مركب مثيونال Methional فى البطاطس الطازجة ، والمركبات ٢ ، ٤ ديكادينال 2,4-decadienal ، و ٢ ، ٥ –داى ميثايل بيرازين 2,5-dimethylpyrazine فى البطاطس المقلية (Burr ١٩٦٦) .

الكثافة النوعية

أهمية الكثافة النوعية

تتحكم الكثافة النوعية فى جودة منتجات البطاطس. وقد تكون الكثافة النوعية العالية صفة مرغوبة أو غير مرغوبة ، ويتوقف ذلك على طريقة تجهيز المنتجات؛ فعند ارتفاع الكثافة النوعية تكون البطاطس نشوية أو دقيقية mealy ، وتلك صفة مرغوبة فى حالتى البطاطس المعدة فى الفرن baked ، والمهروسة mashed ؛ لأنها تحسن الطعم ، كما أن الكثافة النوعية العالية أمر مرغوب فيه عند صناعة الشبس ؛ لأنها تؤدى إلى زيادة المنتج النهائى من وحدة الوزن من الدرنات الطازجة .

وعلى الجانب الآخر .. فالنشوية الزائدة صفة غير مرغوب فيها فى البطاطس المقلية، كما تؤدى زيادة الكثافة النوعية إلى تفتت البطاطس عند الغلى فى الماء ؛ مما يجعلها صفة غير مرغوبة عند الطهى والتعليب ، وفى السلطات؛ ففى جميع هذه الحالات تفضل الدرنات ذات الكثافة النوعية المنخفضة نسبيًا أو المتوسطة الارتفاع (Kunkel ١٩٦٦)، ولكن انخفاضها كثيرا يؤدى إلى زيادة استهلاك الزيت فى البطاطس المقلية .

وللكثافة النوعية العالية أهمية كبيرة فى صناعة الشبس ؛ فكل زيادة مقدارها ٠,٠٠٥ فى الكثافة النوعية تعنى زيادة مقدارها ١٠ كجم من الشبس المصنعة من كل طن من الدرنات المقشرة، كما تؤدى زيادة الكثافة النوعية إلى خفض استهلاك الزيت المستعمل فى تحضير الشبس ؛ ولذلك فائدتان ؛ هما : التوفير فى النفقات ، وزيادة صلاحية الشبس للتخزين ؛ نظرًا لانخفاض محتواها من الزيت (MacLean وآخرون ١٩٦٦ ، و Smith ١٩٦٨) .

ويفضل دائما فصل الدرنات إلى درجات حسب كثافتها النوعية لاستعمالها فى الأغراض المختلفة . ويؤدى ذلك إلى تجانس قوام المنتجات المُصنّعة ، وزيادة التحكم فى نوعيتها . ويمكن أن يستدل من الكثافة النوعية على كمية المنتج من البطاطس المجففة dehydrated potatoes ، والمقلية ، والشبس .

وإذا ما اعتبرنا أن نسبة المادة الجافة هى دليل على الكثافة النوعية – لارتباطهما إيجابيًا بشدة – فإنه يمكن القول إن زيادة المادة الجافة من ١٩٪ إلى ٢٢٪ – على سبيل المثال – تؤدى إلى زيادة كمية البطاطس المقلية من وحدة الوزن من الدرنات بنسبة ٥٪، وزيادة كمية الشبس بنسبة ١٠٪ ، مع خفض كمية الزيت التى تستهلك فى تصنيعها بنسبة ٣٨٪ فى حالة البطاطس المقلية ، و ٧٪ فى حالة الشبس . وفضلا على أن خفض محتوى البطاطس المقلية والشبس من الدهون يعد أمرًا مرغوبًا فيه من الناحية الغذائية ، فإن البطاطس المقلية التى تصنّع من درنات ذات محتوى منخفض كثيرًا من المادة الجافة تكون طريةً وشمعية المظهر . وبصورةٍ عامةٍ .. يفضل ألاّ تقل نسبة المادة الجافة عن ٢٠٪ لصناعة البطاطس المقلية ، وأن تصل إلى ٢٤٪ لصناعة الشبس .

