaala, Fatma Khalifah Dabaj , Alaa Mohamed Al-Laious, Noura Abu Jaafar Ghermoud, Khawla Faraj Belkasem, Abdulrahman M. Al-Sallougi

Department of Food Technology - Higher Institute of Agricultural Technology, Ghiran - Tripoli - Libya

sohayla2200@gmail.com, Sohayla.abushaala@gati.edu.ly

Abstract

Robusta coffee (Coffea Canephora) is the second most important type of coffee worldwide. With increasing production due to its adaptability, lower cost,s and its primary use in instant coffee production. Roasting is the key process that develops the flavor and physicochemical properties of the beans, determining their fat and protein contents, which are essential for the distinctive taste of coffee.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/naey2248

This study aimed to determine the effect of roasting temperature and time on the physicochemical and sensory properties of Robusta coffee, in order to identify optimal roasting conditions. A completely randomized design with two factors (temperature and time) was used. Coffee beans were roasted in, an oven at temperatures of 200 °C, 220 °C, and 240 °C for durations of 12, 15, and 18 minutes. The physicochemical properties evaluated included moisture content, water activity, acidity, and total soluble solids. Sensory attributes assessed were color, aroma, taste, texture, and overall appearance.
The results showed that both roasting temperature and time had a statistically significant effect ($P \leq 0.05$) on most physicochemical and sensory attributes of Robusta coffee. Sensory evaluation indicated that the coffee samples roasted at 240 °C for 12 minutes received the highest acceptability scores from panelists, although taste did not significantly differ among most samples. Overall, roasting at medium to high temperatures- particularly 240 °C for 12 minutes- enhanced consumer acceptability. These conditions produced coffee with a moisture content of 2.11% acidity of 5.65, water activity of 0.35 total soluble solids of 97.89% and a color value of 3.60 In terms of overall sensory evaluation, the sample treated at a temperature of 240 °C /12min scored 3.20 outperforming the 200 °C/ 12 min sample.
Key words: Robusta coffee, roasting temperature, roasting duration physicochemical properties and sensory quality.

المقدمة

القهوة مشروب يُحضّر من حبوب البن المحمصة، وهي بذور ثمار نبات الكوفيا، موطن نبات الكوفيا الأصلي هو أفريقيا شبه الاستوائية وبعض جزر جنوب آسيا. وقد صُدِّر من أفريقيا إلى دول حول العالم. تُزرع نباتات البن الآن في أكثر من 70 دولة حول العالم، وخاصةً في المناطق الاستوائية من الأمريكتين وجنوب شرق آسيا والهند وأفريقيا (Beigh واخرون،2021). للقهوة عدد كبير من الأصناف ولكن القليل منها فقط له أهمية اقتصادية. يتم انتاج القهوة في العالم تقريبا من نوعين، يطلق عليهما (ارابيكا) و(روبوستا). تعد ارابيكا اهم الأنواع النباتية وذلك لجودة ثمارها العالية، وتمثل حوالي 70% من إنتاج البن الأخضر في العالم، بينما تعد الروبوستا (Coffee canephfora) ثاني أهم أنواع البن وتزداد نسبة

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/naey2248

إنتاجها عالميا وذلك بسبب قدرتها على التكيف مع الموائل ومقاومتها للأمراض ومن الأسباب الأخرى لزيادة الطلب على قهوة الروبوستا في السوق الطلب المتزايد على القهوة سريعة التحضير والتي تصنع بشكل أساسي من قهوة الروبوستا وكذلك انخفاض سعر قهوة الروبوستا مقارنة بقهوة الارابيكا(Divis واخرون، 2019).

تخلو القهوة الخضراء من الرائحة والنكهة اللطيفة التي تحظى بتقدير عالمي في القهوة المحمصة، يتم تطوير الرائحة والنكهة المرغوبة لحبوب القهوة أثناء عملية التحميص، حيث تخضع الحبوب لسلسلة من التفاعلات التي تؤدي إلى التغيرات المرغوبة في التركيب الكيميائي والفيزيائي(Jokanovic واخرون، 2012). تعد عملية التحميص أحد العوامل التي تؤثر على الخصائص الفيزيائية لنكهة القهوة. عملية التحميص هي عملية تكوين الطعم والرائحة المنبعثة من خلال المعالجة الحرارية على مدى فترة زمنية محددة، مما يسمح لمنتج القهوة الناتج بإصدار الرائحة المرغوبة والنكهة المفضلة لدى المستهلكين (Ramanda واخرون، 2024). أثناء عملية التحميص، تتعرض حبوب البن الخام لدرجات حرارة عالية (200– 240°م) لفترات مختلفة تتراوح بين 12 إلى 20 د حسب درجة التحميص المطلوبة (فاتحة، متوسطة أو داكنة) (Otles & Naklcioglu، 2019). يتميز التحميص الخفيف بقلة مرارة القهوة، وحموضتها العالية، ونكهتها الأنعم مقارنةً بدرجات التحميص الأخرى، وهو مثالي لتحضير قهوة الإسبريسو. أما التحميص المتوسط، فيتميز بحموضة أعلى من التحميص الخفيف، وقوامه الممتلئ، وهو مثالي للقهوة المفلترة. أما التحميص الداكن، فيتميز بأقل مكسب حسي نظرًا لانخفاض حموضته، وقوامه الخفيف، ومرارة أكبر ، وينتج عنه مشروب داكن اللون. في التحميص، ترتفع درجة الحرارة حتى تبدأ الحبوب في التحول إلى اللون الأصفر ، هذا هو أول تغيير ملحوظ ويُعتبر بداية "مرحلة الكلوروجينيك من القهوة الخضراء في التحلل، ومع استمرار التحميص تفقد القهوة أكثر من نصف محتواها من حمض الكلوروجينيك، في هذا الوقت تبدأ القهوة بالفرقعة، وتُصدر صوتًا يُشبه صوت الفشار ، ويحدث ما يُسمى (الكسر الأول). مع نقل الحرارة لتحميص القهوة الى المركز ، يزداد الضغط، مما يُسبب انفجار المركز ، بعد الكسر الأول، يستمر لون القهوة في الغمق تدريجيًا، ويستمر تفاعل ميلارد، ويبدأ التكرمل والتحلل الحراري بالحدوث مع ارتفاع درجة الحرارة. في النهاية، تبدأ القهوة بإصدار مجموعة أخرى

