**הזרע, הנְבִיטָה ושלבי הנְבִיטָה**

**הקובץ, שנכתב על ידי אשר ורד עוסק בנושאים הבאים:**

**שימו לב, המידע לא עבר עריכה לשונית ומדעית.**

**הזרע - יחידת הרבייה המינית של הצמח :** תפקידי הזרע - מבנה הזרע - חלקי הזרע - מבנה זרע חד - פסיגי ( דגניים ) - מבנה זרע דו - פסיגי - מבנה זרע רב- פסיגי.

**תרדמה ומנוחה בזרעים** **:** היתרונות של תרדמת זרעים בטבע .

**הגורמים לכניסה לתרדמה** : אי בשלות העובר (סיבות אמבריולוגיות/התפתחותיות אי חדירות (או חדירות נמוכה) של מעטפות הזרע (קליפת הזרע ) למים או לאוויר ) - נוכחות חומרים מעכבי נביטה בתוך הזרע - היתרון בקיומם של מעכבי נביטה - אללופתיה - השפעות אפשריות של מלחים על נביטת זרעים **שיטות לשבירת התרדמה בזרעים בטבע :** פירוק מעכבי נביטה על ידי מיקרואורגניזמים- פירוק מעכבי נביטה ע"י טמפרטורה גבוהה , או קור - פירוק מעכבי נביטה ע"י שטיפה במים **טיפולים שונים הניתנים לזרעים בשימוש חקלאי לשבירת התרדמה** :

**שיטות לשבירת התרדמה בזרעים קשים - (קליפות זרע קשות):** טיפולים בקליפת הזרע בשיטות מכאניות - השריית זרעים במים קרים לפני זריעה - התפחת זרעים במים חמים לפני זריעה - החזקת זרעים בקירור (לפירוק מעכבי נביטה בתוך הזרע) לפני הזריעה - טיפולי הכמנה לזרעים בשימוש חקלאי - טיפול בחומרים כימיים (חומצות) לפירוק מעכבי נביטה -

טיפול בחומצה גפריתנית - "פריימינג"- טיפול אוסמוטי ב"פוליאתילן גליקול" - טיפול בהורמונים

**זריעה ושיטות זריעה:** זריעה - זריעה בשטח - זריעה במנבטה - זריעה ממוכנת - זריעה במגשי גידול בעלי מבנה תא "מיישר שורש "- זריעה בתפזורת ("מפולת יד") - זריעה בהתזה

איכות הזרעים - קניית זרעים - בדיקת ניקיון זרעים - בדיקת הניקיון בזרעים המיובאים לארץ -בדיקות ניקיון חיטה לזריעה - בדיקות ניקיון לזיהוי עלקת - מיון וניקוי זרעים.

**חיטוי זרעים** **:** שיטות לחיטוי זרעים

**עיטוי זרעים** : היתרונות בעיטוי זרעים - ציפוי זרעים - זרעים צבועים

**אחסנת זרעים** **:**

**אחסון גרעינים וזרעים בממגורות**: תפזורת על גבי משטח בטון - אחסון גרעינים וזרעים במיכלי אחסון - אחסנת גרעינים ממושטחת - אחסנת גרעינים בשקי ענק - אחסנת גרעינים במערכת סגורה עם חמצן מדולל

**נְבִיטָה ושלבי הנְבִיטָה :** בדיקת כושר נביטה (חיות הזרעים ) - שיטות לבדיקת כושר הנביטה – שיעור נביטה – משקל אלף . שלבי הנְבִיטָה - נביטת זרע חד-פסיגי - נביטה תת-קרקעית - נביטת זרע דו-פסיגי בנביטה תת-קרקעית - נביטת זרע דו-פסיגי בנביטה על קרקעית - נביטת זרע דו-פסיגי בעל אנדוספרם בנביטה על-קרקעית - נביטת זרע רב- פסיגי - שיעור נביטה - גורמים אפשריים לשיעור נביטה נמוך גורמים א-ביוטיים (חיצוניים) המשפיעים על תהליך הנְבִיטָה

