



# *Seed Germination*

**Germination** is the foundational event in every crop's life cycle. For organic farmers, achieving reliable, uniform germination is both an agronomic priority and a central challenge; one that must be addressed without synthetic pesticides, fungicides, or many conventional chemical treatments. Understanding the science of seed germination and the approved induction methods available in organic systems is essential for maximizing crop establishment, yield, and overall farm sustainability. This newsletter explores the biological mechanisms of seed germination, the key dormancy types that limit germination success, and the range of approved and emerging induction tools available for organic farmers.

## **Understanding Seed Germination**

Seed germination is a complex, multi-stage process that begins with water imbibition and ends with radicle emergence. It is controlled by an intricate interaction of environmental cues, internal hormonal signals, and metabolic activity. Three primary environmental factors regulate germination:

- **Water availability:** Imbibition (water uptake) activates metabolic enzymes, mobilizes stored reserves, and drives cell expansion necessary for radicle protrusion.
- **Temperature:** Each species has cardinal temperatures (minimum, optimum, maximum) for germination. Deviations from the optimum reduce germination rate and uniformity.
- **Light:** Phytochrome-mediated light responses regulate germination in many species, particularly small-seeded crops and weeds.

Internally, the balance between abscisic acid (ABA), which maintains dormancy, and gibberellins (GAs), which promote germination, determines whether a seed will germinate under given conditions.



# Seed Germination



## Types of Seed Dormancy

Dormancy is a natural survival mechanism that prevents germination under unfavorable conditions. Identifying the dormancy type is critical for selecting the correct induction method.

- 1. Physiological Dormancy (PD):** The most common type, PD is caused by the inhibitory action of ABA and related compounds in the embryo or endosperm. PD is prevalent in many temperate fruit tree species, cereals, and wild plants.
- 2. Physical Dormancy (PY):** Caused by a water-impermeable seed coat, PY is common in legumes and many other families.
- 3. Morphological Dormancy (MD):** In MD, the embryo is underdeveloped at seed dispersal and must complete growth before germination can occur. Warm or cold stratification periods allow the embryo to mature.
- 4. Morphophysiological Dormancy (MPD):** A combination of underdeveloped embryo and physiological dormancy. It is common in many woodland and alpine species.
- 5. Chemical Dormancy:** Inhibitory compounds present in the seed coat or surrounding tissues can prevent germination. It is common in fruits like tomatoes and cucumbers, where seeds germinate poorly in the presence of surrounding fruit tissue.



# Seed Germination

## Approved Germination Induction Methods in Organic Agriculture

**Stratification:** Cold stratification mimics winter conditions by exposing moist seeds to temperatures of 2–5°C for defined periods (weeks to months depending on species). It is the standard method for breaking physiological dormancy in most temperate tree and shrub seeds.

**Scarification:** Mechanical scarification uses sandpaper, a scarifier drum, or a blade to physically disrupt the water-impermeable seed coat layer. Hot water scarification, immersing seeds briefly in water at 80–100°C then allowing them to imbibe for 12–24 hours, is particularly effective for legumes and is approved in organic systems.

**Hydropriming and Osmopriming:** Seed priming involves controlled hydration that brings seeds to the pre-germination stage without allowing radicle emergence. Hydropriming uses plain water; osmopriming uses solutions of polyethylene glycol or salts at controlled water potentials. These treatments synchronize germination across a seed lot and improve stress tolerance, and are widely used in organic vegetable production.

**Gibberellin (GA3):** Application Gibberellic acid, a naturally occurring plant hormone, is approved in many organic jurisdictions when derived through fermentation. GA3 directly counteracts ABA-mediated dormancy, promotes endosperm weakening, and stimulates radicle elongation. It is particularly useful for slow-germinating species such as celery, asparagus, and many herbs.

**Biological Inoculants:** Treating seeds with beneficial microorganisms, such as *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, and *Trichoderma* species, can improve germination rates and seedling vigor. These microbes produce phytohormones, improve nutrient uptake, and suppress seed pathogens.



# *Seed Germination*

## **Best Practices for Organic Germination Management**

**Match variety to climate:** Choosing crop varieties with chilling requirements suited to local conditions is the most fundamental strategy, especially for warm-climate perennial fruit production. Variety selection is increasingly a proactive climate adaptation tool.