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/naey2248

من أصوات التكسير، تُسمى الشق الثاني، والتي تُشير إلى الانتقال إلى تحميص داكن. يرتبط الشق الثاني بانطلاق الزيوت إلى سطح الحبة، عادةً ما يُعتبر القهوة المحمصة حتى نهاية الشق الثاني محترقة، تتغير الخصائص الفيزيائية للقهوة بشكل كبير. تفقد حبوب البن معظم محتواها من الرطوبة و5–8% من كتلتها العضوية عند تحميصها من متوسط إلى داكن، بينما يزداد حجمها بسبب الضغوط الداخلية المقدرة بأكثر من 15 ضغط جوي. ينتهي تحميص القهوة بتبريدها. يُفضّل أن يتم التبريد بسرعة حتى لا يزداد التحميص أكثر من اللازم. العملية النهائية قبل استهلاك القهوة كمشروب هي عملية الطحن (Yergenson، 2019)

تعتبر السكريات الأحادية والسكريات الثنائية هشة للغاية عند المعالجة الحرارية فهي تتحلل كميًا تحت ظروف التحميص في غضون بضع دقائق(Poisson واخرون، 2017). يُعد السكروز أحد المصادر الرئيسية للسكريات المختزلة الحرة، التي تشارك في تفاعلات ميلارد وتكرمل السكر أثناء تحميص حبوب البن(Tanokura & Wei ، 2015). في القهوة المحمصة تُعزى زيادة الحموضة مقارنةً بالقهوة الخضراء إلى زيادة أحماض الفورميك، والأسيتيك، والجليكوليك، واللاكتيك التي تتكون أثناء التحميص، يعد السكروز المادة الأولية الرئيسية لهذه الأحماض، مما يعني أن اختلاف كمية السكروز في القهوة الخضراء سيساهم في النهاية في اختلاف الكميات النهائية للحمض. تحتوي القهوة أيضًا على احماض الكلوروجينك (CGAs) وهي مركبات نشطة بيولوجيًا موجودة بشكل طبيعي وتتراكم في حبوب البن مع نضج ثمرة القهوة (Yeager واخرون ،2023). يُعدّ حمض الكلوروجينيك (CGA) المصدر الرئيسي لمركبات البوليفينول في القهوة، وله قدرة على العمل كمضاد للأكسدة، وهو مركبٌ غير مستقر يتناقص خلال عملية ما بعد الحصاد، وخاصةً في عملية التحميص (Tarigan واخرون،2022). يختلف محتوى الكافيين في حبوب البن الأخضر باختلاف الأنواع؛ إذ تحتوي قهوة روبوستا على حوالي 2.2–2.8% من الكافيين، بينما تحتوي قهوة أرابيكا على حوالي 0.6–1.2%. أثناء التحميص لا يحدث فقدان كبير للكافيين (Takakura & Wei،2015). تحتوي قهوة روبوستا على محتوى أعلى من حمض الكلوروجينيك مقارنة بقهوة أرابيكا، وقد اقترح أن هذا هو سبب

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/naey2248

زيادة مرارتها. غالبًا ما يرتبط الكافيين أيضًا بالمرارة، ولكنه قد لا يكون مصدرا رئيسيا لها (Yergenson، 2019).

المواد وطرق البحث:

اشتملت الدراسة على جزئين رئيسيين؛ الجزء الأول: تحميص حبوب القهوة الخضراء عند درجات حرارة وأزمنة مختلفة وإجراء الاختبارات الفيزوكيمائية اللازمة عليها. الجزء الثاني: تحضير مشروب القهوة وتقييمه حسيا من قبل المستهلكين.

تجهيز حبوب البن:

استخدام (2 كغم) من حبوب البن الخضراء من نوع الروبوستا والتي تم الحصول عليها أحد المطاحن الموجود السوق الليبي المحلي بمنطقة جنزور، بعد فرزها وفصلها عن الاجسام الغريبة.

تحميص حبوب البن:

قسمت حبوب البن إلى 9 مجموعات، كل مجموعة 200 غم، حيث تم تحميص العينات في فرن حراري مزود بمنظم حراري على درجات حرارة مختلفة (200، 220 و240°م) وعند أزمنة مختلفة (12، 15و 18د)، كما في الجدول رقم (1)

جدول (1) درجات حرارة وزمن التحميص لعينات البن الخضراء قيد الدراسة.

