



التدخين Smoking



صناعة التدخين تعنى تعريض اللحوم أو الأسماك للدخان الناتج من الإحترق غير الكامل "إحترق بدون اشتعال" لأحد أو خليط من انواع الأخشاب الصلبة أو نشارتها، بغرض اطالة مدة الحفظ، وإكساب المنتجات المراد تدخينها صفات خاصة مرغوبه من حيث: اللون والطعم والرائحة وغيرها.

وتأثير التدخين على المنتجات المدخنه لايكفى وحده كعامل حفظ لتخزين هذه المنتجات لفترات طويله، ولذلك يتم معاملة الأسماك واللحوم أو منتجاتها معاملات خاصة قبل تدخينها مثل التمليح أو التجفيف الجزئى وغيرهما.

العوامل التي تؤثر على جودة الدخان

نوع الخشب

المحتوى الرطوبي للخشب Moisture Content of Wood

درجة حرارة توليد الدخان Temperature of smoke generation

حجم جزيئات النشارة المستخدمة ومعدل سريان الهواء Particle size and air flow

لبعض مركبات معينة بالدخان الناتج عن الإحتراق غيرالكامل خواص مضادة للأكسدة

Antioxidation properties of smoke

كما يحتوى الدخان على أكثر من 300 مركب كيميائى لها خواص مضادة للميكروبات

Antimicrobial properties of smoke ومكونات الدخان تؤدى الى قتل أو تثبيط أو

تأخير النمو للميكروبات المسببة للفساد (على حسب نوع البكتريا) خاصة بكتريا *E. coli* وال

Staphylococcus aureus والجراثيم الخاصة بال *Clostridium botulinum*

وغيرهم، بينما تقاوم الفطريات تأثير مكونات الدخان فهى تستطيع النمو على سطح اللحوم

والأسماك المدخنة لذلك يتم تلافى ومقاومة الفطريات بغمس اللحم قبل التدخين (بعد التمليح)

فى محلول 1% حمض إسكوريك. ومكونات الدخان التى تؤثر على البكتريا ترجع غالباً الى

الفينولات، الالدهيدات، الأحماض العضوية والسموغ.

ويتوقف تأثير هذه المكونات على عدة عوامل هى:

1- درجة حرارة التدخين 2- تركيز الدخان

3- مدة التدخين 4- رطوبة وسط التدخين

تحلل الدخان فى اللحوم والأسماك المدخنة

Penetration of smoke into smoked meat and fish

يؤدى تحلل مركبات الدخان المختلفة داخل انسجة اللحوم والأسماك الى إحداث التغيرات المميزة لعملية التدخين مثل اكسابها الطعم والرائحة المميزة وكذلك زيادة مدة الحفظ فى المنتجات المدخنة.

ويعتبر تخلل الفينولات الى داخل المنتج وتراكمه دليلاً على جودة عملية التدخين. ويجب الإشارة الى ان زيادة المحتوى الدهنى فى الأسماك واللحوم ومنتجاتها يؤدى الى زيادة محتوى هذه المنتجات من الفينولات.

العوامل التى يتوقف عليها سرعة نفاذ مواد التدخين:

- 1- تركيز الدخان
- 2- درجة حرارة التدخين
- 3- الرطوبة النسبية فى وسط التدخين
- 4- مدة التدخين
- 5- المحتوى الرطوبى فى المادة المدخنة
- 6- قوام المنتج المدخن
- 7- نسبة الأنسجة العضلية الى الدهنية
- 8- طبقة الجلد
- 9- المعاملات التى تجرى على الأسماك قبل التدخين.

الخواص الوظيفية لدخان الخشب

1- اللون

2- الطعم

3- الرائحة

4- القوام

المركبات المشتركة في تكوين اللون في الأغذية المدخنة

الكربونيلات Carbonyl compounds : حيث تتفاعل المركبات الكربونيلية مع مجاميع الأمين Amino groups المشتقة من البروتين على أسطح الأغذية المدخنة، وأكثر هذه المركبات الكربونيلية تفاعلاً لتكوين اللون هي الفورفورال Furfural، هيدروكسي أسيتون Hydroxy acetone ، داي استيل Diacetyl، جليوكسال Glyoxal ، ميثيل جليوكسال Methyl glyoxal، Acetone، Formaldehyde.

