تنوّع وأهمية الدخن في الجنوب الجزائري (تديكلت)

محمد لمغربي[1،2]، جعفر جبالي[1]، رشيد صويلح[1]، بوبكر ناجمي [1]

[1]مخبر دراسة وتطوير تقنيات معالجة وتنقية المياه والتسيير البيئي، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

[2]مخبر الكيمياء الحيوية، قسم العلوم الطبيعية، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

mohamed.lemgharbi@g.ens-kouba.dz

مقدمة

تهدف هذه المقالة إلى تثمين الدخن اللؤلؤي (Pearl millet) [Pennisetum glaucum (L.) R. Br.] في منطقة تديكلت[1] بالجنوب الجزائري، حيث يُمثل النبات مجموعة من الحبوب ذات قيمة غذائية وعلفية عالية، بالإضافة إلى فوائده الصحية المتنوعة. كما أنه مُتكيف مع الظروف البيئية والمناخية القاسية للمنطقة، مثل مُلوحة وفقر التربة، والنقص المائي، وارتفاع الحرارة، إلخ.

تتميز حبوب الدخن بارتفاع نسبي للمحتوى العضوي والمعدني مقارنة بالحبوب الشائعة، بالإضافة إلى محتواها العالي من الألياف وبطء تحلل مدخراتها النشوية، مما يساعد على استقرار مستوى السكر في الدم بعد استهلاكها. كما نشير إلى خلو بروتيناتها من الجلوتين[2]. هذه الخصائص جعلت الدخن محور اهتمام عالمي مؤخرًا لما يتمتع به من إمكانات في تخفيف المخاوف الغذائية وتعزيز الاستدامة البيئية، حيث تم إعلان سنة 2023 عامًا دوليًا للدخن في الجمعية العامة للأمم المتحدة، بدعم من 71 دولة. وتعمل الحكومات والمنظمات غير الحكومية، ومراكز البحث الزراعي لتعزيز الوعي لتحسين أصناف الدخن من أجل تنفيذ استراتيجيات تفيد مجتمعات مُزارعي الدخن، وتثمين هذه الثروات الطبيعية لاستغلالها كمصدر غذائي مُستدام للصناعات التحويلية الغذائية.

للمزيد من المعلومات حول المناسبة [https://www.fao.org/millets-202303].

1. تعريف المنطقة

تقع تديكلت في الجنوب الغربي من الجزائر على بُعد حوالي 1274 كلم عن العاصمة، وعلى ارتفاع 290 م فوق سطح البحر. تُقدر مساحتها بحوالي 100000 كلم^2. يحدها شمالًا هضبة تدمايت، ومن الجنوب منطقة الهقار والتاسيلي، ومن الغرب الساورة وتوات (شكل 1). تُمثل المنطقة سهولًا شاسعة مع ترسبات رملية تعود للزمن الرباعي [2]، وتتميز بمخزون مائي هائل ومناخ صحراوي قاري، مما يجعلها من أشد الصحاري حرارةً في العالم. تساقط الأمطار نادر جدًا بمعدل لا يتجاوز 5 ملم/السنة، ويتراوح معدل درجات الحرارة بين 27 و48°م [11].

شكل 1. الموقع الجغرافي لمنطقة تديكلت

https://www.google.com/search?q=خريطة+منطقة+تديكلت

2. تعريف النبات

يُسمى الدخن محليًا بالبَشْنَة، وهو نبات عشبي حولي ينتمي إلى الفصيلة النجيلية (Poaceae)، خلطي التكاثر ومُضاعف الصبغيات (2n = 2x = 14)، أزهاره خنثى، ويتميز بنمو خضري وإنتاج سريع، وساق رئيسية يتراوح ارتفاعها بين 0.5 و4م، تحمل أوراقًا شريطية متعاقبة وتنتهي بسنبلة شبه أسطوانية غالبًا. يتميز الدخن بمقاومته للجفاف والأمراض ودورة حياة قصيرة تتراوح بين 48 يومًا للأصناف المُبكرة و180 يومًا للمتأخرة. يضم الجنس (Pennisetum) عدة أنواع تختلف في طول الساق، وشكل ولون السنبلة، وعلى أساس هذه الخصائص المظهرية تم تصنيف وتسمية المجموعات المختلفة محليًا (شكل 2).

شكل 2. المجموع الخضري للدخن [8]

تم تنظيم عدة زيارات ميدانية لحقول زراعة الدخن في المنطقة عند النضج في إطار برنامج أنشطة مخبر البحث، بهدف إنجاز دراسة وصفية حسب معايير المعهد الدولي للبحوث لمحاصيل الحبوب في المناطق شبه الجافة والاستوائية (ICRISAT,1993)، حيث تم جرد وتصنيف حوالي 12 مجموعة أساسية (شكل 3).