**גורמים פנימיים וחיצוניים המשפיעים על הנביטה** .

|  |  |
| --- | --- |
| **הזרע**  **יחידת הרבייה המינית**  **של הצמח** | הזרע הוא "הצאצא" של הצמח. שתפקידו לשמור על עתידו של הצמח, ובאמצעותו הצמח מתרבה ומופץ.  הזרע הוא צמח בזעיר אנפין, מצוייד במלאי של מזון, ומוגן בקליפות העוטפות אותו מבחוץ, הזרע נוצר מן הביצית אשר בשחלת הפרח .  לאחר ההפריה. הזרע הוא החלק היחיד בצמח שעשוי להתרחק באופן טבעי מסביבתו של צמח-האם המחובר לקרקע במערכת שורשים , ע"י התרחקותו יכבוש הצמח לעצמו מרחבי מחיה חדשים  הזרע הוא אחת מבין צורת הרבייה של צמחים, הזרעים קיימים אצל צמחים המתרבים רבייה זוויגית.  רוב הזרעים מתפתחים בתוך הפרי כתוצאה מההפריה בין החלק הנקבי והחלק הזכרי של הצמחים.  הזרע מכיל את העובר הצעיר ממנו מתפתח הצמח העתידי, נמצאים בו גם שרשון ונצרון, וכן רקמת האגירה להזנה העובר בראשית התפתחותו - (אנדוספרם ו/או נוצלוס), הזרע מצופה בקליפה המשמשת להגנת העובר.  הזרע עמיד ביותר לתנאים חיצוניים קשים, כגון : יובש וחום בקיץ, וקור בחורף, הוא מסוגל גם, ברוב המקרים, להתקיים במשך זמן רב.  זרעים מופצים למרחקים על ידי הצמח עצמו או בעזרת רוח, בעלי חיים או אפילו האדם.  כך מתפתחים צמחים חדשים במקומות חדשים.  זרעים יש רק לצמחים עילאיים , בהם 2 קבוצות : מכוסי זרע (חד/דו פסיגיים) וחשופי זרע .  א. מכוסי זרע: אלו צמחים שזרעיהם מתפתחים בתוך פירות, וכלואים בשלמות בתוך הפרי.  ב . חשופי זרע: , כגון- האורן, האורז,והברוש, שזרעיהן אינם מוגנים במבנה מיוחד.( אינם עטופים בפרי ),אלא, מוגנים בצורה אחרת ,למשל : על ידי קשקשים באצטרובלים. |
|  |  |
| **תפקידי הזרע** | **\* אמצעי רביה** – המשכיות, העמדת דור חדש, גיוון גנטי, הגדלת מספר הפרטים - פיזור מספר רב של זרעים.  **\* אמצעי הפצה -** הזרע הוא חלק נתיק מהצמח, המשמש לרבייה ולהפצה של הצמח, שבשלבי חייו האחרים הוא אורגניזם חסר כושר תנועה.  **\* אמצעי להישרדות -** הזרע מאפשר הישרדות בתנאי סביבה קיצוניים וכך מאפשר קיום המין בתקופות קשות ( כמו: יובש, קור , וכמויות אור אשר אינם מאפשרים נביטה או התפתחות הנבט). |
|  |  |
| **מבנה הזרע** | זרעי כל הצמחים הם בעלי מבנה בסיסי דומה. הזרע מורכב מעובר, מאגר מזון וקליפות מגינות.  מלאי המזון של הזרע נאגר ברקמה הנקראת אנדוספרם או בפסיגים שהם גם ה"עלים" הראשונים של הנבט.  בהתאם למספר הפסיגים, מחלקים את הזרעים ל - 3 קבוצות מבנה עיקריות: חד-פסיגיים, דו-פסיגיים, רב-פסיגיים.  חלוקה זו מבדילה בין צורות נביטה שונות וחשובה בעיקר לצורך מיון הצמחים (והגדרתם). |
|  |  |
| **חלקי הזרע** | **הזרע מורכב מ 3 חלקים : עובר, רקמה אוגרת מזון , וקליפה.**  **1. עובר - (נוצר מהזיגוטה)** :  העובר למעשה הוא צמח קטן המכיל נצרון ,שורשון, תת-פסיג (החלק המחבר את השורשון אל הפסיגים) ופסיגים. (קיימים זרעים בהם רקמת האנדוספרם מתנוונת וחומרי המזון עוברים אל הפסיגים ונאגרים בהם). - כשיש תנאים מתאימים לנביטה, מהעובר מתפתח הנבט, ומהנבט מתפתח הצמח הצעיר , בכדי שהעובר יוכל לצמוח ולנבוט הוא זקוק לחומרים ואנרגיה.  **שורשון - (radicula)** :  שורשון - ממנו מתפתח השורש של הצמח. בתהליך הנביטה השורשון גדל כלפי מטה במצע, ומשמש שורש ראשוני בנבט, ואחר כך מתפתח ממנו השורש העיקרי של הצמח.  **ניצרון - (plumula) :**  הניצרון גדל כלפי מעלה וממנו מתפתחים הגבעול והעלים (נצר) של הצמח . |
|  |  |