**Invest in seed quality:** Source certified organic seed where possible, conduct germination testing before planting, and store seed under cool, dry, dark conditions. Seed aging dramatically reduces germination potential and makes dormancy-breaking treatments less effective.

**Match treatment to dormancy type:** Applying the wrong treatment is ineffective and can damage seeds. Physiologically dormant seeds benefit from stratification or GA3; physically dormant seeds require scarification; chemically dormant seeds need leaching. Germination testing with and without specific treatments helps confirm the diagnosis.

**Integrate biological seed treatments:** Routine use of PGPR and mycorrhizal inoculants provides benefits beyond germination such as improved nutrient uptake, disease suppression, and enhanced stress tolerance throughout the crop's life. These are among the most cost-effective tools available to organic producers.

**Monitor and adapt:** Track germination timing, uniformity, and establishment rates across seasons. Where problems recur, investigate whether changes in seed source, treatment, soil preparation, or irrigation timing can address the root cause. Systematic record-keeping is the foundation of continuous improvement.



# Seed Germination

## Conclusion

Organic farmers today have a solid and growing set of tools to manage seed germination effectively without relying on synthetic inputs. From stratification and scarification to gibberellic acid, seed priming, and biological inoculants, there is a practical solution available for virtually every dormancy type a grower is likely to encounter. Many of these treatments, particularly biopriming with PGPR, deliver benefits that extend well beyond germination and carry through the entire crop cycle. At the same time, the fundamentals remain as important as ever: choosing varieties suited to local conditions, sourcing high-quality seed, and accurately diagnosing dormancy type before selecting a treatment are the foundations on which all other strategies rest. As research in seed biology continues to advance, organic producers will only have more options.

## References

- Finch-Savage, W.E. & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171(3), 501–523. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x>
- Nonogaki, H., Bassel, G.W., & Bewley, J.D. (2010). Germination — still a mystery. *Plant Science*, 179(6), 574–581. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.02.010>
- Xie, Y., et al. (2024). Factors influencing seed dormancy and germination and advances in seed priming technology. *Plants*, 13(10), 1319. <https://doi.org/10.3390/plants13101319>
- Singh, P., et al. (2023). Seed biopriming for sustainable agriculture and ecosystem restoration. *Microbial Biotechnology*, 16(12), 2212–2222. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.14322>



# إنبات البذور

الإنبات هو الحدث الأساسي في دورة حياة كل محصول. بالنسبة للمزارعين العضويين، يعد تحقيق إنبات موثوق وموحد أولوية زراعية وتحديًا رئيسيًا؛ وهو تحدٍ يجب مواجهته دون استخدام المبيدات الحشرية الكيماوية أو المبيدات الفطرية أو العديد من المعالجات الكيماوية التقليدية. إن فهم علم إنبات البذور وطرق التحفيز المعتمدة المتاحة في النظم العضوية أمر ضروري لتحقيق أقصى قدر من إنتاج المحاصيل والمحصول والاستدامة العامة للمزرعة. يوضح هذا البحث الآليات البيولوجية لإنبات البذور، وأنواع السكون الرئيسية التي تحد من نجاح الإنبات، ومجموعة أدوات التحفيز المعتمدة والناشئة المتاحة للمزارعين العضويين.

## فهم إنبات البذور

إن إنبات البذور عملية معقدة متعددة المراحل تبدأ بامتصاص الماء وتنتهي بظهور الجذور. وهي عملية يتحكم فيها تفاعل معقد بين العوامل البيئية والإشارات الهرمونية الداخلية والنشاط الأيضي. هناك ثلاثة عوامل بيئية أساسية تنظم عملية الإنبات: **توفر الماء:** يؤدي امتصاص الماء إلى تنشيط الإنزيمات الأيضية وتعبئة الاحتياطات المخزنة ودفع الخلايا إلى التمدد اللازم لبروز الجذور. **درجة الحرارة:** لكل نوع درجات حرارة أساسية (دنيا، ومثلى، وقصوى) للإنبات. يؤدي الانحراف عن الدرجة المثلى إلى انخفاض معدل الإنبات وتجانسه. **الضوء:** تنظم استجابات الضوء بواسطة الفيتوكروم الإنبات في العديد من الأنواع، خاصة المحاصيل ذات البذور الصغيرة والأعشاب الضارة. داخليًا، يحدد التوازن بين حمض الأبسيسيك (ABA)، الذي يحافظ على السكون، والجبيريلين (GAs)، الذي يعزز الإنبات، ما إذا كانت البذرة ستنبت في ظل ظروف معينة.

# إنبات البذور



## أنواع سكون البذور

السكون هو آلية بقاء طبيعية تمنع الإنبات في الظروف غير الملائمة . تحديد نوع السكون أمر بالغ الأهمية لاختيار طريقة التحفيز الصحيحة.

1. **السكون الفسيولوجي (PD):** النوع الأكثر شيوعًا، وينتج عن تأثير مثبت لـ ABA والمركبات ذات الصلة في الجنين أو اندوسبيرم. ينتشر السكون الفسيولوجي في العديد من أنواع أشجار الفاكهة المعتدلة والحبوب والنباتات البرية.

2. **السكون الفيزيائي (PY):** ينتج عن قشرة البذرة غير القابلة لنفاذ الماء، وينتشر في البقوليات والعديد من العائلات الأخرى.

3. **السكون المورفولوجي (MD):** في السكون المورفولوجي، يكون الجنين غير مكتمل النمو عند انتشار البذور ويجب أن يكمل نموه قبل أن يحدث الإنبات. تسمح فترات الطبقات الدافئة أو الباردة للجنين بالنضوج.

4. **السكون المورفوفسيولوجي (MPD):** مزيج من نقص نمو الجنين والسكون الفسيولوجي. وهو شائع في العديد من الأنواع الحرجية والجبليّة.

5. **السكون الكيميائي:** يمكن للمركبات المثبطة الموجودة في قشرة البذرة أو الأنسجة المحيطة بها أن تمنع الإنبات. وهو شائع في الفواكه مثل الطماطم والخيار، حيث تنبت البذور بشكل سيئ في وجود أنسجة الفاكهة المحيطة بها.



# إنبات البذور

## طرق تحفيز الإنبات المعتمدة في الزراعة العضوية

**التنضيد:** تحاكي الطبقات الباردة ظروف الشتاء عن طريق تعريض البذور الرطبة لدرجات حرارة تتراوح بين 2 و 5 درجات مئوية لفترات محددة (من أسابيع إلى شهور حسب النوع). وهي الطريقة القياسية لكسر السكون الفسيولوجي في معظم بذور الأشجار والشجيرات المعتدلة.

**التقشير:** يستخدم التقشير الميكانيكي ورق الصنفرة أو أسطوانة التخديش أو شفرة لتعطيل طبقة قشرة البذور غير القابلة لنفاذ الماء. يعد التقشير بالماء الساخن، وهو غمر البذور لفترة وجيزة في ماء بدرجة حرارة 80-100 درجة مئوية ثم تركها تمتص الماء لمدة 12-24 ساعة، فعالاً بشكل خاص للبقوليات ومُعتمداً في الأنظمة العضوية.

**التحضير المائي والتحضير الإسموزي:** يتضمن تحضير البذور ترطيباً محكوماً ينقل البذور إلى مرحلة ما قبل الإنبات دون السماح بظهور الجذور. يستخدم التحضير المائي الماء العادي؛ بينما يستخدم التحضير الإسموزي محاليل البولي إيثيلين جلايكول أو الأملاح عند إمكانيات مائية محكومة. تعمل هذه المعالجات على مزامنة الإنبات عبر مجموعة البذور وتحسين تحمل الإجهاد، وتستخدم على نطاق واسع في إنتاج الخضروات العضوية.

**جيبيريلين (GA3):** استخدام حمض الجيبيريليك، وهو هرمون نباتي طبيعي، معتمد في العديد من الولايات القضائية العضوية عندما يتم الحصول عليه من خلال التخمير. يعمل GA3 بشكل مباشر على مقاومة السكون الذي يتوسطه ABA، ويعزز إضعاف اندوسبيرم، ويحفز إطالة الجذور. وهو مفيد بشكل خاص للأنواع البطيئة الإنبات مثل الكرفس والهليون والعديد من الأعشاب.