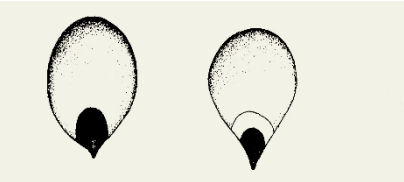
شكل3. التنوع الحيوي لسنابل الدخن المزروعة بمنطقة تديكلت [8]، [10]

(1 ←7: سنابل الدخن المحلي، - 8، 9: سنابل الدخن البري، -10، 11، 12: سنابل دخن السودان[4])

1.2. حبوب الدخن

تكون حبوب الدخن صغيرة جدًا، مختلفة الشكل والحجم، ومُحاطة بقشور ملونة حسب المجموعات والأنواع. يبلغ طول الحبة حوالي 4 مم، ويتراوح وزن 1000 حبة بين 2.5 و14غ، بمتوسط يُقدر بـ 8غ. كما يبلغ طول الجنين 2 مم، أي نصف طول الحبة، وتُمثل السرة بنقطة سوداء (شكل 4 و5).

شكل 4. حبوب الدخن [8]، [10]



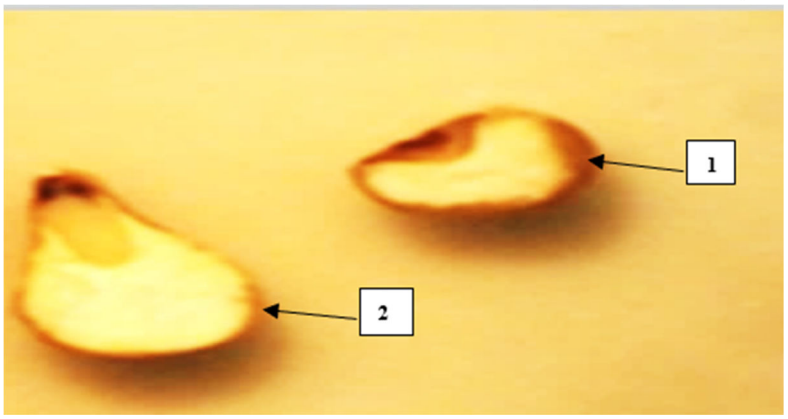
شكل5. بـذرة الدخن [6]

من خلال الدراسة التشريحية المخبرية بإجراء مقاطع طولية للبذرة (شكل 6-1) وعرضية (شكل 6-2) [10]، اتضح بأن البذرة مكونة من:

أ -الغلاف: يشكل حوالي 8% من الحجم الكلي للبذرة، ولونه رمادي مبيض إلى أصفر. يتكون الغلاف من ثلاث طبقات: خارجية، ومتوسطة، وداخلية.

ب- الجنين: يشكل 17% من البذرة (اللون الأصفر)، حيث تتمركز فيه كميات معتبرة من الأجسام بروتينية، كما يحتوي الجنين والغلاف على حمض الفيتيك [14].

جـ-السويداء: تشكل 75% من حجم البذرة، وتتكون من أجزاء نشوية (اللون الأبيض) وقرنية (البني الداكن). يحتوي الجزء النشوي على حبيبات كروية نشوية ترتبط بجزيئات صغيرة من البروتين.



شكل 6. (1) مقطع طولي، (2) مقطع عرضي لبذرة الدخن [8]

3. الأهمية الغذائية للدخن

تُستخدم حبوب الدخن محليًا لتحضير مأكولات تقليدية مختلفة، مثل الحساء، والعصيدة، والخبز، والفطائر، والمشروبات، وغيرها. كما يمكن دمجها أيضًا مع مسحوق التمر الجاف (السفوف) والسلطات والحساء والأطعمة المقلية والمخبوزات. تحتوي حبوب الدخن على نسبة عالية من النشا، مما يجعلها مصدرًا ممتازًا للطاقة بفضل محتواها العالي من السعرات الحرارية. كما أنها غنية بالفيتامينات والمعادن والأحماض الأمينية، وتتميز ببطء هضمها وقلة احتمال تسببها في ردود فعل تحسسية، مما يجعلها مناسبة جدًا للأطفال في مرحلة النمو والنساء الحوامل [13].