درجة الحرارة (°م)	زمن التحميص (د)
200	12، 15 و18د
220	12، 15 و18د
240	12، 15 و18د

طحن حبوب البن:

طحنت عينات حبوب البن في مطحنة (نوع TB200)، وتم تعبئة العينات بعد ان تبرد في عبوات ألومنيوم حفاظا عليها من الرطوبة إلى أن يتم إجراء الاختبارات عليها.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/naey2248

الاختبارات الفيز وكيميائية:

تقدير الاس الهيدروجيني:

تم قياس الأس الهيدروجيني لمشروب القهوة عن طريق استخدام جهاز قياس الأس الهيدروجيني نوع (PH200E)، بعد معايرة الجهاز باستخدام نوعيــن من المحاليل القياسية المنظمة (4 و7PH) ويشطف الكترود الجهاز بالماء المقطر ويجفف بالمناديل الورقية بعد كل قياس ويحفظ في محلول كلوريد البوتاسيوم.

تقدير نسبة الرطوبة:

تم قياس الرطوبة لعينات البن باستخدام جهاز قياس الرطوبة نوع (WA123M) حيث توضع العينة في المكان المخصص لها ومباشرة نتحصل على القراءة.

تقدير نسبة المواد الصلبة الكلية: تم حساب نسبة المواد الصلبة الكلية باستخدام المعادلة التالية

% المواد الصلبة الكلية = 100 – % الرطوبة

قياس النشاط المائي:

تم قياس النشاط المائي لعينات البن المحمصة باستخدام جهاز النشاط المائي نوع (WA60A) حيث توضع العينة في المكان المخصص لها ومباشرة نتحصل على القراءة.

التقييم الحسي:

اجراء التقييم الحسي لعينات مشروب القهوة المحضرة مسبقا بإضافة 7جم بن/ 100مل ماء حسب الطريقة التي اتبعها (Sanchez & Chambers، 2015) وتم التقييم من قبل 37 متطوع من شرائح مختلفة من المجتمع تراوحت أعمارهم من 18– 50 سنة وذلك لمعرفة أفضل درجة حرارة ومدة تحميص لإعطاء أفضل خصائص حسية. تم استخدام سلم الترقيم Scoring test تم التقييم في المعمل الكيمائي في قسم تقنية التصنيع الغذائي في وجود اضاءة جيدة وتكييف عند درجة حرارة 25°م وقدمت العينات في اكواب من الورق المقوى سعة 20مل.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/naey2248

التحليل الإحصائي:

تم إجراء ثلاث مكررات للتجربة، وتم حساب قيم المتوسطات للمكررات. كل البيانات تم تحليلها باستخدام تحليل التباين (**ANOVA**) طبقا لنظام التصميم العشوائي التام **CRD** لتحديد ما إذا كانت هناك اختلافات معنوية بين المعاملات، وذلك باستخدام برنامج التحليل الاحصائي Minitab النسخة 19.1.

النتائج والمناقشة:

تقدير الأس الهيدروجيني (pH):

توضح النتائج المبينة في الجدول (2) أن قيم الأس الهيدروجيني لعينات مشروب القهوة تراوحت ما بين 5.51 و6.62. ومن خلال التحليل الاحصائي تبين ان هناك فروق معنوية بين عينة المراقبة (العينة بدون تحميص) وبين بافي العينات، حيث سجل الرقم الهيدروجيني لعينة المراقبة 6.14، ولكن بعد التحميص عند درجات حرارة 200 و220°م لوحظ انخفاض في الرقم الهيدروجيني، أي زيادة في الحموضة وهذا يتوافق مع ما ذكره (Ramanda واخرون،2024) على أن المركبات الكيميائية الموجودة في القهوة مثل البروتينات والسكريات المتعددة وحمض الكلوروجينك تتحلل أثناء عملية التحميص مما يؤدي الى زيادة في الحموضة (انخفاض مستوى pH). قد لوحظ أيضا أن درجة حموضة القهوة تتأثر بدرجات حرارة التحميص المرتفعة (التحميص الداكن)، حيث أن درجات التحميص المرتفعة تزيد من قيمة الرقم الهيدروجيني للقهوة، على سبيل المثال، وصلت قيمة الأس الهيدروجيني الى اعلى مستوياتها عند معاملة القهوة عند درجة حرارة 240° م لمدة 18 د والتي سجلت 6.62. كما هو موضح بالشكل (1) أي انه في التحميص الداكن للقهوة تنخفض الحموضة وهدا يتوافق مع ما ذكره (Fadri واخرون، 2019) على إن قيمة الحموضة تنخفض مع زيادة مدة عملية التحميص وهذا يكون بسبب تبخر بعض الأحماض مثل حمض الكلوروجينك واحماض الكربوكسيل.

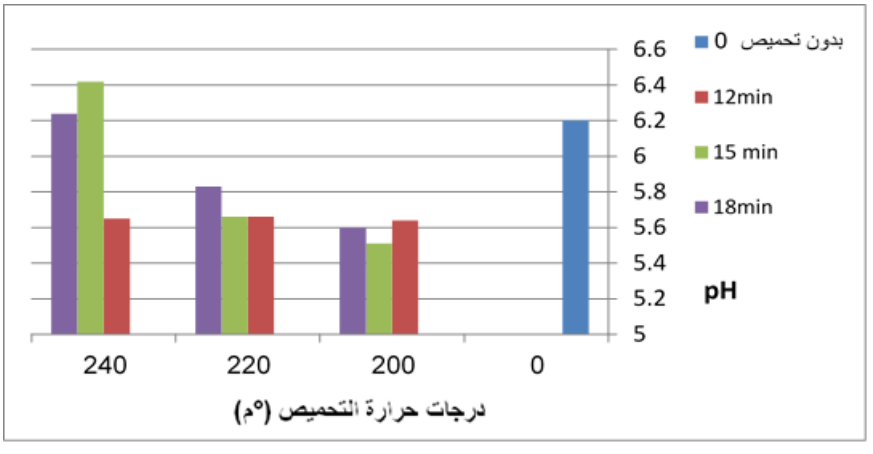
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/naey2248

