

التجفيف

Drying

تعريف التجفيف

- التجفيف عملية الغاية منها التخلص من معظم السائل (غالباً الماء) الذي تحتويه المادة باحدى طرق التجفيف.
- يختلف التجفيف عن التبخر الذي تكون فيه كمية السائل أكبر
 - ليس من الضروري أن يكون التجفيف قائماً على استخدام الحرارة (مثل العصر, استخدام المواد الجاذبة للرطوبة: السيليكا جل او خماسي او كسيد الفوسفور).

تطبيقات التجفيف

- 1) في تحضير المواد الأولية أو النهائية
- 2) في تحضير العقاقير قبل الاستخلاص أو بعده
- 3) في تحضير الأشكال الصيدلانية (التحثير الرطب)
- 4) زيادة ثبات المواد أو الأشكال الصيدلانية
- 5) تسهيل عملية مزج المساحيق, تحسين الانسيابية, قابلية الانضغاط...
- 6) خفض كلفة النقل

تعريف هامة

- الهواء الجاف: هو الهواء الحاوي على غازات غير قابلة للتكاثف في درجة الحرارة العادية
- الهواء الرطب: هو الهواء الحاوي على غازات غير قابلة للتكاثف وغازات قابلة للتكاثف في درجة الحرارة العادية
- محتوى الرطوبة الحر: هي كمية الماء التي يمكن ازالتها بسهولة من المادة الصلبة الرطبة (الماء غير المرتبط (Unbounded water)
- محتوى الرطوبة التوازني: هي كمية الماء التي من الصعب ازلتها عملياً
- محتوى الرطوبة في الهواء: محتوى الرطوبة بالكيلوغرام في 1 كغ من الهواء الجاف
- رطوبة الهواء النسبية 100%RH: هي كمية الماء التي يمكنها أن تشبع الهواء عند درجة حرارة معينة. تعطى الرطوبة النسبية بالعلاقة:
 $RH\% = \frac{\text{ضغط بخار الماء في الهواء/ضغط بخار الماء في الهواء المشبع عند نفس درجة الحرارة}}{100}$
- بما أن الماء في الهواء يشكل محلولاً لذلك تنطبق عليه قوانين معظم المحاليل حيث انه مع ارتفاع درجة الحرارة تزداد كمية الماء المنحلة وبالتالي تنخفض الرطوبة النسبية. تعتمد الرطوبة النسبية على كمية الماء ودرجة الحرارة
- تعطى النسبة المئوية للأشباع percentage saturation بالعلاقة: (كتلة بخار الماء في 1 كغ من الهواء الجاف/كتلة بخار الماء اللازمة لأشباع 1 كغ من الهواء عند نفس درجة الحرارة) * 100

للحصول على تجفيف فعال:

- 1- مساحة سطح واسعة لنقل الحرارة
- 2- نقل حرارة فعال في وحدة السطح (حرارة تبخر أو حرارة تصعيد)
- 3- نقل كتلة فعال للماء المتبخر عبر أي من الطبقات المحيطة (لتلافي سماكة الطبقات الحدودية)
- 4- ازالة فعالة للبخار المتشكل عبر انقاص الرطوبة النسبية للهواء المحيط.

تصنف تقنيات التجفيف حسب آليات نقل الحرارة: الحمل Convection, النقل او التوصيل Conduction, الاشعاع Radiation.

أولاً: التجفيف بواسطة آلية الحمل Convection (بواسطة تيار من الهواء)

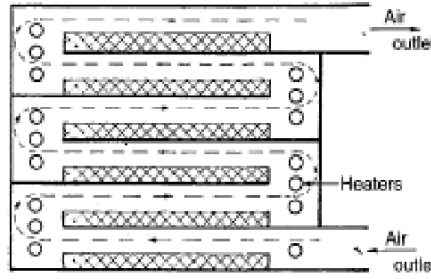
1- التجفيف بواسطة مجففات السرير الساكنة Fixed (or static) bed convective drying

مجفف الصينية أو الفرن Tray drier

توضع المادة الصلبة الرطبة على صواني قليلة العمق موضوعة فوق رفوف (الشكل 1). يمرر الهواء الساخن فوق كل رف ويعاد تسخينه بواسطة وشائع كهربائية أو غيرها وذلك لتعويض نقص الحرارة نتيجة مروره على الرف السابق. تنتقل الحرارة بواسطة الحمل من الهواء ويكون نقل الحرارة من الهواء غير كاف لأنه يحدث على السطح لذلك التجفيف الحلمي يكون بطيئاً ويمكن للمواد الرطبة أن تأخذ 24 ساعة لتجف.