الفينولات Phenols: حيث تشترك فينولات معينة في تكوين لون الأغذية المدخنة وهما مركبان فقط هما ; كونيفريالدهيد Coniferylaldehyde، سينابالدهيد Sinapaldehyde ونسبتهما منخفضة بالمقارنة بكمية المركبات الكربونيلية الموجودة.

ميكانيكية تفاعل تكوين اللون

Reaction mechanisms

هو نفس تفاعل ميلارد Millard reaction "امين مع سكر" الأختلاف الوحيد بين تفاعل ميلارد وتفاعل الدخان لتكوين اللون هو انه فى حالة تكوين لون الدخان فإن هدم المركبات الكربوهيدراتية الرئيسية يحدث اثناء توليد الدخان وتنتج المركبات الناتجة الى اتصال مباشر بصورة جاهزة مع مجاميع الأمين على سطح الغذاء ويتكون اللون.

• العوامل المؤثرة على تكوين اللون فى الأغذية المدخنة:

- تركيز المركبات المسؤولة عن تكوين اللون من الكربونيلات والفينولات.
- درجة حرارة التدخين Smoking temperature : حيث بارتفاع درجة حرارة التدخين يودى الى تكوين اللون بمعدل اسرع، ويظهر هذا بوضوح فى طريقة التدخين على الساخن Hot smoking بالمقارنة بالتدخين على البارد Cold smoking.
- مستوى رطوبة السطح فى المنتج Moisture level : فزيادة رطوبة سطح المنتج يبطىء حدوث التفاعل واذا كان سطح المنتج جافاً جداً فإن المركبات الكربونيلية المسؤولة عن اللون لن تمتص وبالتالي لن تتخلل للداخل. لذا فإن تكوين اللون بالحد الأقصى المرغوب على سطح الغذاء المدخن يحدث عندما يكون محتوى رطوبة السطح ما بين 6-10%.
- طريقة استخدام الدخان Method of smoke application : حيث تؤثر طريقة استخدام الدخان سواء بالغمس فى سوائل التدخين أو بالإضافة المباشرة وكذلك المدة التى يتعرض لها الغذاء للدخان على تركيز وتجانس اللون فى المنتج المدخن.

Smoking methods طرق التدخين

Washing 1- الشطف أو الغسيل

Salting 2- التمايح

Desalting 3- إزالة الملح الزائد

Drying 4- التجفيف الزائد

Smoking 5- التدخين

التغيرات الحادثة بالتدخين

ثانياً: التدخين البارد (عادة اقل من 40°م) فإن انزيمات الأنسجة لا تموت، وبتأثير هذه الأنزيمات الطبيعية بالإشتراك مع انزيمات الميكروبات المرغوبة يحدث تحلل طبيعي وهدم للبناء الهستولوجي وتحدث التسوية.

أولاً: التدخين الساخن (اكثر من 40°م): يحدث دنثرة للبروتينات في العضلة، اما على درجة 55-60°م يحدث هضم جزئي للكولاجين وهذه التغيرات تؤدي الى تسوية اللحم أو السمك.

بعض الصفات التفرقية بين التدخين البارد والتدخين الساخن

التدخين الساخن	التدخين البارد	الخاصية
40-80 م°	بين 15-25 م°	درجة الحرارة
كفاءة مرتفعة 7 مرات	كفاءة منخفضة	الفاعلية
ساعات قليلة (2-3 ساعات)	مدة طويلة (عدة أيام)	مدة التدخين
يؤثر بعض الشئ على الخواص الحسية	يحافظ على الخواص الحسية	التقييم الحسى
حدوث تسوية بسبب: 1. دنثرة بروتينات العضلات 2. هضم جزئى	حدوث تسوية بسبب التحلل الطبيعى الناتج عن مشاركة كل من: 1- الانزيمات الطبيعية 2- انزيمات الميكروبات المرغوبة	ميكانيكية التأثير
قوام اقل صلابة بسبب قلة فقد الرطوبة	قوام صلب بسبب فقد الرطوبة والجفاف نظرا لطول مدة التدخين	القوام
مدة تخزين اقل	تخزين طويل بسبب انخفاض الرطوبة	التخزين

الطرق التكنولوجية الحديثة

دخان الحالة الغازية Gas-phase smoke: وتعتمد على استخدام الحالة الغازية لدخان الخشب بعد ترشيحة أو تبريده وينتج عن هذه الطريقة منتجات مدخنة ذات لون فاتح نتيجة غياب المواد المتجزئة أو ذرات الجزيئات الصلبة.