جدول (2) قيم الأس الهيدروجيني (pH) لعينات مشروب القهوة

التحميص		pH
درجة الحرارة (°م)	الزمن (د)	
0	0	f0.00±6.20
200	12	d0.01±5.64
200	15	e0.09 ± 5.51
200	18	de0.00±5.60
220	12	d0.01±5.66
220	15	d0.03±5.66
220	18	c0.01±5.83
240	12	d0.02±5.65
240	15	b0.03±6.42
240	18	a0.03±6.42

القيم متوسط ± الانحراف المعياري. المتوسطات التي تحمل حروف متشابهة ليس بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%



الشكل (1) قيم الأس الهيدروجيني (pH) لعينات مشروب القهوة

تقدير محتوى الرطوبة في عينات القهوة:

توضح النتائج المبينة في الجدول (3) ان هناك فروق معنوية واضحة عند مستوى احتمال 5% بين مسحوق القهوة بدون تحميص (عينة المراقبة) وبين باقي العينات المحمصة، بينما لا توجد فروق معنوية واضحة بين عينات مسحوق القهوة المحمصة عند 240م

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/naey2248

لمدة 12و15 د وبين العينة المحمصة عند 220م لمدة 15د. سجل أعلى محتوى رطوبة لمسحوق قهوة الروبوستا في عينات المراقبة حيث بلغت قيمتها 6.17، حيث كانت مطابقة للمواصفة القياسية الليبية رقم 395 لسنة 2005، الخاصة بحبوب البن الخضراء والتي تنص على ان تكون نسبة الرطوبة لا تتعدى 10%. تبين من الجدول إن محتوى الرطوبة ينخفض مع زيادة درجة حرارة التحميص، وهذا يتوافق مع (Ramanda 2024) واخرون الذي ينص على إنه كلما ارتفعت درجة الحرارة زادت سرعة انتقال الحرارة إلى المادة الغذائية وتبخرت كمية أكبر من الماء، مما أدى إلى انخفاض أكبر في محتوى رطوبة مسحوق القهوة. ومن خلال الشكل رقم (2) تبين إن اقل محتوى رطوبة في مسحوق قهوة الروبوستا المحمصة كانت للعينة التي عوملت على درجة حرارة 220 °م لمدة 18 دقيقة بقيمة1.61.

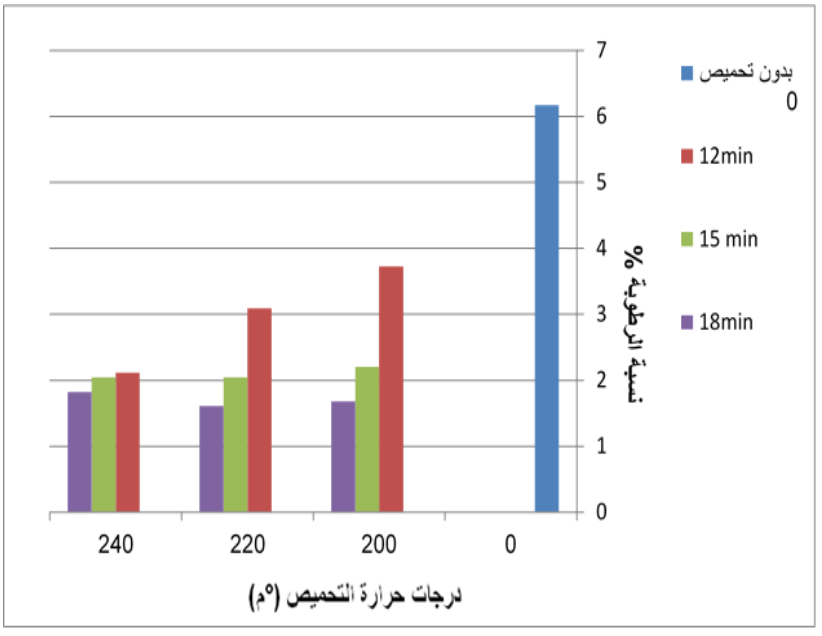
جدول (3) يبين النسبة المئوية (%) للرطوبة لعينات مسحوق القهوة

التحميص		الرطوبة
درجة الحرارة (°م)	الزمن (د)	
0	0	a0.52±6.17
200	12	b0.45±3.72
200	15	cd0.09±2.20
200	18	d0.57±1.68
220	12	bc0.08±3.09
220	15	cd0.39±2.04
220	18	d0.08±1.61
240	12	cd0.08±2.11
240	15	cd0.39±2.04
240	18	d0.28±1.82

القيم متوسط ± الانحراف المعياري. المتوسطات التي تحمل حروف متشابهة ليس بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/naey2248



الشكل (2) يبين النسبة المئوية (%) للرطوبة لعينات مسحوق القهوة

تقدير قيم النشاط المائي (a_w) لعينات مسحوق القهوة :

من خلال نتائج الجدول رقم (4) تبين إن أعلى قيمة للنشاط المائي (a_w)،كانت لعينة المراقبة (عينة مسحوق البن الغير محمصة)، وسجلت 0.50.من خلال التحليل الإحصائي تبين ان هناك فروق معنوية عند مستوى احتمال 5% بين عينة المراقبة وباقي العينات، ولوحظ أيضا إن قيم النشاط المائي انخفضت بشكل تدريجي مع زيادة درجة حرارة التحميص، حيث انخفضت من 0.42 عند 200 لمدة 12 دقيقة إلى 0.33عند 220°م لمدة 18 دقيقة وهو ما يدل على انخفاض محتوى الرطوبة في حبوب القهوة نتيجة تبخر الماء أثناء عملية التحميص كما هو موضح بالشكل رقم (3). وهذا يتوافق مع (Odzakaovic واخرون 2019)، ومع ذلك لوحظ ارتفاع طفيف في قيم النشاط المائي عند 240°م خاصة عند الزمنين 15، 18 دقيقة (0.40)، وهذا قد يكون بسبب إعادة امتصاص الرطوبة أثناء عملية التبريد.