الصفات المرتبطة بالكثافة النوعية

ترتبط الكثافة النوعية – أساسا – بكلٍّ من نسبتى النشا والمادة الجافة فى الدرنات. وعلى الرغم من ارتباط درجة نشوية الدرنات بكثافتها النوعية، إلا أن هذه الصفة تتأثر ببعض العوامل الأخرى، فقد وجد Nyland (١٩٦٦) اختلافاتٍ بين ثلاثة أصنافٍ من البطاطس فى درجة نشويتها ، على الرغم من تماثلها فى الكثافة النوعية . وقد وجد أن صفة النشوية ترتبط إيجابيًا بكلٍّ من : نسبة النشا ، والمادة الجافة ، والأميلوز ، وبدرجة لزوجة أنسجة الدرنة بعد تسخينها ، كما ترتبط سلبيًا بكلٍّ من نسبتى السكريات الكلية ، والسكريات المتعددة ، إلا أن الكثافة النوعية ترتبط ارتباطًا وثيقًا بنسبة النشا فى الدرنات. ونظرًا لأن النشا هو المكون الرئيسى للمادة الجافة ، فإن المادة الجافة ترتبط هى الأخرى بالكثافة النوعية. وتزداد الكثافة النوعية للدرنات بزيادة نسبة النشا ، أو المادة الجافة فيها .

ويتشابه توزيع النشا مع توزيع المادة الجافة فى الدرنات ؛ فتزيد نسبة كلٍّ منهما من الجلد حتى منطقة الحزم الوعائية ، ومن مركز الدرنة حتى الحزم الوعائية ؛ ويعنى ذلك أن نسبتى النشا والمادة الجافة أعلى ما يمكن فى الخلايا البرانشيمية المحيطة باللحاء ، كذلك تزداد نسبة النشا والمادة الجافة تدريجيًا بالاتجاه من الطرف القمى نحو الطرف القاعدى للدرنة .

العوامل المؤثرة فى الكثافة النوعية

تتأثر الكثافة النوعية لدرنات البطاطس بالعوامل التالية :

الصنف

تتفاوت الأصناف كثيراً فى كثافتها النوعية ؛ نظراً لاختلافها فى محتوى درناتها من النشا والمادة الجافة . وفى دراسة على ٩ أصناف من البطاطس الأمريكية وجد أن الكثافة النوعية تراوحت بين ١,٠٧٤ فى الصنف سيباجو و ١,٠٩٢ فى الصنف ديلس Delus . وفى دراسة أخرى أجريت على ١١ صنفاً تراوحت الكثافة النوعية بين ١,٠٦٧ فى الصنف كاتادين Katahdin و ١,٠٩٠ فى الصنف ديلس .

منطقة الإنتاج

تؤثر الظروف المناخية السائدة على نسبة المادة الجافة فى الدرنات ؛ ومن ثم فهى تؤثر على كثافتها النوعية. ففى إحدى الدراسات تراوحت نسبة المادة الجافة فى مناطق الإنتاج المختلفة بين ١٦,٢٨٪ و ٢٠,٤٤٪ فى الصنف شباوا Chippewa، وبين ٢١,٤٤٪ و ٢٥,٢٢٪ فى الصنف جرين ماونتين Green Mountain . وعموما .. فإن الظروف المناخية التى تؤدى إلى زيادة النمو الخضرى تعمل كذلك على إنقاص نسبة المادة الجافة فى الدرنات .

طول موسم النمو

تزداد الكثافة النوعية بزيادة فترة نمو النباتات ، ويرتبط ذلك بكلٍ مما يلى :

١ – موعد الحصاد : تقل الكثافة النوعية فى حالة الحصاد المبكر ، كما هى الحال فى البطاطس البلية .

٢ – طريقة التخلص من النموات الخضرية قبل الحصاد : تقل الكثافة النوعية عند اتباع وسائل القتل السريع للنموات الخضرية ، سواء أكان ذلك بالطرق الكيميائية ، أم الميكانيكية .

٣ – مدى خلو النموات الخضرية من الإصابات المرضية والحشرية ؛ حيث يؤدى خلوها من الإصابات إلى بقائها بحالةٍ جيدة لأطولِ فترة ممكنة؛ فتزيد بذلك الكثافة النوعية .