التدخين المغلق Closed smoking: ويتم بحرق الخشب في غرفة متحكم في نسبة الأكسجين بها وبالتالي تنخفض درجة حرارة توليد الدخان فتقل مستويات المواد الهيدروكربونية.

التدخين الكهربى Electrostatic smoking: حيث يتم شحن الدخان فى مجال كهربى بشحنة موجبة وتأخذ المواد التى ستدخن الشحنة السالبة وبالتالي تنتقل مكونات الدخان الى المنتجات بسرعة فائقة.

التدخين غير المباشر Indirect smoking: ويتم بتدخين بعض المواد التى ستضاف مثل الأعشاب والتوابل وغيرهما "تدخيناً مستقلاً" ثم تضاف الى مكونات الخلطة مثل السجقات Sausages وتكون نكهتها ضعيفة وموضعية بناءً على مكان الجزء المدخن المضاف الى الغذاء.

سوائل التدخين Liquid smoke: تعتبر سوائل التدخين أو مركبات التدخين Smoke concentrate تكنولوجيا جديدة فى صناعة التدخين.

سوائل التدخين

هى عبارة عن مكونات الدخان المرغوبة المذابة فى الماء أو الزيت أو مستخلصاتها فى المذيبات العضوية أو مكونات الدخان التى تذوب فى بخار الماء الناتج من رطوبة الخشب أثناء الحرق أو المتكثفة والمعاملة ببعض المعاملات الخاصة والمخففة بالماء (سوائل التدخين) من عدمه (مركبات الدخان)

مميزات استخدام سوائل التدخين

1. تجانس النكهة الدخانية فى المنتج المدخن بالمقارنة بالتدخين التقليدى.
2. تقليل التلوث البيئى الناشئ عن التدخين التقليدى.
3. التخلص من المواد الضارة وغير المرغوبة ذات الأضرار الصحية.
4. سهولة الإستخدام، وقلة التكاليف.

5. يمكن استعماله بطرق عديدة ومختلفة مثل الرش Spraying او النقع

Dipping او الحقن Injecting او الخلط المباشر فى الغذاء Direct mix

6. يمكن استخدامه على نطاق المستهلك والنطاق التجارى.
7. امكانية استخدامة على نطاق واسع فى الأغذية خاصة التى لا يمكن تدخينها تقليدياً.

• تقوية النكهة فى المنتجات المدخنة تقليدياً

التركيب الكيماوى لسوائل التدخين

:Chemical composition of liquid smoke

- تعتبر الفينولات والكربونيلات والأحماض العضوية هى المكونات الرئيسية المسؤولة عن جودة الدخان وسوائل التدخين، ويختلف التركيب الكيماوى وبالتالي درجة الجودة لسوائل التدخين تبعاً لعوامل عديدة منها:
- طريقة الإنتاج - خطوات التجهيز - حجم جزيئات ونوع الخشب المستخدم - المحتوى الرطوبى للخشب - درجة حرارة توليد الدخان ونسبة الأكسجين المتاحة اثناء الحرق وغيرها.

وظائف وطرق استعمال سوائل التدخين:

• أولاً: الوظائف Function :-

1. تستخدم سوائل التدخين كمادة مضادة للأكسدة على مستوى 0,2-2% من المنتج المدخن به.
2. تعمل كمادة مساعدة في اطالة مدة الحفظ للمنتج حيث التأثير المثبط والقاتل للكائنات الحية الدقيقة.
3. يمد بالنكهة واللون المرغوبين.
4. المستويات المنخفضة منه تعادل المستحضرات التجارية المضادة للأكسدة BHA & HHT في تقليل التزنخ.
- 5- يستخدم في محاليل التلوين للحوم والأسماك

ثانياً: طرق استخدام سوائل التدخين

طريقة الرش على هيئة رذاذ Spraying: حيث يتم رش السائل aerosol على المنتج ويترك لمدة 2-3 دقيقة ثم يعاد الرش مرة أخرى وهكذا عشرون دورة حتى ظهور اللون الذهبي المميز ثم التبريد على درجة حرارة الغرفة العادية ثم التعبئة.