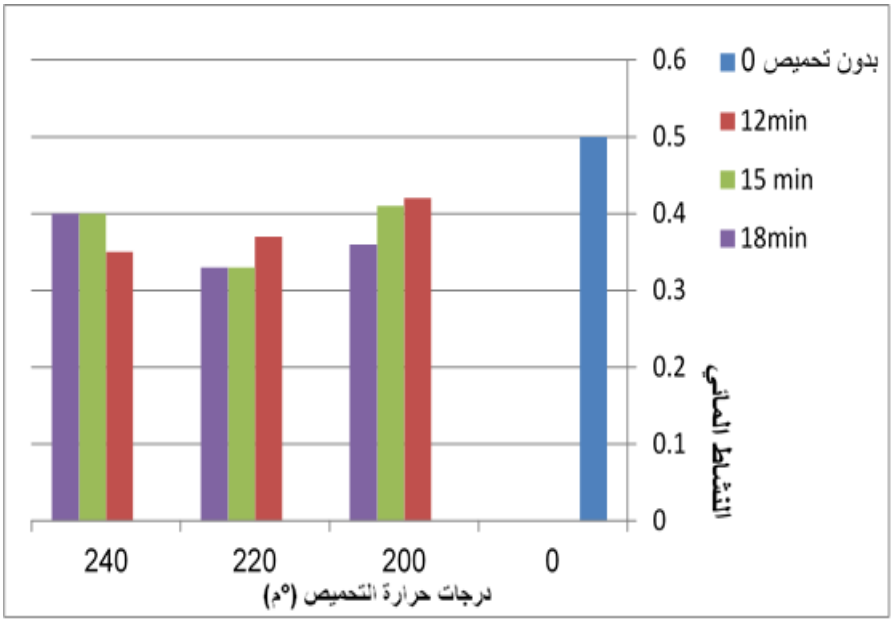
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/naey2248

جدول (4) يبين قيم النشاط المائي لعينات مسحوق القهوة

التحميص		النشاط المائي
درجة الحرارة (°م)	الزمن (د)	
0	0	f0.01±0.50
200	12	b0.00±0.42
200	15	b0.01±0.41
200	18	cd0.01±0.36
220	12	c0.00±0.37
220	15	e0.00±0.33
220	18	e0.00±0.33
240	12	de0.00±0.35
240	15	b0.00±0.40
240	18	b0.00±0.40

القيم متوسط ± الانحراف المعياري. المتوسطات التي تحمل حروف متشابهة ليس بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%



الشكل (3) يبين قيم النشاط المائي لعينات مسحوق القهوة

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/naey2248

تقدير المواد الصلبة الكلية لعينات القهوة:

توضح النتائج المبينة في الجدول (5) أن نسبة المواد الصلبة الكلية تراوحت ما بين 93.83% – 98.49% وكانت عينة المراقبة (العينة بدون تحميص) اقل محتوى من المواد الصلبة الكلية، حيث احتوت على 93.83%، وكانت هناك فروق معنوية بينها وبين باقي العينات المحمصة. لوحظ إن نسبة المواد الصلبة ارتفعت بشكل ملحوظ مع زيادة كل من درجة الحرارة والزمن كما في الشكل رقم (4)، نتيجة لفقدان الماء وتركز المواد الصلبة داخل حبة البن. وقد بلغت اعلى نسبة للمواد الصلبة الكلية 98.49% عند التحميص على 200°م لمدة 18 د، وهو ما يعكس كفاءة هذه المعاملة في تقليل نسبة الرطوبة وزيادة الكثافة الصلبة في المنتج النهائي.

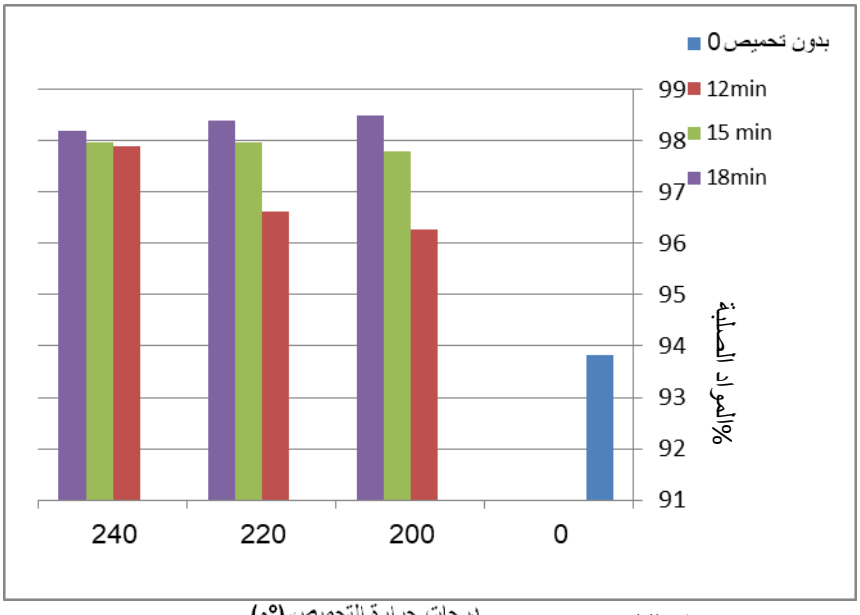
جدول (5) يبين النسبة المئوية للمواد الصلبة الكلية لعينات القهوة.