المزايا: بسيطة- سهلة- قليلة التكلفة

المساوي: لا تناسب المواد الحساسة للحرارة- التجفيف بطيء- سطح التماس صغير وبالتالي يحدث التجفيف على السطح يحدث التكتل على السطح الذي يمنع مزيداً من الرطوبة من الخروج) لذلك يجب وضع طبقات رقيقة من المسحوق.

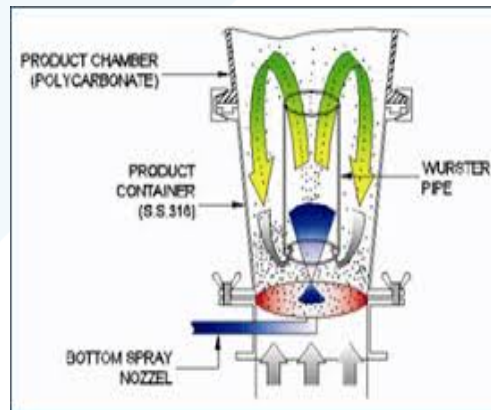


الشكل 1: مجفف الصينية أو الفرن

2- التجفيف بواسطة مجففات السرير المتحركة Dynamic convective drying

السرير الهوائي Fluidized-bed drier

توضع المادة بشكل معلق ضمن وعاء مخروطي حاو على هواء ساخن الذي يمر من الاسفل والمار على مراشح ليمر عبر ثقوب الى المادة المراد تجفيفها فيعلقها ويحيط بها من كل الجهات أي ان سطح التماس يكون كبيراً (الشكل 2).



الشكل 2: مجفف السرير الهوائي

المزايا: السرعة نتيجة نقل الحرارة والكتلة الفعالين (20-30 دقيقة لوجبة من المضغوطات او الحثيرات مقابل عدة ساعات في مجفف الصينية)- تجانس الرطوبة لان التجفيف يحدث من كل أسطح الجزيئات وليس فقط من سطح السرير الهوائي- يمكن التحكم بدرجة الحرارة- يسبب الهيجان والاضطراب ضمن السرير بعض الاحتكاك على السطح مما يعطي الشكل الكروي أكثر للجزيئات المراد تجفيفها....

المساوي: لا يناسب المواد الحساسة للحرارة- غالي الثمن- الاحتكاك الحاصل يسبب انتاج غبار- امكانية توليد كهرباء ساكنة نتيجة الحركة الزائدة ضمن الهواء الساخن.

ثانياً: التجفيف بواسطة آلية التوصيل Conduction (بواسطة التماس المباشر مع السطوح الساخنة)

فرن الخلاء أو التفريغ Vacuum oven

يعمل بضغط 0.03 - 0.06 بار وعندها يغلي الماء عند 25-35 م- قليلة الاستخدام حالياً في الانتاج ولكن يستخدم في مخابر التطوير.
المزايا: يناسب المواد الحساسة للحرارة- قلة وجود الهواء مما يعني قلة حدوث الاكسدة.

مجفف الخلاء (أو التفريغ) القلاب Vacuum tumbling drier

يشابه في احدي تصاميمه المازج السبعي، يستخدم لتجفيف الحثيرات التي تتقلب على السطح الساخن عند حركة ودوران الوعاء. يكون معدل نقل الحرارة أعلى من فرن الخلاء التقليدي حين أن المادة تكون ساكنة في هذا الاخير.

ثالثاً: التجفيف بواسطة آلية الاشعاع Radiation (لايتطلب نقل الحرارة وجود وسط: صلب- سائل- غاز. يمكن للطاقة الحرارية أن تعبر الفراغ وإذا سقطت على جسم قادر على امتصاصها تظهر بشكل حرارة مع وجود قسم آخر ينعكس أو يعبر)

التجفيف بواسطة الأشعة تحت الحمراء IR

مستخدمة في الماضي. تمتص الأشعة بشكل سريع ولاتملك القدرة على اختراق الكتلة الرطبة لذلك تجف الطبقات السطحية بسرعة ويسبب امتصاص مزيد من الطاقة ترتفع درجة حرارة المادة الجافة لذلك تعتبر حالياً كمصدر حراري في الصناعة الصيدلانية
من مساوئها: غير مناسبة للمواد الحساسة للحرارة.