**الملقحات البيولوجية:** معالجة البذور بالكائنات الحية الدقيقة المفيدة، مثل *Bacillus subtilis* و *Pseudomonas fluorescens* و *Trichoderma*، يمكن أن تحسن معدلات الإنبات وقوة الشتلات. تنتج هذه الميكروبات هرمونات نباتية، وتحسن امتصاص المغذيات، وتثبط مسببات الأمراض في البذور.



# إنبات البذور

## أفضل الممارسات لإدارة الإنبات العضوي

**مطابقة الصنف مع المناخ:** اختيار أصناف المحاصيل التي تتطلب درجات حرارة منخفضة تتناسب مع الظروف المحلية هي الاستراتيجية الأساسية، خاصة بالنسبة لإنتاج الفاكهة المعمرة في المناخ الدافئ. أصبح اختيار الصنف أداة للتكيف مع المناخ.

**الاستثمار في جودة البذور:** الحصول على بذور عضوية معتمدة حيثما أمكن، وإجراء اختبارات الإنبات قبل الزراعة، وتخزين البذور في ظروف باردة وجافة ومظلمة. يؤدي تقادم البذور إلى انخفاض كبير في إمكانية الإنبات ويقلل من فعالية معالجات كسر السكون.

**تكيف المعالجة مع نوع السكون:** تطبيق المعالجة الخاطئة غير فعال ويمكن أن يتلف البذور. تستفيد البذور الساكنة فسيولوجيًا من الطبقات أو GA3؛ بينما تتطلب البذور الساكنة فيزيائيًا الخدش؛ وتحتاج البذور الساكنة كيميائيًا إلى الترشيح. يساعد اختبار الإنبات مع أو بدون معالجات محددة في تأكيد التشخيص. دمج المعالجات البيولوجية للبذور: يوفر الاستخدام الروتيني لـ PGPR والملقحات الفطرية فوائد تتجاوز الإنبات، مثل تحسين امتصاص المغذيات، وقمع الأمراض، وتعزيز تحمل الإجهاد طوال حياة المحصول. هذه من بين الأدوات الأكثر فعالية من حيث التكلفة المتاحة للمنتجين العضويين.

**المراقبة والتكيف:** تتبع توقيت الإنبات والتوحيد ومعدلات النمو عبر المواسم. في حالة تكرار المشاكل، تحقق مما إذا كانت التغييرات في مصدر البذور أو المعالجة أو تحضير التربة أو توقيت الري يمكن أن تعالج السبب الجذري. يعد الاحتفاظ بالسجلات بشكل منهجي أساسًا للتحسين المستمر.



# إنبات البذور

## الملخص

يملك المزارعون العضويون اليوم مجموعة قوية ومتنامية من الأدوات لإدارة إنبات البذور بشكل فعال دون الاعتماد على المدخلات الاصطناعية. من الطبقات والتخديش إلى حمض الجبريليك، وتحضير البذور، والملقحات البيولوجية، هناك حل عملي متاح لكل نوع من أنواع السكون التي قد يواجهها المزارع. تقدم العديد من هذه المعالجات، ولا سيما التحضير البيولوجي باستخدام PGPR، فوائد تتجاوز الإنبات وتستمر طوال دورة المحصول بأكملها. في الوقت نفسه، تظل الأساسيات مهمة كما كانت دائمًا: اختيار الأصناف المناسبة للظروف المحلية، والحصول على بذور عالية الجودة، والتشخيص الدقيق لنوع السكون قبل اختيار المعالجة هي الأسس التي تقوم عليها جميع الاستراتيجيات الأخرى. مع استمرار تقدم الأبحاث في بيولوجيا البذور، سيكون لدى المنتجين العضويين المزيد من الخيارات.

## المراجع

- Finch-Savage, W.E. & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171(3), 501–523. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x>
- Nonogaki, H., Bassel, G.W., & Bewley, J.D. (2010). Germination — still a mystery. *Plant Science*, 179(6), 574–581. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.02.010>
- Xie, Y., et al. (2024). Factors influencing seed dormancy and germination and advances in seed priming technology. *Plants*, 13(10), 1319. <https://doi.org/10.3390/plants13101319>
- Singh, P., et al. (2023). Seed biopriming for sustainable agriculture and ecosystem restoration. *Microbial Biotechnology*, 16(12), 2212–2222. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.14322>