التحميص		% المواد الصلبة
درجة الحرارة (°م)	الزمن (د)	
0	0	^{d}0.52±93.83
200	12	c0.45±96.28
200	15	ab0.09±97.80
200	18	a0.65±98.49
220	12	^{bc}0.08±96.91
220	15	^{ab}0.39±97.96
220	18	^{a}0.08±98.39
240	12	^{ab}0.08±97.89
240	15	^{ab}0.39±97.96
240	18	^{ab}0.28±98.18

القيم متوسط ± الانحراف المعياري. المتوسطات التي تحمل حروف متشابهة ليس بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/naey2248



الشكل (4) يبين النسبة المئوية للمواد الصلبة الكلية لعينات القهوة.

التقييم الحسي

أظهرت نتائج التقييم الحسي المبينة في الجدول (6) والشكل رقم (5) لعينات القهوة تباينًا واضحًا في درجات التقييم تبعًا لاختلاف درجة حرارة التحميص ومدته، مما يشير إلى تأثير هذين العاملين على الخصائص الحسية للقهوة. من خلال التحليل الإحصائي وُجدت فروق معنوية واضحة بين العينات من حيث المظهر، حيث سجّلت أعلى القيم عند 240°م لمدة 12 د (3.67) وبينما كانت أقل القيم عند 200°م لمدة 12 د (1.83)، وهذا يشير على إن زيادة درجة الحرارة ومدة التحميص المعتدلة تُحسن المظهر العام للقهوة المحمصة. أما بالنسبة لسمة اللون فقد لوحظت فروق معنوية بين عينات القهوة، حيث سجلت العينة المحمصة عند 240°م/ 12د أعلى درجة (3.60) بينما كانت أدنى الدرجات عند 200°م لمدة 12 د (1.94) هذا يدل على أن اللون يصبح أكثر قبولًا مع زيادة درجة حرارة التحميص.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/naey2248

فيما يخص سمة الطعم فلم يكن هناك فروق معنوية عند مستوى احتمال 5% بين عينات القهوة باستثناء ارتفاع نسبي في العينة عند 220°م/ 15د (2.833) مما قد يشير إلى أن الطعم يتأثر بدرجة أقل مقارنة ببقية السمات.

أما بالنسبة لسمة الرائحة فسُجلت أعلى قيمة عند 240°م / 12د (3.13) اما أدني قيمة فكانت لعينة القهوة التي عوملت عند 200°م مما يعكس تأثير درجات الحرارة المرتفعة على تطور المركبات العطرية، وبالنسبة للقوام، فكانت هناك فروق معنوية واضحة بين العينة عند 240 °م /12 د والعينات الاخرى وهذا قد يشير إلى أن ارتفاع الحرارة أدى إلى تحسين القوام بفضل التغيرات الفيزيائية في الحبوب.

أما فيما يخص الحموضة تبين من خلال التحليل الإحصائي انه يوجد فروق معنوية عند مستوى احتمال 5% حيث سجلت العينة عند 240° م / 15د أعلى حموضة (2.61)، مما يدل على أن ارتفاع درجة التحميص يزيد من وضوح الحموضة، لكن ضمن مستويات مقبولة، بينما بالنسبة لسمة المرارة فقد ارتفعت تدريجيا مع زيادة درجة حرارة التحميص، وسجلت أعلى قيمة عند 240°م / 15د (2.78)، في حين أن أقل القيم كانت عند 200° م / 12د (1.61) ويشير ذلك إلى أن المرارة تتزايد مع زيادة درجة حرارة التحميص ومدت ، فيما يخص الحلاوة، أعلى قيمة سُجلت عند 240°م / 12د (2.53)، كما لوحظ تناقص في الحلاوة عند 240°م /18 د (1.56) مما يشير إلى أن التحميص الزائد قد يقلل من الإحساس بالحلاوة. وأخيرا من خلال النتائج نستنتج إن التحميص بدرجات حرارة متوسطة الى مرتفعة خاصة عند 240 °م ولفترات معتدلة يعزز من تقبل المقيمين ومن ناحية أخرى، التحميص الخفيف (200°م) بشكل عام أعطى نتائج اقل، بينما التحميص الداكن (240°م /18د) قلل بعض الخصائص مثل الحلاوة.