**הזרע**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **חלקי הזרע**  **המשך** | **תת-פסיג - גבעול העובר - (hypocotyl ):**  תת פסיג - מעין גבעול שגדל כלפי מעלה ומחבר בין הפסיגים לשורשון.  **על-פסיג (אפיקוטיל) :**  חלק הנצר הנמצא בין מפרק הפסיג לעלים הראשוניים (הפרק הראשון של הגבעול מעל לפסיגים).  **פסיג או פסיגים - (cotyledones):**  פסיגים משמשים איברי אגירה לחומרי תשמורת המספקים אנרגיה ותרכובות פחמן לנבט.  כאשר הזרע של צמח דו־פסיגי נובט, הוא מגדל שני פסיגים (עלי עובר ראשוניים)  **2. אנדוספרם - רקמה אוגרת מזון :** (נוצרה מהתא הטריפלואידי)  האנדוספרם או הפסיגים הם מקור לחומרי מזון לעובר, הם מכילים חומרי תשמורת בעיקר עמילן (פחמימה) או שומנים.  האנדוספרם הוא גוש עמילני המזין את השתיל בשלבים הראשונים של צמיחתו.  האנדוספרם נמצא בפסיגים של העובר (בצמחים דו פסיגיים) או ברקמת האנדוספרם המקיפה את העובר (בחד-פסיגיים כמו : זרעי תירס).  העובר מביא לייצור אנזימים שמפרקים את הרקמה לרכיבים החיוניים לגדילתו.  תפקידה להוות תחליף לתהליך הפוטוסינתזה המספק לצמח הבוגר חומרי מזון, ולספק מקור אנרגיה ותרכובות פחמן הדרושות לנבט המתפתח עד ליצירת עלים ירוקים המבצעים פוטוסינתזה.  חומרי התשמורת (חומרים שהעובר יכול לפרק אותם בעת הצורך בכדי להשתמש בהם להפקת אנרגיה ובניית התאים) הנמצאים ברקמת האגירה של הזרע הם שהופכים אותו למרכיב חשוב במזונותיהם של בעלי חיים ואדם.  **3. קליפה – מעטפת המגנה על העובר :**  (נוצרה מקרומי הביצית)- הקליפה היא מעטה קשה של תאים מתים המכוסים מבחוץ בשכבת קוטיקולה (שכבה אטומה לחדירת מים וגזים שמטרתה למנוע את התאדות המים מהזרע).  תפקיד הקליפה הוא להגן על חלקי הזרע הפנימיים מפני התייבשות, מפני נזקים מכניים ומפני חדירת גורמי מחלה. - תכונותיה של הקליפה כגון: עוביה, שטח הפנים שלה, וקשיותה קובעות את יכולת ההשתמרות של הזרע, את תפוצתו ואת מהירות הנביטה שלו.  **בצמחים שונים יש תוספות לקליפה המשמשות כלי להפצתם של הזרעים, כמו :**  \* קליפה עם תוספות קרומיות או ציציות לזרעים המופצים ע"י הרוח.  \* קליפה עבה ואטומה מבחוץ ומבנה ספוגי ואוורירי מבפנים- בזרעים המופצים ע"י המים.  \* קליפה המכילה בליטה עם רקמת שומן הנאכלת ע"י נמלים שמפיצים בדרך זו את הזרעים.  \* קליפה עסיסית - גמול בהזנה לבע"ח מפיצים בזרעים הנאכלים ע"י ציפורים כמו זרעי רימון.  \* קליפה קשה וקוצנית בזרעים המופצים ע"י בע"ח (נתפסים בפרוות בעלי החיים )  **תפר ופומה :**  בקליפה קיימת מעין צלקת מוארכת הנקראת תפר, וכן נקב קטן הנקרא פומה.  לתפר ולפומה תפקיד חשוב בעת הנביטה. בעוד שהפומה משמשת לספיגת מים, התפר משמש לבקיעת הקליפה, לצורך פריצת השורשון והפסיגים אל מחוץ לזרע. |
|  |  |
| **מבנה זרע**  **חד - פסיגי**  **( דגניים )** | **נהוג לחלק את עולם הצמחים ל ־ 3 קבוצות ראשיות על פי מספר הפסיגים בזרע: חד־פסיגיים, דו־פסיגיים ורב־פסיגיים.**  **מבנה זרע חד - פסיגי**  **1. אלאורון :**  - השכבה הפנימית העוטפת את האנדוספרם ומהווה חלק מהסובין. - ברוב הדגניים התרבותיים האלאורון מורכב משכבת תאים אחת.  בדגניים בעלי אנדוספרם המכיל עמילן , האלאורון מכיל 30% מחלבון הגרגיר.  בעת הנביטה האלאורון מפריש (כתוצאה מגירוי על ידי גברלין המופרש על ידי העובר) אנזימים המפרקים את העמילן והחלבונים האגורים באנדוספרם והופך אותם זמינים להתפתחות הנבט.  **2. העובר**  העובר של החד-פסיגיים הוא קטן מאד ומורכב מפסיג יחיד, הממוקם בין האנדוספרם לבין הנצרון והשורשון ותפקידו היחידי לתווך בהעברת המזון לעובר. |
|  |  |