قوام التربة

يؤثر قوام التربة على الكثافة النوعية من خلال تأثيره على خصوبة التربة ، ودرجة حرارتها ، وقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة ضد الجاذبية .

الرطوبة الأرضية

تقل الكثافة النوعية مع زيادة الرطوبة الأرضية ، كما تؤثر الرطوبة الأرضية على الكثافة النوعية من خلال تأثيرها على درجة حرارة التربة .

وبينما كان لنقص الرطوبة الأرضية (80- kPa) فى بداية ومنتصف موسم النمو تأثيرا سلبيًا كبيرًا على محصول الدرنات – واختلفت الأصناف فى مدى تأثرها بهذا الشد الرطوبى – فإن نقص الرطوبة الأرضية فى منتصف موسم النمو أثر سلبيًا – كذلك – على الكثافة النوعية للدرنات (Lynch وآخرون ١٩٩٥) .

ملوحة التربة ومياه الرى

تؤدى زيادة الملوحة كثيرًا إلى موت النباتات مبكرًا ؛ ومن ثم انخفاض الكثافة النوعية للدرنات ، ولكن ارتفاع الملوحة بدرجة متوسطةٍ يؤدى إلى الحد من النمو الخضرى للنبات ؛ مما يؤدى إلى زيادة تراكم المادة الجافة فى الدرنات ، وزيادة كثافتها النوعية تبعًا لذلك .

التسميد

يؤدى الإفراط فى التسميد الآزوتى أو البوتاسى إلى نقص الكثافة النوعية للدرنات. ويتفوق تأثير البوتاسيوم على تأثير الآزوت فى هذا الشأن، كما يزداد النقص فى الكثافة النوعية عند التسميد بكلوريد البوتاسيوم ، عما فى حالة التسميد بكبريتات البوتاسيوم (White وآخرون ١٩٧٤) .

وقد وجد Westermann وآخرون (١٩٩٤) أن كلاً من النيتروجين والبوتاسيوم أنقصا تركيز المادة الجافة والنشا فى كل أجزاء الدرنة . وبينما أحدث التسميد النيتروجينى زيادةً فى نسبة السكريات المختزلة فى طرف الدرنة البعيد (القمى) ، ونقصًا فى نسبة السكريات المختزلة فى طرف الدرنة المتصل بالنبات (القاعدى) ، فإن التسميد البوتاسى أحدث نقصًا فى نسبة السكريات المختزلة فى طرفى الدرنة . وقد توقف تأثير التسميد

البوتاسى فى الكثافة النوعية على تركيز البوتاسيوم فى الدرنات ؛ الأمر الذى لـــم يتـــأثر بمصدر السماد البوتاسى ، أكان كلوريد بوتاسيوم ، أم كبريتات بوتاسيوم .

وحصل Maier وآخرون (١٩٩٤) على علاقةٍ جوهرية غير خطية Curvilinear بيـــن الكثافة النوعية، وتركيز كلٍّ من النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم فى الطرف القاعدى للدرنة ، وكان معامل الارتباط ٠,٢٧ ، و ٠,٦٢ ، و ٠,٧٦ للعناصر الثلاثة على التوالى .

وليس للكالسيوم أو المغنيسيوم تأثير يذكر على الكثافة النوعية. أما العناصر الدقيقة ، فإنها تُحدث زيادة طفيفة فى الكثافة النوعية فى بعض مناطق الإنتاج .

طرق تقدير الكثافة النوعية

يجب أن تكون العينة المستخدمة فى تقدير الكثافة النوعية ممثلةً تمامـــا للمحصـــول الذى تراد دراسته ؛ ويتحقق ذلك بأخذ درنتين من كل ٥٠ جوالاً ، أو ٤ درنات مـــن كـــل ١٠٠ جوال عند تفريغ محصول البطاطس ، على أن يتم ذلك بطريقةٍ عشوائيـــةٍ . وقـــد يمكن سحب العينة بأخذ درنات مفردة بطريقة عشوائية على فترات منتظمةٍ عنـــد مـــرور الدرنات على آلة التدريج ، على أن يتم التوقيت؛ بحيث تؤخذ درنة واحدة على الأقل مـــن كل ١٠٠ كجم من البطاطس. ويجب ألا يقل وزن العينة عن ٢٥ كجم. تغسل العينة جيدا ، وتترك حتى تجف ، ثم توزن الكمية المرغوبة بدقة حسب الطريقة المتبعـــة فـــى تقديـــر الكثافة النوعية . ويلى ذلك تقطيع جميع الدرنات التى يحتمل إصابتها بالقلب الأجـــوف ؛ حتى لا تؤثر الفجوات الهوائية التى بداخلها على تقدير الكثافة النوعية .