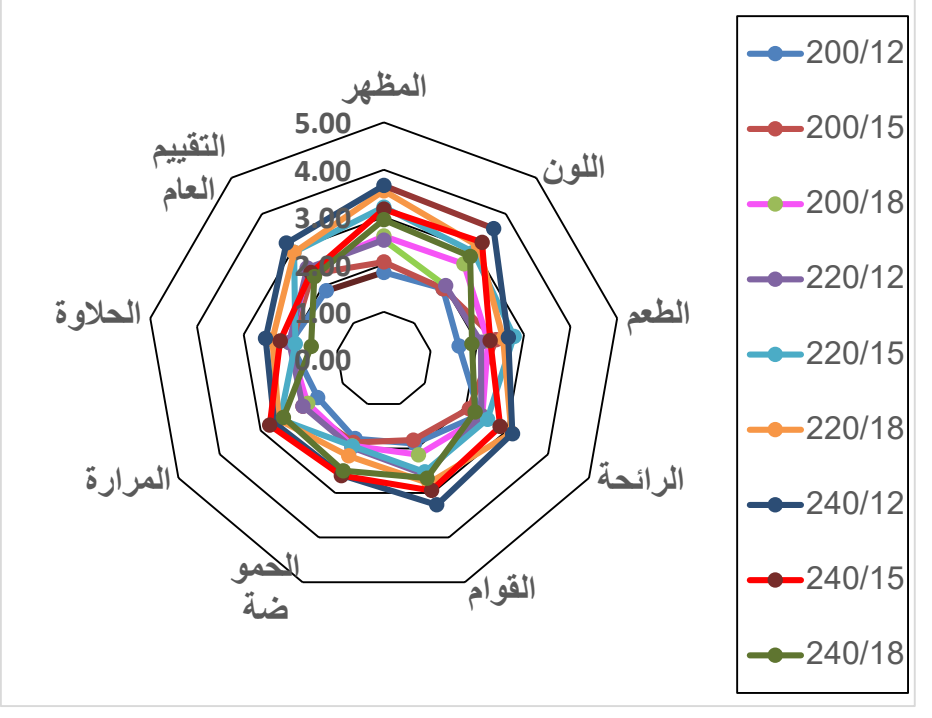
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 37 العدد
Part 1 المجلد
http://www.doi.org/10.62341/ferf2909

جدول (6) التقييم الحسي لعينات مشروب القهوة باستخدام لوحة الترقيم

القيم متوسط ± الانحراف المعياري. المتوسطات التي تحمل حروف متشابهة ليس بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%

السمة	درجات الحرارة (°م)								
	200			220			240		
	الزمن (دقيقة)								
	12	15	18	12	15	18	12	15	18
المظهر	± 1.83 ^{c}1.03	± 2.05 ^{c}1.0 3	± 2.60 ^{bc}1.06	± 2.51 ^{bc}0.96	± 3.21 ^{ab}1.12	± 3.56 ^{a}1.23	± 3.67 ^{a}0.88	± 3.17 ^{ab}1.13	± 2.94 ^{ab}1.49
اللون	± 1.94 ^{d}1.24	± 1.95 ^{d}1.03	± 2.63 ^{bcd}0.84	± 2.03 ^{cd}1.09	± 2.95 ^{ab}1.06	± 3.11 ^{ab}1.06	± 3.60 ^{a}1.10	± 3.22 ^{ab}1.20	± 2.83 ^{abc}1.56
الطعم	± 1.61 ^{c}0.84	± 2.41 ^{abc}1.36	± 2.23 ^{abc}0.88	± 2.08 ^{abc}0.98	± 2.79 ^{a}1.07	± 2.56 ^{ab}1.08	± 2.67 ^{ab}1.16^{d}	± 2.28 ^{abc}1.26	± 1.89 ^{bc}1.21
الرائحة	± 2.33 ^{ab}1.27	± 2.08 ^{b}1.12	± 2.40 ^{ab}1.19	± 2.38 ^{ab}1.30	± 2.53 ^{ab}0.95	± 3.11 ^{a}1.12	± 3.13 ^{a}0.73	± 2.83 ^{ab}1.36	± 2.22 ^{b}1.25
القوام	± 1.89 ^{c}1.21	± 1.81 ^{c}0.985	± 2.14 ^{bc} 1.22	± 2.60 ^{abc}1.24	± 2.53 ^{abc}1.33	± 2.78 ^{ab}1.33	±3.27 ^{a}0.79	± 2.94 ^{ab}1.24	± 2.67 ^{abc}1.12
الحموضة	± 1.78 ^{c}0.87	± 1.87 ^{bc}1.06	± 1.94 ^{abc}0.73	± 1.97 ^{abc}0.87	± 1.95 ^{abc}0.96	± 2.17 ^{abc}0.70	± 2.60 ^{ab}0.62	± 2.61 ^{a}1.27	± 2.50 ^{abc}1.63
المرارة	± 1.61 ^{c}1.02	± 1.97 ^{abc}0.96	± 1.86 ^{bc}0.91	± 1.97 ^{abc}1.01	± 2.53 ^{ab}0.95	± 2.56 ^{ab}0.97	± 2.67 ^{ab}1.09	± 2.78 ^{a}1.46	± 2.44 ^{abc}1.70
الحلاوة	± 2.00 ^{ab}1.22	± 1.97 ^{ab}0.93	± 2.03 ^{ab}1.01	± 2.03 ^{ab}1.24	± 1.90 ^{ab}0.98	± 2.39 ^{a}0.96	± 2.53 ^{a}1.17	± 2.22 ^{ab}1.42	± 1.56 ^{b}0.84
التقييم الكلي	± 1.89 ^{b}1.01	± 2.35 ^{ab}1.40	± 2.49 ^{ab}1.10	± 2.51 ^{ab}1.41	± 2.95 ^{a}1.29	± 2.94 ^{a}1.09	± 3.20 ^{a}1.06	± 2.39 ^{ab}1.32	± 2.28 ^{ab}1.50