**הזרע**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **מבנה זרע**  **חד - פסיגי**  **( דגניים )**  **המשך** | **3. אנדוספרם :** **- רקמת מזון המצויה סביב העובר בזרע.**  רקמת האנדוספרם היא הרקמה הדומיננטית בזרע - האנדוספרם מכיל את חומרי התשמורת (פחמימות, חלבוניים ושומניים) הדרושים להזנת הנבט עד להתפתחות עלים ירוקים מטמיעים. - יש צמחים שבזרעיהם מתפתחת בתחילה רקמת אנדוספרם אך היא מוחלפת על ידי פסיג או פסיגים הסופגים את חומרי התשמורת מהאנדוספרם  **4. גדיל פיגמנט :**  **-** בחלק הפנימי של קפל גרגיר החיטה מתרכזים פיגמנטים היוצרים כעין גדיל השקוע בתחתית הסדק ועובר לכל אורכו. ( בחתך רוחב הגדיל נראה כעגול כהה. נוכחות של עגול כהה בחתך הרוחב של הגרגיר מצביע על כך שהחיטה הבשילה).  **5. נצרון :**  **-**  הנצרון (הצמח העוברי) מורכב מגבעולון קצר ומעלים החופים זה על זה.  **6. חותלת :**  **-** העלה החיצוני נקרא חותלת והוא דמוי חרוט חלול (בתוכו יושבים שאר עלי הנצרון) מחודד בקצהו העליון. - החותלת פורצת עבור הנצרון את קליפת הקרקע ואינה ממשיכה להתארך.  העלה השני, שהוא העלה הרגיל הראשון, קורע את חוד החותלת ופורץ דרכה החוצה.  **7. מגינית :**  **-** בצמחים שונים הפסיגים (העלים העובריים) התפתחו למגינית (דמוית-פסיג) העוטפת את העובר ומהווה מחיצה בינו לבין האנדוספרם.  המגינית מפרישה אנזימים לפירוק חומרי התשמורת לשם ניצולם בעת התפתחות הנבט.  **8. מעטה הזרע : -** מעטה הזרע מהווה אחת מהשכבות העוטפות את הזרע יחד עם האלאורון **.**  **9. פומה :**  - הפתח דרכו ינבט הזרע הוא לעתים "צלקת" קטנה המסמנת את הנקודה בה היה מחובר הזרע לפרי. - בזרעים רבים (לא בחיטה), הפתח דרכו נכנס הנחשון לשחלה (בתהליך ההפריה) משמש מאוחר יותר כפתח הנביטה.  **10. פריקארפ :** – קליפת הפרי. בדרך כלל מורכב הפריקארפ משלוש שכבות. בפירות עסיסיים הפריקארפ הוא החלק העיקרי הנאכל על ידינו.  **11 . קפל :**  - הסדק העובר לאורך החיטה.  **12. שורשון :**  – החלק בעובר המתפתח לשורש הצמח. |
|  |  |
| **נביטת**  **זרע חד-פסיגי**  **נביטה**  **תת-קרקעית** | **נביטת זרע חד-פסיגי בנביטה תת-קרקעית**  כדוגמה לזרע חד פסיגי משמש בדרך כלל זרע החיטה (או תירס) שהוא בעצם פרי (גרגר).  בזרע החיטה פורץ השורשון ראשון את קליפת הזרע וחודר לקרקע, אלא שאין הוא ממשיך להתפתח לשורש ראשי, אלא מתנוון בשלב מסוים ומחליפה אותו ציצת שרשים הצומחת מבסיס הגבעול.  הנצרון צומח ישר כלפי מעלה כשהוא מוגן ע"י החותלת, הפורצת עבורו את קליפת הקרקע ואינה ממשיכה להתארך הרבה. - העלה השני, שהוא העלה הרגיל הראשון, קורע את חוד החותלת ופורץ דרכה החוצה. הפסיג נשאר בקרקע. |
|  |  |
| **מבנה זרע**  **דו - פסיגי** | לצמחים במחלקת הדו פסיגיים יש שני פסיגים (עלי זרע) עובריים. זהו למעשה ההבדל הבולט ביותר בין מחלקה זו לבין מחלקת החד פסיגיים, שבה מכילים הצמחים פסיג בודד.  מבחינה בוטנית, דו פסיגיים מתחילים את חייהם (בנביטה) עם שני עלים ראשוניים, ואילו החד פסיגיים מוציאים נבט בן עלה אחד בלבד  (מלבד הבדל משמעותי זה, קיים הבדל משמעותי נוסף בין שתי המחלקות; הצמחים במחלקת הדו פסיגיים מכילים בגבעולם צינורות מובילים מלאים ברקמה אשר מכילה בתוכה את התאים העובריים שתפקידם לסייע בגדילתו של הצמח. - הודות לרקמה המכילה תאים אלו, מסוגלים גזעי הצמחים במחלקת הדו פסיגיים לגדול לרוחב באמצעות הוספת שכבות של אותה רקמת הובלה). |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**הזרע**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **נביטת**  **זרע דו-פסיגי בנביטה**  **על קרקעית** | **נביטת זרע דו-פסיגי בנביטה על קרקעית (אפיגאית)**  דוגמה קלאסית לנביטה על-קרקעית היא נביטת זרע שעועית**.