وتُعتبر حبوب الدخن مصدرًا ممتازًا للبروتين والألياف. وبما أنها خالية من الجلوتين، والوحيدة من بين الحبوب الشائعة الأخرى التي تحتفظ بخصائصها القلوية بعد الطهي، فهي مثالية للأشخاص الذين يُعانون من مرض الاضطرابات الهضمية (Celiac) [7].

يؤدي اتباع نظام غذائي يعتمد على حبوب الدخن إلى الشعور بالشبع، مما يساعد على إنقاص الوزن، كما يُسهم في تدفئة الجسم في المواسم الباردة [3] (جدول 1).

جدول 1. مقارنة المحتوى الغذائي للحبوب الرئيسية والدخن (غ/100غ) [4]

المحصول	النشا الكلي(غ)	البروتين(غ)	الدهون(غ)	الألياف(غ)	الأملاح المعدنية(غ)	Ca(مغ)	P(مغ)	Fe(مغ)
الدخن اللؤلؤي	67.5	12.5	5.0	1.2	2.3	42	296	8.0
القمح	71.2	11.6	1.5	1.2	1.5	41	306	5.3
الأرز	78.2	6.8	0.5	0.2	0.6	10	160	0.7
الذرة الرفيعة	72.6	10.4	1.9	1.6	1.6	25	222	4.1

Ca = الكالسيوم، P = البوتاسيوم، Fe = الحديد

يُستغل المجموع الخضري للدخن (الأوراق خاصة) كعلف لتربية الحيوانات في المنطقة، نظرًا لسرعة نموه وتجدده بعد القطف، حيث يتميز الدخن بالأشطاء؛ أي نمو وظهور عدة فروع أو سوق من النبتة الواحدة. وفي موسم الحصاد، قد يتم قطف السوق مع الأوراق لتجفيفها بالكامل، مما يوفر مصدرًا علفيًا مستدامًا لمربي الماشية في فصلي الشتاء والربيع.

4. الأهمية الصحية للدخن

يتراوح المحتوى الكلي للنشا (Total Starch) في حبوب مجموعات الدخن في منطقة تديكلت بين 51.35 و65.87%، بمتوسط منخفض نسبيًا يُقدر بـ 61.43% [9]، وذلك مقارنةً بأصناف الدخن للجرد العالمي لمركز البحوث ICRISAT، والتي يبلغ متوسط محتواها 66.7 % [3].

صنّف براند-ميلر (Brand-Miller) وآخرون (2003) الأغذية إلى ثلاثة أصناف، حسب قيم مُؤشر السكر في الدم[3]، كالتالي: أقل من 55 (منخفضة الهضم)، بين 56 و66 (متوسطة الهضم)، أكبر من 70 (عالية الهضم). وتم تقدير تحلل النشا باستخدام المعادلة من الدرجة الأولى التالية:

$$C_t = C_\infty(1 - \exp[-kt]). \quad (1)$$

حيث تُمثل C_t نسبة تحلل النشا عند الزمن t، وC_∞ تُمثل اتزان نسبة التحلل للنشا بعد 120 دقيقة، وK هو ثابت الحركية لتحلل النشا، وt يُمثل الزمن بالدقيقة، وexp يشير إلى التحلل التجريبي للنشا.

يُمكننا تحديد مؤشر التحليل المائي (HI) عن طريق تكامل المعادلة (1) بين الفترة $t_0 = 0$ و$t_f = 120\ min$ للحصول على المعادلة الثانية:

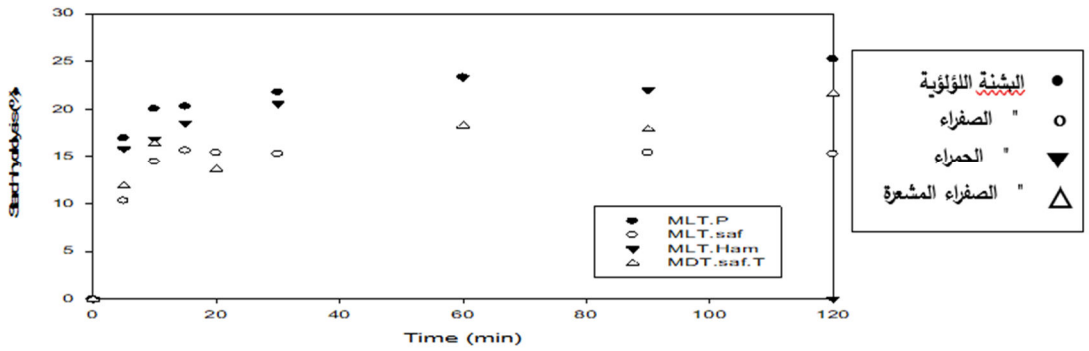
$$AUC_{exp} = C_\infty\ t_f - C_\infty/k(1 - \exp[-kt_f]). \quad (2)$$

يُعبر مُؤشر التحليل المائي (HI) عن نسبة المنطقة تحت المنحنى القياسي للتحليل المائي (Area Under the Standard Curve of Hydrolysis) (AUCexp)، من الزمن 0 إلى 120 دقيقة وتساوي تقريبًا 7444% دقيقة [5].