الشكل (5): يبين التقييم الحسي لعينات مشروب القهوة باستخدام لوحة الترقيم

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/ferf2909

الخلاصة

التحميص ليس مجرد عملية تسخين بل هو علم قائم بحد ذاته يؤثر على النكهة والقيمة الغذائية والتركيب الكيمائي للقهوة، يعد فهم درجات تحميص القهوة من منظور علمي امرا ضروريا لتحسين القهوة وتحقيق الطابع المرغوب في النكهة. تعتمد الاختلافات في الخصائص الكيمائية للحبوب على درجة الحرارة ومدة التحميص والتي تحدد بدورها الطبق الكامل للنكهات والمركبات العطرية التي تميز كل نوع من القهوة. من خلال النتائج تبين إن درجات التحميص المختلفة تؤثر بشكل واضح على الخصائص الفيزيائية والكيمائية لحبوب القهوة، حيث أظهرت النتائج أن درجات التحميص المختلفة اثرت بشكل كبير على قيمة الاس الهيدروجيني PH)) فكانت اعلى قيمة للأس الهيدروجيني 6.62 عند معاملة حبوب القهوة عند درجة حرارة 240°م لمدة 18 د. أي انه في التحميص الداكن للقهوة تنخفض الحموضة وهدا يتوافق مع ما ذكره (Fadri واخرون،2019) إن قيمة الحموضة تنخفض مع زيادة درجة ومدة التحميص وهذا يكون بسبب تبخر بعض الأحماض مثل حمض الكلور وجينك واحماض الكربوكسيل. وتشير النتائج أيضا إن بزيادة درجات حرارة التحميص ومدة التحميص ينخفض محتوى الرطوبة في مسحوق القهوة وذلك بسبب تبخر كمية أكبر من الماء. وفيما يخص المواد الصلبة الكلية، فقد بلغت اعلى نسبة للمواد الصلبة الصلبة الكلية 98.49% عند التحميص على 200°م لمدة 18 د، وهو ما يعكس كفاءة هذه المعاملة في تقليل نسبة الرطوبة. بناء على نتائج المقيمين حسيا، تبين إن أفضل الصفات الحسية، من حيث المظهر، اللون، القوام، والرائحة، سُجلت عند عينة القهوة التي عوملت عند درجة تحميص 240°م/12د، وفي المقابل تبين أن التحميص الخفيف عند 200°م أعطى أقل قبول من قبل المستهلكين

التوصيات

1- استخدام درجة حرارة 240°م لمدة 12 د للحصول على توازن بين الصفات الفيز وكيمائية مثل (محتوى الرطوبة والحموضة) والصفات الحسية (النكهة واللون).

2- يوصى بإجراء دراسات أخرى عن تأثير التحميص على المكونات الحيوية مثل مضادات الاكسدة والكافيين.

3- يوصى بتطوير او تحسين أجهزة التحميص الذكية التي يمكنها التحكم الدقيق بدرجة الحرارة والوقت بناء على نوع الحبوب لتحقيق جودة متناسقة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/ferf2909

المراجع

المواصفة القياسية الليبية رقم (395).(2005).حب البن الأخضر.المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية.ليبيا .

Beigh, M., Sofi, A., Wani, N., & Reshi, M. (2021). Processing and Health Benefits of Coffee: A Review. International Journal of Scientific Engineering and Applied Science,7(11), 2395-3470.

de Azeredo, A. (2011). Coffee roasting: Color and aroma-Active sulfur compounds. University of Florida. 20-33.

Diviš, P., Pořízka, J., & Kříkala, J. (2019). The effect of coffee beans roasting on its chemical composition. Slovak Journal of Food Sciences/Potravinarstvo, 13(1).

Fadri, R. A., Sayuti, K., Nazir, N., & Suliansyah, I. (2019). The Effect of temperature and roasting duration on physical characteristics and sensory quality of Singgalang Arabica Coffee (Coffea arabica) Agam Regency. Journal of Applied Agricultural Science and Technology, 3(2), 189-201.

Jokanović, M. R., Džinić, N. R., Cvetković, B. R., Grujić, S., & Odžaković, B. (2012). Changes of physical properties of coffee beans during roasting. Acta Periodica Technologica, (43), 21-31.

Nakilcioğlu-Taş, E., & Ötleş, S. (2019). Physical characterization of Arabica ground coffee with different roasting degrees. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 91(02), e20180191

Odžaković, B., Džinić, N., Jokanović, M., & Grujić, S. (2019). The influence of roasting temperature on the physical properties of Arabica and Robusta coffee. Acta Periodica Technologica, (50), 172-178.

Ramanda, M. R., Prameswari, A. F., & Ulfa, M. N. (2024). Effect of variations of roasting temperature on the physicochemical properties of robusta coffee (Coffea canephora L.). Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering), 13(2), 405-417.

Sanchez, K., & Chambers IV, E. (2015). How does product preparation affect sensory properties? An example with coffee. Journal of Sensory Studies, 30(6), 499-511.

Tarigan, E. B., Wardiana, E., Hilmi, Y. S., & Komarudin, N. A. (2022). The changes in chemical properties of coffee during roasting: A review. In IOP conference series: Earth and environmental science (Vol. 974, No. 1, p. 012115). IOP Publishing

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/ferf2909

Wei, F., & Tanokura, M. (2015). Organic compounds in green coffee beans. In Coffee in health and disease prevention (pp. 149-162). Academic Press.

Yeager, S. E., Batali, M. E., Guinard, J. X., & Ristenpart, W. D. (2023). Acids in coffee: A review of sensory measurements and meta-analysis of chemical composition. Critical reviews in food science and nutrition, 63(8), 1010-1036.

Yergenson, N.(2019). Coffee roasting process monitoring with in situnir spectroscopy. University of Idaho. 2-4.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية