الفصل الثاني

أسس التصنيع
Processing Principles

هناك أربعة عوامل أساسية يجب مراعاتها عندما يستخدم اللحم لتصنيع منتجات مختلفة.

العوامل هي:

• **الرطوبة Moisture** : أثناء عمليات التصنيع، يجب المحافظة على الرطوبة الطبيعية للحم الأحمر (lean meat) ، كما يجب المحافظة على مستوى السوائل المضافة ، قدر المستطاع؛ وذلك لزيادة الإنتاج و جودة المنتجات النهائية - خلال مراحل التوزيع والتخزين وأثناء عملية الطبخ بواسطة المستهلك.

• **الدهن Fat**:، يجب المحافظة على الحد الأعلى أو الأمثل للمحتوى الطبيعي للحم من الدهن أوالدهون المضافة حسب ما تتطلب طريقة تصنيع ذلك المنتج، وذلك ، خلال مراحل الإعداد والتجهيز المختلفة إلى آخر مرحلة.

• **الأنسجة الرابطة Connective Tissue**:في حالة احتواء المنتج على أي أنسجة ضامه قاسية ، يجب أن تعد أو تجهز هذه الأنسجة بطريقة تجعلها أكثر قابلية للاستهلاك.

• **التماسك (الالتصاق) Cohesion**: لابد أن يحتفظ المنتج بسلامة و تمام خواصه الطبيعية.

وسوف نستعرض هذه الموضوعات بالترتيب .

الاحتفاظ بالرطوبة
Moisture Retention

إن المقدرة على الاحتفاظ بالماء خاصية أساسية من خصائص اللحم الأحمر (الهبر lean meat) والتي يمكن تعديلها بإضافة الماء والملح خلال عمليات التصنيع.

لاحظ المصطلحات التالية:

- **القدرة على مسك الماء (الاحتفاظ بالماء) Water-holding Capacity(WHC)**: هي قدرة اللحم على الاحتفاظ بماء الأنسجة الداخلة في تركيبه.
- **القدرة على ربط الماء Water-binding Capacity (WBC)**: هي قدرة اللحم على ربط الماء المضاف.
- **فواقد الطبخ Cooking Loss**: ما يفقد من الماء والدهن والجلي(jelly) من اللحم أو مخلوط اللحم أثناء الطبخ. وكثيراً ماً ، يكون من المناسب أن يعبر عن الفقد في الماء أو الجلي بصفتها أجزاءً مفقودة لكل ١٠٠جرام من وزن اللحم الأساسي، ذلك أثناء العمل التجريبي أو تطوير منتج أو حل مشاكل التشغيل. وبما أن اللحم الأحمر (الهبر) هو أهم عوامل الاحتفاظ بالماء والدهن والجلي؛ فإن الفواقد من مخاليط لحم ذي مكونات مختلفة تقارن مباشرة مع بعضها ببعض (يمكن التعبير عن فواقد الدهن بوصفها أجزاء مفقودة لكل لكل ١٠٠جرام من الدهن الأصلي).
- **ربط اللحم Meat binding**: هو التصاق قطع اللحم كل قطعة مع الأخرى خاصة بعد الطبخ.

محتوى اللحم من الماء Water Content of Meat

اللحم الأحمر (الهبر) Lean meat

يحتوي اللحم الأحمر (الهبر) أو العضلاتً على ٧٥٪ ماء، تقريباً، موزع كما هو موضح في الجدول رقم (١ , ٢). القوى التي تربط الماء باللحم ليست في الواقع مفهومة بالكامل، ولكن تقريباً ٥٪ من الماء مرتبط كيميائياً بالبروتينات؛٢٤٪ محمول بالخاصية الشعرية (capillary forces)ويمكن إزالته بالضغط ؛ و ٤٥٪ من الماء مرتبط بقوة ميكانيكية غير معروفة الآلية.

الجدول رقم(١ , ٢). توزيع الماء (٪) في اللحم الأحمر (الهبر).

	ألياف أو خلايا		الفراغات خارج الخلايا	المجموع
	ليفيات	ساركوبلازم	والأنسجة الضامة	
ماء	٤٥	١٩	١١	٧٥
بروتين	١٠	٦	٢	١٨
مواد أخرى	٥	--	٢	٧
المجموع	٦٠	٢٥	١٥	١٠٠

يبين الشكل رقم (١ , ٢) الموقع التقريبي لتواجد الماء في اللحم الأحمر.

الشكل رقم (١ , ٢). الموقع التقريبي للماء في اللحم.

الدهن Fat

تحتوي الأنسجة الدهنية على ١٠٪ ماء تقريباً، ويكون الماء متواجداً في الأنسجة الرابطة لجدران الخلايا التي تحتوي على الشحوم (Lipids).

قياس الاحتفاظ بالرطوبة Measurement of Moisture Retention

القدرة على مسك الماء Water-holding capacity (WHC)

السائل المنفصل(القطر) Drip: يقاس السائل المنفصل بحفظ قطع من اللحم في أكياس بولي إثايلين تحت ظروف قياسية معينة وبعد فاصل زمني معين ، ويقاس وزن أو حجم السائل المنفصل والمتجمع في قاع الكيس. عادة، تكون كمية السائل المنفصل من اللحوم غير المصنعة قليلة جداً (تقريباً من صفر – ٣٪)، ولكن في حالات خاصة قد تكون أكثر من ذلك. وترتبط كمية السائل المنفصل عادة بالأس الهيدروجيني (pH) غير الاعتيادي.

الضغط Pressing: تذكر بصفة خاصة، أن طريقة جرو–هام (Graw-Hamm) تستخدم بصورة شائعة للضغط في التجارب المعملية بألمانيا. و فيها يتم ضغط وزن معين من العينة موضوع على ورق ترشيح بين لوحين، ثم يتم قياس أو تحديد مساحة ورقة الترشيح المبللة بالسائل المنفصل من العينة. قوة الضغط ليست كافية بدرجة ترفع كفاءة الطريقة، لذا يمكن استخدام مفك لولبي يدوي للكبس .

الطرد المركزي Centrifugation: تعتمد كمية السائل المفصولة من اللحم بهذه الطريقة على الظروف، ويمكن الحصول على نتائج ثابتة ثبوتا تاماً عند استخدام طرد مركزي سريع.

فواقد الطبخ Cooking loss

يمكن قياس الماء أو الجلي أو الدهن المنفصل من لحم منتج تحت ظروف التصنيع أو الطبخ القياسية مباشرةً؛ و قد يكون للمعلومات المتحصل عليها علاقة مباشرة بكل من تكاليف المصنع (كمية إنتاج المنتج) ومن المحتمل أيضاً بأسباب شكاوي المستهلكين.

وفي العمل التجريبي (experimental work)يمكن قياس الفواقد في الطبخ باستعمال طريقة طبخ بسيطة مقيسة. فوفقاً لنظام إيفانز ورانكين (Evansh & Ranken, ١٩٧٥) يتم أخذ عينة من مخلوط اللحم وزنها ٤٠±٥ , ٠جم ومن ثم توضع معلقة بخيوط في سلة شبكية في أنبوبة اختبار مصنعة من البولي بروبلين (polypropylene)(١١×٤سم).

توصل الأنبوبة بمكثف هوائي عادي ويتم تسخينها في حمام مائي على درجة حرارة ٨٠°م لوقت معلوم أو ثابت (عادة ٢٨ دقيقة). بعد ذلك يرفع المكثف ومن ثم ترفع العينة بواسطة الخيوط وتترك لتبرد، وخلال تلك الفترة، يتم تجميع فواقد الطبخ في قاع أنبوبة الاختبار. وعندما يتصلب الدهن على سطح السائل المنفصل، يمكن ثقبه ومن ثم صب السوائل المائية التي أسفله، ومن ثم يمكن وزن الماء المنفصل وكذلك الدهن كل على حدة. بالتعديل المناسب في تركيبة العينة المطبوخة، فإن تأثيرات المتغيرات في محتوى وطريقة تصنيع مخاليط اللحم يمكن تقيمها.

التوافق أو الارتباطات بين القياسات المختلفة

Correlation among different measurements

إن التوافق بين القياسات المحتلفة لتقدير مقدرة اللحم على الأحتفاظ بالرطوبة ضعيف بشكل عام، ولا يوجد قياس وحيد يمكن أن يستخدم للتنبؤ بنتيجة قياس آخر بشكل جيد. لذلك لا يوجد اختبار وحيد يمكن استخدامه بوصفه مؤشراً جيداً لنتيجة العملية التصنيعية في أي مرحلة من المراحل، إلا أنه يمكن الاعتماد على استخدام اختبار واحد باستمرار للحصول على صورة عامة لسلوك اونمط الإنتاج على المدى الطويل.

تأثيرات الأ س الهيدروجيني Effect of pH

• ينتج الـ pH النهائي المنخفض مثلاً ٢ , ٥–٥ , ٥ في العضلة الظهرية الطولية (Longissimus dorsi) عندما يذبح الحيوان ذبحاً إنسانياً وبدون إجهاد بعد تغذيته جيداً (حيث تكون هناك كمية عالية من الجليكوجين في الدم قبل الذبح مما يؤدي إلى إنتاج جيد لحامض اللاكتيك بعد الذبح) ويعني هذا إنتاج لحم عالي الجودة.

• وعند تعديل أو تغيير pH عينة لحم تجريبياً بإضافة حامض أو قلوي مثلاً، وجد أن الحد الأدنى لمقدرة للحم على مسك الماء (WHC) تكون قريبة من نقطة التعادل الكهربي لبروتينات اللحم، تقريباً عند pH ٥,٥ أو ٥ , ٤ في وجود الملح. ويمكن توضيح

ذلك بالقول: إنه لوجود أيونات قليلة مشحونة عند نقطة التعادل الكهربي، فإن عملية التجاذب بين جزيئات البروتين عند هذا الـ pH تكون في قمتها تاركة مساحة بسيطة لإرتباط الماء.

- معامل الارتباط بين قدرة اللحم على مسك الماء والأس الهيدروجيني(pH) الطبيعي للحوم المختلفة ضعيف جداً، لذلك فإن قيمة الـ pH النهائي لأي عينة فردية للحم لا يمكن أن تستخدم للتنبؤ بقدرته على مسك الماء WHC .
- تم توضيح الحالات الخاصة لبعض اللحوم مثل اللحم الشاحب الطري الناضح (PSE) واللحم الجاف القاسي الداكن (DFD) في صفحة ١٢.

تأثيرات الماء المضاف والملح والفوسفات

Effects of Added Water,salt and Phosphates

يمكن التميز بين التأثيرات المنفصلة للعوامل المختلفة التالية .

الماء المضاف Added water

إن إضافة الماء بمفرده عادة تؤدي إلى زيادة الحاصل النهائي للحم الأحمر المطبوخ على الرغم من الزيادة في الفقد بعد الطبخ، فمثلاً على الرغم من أن معظم الماء المضاف يُفقد عند الطبخ، إلا أن بعضه يحتفظ به اللحم، كما في الحالة التالية:

١٠٠ جم لحم أحمر خام ← ٨٠ جم لحم مطبوخ + ٢٠ جم فاقد طبخ(٢٠٪ فاقد طبخ)

١٠٠ جم لحم أحمر خام ← ٨٨ جم لحم مطبوخ+٣٢جم فاقد طبخ(٢٦,٧٪ فاقد طبخ +٢٠جرام ماء من الخليط الكلي ولكن ٨٪ زيادة في ناتج اللحم المطبوخ)

يتحقق أقصى تأثير عند إضافة الماء عن طريق الحقن (كما في المثال السابق) ولكن طبخ اللحم بالطريقة الرطبة (الغمر في سائل) خلافاً للطبخ بالطريقة الجافة فعال أيضا.

الملح Salt

- يعطي نكهة (مقبول حتى ٢-٣٪).
- يثبط نمو الميكروبات (صفحة ٧٣، ٧٤).

• يرتبط مع بروتينات اللحم ليعطي زيادة في مقدرة اللحم على الاحتفاظ بالماء والكمية ويحسن من (يرفع)قدرة اللحم على الربط والالتصاق الخ ..، و كذلك يحسن (يزيد) ربط الدهن ويحدث تغيرات بالقوام.

و يمكن توضيح هذه التأثيرات كالآتي:

أ) زيادة مقدرة اللحم على الاحتفاظ بالماء، و زيادة المنتج النهائي .. الخ

Icreased water retention,yield, etc.

يكون الفقد بعد الطبخ أقل ما يمكن عندما يكون محتوى الملح مقدر كنسبة للمحتوى المائي الكلي في الخليط بما في ذلك محتوى اللحم من الماء في المدى ٥-٨٪. عند هذه التركيزات تذوب بروتينات الليفات العضلية ويمكن استخلاصها من اللحم، وفي حالات نادرة جداً يتكون سائل لزج على سطح اللحم. إن الزيادة في الناتج والانخفاض في الفقد بعد الطبخ يُعزيان إلى التغير الحاصل في تركيب الألياف العضلية حيث إن بعضاً من البروتين يذوب أو يستخلص (مع أو بدون تكون سائل منفصل).

ب) زيادة مقدرة ربط اللحم Increased meat binding

يُكَون البروتين المستخلص على هيئة محلول (solution) مادة أسمنتية بين قطع اللحم حيث يجعل هذه القطع تلتصق بعضها مع بعض. عندما يكون اللحم خاماً، يكون أكثر لزوجةً وتماسكاً وخلال الطبخ يتركز وتتكون كتلة أكثر صلابة بدرجة ما.

ج) زيادة مقدرة ربط الدهن Increased fat binding

قد يكَوِّن اللحم الأحمر شبكة غليظة عندما يتم فرمه أو هرسه هرساً متوسطاً، كما في الفقرة (ب) السابقة، والتي من خلالها تحمل جزيئات (خلايا) الدهن حملاً فيزيائياً (طبيعياً) . وبزيادة الهرس، قد يستحلب أي دهن حر أو طليق بوساطة البروتين الذائب الناتج من اللحم المهروس. ولكن في حالة وجود كمية كبيرة من الدهن، فقد لا يكون

اللحم نسيج مستمر (مترابط) وبذلك قد يصبح الوسط (system) دهنياً مستمراً fat continuous" و يُفقد الدهن بسهولة أثناء الطبخ (انظر صفحة ٦٢ أيضاً).

د) تغيرات القوام Texture changes

بما أن تأثير الملح يكون على ألياف اللحم (meat fibers) والتي تصبح أكثر ذوباناً، فإن الطبيعة الليفية للحم تقل ويصبح المنتج جيلاتينياً أو مطاطياً أكثر. مثلاً في نقانق (سجق) الفرانكفورتز (frankfurter)، يفترض أن يكون الارتباط بين جزيئات اللحم جيداً بحيث إن هذه النقانق يمكن أن تحدث صوتاً (طقطقة)عندما تكسر ويكون لها قوام جيلاتيني تماماً وغير ليفي.

ملاحظة: الملح في جميع الحالات السابقة يقصد به كلوريد الصوديوم، ولمعرفة الأملاح الأخرى غير العضوية، راجع صفحة ٤٦.

الفوسفات Phosphates

الفوسفات التي قد توجد هي:

الاورثوفوسفات (الآحادية Orthophosphates)	PO_3^{3-}
البيروفوسفات(Pyrophosphates)	$P_2O_7^{4-}$
ثلاثي عديد الفوسفات (Tripolyphosphates)	$P_2O_{10}^{5-}$
ثلاثي عديد الفوسفات ذات السلاسل الطويلة	$[PO_4^{-3}]_n$
مثل الكالجون(Calgon)	حيث أن "n" تساوي ٨ – ١٥

فقط، البيروفوسفات(pyrophosphates) وثلاثي عديد الفوسفات(tripolyphosphates) هي التي لها أهمية في تقنية اللحوم.

للفوسفات بمفردها تأثير مشابه لتأثير الملح على الناتج ،الخ..؛ للـ ٣ , ٠٪ ثلاثي عديد الفوسفات تأثير مماثل لما للـ ٧ , ٠٪ كلوريد صوديوم، وعلى أي حال وعادة، فإن من الأفضل استخدام الملح لوحده بدلاً من الفوسفات لوحدها؛ وذلك لأنه أرخص.

بالإضافة إلى تأثيرها البسيط والمباشر على قوة الربط المائي للحم، تعمل البيروفوسفات(pyrophosphates) وثلاثي عديد الفوسفات (trypolyphosphates)في وجود الملح على زيادة تأثير الملح على بروتينات اللحم الأحمر بدرجة كبيرة (انظر ما تقدم)، فمثلاً تزيد الفوسفات من تأثير الملح على فواقد الطبخ (cooking loss)، النواتج (yields) .. الخ، على ربط اللحم، ربط الدهن والقوام، أو قد تحفز الفوسفات وتسرع تأثيرات الملح مما يسمح بالحصول على النتائج نفسها في وقت أقصر.

يكون للجمع بين أنواع الفوسفات مع الملح (كلوريد الصوديوم) فعالية أكثر في اللحوم المسخنة تسخيناً خفيفاً (مثل لحوم الهام المبستر، ولحوم اللانشون) وكما يكون له فعالية أقل في المنتجات المعقمة.

نكهة(طعم) الفوسفات مرة (bitter) وعادة تُعدَّ غير مستحبة أو مقبولة عندما تستخدم بتركيز ٠,٣–٠,٥ ٪ .

تأثير الماء والملح والفوسفات مجتمعة

Effect of water, salt and phosphate together

يوضح الجدول رقم (٢,٢) فواقد الطبخ والنواتج المقابلة التي وجدت في التجارب المعملية التي صنعت فيها خلطات متنوعة من اللحم الأحمر والماء والملح والفوسفات بثلاث طرق مختلفة.

طرق (أساليب) عمل الملح والفوسفات Modes of Action of Salt and Phosphates

الملح (كلوريد الصوديوم Salt (sodium chloride

عادة يكون عمل أو دور الملح هو الإذابة (solublizing) أو إضافة ماء(إماهة hydrating) للبروتينات العضلية الليفية، الأكتين والميوسين (myofibrillar proteins actin and myosin). (تحدث أقل فواقد طبخ عندما يكون تركيز الملح في الماء، بما في ذلك الماء الموجود في اللحم، في مدى ٥ – ٨ ٪ . وهذه هي التركيزات التي فيها يمكن استخلاص محاليل الليفات العضلية من اللحم الأحمر تجريبياً.

أملاح غير عضوية أخرى Other inorganic salts

ترفع كل الأملاح غير العضوية مقدرة اللحم على مسك الماء [water holding capacity (WHC)] بنفس الطريقة. هذه الخاصية تظهر جزئياً مع القوة الأيونية للملح في المحلول (القوة الأيونية دالة على الحجم والشحنات الكهربائية للأيونات المكونة للملح، وتعريفها الدقيق لا يعنينا هنا).

الجدول رقم (٢, ٢). الفقد خلال الطبخ والناتج لخلطات مختلفة (Ranken,1982).

رقم الخلطة	يحتوي المخلوط على:	غير مسخن (محفوظ ٢٤ ساعة على ٥°م)	مبستر (تصنيع الهام)	معقم (F_o=٣)
١	١٠٠ لحم فقط	الفقد = صفر	الفقد ≈ ٢٠	الفقد = ٣٠
		الناتج = ١٠٠	الناتج = ٨٠	الناتج ≈ ٧٠
٢	١٠٠ لحم + ٢٠ماء	الفقد ٤–١٠	الفقد ٢٨	الفقد ٣٥–٤٥
		الناتج ١١٠–١١٦	الناتج ٩٠	الناتج ٧٥–٨٥
٣	١٠٠لحم + ٢٠ماء	الفقد صفر	الفقد ٢٠–٢٥	الفقد ٢٨–٤٥
	+٢ ملح	الناتج ١٢٢	الناتج ٩٧–١٠٢	الناتج ٧٧–٩٦
٤	١٠٠لحم + ٢٠ماء	الفقد ٢–٦	الفقد ٢٢–٢٨	الفقد ٣٠–٤٥
	+ ٠,٣ فوسفات	الناتج ١١٤–١١٨	الناتج ٩٢–٩٨	الناتج ٧٥–٩٠
٥	١٠٠لحم + ٢٠ماء	الفقد صفر	الفقد ١٢–٢٠	الفقد ٢٥–٤٠
	+٢ملح+	الناتج ١٢٢	الناتج ١٠٢–١١٠	الناتج ٨٢–٩٧
	٠,٣فوسفات			

ملاحظات:

١– مخاليط مركبة من ١٠٠ جزء من مكعبات لحم الخنزير، محقونة بماء وملح الصوديوم وثلاثي عديد الفوسفات حسب الكميات الموضحة. السائل المنفصل وفواقد الطبخ والنواتج مقدرة تحت ظروف المختبر؛ القيم المعطاة تقريبية، كل الاختبارات مكررة ثلاث مرات.

٢- مدى الاختلافات في معظم التجارب (ثلاث نتائج كل تجربة) عالي جداً، وربما أن ذلك راجع إلى عدم التماثل في التركيب الكيميائي لمكعبات اللحم المستخدمة في كل تجربة قد تكون الاختلافات متوقعة تحت ظروف التصنيع ولأسباب مشابهة .

٣- إضافة الماء لوحده يؤدي إلى زيادة الناتج في كل حالة أو تجربة.

٤- تؤدي إضافة الملح بدون فوسفات إلى زيادة أخرى في الناتج في كل حالة.

٥- تؤدي إضافة الفوسفات بدون ملح أيضاً، إلى زيادة الناتج ولكن زيادة أقل من تلك التي في حالة إضافة الملح بدون فوسفات.

٦- تنتج إضافة الملح مع الفوسفات زيادة في الناتج أكثر من تلك الناتجة بإضافة الملح والفوسفات كل على حدة.

٧- و كما هو متوقع، تكون الفواقد أكثر والنواتج أقل عندما تبستر المنتجات ويكون هذا أكثر وضوحاً عندما تعقم المنتجات. تكون تأثيرات الملح والفوسفات أقل بكثير في العينات المعقمة.

تستخدم سترات الصوديوم (sodium citrate) وكلوريد البوتاسيوم (potassium chloride) أحياناً كمساعد نهائي بالإضافة إلى الملح العادي؛ لزيادة تأثير الملح بدون زيادة النكهة الملحية (salty flavowr). باقي الأملاح غير العضوية إما أنها سامة إما أنها غالية جداً (مكلفة) ولا تصلح في مثل هذا الاستخدام .

الفوسفات Phosphates

• يرجع تأثير الفوسفات في غياب الملح (لقوتها الأيونية ionic strength) فقط التي بالطبع تكون ضعيفة جداً (انظر الجدول رقم ١ , ٢).

• تعمل الفوسفات تعاونياً (تداؤبياً أو تحفيزياً catalytically or synergistically) مع الملح. تكفي قليل من التركيزات منها (٠,٣ ٪ أو أقل)، إذا كانت موزعة توزيعاً مضبوطاً؛ وعملياً، تستخدم تركيزات أعلى في بعض الأحيان لمعالجة عدم انتظام التوزيع الجيد.

• الفوسفات الفعالة هي البيروفوسفات(pyrophosphates)، الترايفوسفاتtriop) (hosphate، و بعض الأنواع الأخرى الأعلى .ظاهرياً يُعتمد تأثيرها في تحللها إلى ثنائي الفوسفات(diphosphotes) بوساطة إنزيم الفوسفاتيز(phosphatase) الموجود في اللحم. تتحلل كل الفوسفات بانزيمات اللحم إلى الأورثوفوسفات خلال ٢٤ إلى ٤٨ ساعة.

• الأورثوفوسفات نفسها كعامل مساعد ليست فعالة في زيادة تأثير الملح ، ولكن يبقى تأثير أنواع الفوسفات الأعلى حتى بعد أن يتم تحويلها إلى الأورثوفوسفات. قد يكون هذا الفعل آلية تنبيهية قدحية (triggering mechanism) وربما أنها مرتبطة بخطوة تحلل البايروفوسفات إلى الأورثوفوسفات (pyrophosphate orthophosphate) ولكن التفسير الكامل لهذه العملية غير واضح.

• لاحظ النقطة العملية في أن الفوسفات تذوب فقط بصعوبة في المحاليل الملحية ولكن تذوب بسهولة أكبر في الماء العادي؛ لذا لابد من تحضير محاليل مختلطة بإذابة الفوسفات أولاً.

معاملة اللحم الساخن Hot meat Processing: يحتفظ اللحم الذي يفرم مع الملح فوراً بعد الذبح بمقدرة عالية جداً لمسك الماء ويبدو أن ذلك؛ بسبب وجود الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) والذي ما زال باقياً في اللحم في ذلك الوقت. ويبدو أن هذا الفعل مشابه لفعل مركبات عديدة الفوسفات غير العضوية (polyphosphates cinagronI).

تغلغل وتوزيع الماء والملح Penetration and Distribution of Water and Salts

بما أن تأثير الملح أساساً يبدو نتيجة للتفاعلات المتداخلة الكيميائية له مع بروتينات اللحم (إماهة أو إذابه)، فمن الواضح أن الأثر الأقصى للملح يمكن تحقيقه فقط عندما يتوزع توزيعاً منتظماً خلال التركيب الدقيق لنسيج اللحم ويتلامس تلامساً لصيقاً مع البروتينات وينطبق الشيء نفسه على الماء المضاف والفوسفات وغيرها من الأملاح.

ويمكن الحصول على الإنتاج الجيد عندما يكون تركيز الملح منتظماً خلال اللحم الأحمر ومثالياً، ٥ – ٨ ٪ من محتوى الماء.

تؤثر عدة عوامل في التغلغل :

• **الهرس أو السحن (Comminution)**: صغر حجم جزئيات اللحم كلما كان تغلغل المواد الأخرى أسهل وأسرع.

- **الغمر أو الحقن (Immersion or Injection)**: إذا تم تقديد قطع لحم كبيرة (مثل الهام) بالغمر في محلول ملحي(brine)، يجب إعطاء وقت كافٍ للملح والماء ليتغلغلا قبل طبخ المنتج.
- **الوقت (Time)**: لحفظ اللحم الأحمر غير المعالج أو اللحم المحتوى على كميات متوسطة من الماء المضاف لمدة ٣ أيام قبل طبخه آثار لا تذكر على ناتج الطبخ، ولكن مع الماء المضاف في وجود الملح أو الملح زائداً الفوسفات، فإن الناتج قد يزيد بمقدار ٣ – ٤ ٪ مقارنة مع الخليط نفسه الذي يتم تصنيعه بدون تأخير. في العمليات التصنيعية الحديثة حيث يتم حقن المحلول الملحي في اللحم قبل غمره للإسراع بعملية التقديد (curing process)، ويبقى الوقت مهماً للسماح للتغلغل من مواقع الحقن إلى داخل اللحم الذي يقع بين هذه المواقع.
- **الفعل أو الأثر الميكانيكي (الآلي) (Mechanical action)**: يزيد الفعل الميكانيكي من التغلغل وذلك بالجمع بين تدليك (rubbing) سطح اللحم وثني قطع اللحم).
- **التقليب أو التدليك (Tumbling or Massaging)**: عمليتا التقليب والتدليك هما الأكثر شيوعاً واستخداماً ويستمر التقليب أو التدليك لفترات قصيرة، خاصة للمخاليط المحتوية على ملح أو الملح + الفوسفات، ويُنتجا زيادات كبيرة في ناتج الطبخ مقارنة بحفظ مخاليط مماثلة لعدة أيام بدون تحريك. انظر صفحة ١٨٧ لمعرفة الماكينات المستخدمة. ينتج التدليك والتقليب سوائل منفصلة من اللحم يكون مهماً في ربط اللحم. وستتم مناقشة هذا بتفصيل أكثر تحت العنوان (صفحة ٦٥).
- **أشكال أخرى للفعل الميكانيكي (الآلي)**: الخلط (mixing)، الجريان أو التدفق (flow) في خطوط الأنابيب داخل الماكينات...الخ؛ والهرس (chopping) والفرم (mincing)... الخ. (بالإضافة لفعل التقطيع (cutting action)، يحدث العصر (squezing) والضغط (pressing) الخ. للحم في كل هذه العمليات نتائج مماثلة لما يحدث في التقليب والتدليك.

تأثيرات الدهن على عملية الاحتفاظ بالرطوبة

Effects of Fat on Moisture Retention

أ) قد يكون لدهون التعريق أوالمرمر (marbling fat) الموجودة في غير اللحم الأحمر (حوالي ٣ – ١٠ ٪)، وأيضاً لأي من الدهون الحرة في خليط اللحم، آثار مباشرة بسيطة في خفض فواقد الرطوبة من اللحم الأحمر. وعلى أيٍّ حال، قد يكون الخفض بسيطاً وعادةً، قد يتم عملياً تجاهله (يؤخذ اللحم الأحمر في التجارة كـ ٩٠ - ١٠٠ ٪ لحم أحمر مرئي [visual lean (VL)] ، وعادة، يحتوي اللحم المستخدم في التصنيع على دهون مرئية (visual < fat) بالإضافة إلى اللحم الأحمر. أي مثلاً ٨٥ ٪ لحم أحمر مرئي (VL) مع حوالي ١٥ ٪ لحم محتوي على دهون أو لحم شبه أحمر(semi-lean meat) ، أو ٥٠ ٪ لحم أحمر مرئي (VL) مع حوالي ٥٠ ٪ لحم محتوى على دهون؛ وقد تحدد هذه النسب أو لا تحدد بدرجة تقريبية).

ب) التأثير الأكثر أهمية، يكون جزئياً حسابيا (arithmetical) ويحدث إذا سمح لمحتوى اللحم المستخدم في وصفه غذائية أن يكون مختلفاً، إذا زاد محتوى اللحم من الدهن وبدون أي تغير آخر:

- ينخفض محتوى اللحم الأحمر.
- ولذا، فإن الماء الموجود في اللحم الأحمر ينخفض.
- وعليه، فإن الماء الكلي في الوصفة ينخفض.
- لذا، فإن محتوى الماء من الملح يرتفع.
- لذا، قد ينخفض فاقد الماء عند الطبخ ويرتفع الناتج بالأسباب التالية:

– وجود ماء كلي أقل في الخليط منذ البداية.

– زيادة تركيز الملح في الماء.

– بالإضافة لذلك، يكون هناك حفز بسيط لتأثير الملح في الماء بسبب وجود الدهن ، كما في النقطة (أ) السابقة الذكر .

لكن، بالطبع، فقد يزيد أو يرتفع فاقد الدهون بسبب وجود محتوى مرتفع منها.

الاحتفاظ بالدهون
Fat Retention

فواقد النسيج الدهني بسبب الطبخ Cooking Losses from Fatty Tissue

إذا تم تحميص مفصل لحم (قطعة لحم ،Joint of meat) أو قلي شريحة بيكون، سيكون واضحاً بعد الانتهاء من الطبخ أن معظم الدهون ستبقى في حالتها الأصلية أو مكانها الأصلي. يتم الاحتفاظ بالدهون داخل تركيب النسيج الدهني، على الرغم من أن هذا النسيج قد أصبح سائلاً بالكامل أثناء الطبخ ويتوقع أن يكون قد سال خارجاً إذا كان ذلك ممكناً .

لكي يحدث فقد للدهون من منتج لحوم، يكون المتطلب الأول هو أنه في مرحلة ما تنكسر خلايا النسيج الدهني ويسيح أو يخرج الدهن الموجود داخلها. يسمى الدهن السايح أو الخارج بالدهن الحر (free fat) ليتم تميزه عن الدهن المحتجز داخل النسيج الدهني .

تعمل العوامل التي تتحكم في فقد الدهون بطريقة مستقلة بدرجة كبيرة عن تلك التي تتحكم في فقد الماء. الأكثر أهمية هي الأحوال التي عندها تنكسر خلايا النسيج الدهني؛ أما العوامل الأخرى فهي ثانوية أو حتى غير مهمة .

تأثير السحق Effects of comminution

التقطيع ،التقطيع إلى مكعبات، التقطيع إلى شرائح .. الخ Cutting, dicing, slicing, etc:

إذا قطع الدهن تقطيعاً نظيفاً إلى قطع، فإن وزن الدهن المفقود عند الطبخ يتفق أو يقارب بدرجة كبيرة القيمة المحسوبة لعدد الخلايا التي تم التقطيع من خلالها للحصول على القطع .

ذلك، أن عدد الخلايا المقطوعة هو العامل الوحيد المهم المتحكم في فواقد الطبخ. هذا التأثير مستقل وغير معتمد على ليونة أو نعومة(softness) النسيج الدهني، إذ إن الخلايا في كل أنواع الأنسجة الدهنية تكون ذات حجم متساوي. وتقريباً ، تفقد قطعة مكعبة ١ سم (نصف بوصة) حوالي ٦ ٪ من الدهن؛ نتيجة للطبخ .

الفرم Mincing: يؤدي الفرم إلى فواقد مختلفة جداً عند الطبخ، ويعتمد ذلك على عدة عوامل هي:

أ) نعومة الدهن (softness of the fat). وكلما كان الدهن قاسياً صلباً، يصبح الفاقد أكبر.

يوضح الجدول رقم (٣, ٢) أرقام نموذجية لفاقد الدهن.

الجدول رقم (٣, ٢). فاقد الدهون عند طبخ دهون الخنزير المفرومة. (المعلومات من Ranken, 1984).

نوع الدهن	فاقد الطبخ
دهون اللغد (خد الخنزير jowl fat)	٢٠ - ٢٦ ٪
دهون الظهر ، ناعمة back fat(soft)	٢٩ - ٣٨ ٪
دهون الظهر، قاسية صلبة back fat(hard)	٤٩ - ٧٣ ٪
دهون البوق flare fat	٨٥ - ٨٦ ٪

تشتمل أسباب الاختلاف (في فواقد الدهون) على الآتي:

- تكون جدر الخلايا القوية للدهون الناعمة أكثر مقاومة للتلف أو التحطيم عندما تمر خلال الفرامة.
- تجعل المحتويات الناعمة في الخلية الدهون أكثر مرونة وتكيفاً وأقدر على تفادي التلف (التحطيم).

ب) قد يؤثر التصميم، ووضع التشغيل وحالة المفرمة في النتائج، ولكن بدرجة تنبؤ غير كبيرة، من النواحي التالية :

- تسمح الفتحات (apertures) الكبيرة والخلوص (clearances) (مشتملة على الثقوب التي يكبرها التمزيق) بمرور مزيد من المادة على سطوح المفرمة من غير أن تتلف.
- قد يؤدي الفشل في تقطيع الأنسجة الضامه الأخرى بصورة نظيفة إلى بقاء المادة لفترة أطول،كما يؤدي إلى اضطراب أكثر ومخاطر حدوث تلف أكبر .

ج) درجة الحرارة التي يفرم عليها اللحم (انظر اللاحق) .

د) وجود مواد أخرى (ماء، لحم .. الخ) في المفرمة (انظر اللاحق).

obeikandi.com

الهرس (الهرم) Chopping: ينتج الهرس في المفرمه الصحنية (bowl chopper) عدد كبير من القطع النظيفة في اللحم، مع تقليب وخلط شديدين.

يسبب هرم أو هرس النسيج الدهني بمفرده، سواء سبق تقطيعه إلى مكعبات صغيرة (diced) أو كان في قطع كبيرة، يسبب فواقد مرتبطة بـ :

- درجة السحق (comminution):(مثلاً، يتأثر الوقت الذي يستغرقه الدهن) في المفرمة بحدة ووضع وشكل السكاكين، بدرجة ما.
- درجة نعومة الدهن وطراوته: يكون التأثير هنا أقل وضوحاً مقارنة مع ما يحدث في الفرم (mincing)؛ يلاحظ التأثير بعد وقت قصير من الهرس (مثلاً في حالة الهرس الخشن (coarse chopping)، ولكن قد تختفي الفروقات مع إطالة فترة الهرس.
- يوضح الجدول رقم (٤ , ٢) بعض الأرقام النموذجية لفواقد الدهون بسبب التقطيع.

الجدول رقم (٤ , ٢). فاقد الطبخ للدهن المفروم (Ranken, 1984).

فواقد الدهن، جرام / ١٠٠ جرام نسيج دهني، تقطيع جاف لمدة	١٠ثواني	٣٠ثانية	دقيقة	دقيقتين	٣ دقائق	٤ دقائق	٥ دقائق
خنزير ناعم							
دهن الظهر							
الدرجة١	٦	١٦	٢٩	٤٤	٤٧	٤٩	٥٣
الدرجة٢	–	–	٢٧	٣٩	٤٩	٥٧	٦٩
خنزير صلب							
دهن الظهر	١١	٢٤	٤٣	٦٠	٦٩	٧٣	٧٥
دهن بقر							
الدرجة ١	–	٤٢	٥٢	٥٩	٧١	٧٩	٨٤
الدرجة ٢	–	٤٤	٥٤	٦٤	٧٤	٨١	٨٣

هرس النسيج الدهني بمفرده، بعد الفرم السابق. ويترتب على هذا الهرس الآثار التالية:

- يبدأ التحطيم (الإتلاف)؛ بسبب الهرس عند المستوى الذي سببه الفرم مسبقاً.
- مع الدهون الصلبة ، المحطمة بدرجة كبيرة بالفرم مسبقاً ، يسبب الهرس قليلاً من فواقد الطبخ الإضافية.
- مع الدهون الطرية، المحطمة بدرجة بسيطة بالفرم، قد يسبب الهرس لأوقات قصيرة (لأقل من دقيقة) فقط، فواقد طبخ متوسطه، ولكن يكون وقت الهرس الذي يسبب أقصى (أكبر) فواقد (في حدود ٨٠ ٪) أقصر من الوقت الذي يحدث فيه ذلك في الدهون غير المفرومة مسبقاً.

التجميد قبل السحق Freezing before comminution

- التجميد الذي يتبعه التسييح (الانصهار) الكامل قبل السحق (comminution): لا تتأثر فواقد الطبخ أو أنها تزيد بدرجة بسيطة جداً (انظر الجدول رقم ٥ , ٢).
- التجميد الذي يتبعه الفرم (mincing) في الحالة المجمدة : فواقد الطبخ لكل الدهون عالية جداً .
- التجميد الذي يتبعه الهرس(chopping) في الحالة المجمدة : فواقد طبخ أكبر مما في الفرم في الحالة المجمدة .

التبريد قبل السحق Chilling before comminution: على درجات حرارة أعلى من درجة تجميد الماء، يكون الفقد عند الفرم (mincing)أقل كلما ارتفعت درجة الحرارة. وهذه هي بعض الأرقام النموذجية لدرجات الحرارة و فقد الدهون عندها:

درجة حرارة الفرم	٣°م (٣٧° ف)	٥°م (٤١° ف)	١٧°م (٦٣° ف)
فقد الدهون عند الطبخ	٥٨٪	٤٨٪	٣٨٪

مع الهرم (chopping)، يكون التأثير مشابهاً لكن أقل (أي فواقد أقل أو منخفضة على درجات حرارة هرم أعلى)

تفسير ذلك هو أنه: عندما لا يكون الماء الموجود في جدر الخلايا متجمداً على أي من درجات الحرارة هذه (لذلك، تبقى جدر الخلايا مرنة) فإن الشحوم الموجودة في الخلايا تكون أكثر صلابة على درجات الحرارة المنخفضة، مما يجعل الخلايا نسبياً أكثر صلابة أو قسوة .

الجدول رقم (٥ ,٢). تأثير التجميد والهرس على فواقد طبخ الدهن: فواقد الطبخ كنسب مئوية من النسيج الدهني .[المعلومات أو البيانات من (Ranken,1984) .تشير النتائج في نفس الخط الأفقي لنفس عينة النسيج الدهني] .

النسيج الدهني للخنزير	مفروم غير مجمد	مفروم مسيح	مفروم مجمد	مهروس غير مجمد	مهروس مسيح	مهروس مجمد
دهون اللغد (jowl)	١١,٤	٩,٧	٧١,٢	١٩,٦	٢٢,٣	٧٧,٤
دهون الظهر	٢١,٣	٢٠,٦	٧٧,٤	٤٥,١	٤٧,٣	٨٣,١
البوق(flare)	٧٥,٩	٧٣,٢	٧٥,٠	٨٢,٦	٨٥,٠	٨٢,٤

ملاحظات:

- في الدهون المتجمدة يتجمد الماء الذي يحتويه النسيج الضام، وبذلك يجعل الخلايا متصلبة بدرجة كاملة (تكون درجة حرارة التجميد الحقيقية –٥°م إلى –٢٥°م (+٢٣إلى–١٣°ف) ولا تشكل أي فرق).
- يسبب الفرم في هذه الحالة ما يقارب التحطيم شبه التام للخلايا ويسبب ذلك تحرير الدهون الشحمية.

• لاحظ بأنه لدهون البوق الصلبة (hard flare fat) تكون الفواقد عالية عندما يفرم وهو في حالة غير مجمدة، ولا يسبب الفرم وهو في الحالة المجمدة أي مزيد من الفروقات.

السحق في وجود الماء Comminution in the presence of water: في وجود كميات متوسطة من الماء قد يهرس النسيج الدهني للحم الخنزير مع قليل أو بدون زيادة في فقد الدهون، بسبب الطبخ (الشكل رقم ٢ , ٢). وقد يكون هذا بسبب :

• إن الماء يرطب (ينعم) النسيج الضام الموجود بين الخلايا الدهنية، وأن.

• يسمح خليط السوائل الزائد للخلايا الدهنية بأن تتفادى الشفرات القاطعة للسكاكين.

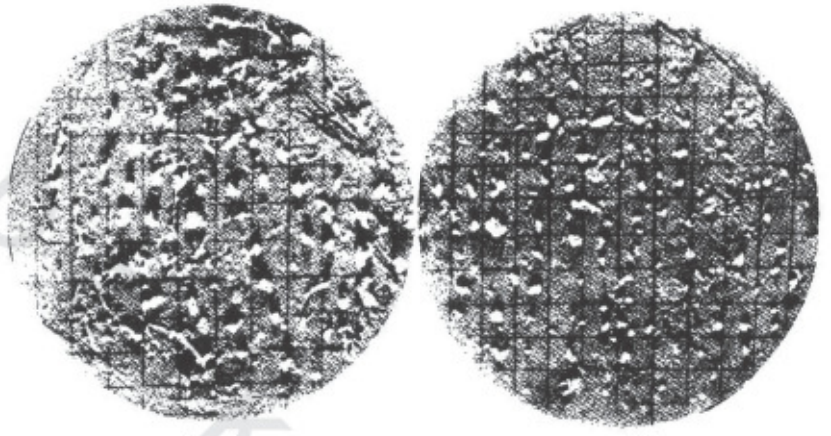
• الأثر الجامع لهذه العوامل هو حفز الخلايا الدهنية الفردية أو كتل الخلايا للخروج بدلاً من القطع من خلالها (انظر الشكل ٢ , ٢).

يقل إتلاف الخلايا الدهنية بنفس الطريقة عندما يهرس دهن الخنزير في وجود مواد سائلة رطبة أخرى مثل اللحم الأحمر المسحوق.

في حالة دهن البقر (beef fat) يسبب الهرم (الهرس) في وجود الماء زيادة بسيطة في فواقد الطبخ. قد يكون ذلك بسبب أن جدر الخلايا تكون رقيقة الى درجة أن أي ترطيب أو تنعيم بالماء لا يجعلها أكثر مرونة، كما في حالة دهن الخنزير، ولكن أكثر هشاشة أو سهولة في الكسر (more fragile).

تأثيرات التسخين Effects of heating

إتلاف الحرارة للخلايا Heat damage to cells: يمكن معاينة خلايا النسيج الدهني الفردية بالفحص المجهري وهي تنكسر وتفقد محتوياتها مع رفع الحرارة خلال المدى من ٤٠ – ٨٠° م (١٠٤ –١٧٦° ف). وعلى أيِّ حال لايبدو أن هذا يحدث بدرجة كبيرة في منتجات اللحوم.



الشكل رقم (٢, ٢). عينات من دهون ظهر الخنزير محجوزة في ورق ترشيح معلم في مربعات بمساحة ١ سم٢. (أ) مهروسة لمدة ٤ دقائق بدون إضافة ماء. (ب) مهروسة لمدة ٤ دقائق مع إضافة ماء، ٥٠ جرام/ ١٠٠ جرام دهن (من Ranken, 1984).

انصهار الدهن Melting of fat: يحدث انصهار للدهن على ٣٥°- ٤٠°م (٩٥- ١٠٤° ف) اعتماداً ولحد ما، على نوع الدهن. عندما يكون الدهن منصهراً، يكون قادراً على الهرب من خلايا النسيج الدهني إذا أتلفت، أي يصبح (دهنا حراً)هذا الدهن الحر يمكن أن يتسرب من منتج اللحم ما لم يصنع هذا المنتج بتركيب قادر على الاحتفاظ به.

ربط الدهن الحر Binding of Free Fat

المستحلبات سابقة التكوين Pre – formed emulsions

تصنع المستحلبات سابقة التكوين أحياناً كمنتجات وسيطة (Intermediate product) في تجهيز النقانق والبرجر ..الخ. ووظيفة هذه المستحلبات المكونة سابقا هي تحويل

فائض دهون الخنزير وبقايا التشفيه (القلامات trimmings) .. الخ، إلى شكل ثابت يمكن فرمه أو هرسه وتضمينه في منتجات أخرى دون أن يؤدي ذلك إلى فواقد دهن كبيرة عند التسخين.

المستحلبات المسبقة التكوين، المعتمدة على الصويا Pre formed – emulsions, soya based –:يتم التحكم في ثبات المستحلبات مسبقة التكوين، المعتمدة على الصويا عن طريق العوامل التالية:

- لا يتطلب الدهن الذي يبقى في خلايا النسيج الدهني مزيداً من التثبيت. لذا، ففي التراكيب(formulation)، يكون الدهن الذي يراد تثبيته (استحلابه) هو فقط الدهن الحر المحرر عند سحق النسيج الدهني. وفي ظروف المواصفات النموذجية، يُكوّن هذا الدهن الحر حوالي ٥٠ ٪ من النسيج الدهني.
- يتم مسك الدهن الحر في نسيج مكون من ماء و صويا (soya – water matrix)والذي فيه تحدد نسبة البروتين للماء نسبة الدهن الذي يمكن أن يمسك في شكل ثابت حرارياً (heat – stable form). قد لا تكون نسبة البروتين للماء التي تعتبر كافية لكمية محددة من الدهن الحر كافية إذا رُفعت نسبة الدهن الحر.
- لاحظ إلى أن الاختلافات في طرائق السحق ، ودرجة الحرارة.. إلخ. (مثلاً، استخدام الدهن المجمد) قد تغير نسبة الدهن الحر لنفس كمية النسيج الدهني.

توضح المنطقة (أ) في الشكل رقم (٣, ٢) تراكيب مخاليط معزول صويا نموذجي ثابت حرارياً. تعطى منتجات صويا أخرى رسومات تخطيطية ذات أشكال مشابهة.

الشكل رقم (٣, ٢). ثبات مستحلبات الماء- الدهن- الصويا (Ranken,1984).

تركيب نموذجي:

دهن ظهر خنزير	٥٠ جزء
ماء	٥٠ جزء
بروتين (مثلاً معزول صويا)	٦ -١٠ أجزاء

يجب هرس هذا التركيب على سرعة عالية حتى تتكون قشدة ناعمة (fine Cream) لمعزول الصويا، دائماً يكون الماء البارد هو الأفضل. يستقر نسيج البروتين - الماء عند التسخين ليكون كتلة صلبة والتي تمسك وتحيط بالدهن الحر.

هذا ليس بمستحلب حقيقي وكل خواصه لم تفهم بوضوح حتى الآن.

المستحلبات مسبقة التكوين المعتمدة على الكازينات Pre-formed emulsins, caseniate – based: تبدو المستحلبات المعتمدة على الكازينات كأنها مستحلبات حقيقة أكثر مما تبدو منتجات الصويا. على البارد، تكفي حوالي ٢٠ ٪ كازينات ضمن محتوى الماء للأجزاء المتساوية من الماء والدهن ، مثلاً، تركيب «٥ : ٥ : ١» ماء : دهن : كازينات. مع الماء الساخن (٩٥° م ، ٢٠٣° ف)، قد تخفض نسبة الكازينات إلى ٦ , ٠ ، كما في التركيب المعتمد على الصويا (soya-based Formulation) .

المستحلبات مسبقةالتكوين المعتمدة على القشر Pre- formed emulsions, rind-based قد تصنع المستحلبات مسبقة التكوين أو التشكيل باستخدام قشر (جلد) الخنزير (pork rind) كعامل استحلاب. يطبخ القشر مسبقاً، وعادة مع الدهن لمدة ساعة إلى ساعة ونصف في ماء ساخن أو مغلي ويستخدم ساخناً. إضافة نسبة بسيطة من معزول الصويا أو كازينات الصوديوم الى القشر المطبوخ يعطى مستحلباً أكثر صلابة. والنسب النموذجية هي:

دهن ظهر الخنزير*	٧*	٧*	١٤
قشر مزال الدهون*	٧*	٧*	٧
معزول صويا		١	
كازينات			١
ماء	٧	٧	١٤

*أو ١٤ جزء من القشر الدهني (٥٠ ٪ دهن).

إذا لم يستخدم المستحلب مباشرة ، يجب تبريده بسرعة وحفظه بارداً؛ لتفادي فساده أو فقد صلابته بسبب وجود الصويا.

يمكن صنع المستحلبات على نفس الأساس، أيضاً، باستخدام جلد الدواجن بدلاً من قشر الخنزير.

تأثير الملح Effect of salt: في العادة لا تبقى مستحلبات البروتين – الدهن بحالة جيدة، بسبب عدم العناية الجيدة بالمكونات قبل التصنيع، وأحياناً أخرى، بسبب

التسخين الذي يتم أو يحدث أثناء الإنتاج، وما يصاحبه من صعوبة في التبريد إلى درجة كافية. يحسن الملح جودة الحفظ (يجب استخدام حوالي ٢ ٪ ملح) .

وعلى أي حال، فالملح يؤثر في تكوين المستحلب (يتداخل مع تكوينه)، لذا يجب إضافته في نهاية عملية الهرس، عندما يكون المستحلب قد تكون مسبقاً. يتم الخلط لمدة ٣٠ ثانية لتوزيع الملح بشكل منتظم.

مستحلبات اللحم Meat emulsions

أحياناً، يرمز لهذه المخاليط باسم (البرات brat)بالإنجليزية في إنجلترا على الرغم من أن هذا الاسم لا يعطي المعنى الصحيح للكلمة الألمانية والتي تعني التحميص (roast) أو الشواء (grill). ويستخدم الفرنسيون مصطلح الباتي (pate) أو البيست أي المعجون (paste) التي تعني فطيرة اللحم.

في هذه المخاليط يجب ربط (مسك) أي دهون حرة باللحم الأحمر بحيث إنها لا تفقد عند الطبخ. ويجب جعل اللحم الأحمر قادراً على تكوين نسيج شبكي (matrix) ليمسك أو يحمل الدهون، وفي الوقت نفسه يكون مطلوباً من اللحم الأحمر والنسيج الشبكي أن يجعلا المنتج متماسكاً ومترابطاً، وأن يربطا أو يمسكا أي ماء مضاف وأن يعطيا قواماً لحمياً (meaty texture).

على أي حال، هذه متطلبات متضاربة والظروف التي تنتج أفضل التأثيرات الماسكة الربطية(binding eltects) مثل الهرس المكثف (intense chopping) هي أيضاً نفس الظروف التي ترفع كمية الدهون الحرة في الخليط والتي تتطلب الربط أو المسك.

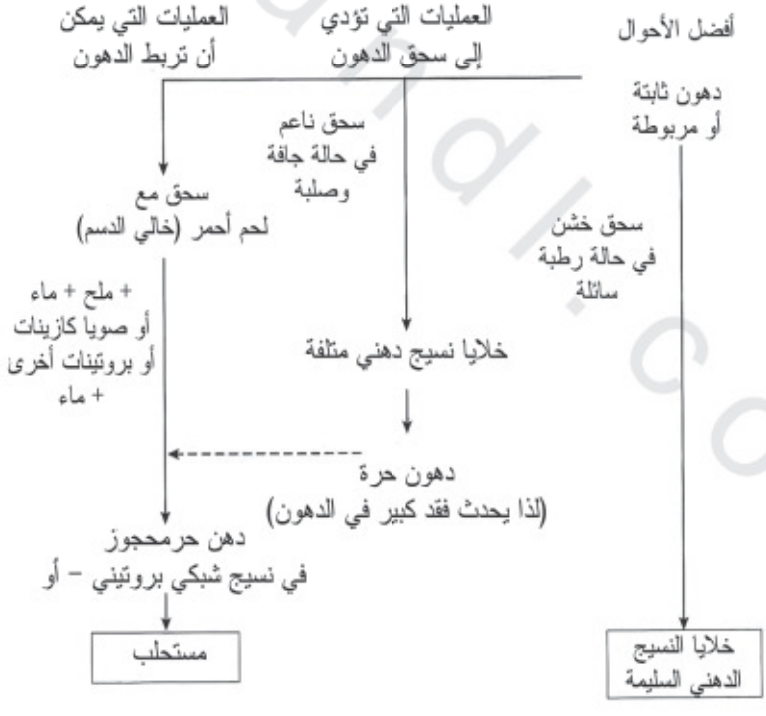
تلقي طرق التعامل مع مثل هذه المتطلبات المتعارضة، للمنتجات المقطعة تقطيعاً خشناً (coarse-cut) أو المهرومة هرماً ناعماً (fine-chopped) مزيداً من المناقشة في صفحة ١٨٩، ١٩٠.

في حالة المنتجات المفرومة فرماً خشناً إلى ناعم أو متوسط النعومة، تصمم التقنية للحصول على أقصى استعادة أو المحافظة على التركيب الخلوي للنسيج الدهني. لتقليل إنتاج الدهون الحرة من النسيج الدهني، يجب مراعاة النقاط التالية :

- يجب استخدام الدهون الناعمة أو الطرية.
- يجب عدم تجميد المخاليط.
- يجب تفادي الفرم .
- يجب هرس دهن الخنزير مع الماء أو مخاليط اللحوم منخفضة اللزوجة.
- يجب هرس الدهون في نهاية العملية التصنيعية، بقدر الإمكان .

في حالة المنتجات الهروسة هرساً ناعماً (المنتجات المستحلبة) ، هناك إنتاج وافر للدهون الحرة أثناء التقطيع، ولكن يجب أن تتم المحافظة على الدهون الحرة ومسكها بشبكة من نسيج اللحم الأحمر - الماء - الملح (Lean meat – water – salt matrix)والتي تنتج في الوقت نفسه.

تلخص هذه الظواهر في الشكل رقم (٤ , ٢).



الشكل رقم (٤ , ٢). ربط الدهون في منتجات اللحوم.

الدهون في العجائن والباتي (فطائر اللحم) Fat in Pastes and Pates

توجد الدهون في جسم العجينة أو الفطيرة (pate) بصفة أساسية أو كلية على هيئة دهن حر، و لا يرتبط هذا الدهن بشكل قوي بالنسيج الشبكي للحم الأحمر ، ولكن يُمتص ظاهرياً على جزيئات اللحم الأحمر. ويعمل في هذه الحالة كمزيت بلاستيكي (plastic Lubricant) بين جزئيات اللحم المطبوخة، وبذلك يكون للمنتج خاصية الانتشارية (spreadability).

والحد الأقصى من الدهون الذي يمكن مسكه بهذه الطريقة حوالي ١٥ ٪ . وعند مستوى أعلى (من الدهن) يحدث انفصال الدهن عند طبخ المنتج. وفي بعض العجائن والفطائر يستحسن بشكل متعمد ترك الدهن الزائد ليُكوِّن طبقة على السطح.

أسئلة أخرى Other Questions

المشكلات العملية المرتبطة بطراوه أو نعومه النسيج الدهني تم تناولها في مكان آخر (مثلاً، عند تقطيع البيكون لشرائح صفحة ٢٢٧؛ التزنخ، صفحة ١٣٥، ١٣٦).

النسيج الضام
Connective Tissue

يوجد النسيج الضام القاسي، الصعب المضغ وغير المستساغ في:

- اللحم من الحيوانات الكبيرة السن مثل لحم الأبقار .
- اللحم من قطعيات معينة مثل قطعيات خاصرة اللحم البقري (beef flank). أو عضلة الحجاب الحاجز (diaphragm)يحيث لا توجد عظام توفر دعم في الحيوان الحي.

يمكن تطرية هذه الأنسجة الضامة لتصبح أكثر قبولاً في المذاق؛ وذلك بالطبخ الرطب لفترة طويلة (الغليان البطيء prolonged moist cooking). وتصمم و تعد الأطباق المحلية للمرق (stew) والكازورولات (casseroles) لتحقق ذلك ، وقد تحقق بعض العمليات التصنيعية مثل تعليب اللحوم هذا الغرض (التطرية)، أيضاً.

وعلى أي حال، لا تتطلب كثير من منتجات اللحوم الطبخ بهذه الطريقة، ولكن تبقى الحاجة إلى أن تصنع هذه المنتجات مع لحوم تحتوي على نسيج ضام قاسي. وهنا لابد من التعامل مع مشكلة الخشونة هذه بهرس الأنسجة الضامة للحصول على أجزاء صغيرة (شدف) تتطلب مضغاً أقل .

وقد يكون كافياً فرم اللحم، ولكن ما لم تكن سكاكين وصفائح المفرمة حادة فقد تكون العملية صعبة، مع انسداد المفرمة (mincer). يعطى الهرس في القطاعة الصحنية (bowl chopper) (أيضاً، باستخدام سكاكين حادة الشفرات) أو المطحنة نتائج أفضل.

ربط اللحم
Meat Binding

يحدث بعض الارتباط عندما تتقارب أسطح قطع اللحم الأحمر بعضها ببعض بشدة. ولا يتطلب هذا الارتباط ضغطاً ولكن يتم تحفيزه إذا استخدم الضغط. ويصبح الربط أقوى مرة أخرى إذا :

- كان هناك نضح أو سوائل منفصلة على سطح واحد أو سطحي اللحم (٤ – ٩ ٪ من اللحم الكلي يبدو مثالياً) .
- وإذا سُخن الخليط إلى ٦٥° م (١٤٩° ف) أو أعلى.

يكون الربط بين أو بالنسيج الضام السليم مثل الأغلفة العضلية(muscle shealthes) أو الجلد (مثل قشرة الخنزير) ضعيفاً نوعاً ما، ولكن يمكن تقوية الربط بإضافة الأنسجة الضامة أو الدهن الحر أو قطع من النسيج الدهني في خليط تم ربطه مسبقاً في شبكة النسيج اللحمي الناضح (meat exudate).

القياس(تقدير قوة الربط) Measurement

يتم تقييم مدى وقوة الربط بصورة تقليدية، تقييماً افتراضياً (subjectively) بتقطيع شرائح رقيقة من المنتج المطبوخ وملاحظة عما إذا كانت الشرائح تنفصل أو تتفكك من بعضها تلقائياً أم فقط يحدث ذلك إذا تعرضت لقوة بسيطة.

النضح (انفصال السوائل وبروتينات اللحم الذائبة) Exudate Formation

التدليك والتقليب Massaging and tumbling

هذه هي الأشكال الشائعة للفعل الميكانيكي (الآلي) المستخدم في التقنية الحديثة لتكوين الناضح. وهما عملياً فعلان متشابهان، ولكن التدليك أكثر لطفاً من التقليب (انظر صفحة ٢١٧ لأوصاف الماكينات المستخدمة). و أيضاً، قد يتكون الناضح بأشكال أخرى من الفعل الميكانيكي (الآلي) ، انظر صفحة ٤٩ .

يتكون النضح من محلول بروتينات الساركوبلازم واللويفات العضلية مع ٥ – ٨ ٪ ملح.

سلوك أنواع اللحم المختلفة Behaviour of different meats

- تنتج اللحوم الطرية الناعمة الناضح بسهولة أكثر تحت الظروف المتشابهة. وربما يكون التسلسل المنطقي كالأتي: لحوم الخنزير والدواجن (تنتج ناضحاً بسهولة أكثر)، ثم لحوم الرومي (turkey)، والضأن (mutton) والبقري (beef) (تنتج نواضح بدرجة سهولة أقل).
- لا ينتج الناضح على سطوح العضلات ذات النسيج الضام السليم، لذا، فإن قطع اللحم أو خدشه (scoring) يساعد في تكوين الناضح والربط.
- قد تكون هناك اختلافات واسعة في المقدرة على تكوين الناضح بين عدة عينات لنفس الأنواع وحتى لنفس قطعية اللحم ؛ وقد يتكون ناضح غزير (copious) أو لا يتكون شيءٌ البتة. وعادة في ظروف التصنيع ، يتم خلط هذه الأنواع مع بعضها.

العلاقة بين تكون النضح وقوام المنتج

Relationship between exudates formation and product texture

- يزيد ربط اللحم من قابلية المنتجات المطبوخة للتقطيع إلى شرائح (sliceability). اختبار كمال وسلامة (Integrity) الشرائح الرقيقة يُعدُّ اختباراً عملياً جيداً لفعالية الربط (صفحة ٦٤).

- وبما أن الناضح يحتوي على محلول لبروتينات اللحم الليفي، فإنه يتكون على حساب الطبيعة الليفية(fibrousness) للقوام في المنتج النهائي.
- بالتسخين ، يجمد النضح ويُكَوِّنْ جل صلب (هلام صلب solid gel)، وعليه فإن مزيداً منه يعني أن القوام أكثر شبهاً للهلام (more gel - like)، و أقل تليفاً (Less fibrous).
- مع الإفراط في تكون النضح، فإن قوام المنتج النهائي قد يصبح مطاطياً بدرجة كبيرة.

نضح اللحوم وربط الدهون Meat Exudate and Fat Binding

- قد يؤدي وجود الناضح إلى ربط النسيج الدهني ربطاً أسمنتياً شديدا في خليط اللحم.
- يمكن أيضاً تضمين الدهن الحر أو الزيوت في نظام يحتوي على ناضح. ومن غير الواضح إذا كان هذا الدهن يمسك(يحبس) في مستحلب حقيقي، أم غير ذلك.

الربط على درجات حرارة منخفضة Binding at Low Temperature

تصنع بعض منتجات اللحوم المعادة التشكيل (reformed meat products)بالتشكيل تحت ضغط عالٍ على درجات حرارة متحكم فيها بعناية تبلغ – ٢ °م (٢٨° ف) أو أقل .

عادة يُستخدم اللحم المقطع الى رقائق (flaked) مع إضافة الملح أو عدم إضافته. وآلية (ميكانيكية) الربط غير واضحة تحت هذه الظروف.

ومن غير المحتمل أن يحدث تذويب (solubilization) واستخلاص (extraction) للبروتينات حتى ينصهر الثلج ليتكون الماء بالمواد الابتدائية . قد يحدث هذا؛ بسبب الحرارة التي تنتج بالفعل الميكانيكي للعملية التصنيعية. وفي أنظمة الضغط العالي، قد يكون الضغط عالياً بدرجة تكفي لتذويب وصهر الثلج في الحال momentarily. قد يحدث إتلاف الخلايا والنسيج الضام تحت الضغط العالي، وهذا الأمر قد يساعد في تحلل واستخلاص البروتينات، وبذلك يتم الاحتفاظ بالماء ويقوي أو يزيده الربط.

التشابه والاختلاف بين اللحوم Similarities and Differences Among Meats

تحدثنا عن الاختلافات الناشئة بسبب التقليب أو التدليك، وتكون الناضح والربط بين قطع وعينات اللحم (حتى بين العضلات المختلفة) من حيوانات مختلفة

في صفحة ٦٥. تحدث اختلافات واسعة جداً في فواقد الطبخ للحم غير المصنع، وفي حجم الاستجابة للماء المضاف أو الملح .. الخ، أيضاً، و حتى بين العينات من نوع اللحم نفسه.

تحدث هذه الاختلافات بلا توقع، ولم يعرف لها أسباب حتى وقتنا الحاضر. وعادة، يتم تسويتها عملياً (أو تعديلها إلى قيمة أو معدل متوسط averaged out) عندما يتم تصنيع دفعات من المنتج متوسطة أو كبيرة الحجم.

تمت مناقشة التأثير الحسابي (arithmetical) للدهن على الملح - الماء - اللحم الأحمر، سابقاً (صفحة ٤٩)، حيث إن زيادة محتوى المنتج من الدهون قد ترفع تركيزات الملح في اللحم الأحمر. قد يحدث تأثير مشابه إذا كانت هناك اختلافات واسعة في محتوى اللحم المستخدم من النسيج الضام نظرياً، إذا عرفت محتويات اللحم النسبية من الدهن والنسيج الضام، فإن هذه العوامل يمكن تسويتها أو تعويضها بتعديل محتوى الوصفة من الملح.

ضمن مدى الاختلافية التي تسببها العوامل المذكورة سابقاً ، لا يوجد دليل على اختلافات معنوية في السلوك بين :

- اللحم من قطعيات تجارية مختلفة، متضمنة القطعيات الفاخرة التي لا تستخدم عادة في التصنيع.
- اللحم من درجات ذبائح مختلفة.
- اللحم من أنواع مختلفة من الحيوانات.

مساعدات الربط

Binding Aids

يمكن استخدام عدة أنواع من المواد قادرة على التجلتن (التهلم، تكوين هلام gelatinise) أو الاستقرار (set) عندما تسخن كمساعدات للربط خاصة في إنتاج المنتجات الرخيصة المحتوية على نسب منخفضة من اللحم الأحمر. وتستخدم هذه:

- لربط الدهن الحر وتقليل فقد الدهون أثناء الطبخ.
- لتحسين التصاق وتماسك المنتج.

وتشمل المساعدات:

- بلازما الدم (blood plasma).
- الفايبرين (fibrin) + خليط الفايبرينوجين (fibrinogen) مثل الفايبريميكس (fibrimex).
- تحضيرات العظام أو الغضاريف المستخلصة مثل الكوللبرو (Coillipro).
- معزولات الصويا (soya isolates) (بروتينات صويا ١٢ ٪ رطوبة).
- مركزات صويا مزالة الدهون(defatted soya concentrates) ، حوالي ١٢ ٪ رطوبة، ٥٣ ٪ بروتين ٣٢ ٪ كربوهيدرات .
- لبن (حليب) مجفف (لبن بودرة).
- شرش مجفف (بودرة شرش أو شرش بودرة).
- الكازين و الكازينات.
- النشويات.
- الكاراجينانات(carrageenans) .
- بياض البيض (egg white).

لاختيار مساعد ربط ، يجب أخذ العوامل التالية في الاعتبار:

- ضرورة تناسب التقنية- عادة يوفر الموردون نصائحاً ولكن لابد من اختبار ذلك في دفعات إنتاج تجريبية : انظر صفحة ٥٨ – ٦١، أيضاً، لمعرفة استخدام معزول الصويا والكازينات.
- تأثير تلك النسبة المضافة (المستخدمة) على مظهر قوام ونكهة المنتج.
- التكاليف (السعر).
- بطاقة المعلومات الإعلانية أمر مطلوب: اسم المنتج ووصفه، قائمة المكونات، محتوى اللحم؛ لاحظ بصفة خاصة، أنه لا تحسب أي من مساعدات الربط التي ذكرت سابقاً كمساهم في محتوى المنتج من اللحم.

تصنيع اللحم الأحمر والدهون والنسيج الضام مجتمعة
Processing Lean, Fat and Connective Tissue Together

عند تصنيع أي منتج، يتم موازنة الأسس المذكورة أعلاه لتحقيق التأثيرات المثالية (المطلوبة) للمنتج المحدد. في معظم العمليات التصنيعية فإن عملية تصنيعية واحدة أو كلتا العمليتين الموضحتين في الشكل رقم (٥ , ٢) يتم تنفيذها .

الشكل رقم (٥ , ٢). السحن والفعل الميكانيكي (ملخص تخطيطي).

بالرغم من أن السحن الناعم يكون مرغوباً للحصول على أقصى ربط للماء ، إلا أنه قد يستخدم بحذر للأسباب المختلفة التالية :

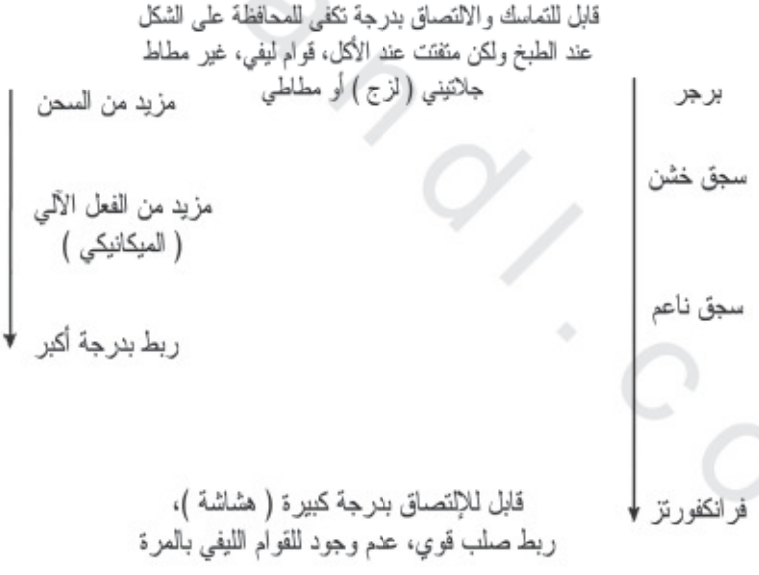
- قد يكون المنتج المقطع تقطيعاً خشناً مطلوباً (الهامبرجر وبعض أنواع السجق).
- قد يكون القوام الليفي الواضح والأقل هلامية (Less gelatinous) ، ومطاطية (Less rubbery) مطلوباً.
- وقد تكون هناك مشاكل متعلقة بسحن الدهن (انظر صفحة ٥١، ٥٢).

إذاً، قد تتطلب المنتجات مثل الهامبرجر والسجق المقطع تقطيعاً خشناً تسويات:

- ربط كافي (تكوين ناضح) لمسك المنتج مع بعضه البعض وقد يكون هذا الربط الكافي على حساب زيادة هلامية أو مطاطية القوام.
- استعادة أو الاحتفاظ بأقصى درجات القوام الليفي في جزئيات اللحم الأحمر،وقد يكون ذلك على حساب الربط الضعيف أو قلة كمال وسلامة المنتج.

يوضح الشكل رقم (٦ , ٢) بعض هذه العوامل.

لاحظ تأثير متغيرات العملية (التصنيعية) مثل التأخير والتعويق(توقف العمل delay)(ومعاودة العمل rework) والتي تعمل على تحريك قوام المنتج إلى أسفل كما في التسلسل الموضح في الشكل رقم (٦ , ٢).



الشكل رقم (٦ , ٢). درجات سحق مختلفة لمنتجات اللحوم.