جدول2. هضم النشا والمعايير المتوقعة لمؤشر تحلل السكر لنموذج الدرجة الأولى لطحين بعض حبوب الدخن اللؤلؤي لمنطقة تديكلت [9]

مجموعة الدخن	K (min^{-1})	$C_{\infty, exp}$ (%)	$C_{\infty, th}$ (%)	HI exp (%)	HI th (%)	eGI, exp	eGI, th	t_{int} (min)
اللؤلؤية	0.41	26.04	26.04	41.12	41.12	43.64	43.64	0-15
اللؤلؤية المُشعرة	0.16	18.98	35.57	29.01	54.35	33.20	55.05	0-20
الصفراء	0.21	15.22	17.80	23.56	27.55	28.51	31.95	0-15
البرية البنفسجية	0.15	27.08	19.77	41.23	30.11	43.73	34.15	0-30
الحمراء	0.22	21.96	14.99	34.06	23.24	37.56	28.23	0-15
السودان طويلة السنبلة	0.27	22.76	18.44	35.55	28.81	38.84	33.03	0-15

K (min^{-1}): ثابت ميكائيلس، $C\infty_{exp}$: التحليل المائي للنشا في الوقت لانهائي العملي، $C\infty_{th}$: التحليل المائي للنشا في الوقت لانهائي النظري، **HI_{exp}**: مؤشر التحليل المائي العملي، **HI_{th}** : مؤشر التحليل المائي النظري، **eGI_{exp}** مؤشر نسبة السكر في الدم المتوقع العملي، **eGI_{th}**: مؤشر نسبة السكر في الدم المتوقع النظري، **t_{int}(min)** : (المرحلة السريعة) النموذج من الدرجة الأولى



شكل 7. منحنيات التحليل المائي لطحين بعض حبوب الدخن لمنطقة تديكلت [9]

من خلال نتائج التحليل المائي الإنزيمي بالأميلوجلوكوزيداز (Amyloglucosidase) في المختبر (In vitro) باستخدام طريقة قوني (Goni) المعدَّلة [5]، تبين أن قابلية الهضم لنشا دقيق عينات الدخن المدروسة من منطقة تديكلت مُنخفضة، حيث تقل عن 40% (شكل 7)، وأن قيم مُؤشر نسبة السكر في الدم المتوقعة، سواء العملية أو النظرية لهذه العينات أقل من 55 (جدول 2). بالمقارنة، بلغت نتائج التحليل المائي الإنزيمي وقابلية الهضم لنشا عينات دقيق الدخن من كندا قيمة 101، وللدخن من كينيا حوالي 153. وبالتالي، تصنَّف حبوب الدخن المزروعة في المناطق الصحراوية بالجزائر(تديكلت) بأنها جيدة وصحية لتغذية مرضى السكري، لأنها تساهم في خفض واستقرار نسبة السكر في الدم [9]. علاوة على ذلك، تساعد مضادات الأكسدة الوفيرة في حبوب الدخن على تقليل خطر الإصابة بالأمراض المُزمنة، مثل أمراض القلب والسرطان والاضطرابات العصبية والتنفسية.

يساهم ارتفاع مُحتوى البوتاسيوم (P) والمغنيسيوم (Mg) في حبوب الدخن اللؤلؤي في خفض ضغط الدم والحفاظ على صحة القلب والأوعية الدموية. كما يساعد وجود حمض الفيتيك والنياسين في خفض مستويات الكوليسترول، كما يُقلل من خطر الإصابة بالسرطان [3].

تشير المُعطيات المقدمة بأن الصحراء الجزائرية، مثل منطقة تديكلت، تزخر بثروات نباتية طبيعية كالدخن، حيث تتميز بتنوع حيوي هام وحبوب ذات مُدخرات نشوية وبروتينية مفيدة. مما يؤهل هذه المحاصيل الطبيعية لأن تكون مصادر أولية هامة للصناعات التحويلية الغذائية أو العلفية، لتلبية الطلب المتزايد واستقرار الأمن الغذائي المحلي. بالإضافة إلى الفوائد الصحية لهذه الحبوب كأغذية مُكملة، فإن ذلك يتطلب الاهتمام بتثمين وتحسين زراعة الأصناف المحلية.

الهوامش

[1]تديكلت: تشمل مدينة عين صالح والبلديات المجاورة، مثل الزاوية، الفقارة، الساهلة، اقسطن، حاسي لحجار، البركة، انغر، وأولف.

[2]الجلوتين: هو بروتين موجود في الحبوب الشائعة مثل القمح، الشعير، الأرز، الذرة والشوفان. يتكون من حمض أميني متعدد، وهو الجلوتاميك، ويلعب دورًا هامًا في مطاطية العجينة. قد يُسبب الجلوتين مرض الاضطرابات الهضمية (Celiac).

[3]مؤشر السكر في الدم: هو نسبة جلوكوز الدم بعد تناول وجبة معينة، وتتراوح بين 0.70 و1.40 غ/ل من الدم.

[4]دخن السودان: دخن مُستأنس من البلدان الجنوبية المجاورة، مثل مالي، النيجر، إلخ، والتي كانت تسمى محليًا "بلاد السودان".

المراجع

[1] Brand-Miller, J., Hayne, S., Petocz, P. & Colagiuri, S., Low-glycemic index diets in the management of diabetes : a meta-analysis of randomized controlled trials. Diabetes Care, 26(8), (2003), 2261-2267. https://www.researchgate.net/publication/10642736

[2] Flamand, G.B.M., Une mission d'exploration scientifique au Tidikelt. Annales de Géographie. Vol.9. (45), (1900), 233-242.

[3] Food and Agriculture Organization of United Nations [FAO], Grassland index. A searchable Catalogue of Grass and Forage legumes. FAO., 2010. http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/Default:htm.

[4] Gahalawat, P., Lamba, N., & Chaudhary, P., Nutritional and health benefits of millets : a review article, Journal of Indian System of Medicine, 12(1), (2024), 4-11. https://journals.lww.com/jism/fulltext/2024/12010/nutritional_and_health_benefits_of_millets

[5] Goni, I., Garcia-Alonsa, A., & Saura-Calixto, F., A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. Nutrition research, 17(3), (1997), 427-437.

[6] ICRISAT., Descripteur du mil pénicillaire (Pennisetum glaucum(L) R.Br.). Conseil International des Ressources Phylogénétiques. Rome, Italie ; Institut International de Recherche sur les Cultures des Zones Tropicales Semi-arides, Patancheru, Inde ISBN, 92, (9043), 1993.

[7] Léder, I., Sorghum and Millets, in Cultivated Plants, Primarily as Food Sources, [Ed. György Füleky], in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, 2004.

[8] Lemgharbi, M., Belhadi, B., Souilah, R., Terbag, L., Djabali, D., & Nadjemi, B., Biodiversity of Pearl Millet [Pennisetum glaucum (L.) R. Br.] in Southern Algeria (Hoggar Region). American Journal of Plant Sciences. (7), (2016), 1673-1684. http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2016.712158

[9] Lemgharbi, M., Souilah, R., Belhadi, B., Terbag, L., Djabali, D. & Nadjemi, B., Starch digestion in pearl millet (Pennisetum glaucum (L.) R. Br.) flour from arid area of Algeria. Journal of Applied Botany and Food Quality, 90, (2017), 126-31.

[10] Lemgharbi, M., Belhadi, B., Souilah, R., Djabali, D., & Nadjemi, B., Biodiversity of pearl millet Pennisetum glaucum (L) R. Br. (Poales Poaceae) in southern Algeria (Tidikelt region). Biodiversity Journal, 14 (3), (2023).

[11] Office National de la Météorologie (ONM), 2024. (Document interne).

[12] Ruffié, J., Ducos, J., &Vergnes, H., Etude hémotypologique des populations du Tidikelt (Sahara Central). Bull. Société Anthropologie de Paris, Tome 4, XIe. Séries. (1963), 531-544.

[13] Saleh, A.S., Zhang, Q., Chen, J., & Shen, Q., Millet grains: nutritional quality, processing, and potential health benefits. Comprehensive reviews in food science and food safety. 12(3), (2013), 281-295.

[14] Simwemba, C.G., Hoseney, R.C., Varriano Marston, E., & Zeleznak, K., Certain B vitamins and phytic acid contents of pearl millet (Pennisetum americanum (L.) Lceke). J. Agric. Food Chem, 32(1), (1984), 31-34.

****