التجفيف بواسطة الأمواج الدقيقة Microwaves

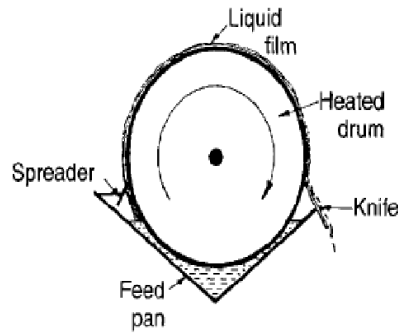
تمتاز الأمواج الدقيقة بطول أمواجها من 10 الى 1ملم وتستطيع اختراق الأجسام أكثر من IR ولها بعض التطبيقات في التجفيف الصيدلاني. يستخدم للمواد الصغيرة وذات ثابتة العزل الكهربائي المرتفعة مثل الماء الذي عند وضعه ضمن حقل بتردد 960 و2450 ميغاهرتز (مولد بواسطة magneton) تميل جزيئاته الى الطنين والاحتكاك الناتج يسبب ارتفاع درجة الحرارة.
المزايا: تجفيف سريع عند درجة حرارة منخفضة نسبياً- السرير ساكن وبالتالي تجنب الاحتكاك وتشكل الغبار- دخول الأمواج الى المستحضر جيدة جداً وبالتالي فان الحرارة متجانسة في المستحضر ولا يوجد هجرة للمواد المنحلة- الفعالية الحرارية عالية بسبب امتصاص السائل للحرارة
المساوي: حجم وجبات التجفيف صغيرة مقارنة مع السرير الهوائي- حذر من تعرض العاملين للأمواج (أذى العينين مثلاً).

المجففات المستخدمة للمحالييل والمعلقات الممددة

الهدف من هذه المجففات هو بسط السائل بمساحة سطح كبيرة لنقل حرارة وكتلة فعالين وكوسيلة لجمع المادة الجافة الناتجة. يوجد نمطان لتحقيق هذا الهدف: **الأول:** بسط السائل بشكل فلم رقيق على مايشبه الطبل او الاسطوانة (drum drier) **والثاني:** بعثرة السائل بشكل قطيرات صغيرة (Spray drier).

المجفف الأسطواني Drum drier

يتكون من أسطوانة بقطر 0.75-1.5 م وبطول 2-4 م، تسخن داخلياً عادة بواسطة البخار او الماء الساخن وتدور حول محورها الطولي. يطبق السائل على سطح الأسطوانة ويبسط بشكل فلم رقيق مثلاً بغمز الأسطوانة في السائل (الشكل 3). يتم التحكم بمعدل التجفيف من خلال التحكم بسرعة دوران الأسطوانة وبدرجة الحرارة. يكشط المنتج الجاف من على سطح الأسطوانة بواسطة سكين.
من امثلة المواد التي نحصل عليها بواسطة طريقة التجفيف هذه: منتجات النشاء- أملاح الحديد - الكاؤلان وأوكسيد الزنك.

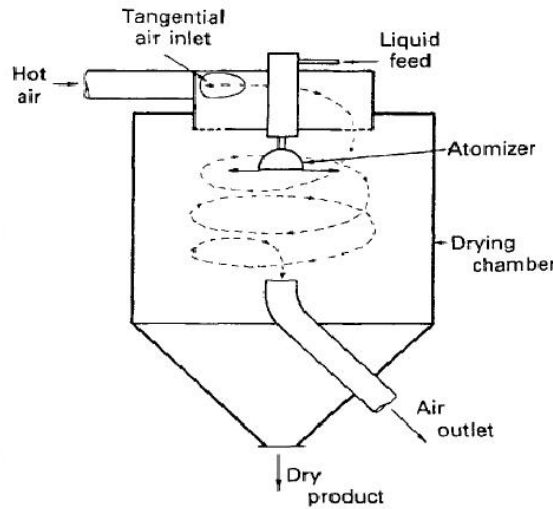


الشكل 3: Drum drier

المزايا: السرعة نتيجة نقل الحرارة والكتلة الفعالين بسبب الفلم الرقيق- يشغل الجهاز مساحة أقل من المجفف بالارذاذ- وقت التسخين قصير: عدة ثواني) – يمكن تطبيق الخلاء وبالتالي العمل في درجات حرارة منخفضة- الحصول على المستحضر بشكل رقائق flakes وهو مرغوب في بعض التطبيقات.
المساوي: شروط العمل حرجة مثل معدل التغذية وسماكة الفلم- درجة حرارة وسرعة دوران الأسطوانة.

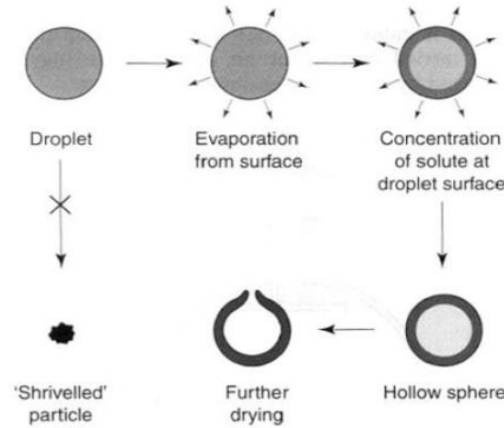
مجفف الارذاذ Spray drier

يزود هذا المجفف سطحاً كبيراً لنقل الحرارة والكتلة وذلك برذ السائل الى قطيرات صغيرة ضمن تيار من الهواء الساخن وبذلك تجف كل قطيرة بشكل جزيئة صلبة منفردة. لهذا المجفف عدة أشكال وفي الشكل النموذجي (الشكل 4) يتشكل اعصار في حجرة التجفيف مما يساعد في دوران الهواء الجيد وبالتالي نقل حرارة وكتلة فعالين وكذلك يساعد على فصل الجسيمات الجافة من الهواء المتحرك بواسطة القوة النابذة.
يتم التحكم بأبعاد الجسيمات الناتجة بفتحة المرذ ونوعه (المرذ النفثات Jet atomizer الذي يمكن ان ينسد خلال العملية والمرذ الدوار Rotary atomizer). يدخل الهواء بشكل مماسي ويقوم بتدوير القطيرات الجافة لزيادة وقت بقائها وبالتالي منحها الوقت اللازم لجفافها. يجب فلترة وتسخين الهواء كما يجب التخلص من الغبار المتشكل بواسطة مرشحة خاصة.



الشكل 4: مجفف الارذاذ

تكون الجسيمات الناتجة موحدة ومتجانسة المظهر ولها شكل مميز (الشكل 5) وهو كريات جوفاء وأحياناً ذات فتحة صغيرة (نتيجة خروج البخار من داخل الجسيمات).



الشكل 5: تشكل الجسيمات بواسطة مجفف الازداح

المزايا: سرعة التبخر نتيجة السطح الكبير (وقت تجفيف القطيرة هو جزء من الثانية)- لا ترتفع درجة حرارة القطيرات بسبب التجفيف السريع لان الحرارة ستستخدم للتبخير ولن ترتفع درجة حرارة الجسم المراد تجفيفه- الجسيمات الناتجة ذات سطح كبير وبالتالي انحلال سريع - التحكم بالأبعاد وبتجانسها من خلال المرذ المستخدم- الجسيمات الناتجة كروية وجيدة الانسياب وهذا جيد عند تحضير المضغوطات- التجفيف بعملية واحدة.

المساوي: الجهاز كبير الحجم (15 م كارتفاع و6 م قطر) وغالي الثمن- الفعالية الحرارية الكلية قليلة لان الهواء يجب ان يبقى ساخناً عند خروجه لتجنب التكاثر كما أن الهواء الساخن يدخل بكميات كبيرة الى داخل الحجرة دون ملاقاته قطيرات ليحفظها.

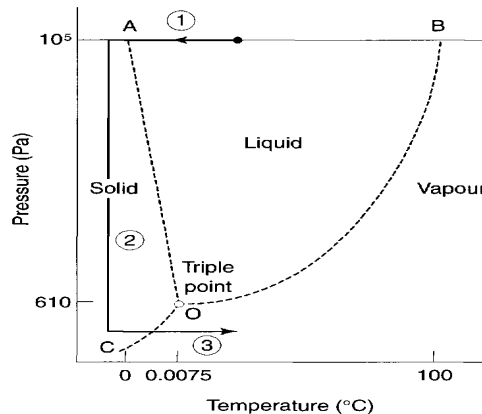
يستعمل مجفف الازداح للمواد الحساسة للحرارة- ويناسب الكميات الكبيرة: 2000 كغ في الساعة- من أمثلة المواد المجففة بهذه الطريقة: الصادات الحيوية لاستعمالها قبل الاستخدام- حمض الليمون-فوسفات الجيلاتين السوداني- النشاء- سلفات الباريوم- فوسفات الكالسيوم- الحصول على جسيمات قابلة للاستنشاق: 1-7 ميكرون....

التجفيد Freeze drying

عملية تستخدم لتجفيف المواد الحساسة للحرارة وهي تسمح بالتجفيف بدون اذية كبيرة للبروتينات والاعذية ومنتجات الدم وحتى للعضويات الدقيقة. في هذه العملية يجمد اولاً السائل المحلول او المعلق ومن ثم يخفض الضغط ويزال الماء بالتصعيد بانتقال الماء من الحالة الصلبة الى الغازية دون المرور بالحالة السائلة.

مخطط حالات تحول الماء

يتألف هذا المخطط من ثلاث مناطق منفصلة وتمثل كل منها طوراً وحيداً من حالات الماء اما صلب او سائل او غاز. يمكن ان تتواجد حالتان على طول الخط الفاصل بين كل منطقتين تحت شروط معينة من الضغط والحرارة (الشكل 6).



الشكل 6: مخطط حالات الماء حسب الضغط والحرارة

تشير النقطة O الى انها النقطة الوحيدة حيث تتواجد عندها اطوار الماء الثلاثة وتسمى بالنقطة الثلاثية triple point وهي توافق 0.0075م و Pa 610. يتبين من هذا المخطط ان:

- 1- درجة غليان الماء تنخفض بانخفاض الضغط: الخط BO
 - 2- درجة انصهار الجليد ترتفع بانخفاض الضغط: الخط AO
 - 3- ضغط بخار الجليد ينخفض مع انخفاض درجة الحرارة: الخط CO.
- اذا تم تطبيق ضغط منخفض تحت النقطة الثلاثية على الجليد ومن ثم رفعت درجة الحرارة فان الجليد سيتصعد الى الحالة الغازية مباشرة دون المرور بالحالة السائلة. هذا التصعيد وبالتالي التجفيف يحدث تحت الدرجة 0م وهذا يمكن ان يحدث فقط اذا تم ضمان ان الضغط لا يرتفع فوق النقطة الثلاثية لذلك يجب دائماً ازالة البخار المتشكل بسرعة عند تشكله.

مراحل التجفيد

1- التجميد او التثليج Freezing stage

يجب ان تجمد المادة السائلة المراد تجفيفها قبل تطبيق الخلاء لمنع تشكل الزبد. يمكن ان يتم التجميد بامرار سائل مبرد في رفوف المجففة. يتم التجميد لاقل من الصفر بكثير لان الماء ليس نقياً ووجود المواد المنحلة فيه يخفض درجة التجمد لذلك يتم التجميد لـ 10- الى 40- م.

2- تطبيق الخلاء

يطبق الخلاء على الاوعية والمادة المجمدة وذلك تحت النقطة الثلاثية ويجب شفط وازالة الابخرة المتشكلة خلال هذه العملية لئلا يحدث انصهار للماء

3- مرحلة التصعيد

يجب ترويد النظام بدرجة الحرارة اللازمة للتصعيد وهنا يتصعد الجليد تاركاً مادة صلبة مسامية حاوية على 5% رطوبة وقد تصل لـ 0.5% (تجفيف اولي) لذلك يجب تطبيق تجفيف ثاني للتخلص من الماء المدمص والذي لايزال بالتجفيف الاولي. خلال مرحلة التصعيد يجب ازالة البخار المتشكل كما ذكر سابقاً والذي يوقف مرحلة التصعيد لذلك تستخدم مضخات تخلية كما يمكن على المستوى الصغير امتصاص الابخرة بواسطة مادة جاذبة للرطوبة مثل خماسي اوكسيد الفوسفور. عند استعمال مكثفات ابخرة يجب ضمان ان الجريان يتم من الحجر الى المكثف لذلك الضغط عند المكثف يجب ان يكون اقل من السطح المجمد.

4- التجفيف الثانوي

يهدف الى ازالة الرطوبة المتبقية في نهاية التجفيف الاولي ويمكن ان يجري حتى درجة حرارة 50-60م وذلك حسب تحمل المادة الفعالة للحرارة مع المحافظة على التخلية.

المزايا

- 1- يتم التجفيد في درجة حرارة منخفضة لذلك يتم الحفاظ على المادة دون تخرب او على عمل الانزيمات
- 2- تشغل المادة المجففة نفس الحجم الاولي وبالتالي فان المنتج خفيف ومسامي
- 3- تعطي المسامية انحلالاً سريعاً للمادة
- 4- لا يوجد داع لان يركز السائل قبل البدء بعملية التجفيف أي لايزداد تركيز الاملاح وبالتالي لا تتخرب البروتينات
- 5- تماس قليل جداً مع الهواء وبالتالي تحمي المادة من الاكسدة.

المساوي

- 1- المنتج جاذب للرطوبة hygroscopic نتيجة المسامية والانحلال السريع والجفاف الكبير ومن هنا يوجد تحد عند التعبئة والتغليف
- 2- التجفيف بطيء والجهاز غالي الثمن.

ملاحظة

- يحدث التصعيد على السطح المجمد وهو بطيء (1ملم سماكة في الساعة) لذلك يجب زيادة السطح ويجب إنقاص سماكة السائل من اجل إنقاص سماكة الجليد ليتسنى له التصعيد
- ينقص زمن التجفيف بازدياد فرق الضغط وبنقص سماكة السائل و برفع درجة الحرارة.

هجرة المواد اثناء التجفيف

تنتج عن حركة محلول المادة عبر النظام الرطب حيث يتحرك المحل باتجاه سطح الصلب ليتبخر أخذاً معه اي مادة منحلّة. يكون الكثير من المواد والعوامل الرابطة منحللاً في سائل التثبيت وخلال التجفيف الحثري للحثريات تتحرك هذه المواد باتجاه سطح سرير التجفيف او سطح الحثريات وتتوضع هناك حيث يتبخر المحل. تؤدي هجرة المواد خلال التجفيف على تغير موضعي في تركيز المواد المنحلة والسواغات عبر المنتج. يكون لهجرة المواد في الحثريات نمطان بين الحثريات Intergranular وضمن الحثيرة نفسها Intragranular.

الهجرة بين الحثريات Intergranular

ينتج عن هذه الهجرة (تحرك المواد من حثيرة الى اخرى) توزيع سيء كبير للمادة الفعالة. يمكن ان يحدث هذا النمط خلال التجفيف بواسطة السرير الساكن (التجفيف بالصينية) حيث يتحرك المحل والمادة المنحلة من حثيرة الى اخرى باتجاه سطح السرير حيث يحدث التبخر واذا ضغطت هذه الحثريات سيكون هناك نقص او زيادة في المحتوى. مثلاً وجد انه فقط 12% من مضغوطات الوارفارين المحضرة من حثريات مجففة بالفرن التقليدي تقع ضمن حدود USP لتجانس المحتوى.

الهجرة ضمن الحثيرة نفسها Intragranular

تحافظ طرق التجفيف المعتمدة على السرير الهوائي والفن الفراغي القلاب على الحثريات منفصلة خلال عملية التجفيف مما يمنع هجرة المواد بين الحثريات والتي تحدث في الاسرة الساكنة الثابتة الا ان هجرة المواد ضمن الحثيرة يمكن ان تحدث حيث تتحرك المواد المنحلة باتجاه السطح.

نتائج هجرة المواد

- 1- ضياع في المادة الفعالة حيث يصبح محيط الحثريات مثلاً غنياً بالمادة الفعالة وهذا لن يكون ذا نتيجة كارثية الا اذا تم تآكل في محيط الحثيرة كما في التجفيف بالسرير الهوائي وعندها لن تجتاز المضغوطات المحضرة اختبار تجانس المحتوى
- 2- تبرقش المضغوطات الملونة: حيث يتركز الملون المنحل على محيط الحثريات وعند ضغطها ستبدو المضغوطات مبرقشة المظهر وهذا يمكن حله باستخدام الملونات من نمط Lakes ولكن تظهر هنا مشكلة وهي ضرورة ضبط pH لضمان ان الملون المنحل لا يترك Lake. كما ان الحل يمكن ان يكون باستخدام حثريات صغيرة لا تتكسر بسهولة عند ضغطها
- 3- هجرة العوامل الرابطة المنحلة: يمكن للهجرة داخل الحثيرة نفسها ان تؤدي الى توضع العامل الرابط المنحل على محيط الحثيرة وهذا يعطي مقاومة الطوق Hoop stress جاعلاً الحثيرة اكثر قساوة واكثر مقاومة لان تتآكل. يمكن ان تساعد الهجرة بعملية الربط خلال الانضغاط نتيجة الربط بين عامل رابط-عامل رابط اكثر من قوة الربط بين مادة-مادة فعالة او مادة فعالة-سواغ ولذلك ستكون للهجرة فوائد احياناً.

تأثير عوامل الصياغة على هجرة المواد

1- طبيعة الحامل

المبادئ التي تحكم هجرة المواد مشابهة لتلك المصادفة في كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة لذلك اذا كان للحامل الفة للمادة عندها ستكون عملية الهجرة محدودة ولحسن الحظ تملك العديد من السواغات الصيدلانية الشائعة هذه الخاصية (مثل النشاء والسلولوز مجهري التبلور). كما ان استخدام ملونات غير ذوابة (Lakes) يمكن ان تنقص من التبرقش الحاصل اثناء التلييس مثلاً.

2- لزوجة سائل التثبيت

ان سوائل التثبيت الشائعة هي محاليل لبلمرات وتكون هذه المحاليل ذات لزوجة اعلى من الماء لوحده حيث ان هذه اللزوجة تحد من حركة الماء نتيجة زيادة الاحتكاك. تتباطأ هجرة المواد في الاسرة الساكنة عند زيادة تركيز ولزوجة محاليل PVP كما يشاهد هذا التأثير عند استخدام محاليل MC مما يدل على ان اللزوجة هي التي تتدخل وليس نوع العامل الرابط او آلية نوعية اخرى.

تأثير عوامل التحضير على هجرة المواد

1- طريقة التجفيف

يمكن ان تحدث الهجرة بين الحثريات عندما تحدث طريقة التجفيف فرقاً في درجة الحرارة وبالتالي فالهجرة تحدث في مناطق التبخر الاعلى من المناطق الاكثر حرارة.

في التجفيف البطيء (التجفيف بالصواني) يكون التركيز الاعظمي للمادة المهاجرة على سطح سرير التجفيف حيث ان عملية التجفيف بطيئة بشكل كاف للمحافظة على التدفق الشعري للمحل/المادة المنحلة الى السطح وخلال فترة طويلة من الزمن.

خلال التجفيف بالامواج الدقيقة يحدث الاشعاع تسخيناً متجانساً مما يقلل من هجرة المواد. في طرق التجفيف التي تكون فيها الحثيرات بحركة دائمة يقود ذلك الى الغاء مشاكل الهجرة بين الحثيرات ولكن ضمن الحثيرة يمكن ان تحدث كما في السرير الهوائي بينما في الفرن الفراغي القلاب تقل حوادث الهجرة بشكل كبير.

2- محتوى الرطوبة البدئي
كلما كان المحتوى اكبر ستكون هناك حركة اكبر للماء قبل ان تصل للحالة النواسية pendular حيث عندها لايمكن ان تستمر الهجرة لعدم استمرار تواجد طبقة سائل مائي متحركة عبر الصلب الرطب.

وسائل عملية للتقليل من هجرة المواد اثناء التجفيف

- 1- استعمال اقل كمية ممكنة من سائل التثير وضمان توزيعه بشكل متجانس باستعمال محثرات عالية القص
- 2- تحضير حثيرات صغيرة مناسبة بشكل جيد للتخلص من التبرقش مثلاً
- 3- تجنب التجفيف بالفرن إذا كان هناك بديل
- 4- إذا لم يكن هناك بديل فيجب ان تمزج الحثيرات الجافة قبل الضغط مما يضمن ان المزج العشوائي للحثيرات الفقيرة والغنية بالمادة سيتم تغذيتها الى آلة الضغط. سيكون هذا المزج فعالاً أكثر اذا كانت الحثيرات صغيرة الابعاد وكانت هناك كمية كبيره من الحثيرات في حجرة الضغط
- 5- إذا كانت الهجرة داخل الحثيرة يمكن ان تحدث فعندها يجب استخدام التجفيف باستخدام الخلاء او بالامواج الدقيقة بدلاً من السرير الهوائي.

انتهت المحاضرة

المراجع المعتمدة

Michael E. Aulton: Pharmaceutics, The Science Of Dosage Form Design, 2nd edition, 2002