** שבה הפסיגים עולים מעל פני הקרקע והופכים ל"עלים" ראשונים,  בנביטת השעועית, לאחר התבססות השורשון מתחילים להתארך תאי הגבעולון שבין השורשון לבין הפסיגים (קטע גבעול זה מכונה היפוקוטיל = תת פסיג). ההיפוקוטיל הגדל , דוחף כלפי מעלה את הפסיגים כשהוא יוצר כיפוף כלפי מטה (מעין ברך) המקלה על בקיעת קרום הקרקע. לאחר ההצצה, מתיישרת הברך והפסיגים נפרשים לצדדים ומוריקים (עדיין הם מכילים בתוכם מעט ממלאי המזון שהיה בהם). תהליך ההטמעה וייצור המזון מתחיל ובמקביל נמשכת התארכות והתחלקות תאים בעל-פסיג (על-פסיג =אפיקוטיל = קטע הגבעולון שבין הפסיגים לבין עלי הנצרון ) שני העלים עולים, נפרשים וגדלים מיד אחרי הפסיגים, והנבט הופך לעצמאי ובלתי תלוי עוד בזרע. |
|  |  |
| **נביטת**  **זרע דו-פסיגי בנביטה**  **תת-קרקעית** | **נביטת זרע דו-פסיגי בנביטה תת-קרקעית (היפוגאית)**  דוגמה קלאסית לנביטה תת קרקעית, היא נביטת זרע אפונה, בה נשארים הפסיגים באדמה.  הנביטה התת-קרקעית דומה למדי לעל קרקעית, אלא שההיפוקוטיל איננו גדל, לכן הפסיגים נשארים מתחת לפני האדמה, עד שהם מתרוקנים ממלאי המזון ונרקבים. הנצרון ועליו יוצאים אל פני הקרקע ע"י התארכות האפיקוטיל (על-פסיג). |
|  |  |
| **זרע דו-פסיגי בעל אנדוספרם בנביטה**  **על-קרקעית**: | **זרע דו-פסיגי בעל אנדוספרם בנביטה על-קרקעית:**  דוגמה לנביטה של זרע דו-פסיגי בעל אנדוספרם בנביטה על-קרקעית הוא זרע הקיקיון.  בזרעים בעלי אנדוספרם, הפסיגים הם קטנים ודקים ואינם אוגרי מזון. גם כאן פורץ לראשונה השורשון מתוך קליפת הזרע ומתבסס באדמה והופך לשורש העיקרי.  התת- פסיג מתארך ומעלה את הפסיגים ואת הנצרות אל פני הקרקע כשהם עדיין עטופים באנדוספרם ובקליפת הזרע.  עם התרוקנות האנדוספרם ממזון, הוא מתכווץ, הקליפה נושרת והפסיגים נפרשים ומוריקים |
|  |  |
| **מבנה זרע**  **רב- פסיגי** | דוגמה של זרע רב-פסיגי **הוא** זרע האורן **-** זרע רב-פסיגי. עשוי בעיקר אנדוספרם שבתוכו שקוע העובר המורכב משורשון, דור של 6-12 פסיגים ונצרון. |
|  |  |
| **נביטת**  **זרע**  **רב- פסיגי** | לאחר התארכות השורשון, ההיפוקוטיל מתארך ומעלה אל פני האדמה את הפסיגים עם הנצרון והאנדוספרם עטופים בקליפת הזרע. הפסיגים נשארים מחוברים לאנדוספרם עוד זמן מה עד שהוא מתרוקן ונושר ואז נפרשים הפסיגים שצורתם כעלים מחטניים קצרים.**(** . נביטת הזרע דומה לזו של הקיקיון ). |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**תרדמה ומנוחה בזרעים**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **תרדמה ומנוחה בזרעים** | **תרדמת זרעים -** מצב בו זרעים חיוניים אינם נובטים.  זרעים של צמחים מסויימים דורשים בנוסף לתנאי סביבה בסיסיים לנביטה , גם שינויים במבנה המכני או הכימי של הזרע עצמו .  הזרע הבשל אינו נובט במצבו היבש, שכן הוא שרוי אז במצב מנוחה. הדבר האופייני למצב מנוחה זה הוא רמת פעילותם הנמוכה של כל התהליכים המטבוליים המאפשרת להם לשרוד זמן ממושך מבלי לכלות את מלאי חומרי התשמורת האגור בהם. ( בזרע בתרדמה כמעט ולא מתבצעת נשימה ורמת המיום (מהמילה מים) שלו נמוכה מאוד – כלומר, הוא כמעט ולא צורך אנרגיה).  במצב מנוחה אין הזרע נובט כל עוד התנאים החיצוניים אינם מתאימים, אולם ידועים סוגי צמחים שזרעיהם אינם נובטים אף בתנאים חיצוניים נוחים או כאלה שרק חלק מזרעיהם ינבוט. זרעים חיים כאלה שאינם נובטים בתנאים חיצוניים מתאימים, שרויים בתרדמה.  זרעים בתרדמה לא ינבטו גם אם מספקים להם את התנאים האופטימליים - מים, כמות מתאימה של חמצן וטמפרטורה מתאימה. התרדמה נשברת רק עם הגיע העונה המתאימה לנביטה, או לאחר טיפול כלשהו בזרע.  שבירת התרדמה נגרמת על ידי מכלול רמזים סביבתיים (אורך הלילה, טמפרטורה, והצטברות שעות של קור) .  הרמזים מדויקים מאוד והינם הגורם העיקרי ביכולת ההישרדות של הצמח. הם גורמים לנביטה בטבע רק לקראת עונת הגשמים או עם חלוף סכנת הקפיאה (תלוי באקלים).  זרעים בתרדמה ומנגנונים לנביטה הדרגתית של זרעים מהווים יתרון לצמח בכך שהם מגדילים את סיכויי הישרדות המין. - אך כאשר הזרעים נמצאים בתנאי לחות, טמפ' ואיוורור מתאימים הם מתחילים לספוג מים, תופחים, ובהקבלה לכך גוברים בהדרגה כל התהליכים המטבוליים. חומרי-התשמורת של הזרע מתפרקים ומאבני הבניין שלהם הולכים ונבנים כל חומרי המבנה.  כמותם של חומרי מבנה אלה הולכת וגדלה תוך חידוש התחלקות התאים בעובר, מספר תאי העובר מתרבה, הם גדלים במימדיהם – העובר צומח ויוצא מהזרע בצורת נבט. |
|  |  |
| **היתרונות של תרדמת זרעים בטבע** | 1 . הזרע נובט כאשר התנאים בסביבה אופטימליים עבור צמיחת הנבט והתבססותו בקרקע . לדוגמא : הזרע נובט רק במצב בו יש מספיק מים בקרקע שיאפשרו נביטתו וצמיחתו של הצמח , בדרך זו נמנעת נביטת זרעים בעונה שאינה מתאימה וכדו' .  2 . נביטה לא אחידה – השונות הגנטית מתבטאת בריכוזים שונים של מעכבי נביטה . לא כל הזרעים נובטים בו זמנית , דבר המבטיח את הישרדות המין במידה ופרטים שנבטו נפגעו. (חיסרון עבור החקלאי, לו נדרשת אחידות בנביטה ) . |
|  |  |
| **הגורמים לכניסה**  **לתרדמה** | **מצב של תרדמה יכול להיגרם על ידי הגורמים הבאים:**  1. אי בשלות העובר.  2. אי חדירות (או חדירות נמוכה) של מעטפות הזרע (קליפת הזרע ) למים או לאוויר.  3. נוכחות חומרים מעכבי נביטה בזרע או בפרי.  4. נוכחות חומרים מעכבי נביטה בסביבת הזרע (בבית הגידול) - תופעה המכונה אללופתיה.  **1. אי בשלות העובר - סיבות אמבריולוגיות/התפתחותיות**  בצמחים רבים העובר שבזרע אינו בשל עם ההפצה ונדרש לו עוד זמן כדי להשלים את התפתחותו. עד שזו לא תושלם, הזרע לא ינבוט גם אם תנאי הסביבה יאפשרו זאת.  **2. אי חדירות (או חדירות נמוכה) של מעטפות הזרע (קליפת הזרע ) למים או לאוויר.**  עיכוב באמצעים פיזיקליים/אנטומיים הנובעים מתכונות הדופן של קליפת הזרע: כגון : – חדירות נמוכה של קליפת הזרע למים. – חדירות נמוכה של קליפת הזרע לחמצן. – קליפת זרע קשה המונעת פריצת חלקי העובר דרכה.  ידועים מנגנוני הרדמה רבים המשהים את הנביטה ו"מפזרים" אותה לאורך תקופת זמן ממושכת במטרה להבטחת קיום המין בתנאים חיצוניים שונים.  פיזורה של הנביטה בזמן נעשה ע"י הקניית כושר נביטה הדרגתי כך שמדי פעם בפעם עשויה לנבוט רק כמות קטנה של זרעים מאותו יבול. הגורמים לכך הם במרבית המקרים, המעטפות שבהן עטוף העובר שבזרע המונעות את חדירתם של גורמים חיצוניים חיוניים לצמיחה, כגון: לחות וצמיחה. |
|  |  |

**תרדמה ומנוחה בזרעים**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **הגורמים לכניסה**  **לתרדמה**  **המשך** | **אי חדירות (או חדירות נמוכה) של מעטפות הזרע - המשך**  מעטפות בלתי-חדירות אלה מקורן לעיתים באנדוספרם או בנוצלוס nucellus)), אך יש וקליפת הזרע עצמו או חלקים אחרים של הפרי הם המעכבים את החדירה.  קליפות אלה נעשות חדירות בהדרגה, במשך תקופת זמן ארוכה. במקרים אחרים עטויים העוברים במעטפות נוקשות, המונעות באופן מכני את תפיחת העובר וצמיחתו. בכל המקרים הללו מתפשטת הנביטה של יבול זרעים לאורך תקופת זמן ממושכת, החל מכמה חודשים ועד עשרות שנים. **3. נוכחות חומרים מעכבי נביטה בתוך הזרע**  חומרים מעכבי נביטה – חומרים כאלה יכולים להימצא מחוץ לזרע ובמקרים אחרים בזרע עצמו.  בין מעכבי הנביטה המצויים מחוץ לזרע ישנם חומרים המשנים את הפוטנציאל האוסמוטי וכך מונעים את קליטת המים בזרע ותפיחתו.  שבירת תרדמה הנובעת מנוכחות מעכבים מסיסים במים מתאפשרת עם הדחת החומרים הללו.  בטבע מתאפשרת הדחת החומרים ע"י מי גשמים  **היתרון בקיומם של מעכבי נביטה:**  \* מעכבי נביטה המצויים בזרע מבטיחים שהזרעים לא ינבטו במקום עד אשר הנבט יקבל כמות מים גדולה שתשטוף חומרים אלו .  \* קיום מעכבי נביטה מגדיל את הסיכוי לפיזור הזרעים בשטח ע"י המים או ע"י כך שיאכלו ע"י בעלי חיים .  \* לא כל הזרעים נובטים ביחד וכך נמנעת תחרות תוך מינית על משאבים כמו: אור, מים, מינרלים.  זרע חי שאינו נובט גם כשנוצרים תנאים מיטביים לנביטתו, נמצא במצב של עיכוב נביטה.  מעכבי נביטה המצויים בזרע מבטיחים שהזרעים לא ינבטו במקום עד אשר הנבט יקבל כמות המים גדולה, שתשטוף חומרים אלו.- זהו מנגנון של הגנה עצמית המונע נביטה מיד עם רדת הגשמים הראשונים.  האקלים הים־תיכוני מתאפיין בסתיו שיש בו תקופת גשם ראשונית, ולאחריה פרק ארוך יחסית ללא גשם (במקרים רבים חודש אוקטובר גשום בעוד שחודש נובמבר שחון). לו נבטו הזרעים של כל הצמחים מיד עם רדת הגשם הראשון הם היו עלולים לנבול בתוך זמן קצר.  בצמחים המותאמים לאקלים ים־תיכוני קיים מנגנון המעכב את נביטת הזרע, והיא מתרחשת רק אחרי תקופה ממושכת יותר של גשמים (דהיינו בתחילת החורף ולא בסתיו). מנגנון זה אינו קיים בצמחים הזקוקים לכמות מעטה של מים כדי לקיים מחזור חיים שלם.  \* צמחי מדבר חד־שנתיים רבים נובטים מיד עם הגשם הראשון ומסיימים את מחזור חייהם ביצירת זרעים חדשים בתוך זמן קצר מאוד. כך הם מצליחים להתקיים בסביבה דלת מים ובלתי צפויה.  \* במקרה של אסון סביבתי, נביטה של כל הזרעים של צמח מסוים באותה עת, תגרום אובדן של מאגר גנטי שלם.- פיזור הנביטה בשנים שונות של זרעים שנוצרו באותו הצמח נותן להם יתרון אבולוציוני ומגדיל את הסיכוי להמשך קיומו של מין זה.  א. כאשר החומרים מעכבי הנביטה מתמוססים במים- שטיפה במים תגרום להדחתם מקירבת הזרע ותאפשר נביטה. יש צורך בכמות מים מסוימת ומינימלית לשטיפת מעכבים.  בטבע נעשית השטיפה ע"י הגשמים, לכן משמשים המעכבים אמצעי למדידת כמות הגשמים ומבטיחים שהזרע ינבוט רק לאחר ירידת משקעים המאפשרים נביטה מוצלחת.  ב. כאשר החומרים המעכבים אינם מתמוססים במים וצריכים להתפרק לתוצרים בלתי מעכבים- יש מינים בהם טמפרטורות גבוהות גורמות להתפרקות המעכבים. במינים אלו שריפה שמעלה את הטמפרטורה הסביבתית גורמת לפירוק המעכבים.  ג. עוברי זרעים המכילים חומר מעכב נביטה שמתפרק רק לאחר הבשלת הזרע. לדוגמא- בזרעים של שקד ותפוח יש חומר רעיל (חומצה ציאנית) שאינו מאפשר נשימה תאית, ורק פגיעה באנדוספרם מאפשרת את שיחרורו. פגיעה כזו מתרחשת בדרך כלל במערכת העיכול של בע"ח.  **4. אללופתיה = (בתרגום חפשי: סבל הנובע משכנות).**  המושג אללופתיה מתייחס לעיכוב הגידול וההתפתחות של צמחים על-ידי חומרים המיוצרים בצמחים שכנים והמופרשים מהם לסביבה. מדובר במולקולות המופרשות מצמחים מסוימים אשר במגע עם זרעי צמחים אחרים, גורמות לעיכוב הנביטה ולעתים גם לעיכוב הצמיחה בצמחים שכנים. |