طريقة النقع: وتتم بنقع المنتج المجهز في سائل التدخين على درجة حرارة معينة لمدة ثواني وينزع وتكرر هذه العملية حتى ظهور اللون وتفضل هذه الطريقة في تدخين السجقات والفيلية Fillet.

استخدام سائل التدخين في التدخين الساخن: عن طرق ضخ السائل من خلال انبوبة الى حجرة التدخين على هيئة فيلم دقيق جداً من السائل والذي بدوره يتحول في ظل درجة الحرارة الى دخان.

طريقة الحقن Injection method: حيث يتم حقن السائل مباشرة في المنتج.

التدخين غير المباشر Indirect smoking: وفيه يتم تدخين بعض المواد مثل الأعشاب والتوابل والملح والسكر وغيره ثم تضاف للخلطة كمكونات أساسية.

الخلط المباشر Direct mix: وفيها يتم إضافة نسبة من سائل التدخين مباشرة الى الخلطة الخاصة بالمنتج على أساس الوزن الكلي للمنتج.

• الجوانب الصحية المتعلقة بالمنتجات المدخنة من اللحوم

والأسماك

- **Potential health concerns associated with smoked fish and meat products**

المنتجات المدخنة التي لها مخاطر على صحة الإنسان كالمواد القطرانية والمركبات الهيدروكربونية العطرية عديدة الحلقات Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) المفصولة من المخلفات By-product .

واكتشف من واقع العديد من الدراسات انها مسرطنة، والمشكلة تكون معقدة عندما نعلم الحقيقة التي تقول ان ال PAH ليست Toxic حقيقى وانما تحتاج لوقت لظهور الأعراض، فالمركبات الهيدروكربونية العطرية عديدة الحلقات هي مركبات عضوية متكونة من حلقات بنزين متعددة ملتحمة مع بعضها، وتكاد تكون عديمة الذوبان فى الماء وتذوب جيداً فى المذيبات العضوية، وتزيد قدرتها على الذوبان فى الماء بفعل العوامل المساعدة مثل الكافيين (الشاي والقهوة) وبالتالي زيادة معدلات الإمتصاص فى الجهاز الهضمى والخطورة السرطانية.

العوامل التي يتوقف عليه مستوى ال PAH للحد من خطورتها السرطانية

1. درجة حرارة توليد الدخان Generating temperature: ثبت ان مستويات PAH تزيد بزيادة درجة حرارة توليد الدخان عن 400°م. لذا يجب ان تكون درجة حرارة توليد الدخان المستخدم فى تدخين اللحوم والأسماك أو المواد الغذائية أقل من 400°م لتقليل مستويات هذه المواد الخطرة على الصحة.
2. المحتوى الرطوبى للخشب: أن الدخان الناتج عن محتوى رطوبى أكبر أو أقل من 20% ادى الى زيادة نسبة البنزوبيرين وأن الرطوبة المثلى عند محتوى رطوبى 20%.
3. نوع الخشب Wood source: افضل انواع الخشب فى الحصول على مستويات منخفضة من PAH هى الأخشاب الصلبة مثل الزان والموسكى والموالح لإرتفاع محتواه من اللجنين المقاوم للتحلل الحرارى.
4. تجهيز الدخان وتحويل الإنتاج:
 - أ- تبريد الدخان الناتج عن التوليد يقلل مستويات PAH بنسبة 25%.
 - ب- امرار الدخان فى الماء يقلل مستويات PAH بمقدار 20-30%.
 - ج- زيادة المسافة بين مولد الدخان وبيت التدخين يؤدي الى تقليل مستويات PAH بمقدار 40%.
 - د- الترشيح يقلل المستويات PAH بمقدار 90-97%.
- 5- طرق التدخين Smoking methods: استخدام سوائل التدخين المجهزة بطريقة جيدة يؤدي الى تقليل مستويات PAH الى الحد المثل بالمقارنة بطرق التدخين الأخرى.
- 6- نوعية الأغلفة Casing: الأغلفة الصناعية سليلوز تقلل من نفاذ هذه المركبات الخطرة بالمقارنة بالأغلفة الطبيعية.