وتقدر الكثافة النوعية بالطرق التالية :

١ – توزن كمية معينة من الدرنات فى الهواء ، ثم توزن وهى مغمورة فى الماء، ثم تحسب الكثافة النوعية بالمعادلة التالية :

$$\text{الكثافة النوعية} = \frac{\text{الوزن فى الهواء}}{\text{الوزن فى الهواء} - \text{الوزن فى الماء}}$$

وإذا قدر الوزن فى الماء لعينةٍ وزنها فى الهواء ٥٠ رطـــلاً (أى ٢٢,٦٨٠ كجـــم)، فإنه يمكن حساب كثافتها النوعية من جدول (٨–١) . ويستخدم فى تقدير الوزن ميزان حساسيته ٢٥ جم، أو أكثر حساسيةً من ذلك. ويراعى عند تقدير الوزن ألا تتلامس السلة التى توضع فيها الدرنات مع جدار الإناء المحتوى على الماء ، وأن تغمر السلة والدرنات

تماما فى الماء، وأن تكون درجة حرارة الماء ٢٠°م، كما أنه من الضرورى وزن السلة فى الماء وفى الهواء وهى فارغة. ولتقدير الكثافة النوعية عندما يكون الوزن فى الماء مختلفًا عن الأوزان المبينة فى جدول (٨-١)، فإنه يلزم عمل رسم بيانيّ يوضح العلاقة بين الكثافة النوعية والوزن فى الماء (Ross وآخرون ١٩٥٩) .

جدول (٨-١) : الكثافة النوعية المحسوبة لدرنات البطاطس التى يبلغ وزنها فى الهواء ٥٠ رطلاً (٢٢,٦٨٠ كجم) عند اختلاف وزنها فى الماء .

وزن العينة فى الماء (كجم)	الكثافة النوعية	المواد الصلبة الكلية (٪)
١,٠٠٠	١,٠٤٦١	١٣,٥
١,٠٥٠	١,٠٤٨٥	١٤,٠
١,١٠٠	١,٠٥١٠	١٤,٥
١,١٥٠	١,٠٥٣٤	١٥,٠
١,٢٠٠	١,٠٥٥٩	١٥,٥
١,٢٥٠	١,٠٥٨٣	١٦,٠
١,٣٠٠	١,٠٦٠٨	١٦,٦
١,٣٥٠	١,٠٦٣٢	١٧,١
١,٤٠٠	١,٠٦٥٨	١٧,٧
١,٤٥٠	١,٠٦٨٣	١٨,٢
١,٥٠٠	١,٠٧٠٨	١٨,٧
١,٥٥٠	١,٠٧٣٤	١٩,٣
١,٦٠٠	١,٠٧٥٩	١٩,٩
١,٦٥٠	١,٠٧٨٥	٢٠,٤
١,٧٠٠	١,٠٨١٠	٢١,٠
١,٧٥٠	١,٠٨٣٦	٢١,٥
١,٨٠٠	١,٠٨٦١	٢٢,٠
١,٨٥٠	١,٠٨٨٨	٢٢,٦
١,٩٠٠	١,٠٩١٤	٢٣,٢
١,٩٥٠	١,٠٩٤١	٢٣,٨
٢,٠٠٠	١,٠٩٦٧	٢٤,٤
٢,٠٥٠	١,٠٩٩٤	٢٥,٠
٢,١٠٠	١,١٠٢٠	٢٥,٦

٢ – باستخدام هيدروميتر البطاطس Potato hydrometer :

صمم هذا الجهاز Smith عام ١٩٥٠ ، وهو معاير لكى يعطى قراءة الكثافة النوعية لعينة من الدرنات، وزنها فى الهواء ٨ أرطال (٣,٦٣٢ كجم) . وتقدر الكثافة النوعية بقراءتها على تدريج الجهاز مباشرةً بعد وضع العينة فى سلة خاصة بالجهاز ، وتركها لتتدلى تماماً فى وعاء به ماء (Talburt & Smith ١٩٥٩) .

٣ – بالاستدلال على الكثافة النوعية للدرنات من الكثافة النوعية للمحلول الملحى الذى تظل فيه الدرنات معلقةً، دون أن تطفو أو تسقط فى القاع ، وهو المحلول الذى تتساوى كثافته النوعية مع الكثافة النوعية للدرنات. ويُبين جدول (٨–٢) الكثافة النوعية لمحاليل ملحيةٍ تختلف فى تركيز ملح الطعام بها .

جدول (٨–٢) : الكثافة النوعية لمحاليل ملحية مختلفة المحتوى من ملح الطعام

تركيز ملح الطعام		الكثافة النوعية للمحلول
(/ بالوزن)	(حجم / لتر من الماء)	
٨	٨٤,٥	١,٠٥٥٩
٩	٩٥,٧	١,٠٦٣٣
١٠	١٠٧,١	١,٠٧٠٧
١١	١١٨,٦	١,٠٧٨٢
١٢	١٣٠,٣	١,٠٨٥٧
١٣	١٤٢,١	١,٠٩٣٣
١٤	١٥٤,١	١,١٠٠٩
١٥	١٦٦,٣	١,١٠٨٥
١٦	١٦٨,٦	١,١١٦٢
١٧	١٩١,١	١,١٢٤٠
١٨	٢٠٣,٧	١,١٣١٩
١٩	٢١٦,٦	١,١٣٩٨
٢٠	٢٢٩,٦	١,١٤٧٨

٤ – بالحساب عند معرفة نسبة النشا ، أو نسبة المادة الجافة فى الدرنات :

ففى دراسة أجريت على ٥٦٠ عينةً من البطاطس من أصناف مختلفةٍ وجدت

ارتباطات قوية بين نسبة النشا ، ونسبة المادة الجافة ، والكثافة النوعية للدرنات . وقد كان معامل الارتباط ٠,٩٥٦ بين نسبة المادة الجافة ونسبة النشا ، و ٠,٩٣٧ بين الكثافة النوعية ونسبة المادة الجافة، و ٠,٩٤٧ بين الكثافة النوعية ونسبة النشا . ولم تتأثر هذه القيم بالعوامل الجوية أو بالأصناف ، وإن كان للأصناف تأثير طفيف .

وقد أمكن الاستفادة من هذه الارتباطات فى إيجاد معادلات يمكن استخدامها فى التنبؤ بالكثافة النوعية ، أو نسبة النشا ، أو نسبة المادة الجافة عندما تكون المتغيرات الأخرى معروفةً كما يلى :

نسبة النشا = ١٧,٥٥ + ٠,٨٩١ X (نسبة المادة الجافة – ٢٤,١٨) .

نسبة المادة الجافة = ٢٤,١٨٢ + ٢١١,٠٤ X (الكثافة النوعية – ١,٠٩٨٨).

نسبة النشا = ١٧,٥٤٦ + ١٩٩,٠٧ X (الكثافة النوعية – ١,٠٩٨٨) .

هذا .. وقد اختلفت الثوابت التى استخدمت فى هذه المعادلات فى الحدود التالية :

(٢٤,١٨٢±٠,٠٣٥ ، و ٢١١,٠٤±٣,٣٣ ، و ١٧,٥٤٦±٠,٠٣ ، و ١٩٩,٠٧ ± ٢,٨٨) (Burton ١٩٤٨) .

ولمزيد من التفاصيل عن صفات الجودة فى درنات البطاطس يراجع Gray & Hughes (١٩٧٨) . أما صفات الجودة فى البطاطس المصنعة ، فيراجع بشأنها Talburt & Smith (١٩٥٩) ، و Campbell Institute For Agricultural Research (١٩٦٦) ، و Smith (١٩٦٨) .