**תרדמה ומנוחה בזרעים**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **הגורמים לכניסה**  **לתרדמה**  **המשך** | **אללופתיה - המשך**  חומרים מעכבי נביטה או מעכבי התפתחות מופרשים , לעתים קרובות, מאברים תת-קרקעיים של צמחים, כגון: שורשים, פקעות ובצלים, או גם מאברי צמח על קרקעיים, כגון: עלים, גבעולים, פרות וזרעים. - לעיכוב זה יש משמעות מבחינה תחרותית. הצמח המפריש חומרים מעכבים, מונע, באמצעות החומרים, נביטה וצמיחה של צמחים שונים שעלולים להתחרות עמו על משאבי סביבה, כמו מים, אור, מינרלים בקרקע וכיוצא באלה.  חומרים בעלי השפעה אללופתית יכולים להיות מסיסים במים (ולעבור ע"י כך לקרקע) או בעלי נדיפות גבוהה (בעיקר בקרקעות מדבריות) והקרקע סופחת אותם אליה.  ידועות למדי התופעות של אי צמיחת חד שנתיים מתחת לעצי אקליפטוס, אורן, אגוז ועוד, מפני שעליהם הנושרים מפרישים לקרקע חומרים מעכבי נביטה.  החומרים האללופתיים מורחקים מן הקרקע כאשר היא נשטפת על ידי גשמים, מידת השטיפה של הקרקע ותכונות אחרות שלה יכולות לבטל חלקית את התופעה.  **השפעות אפשריות של מלחים על נביטת זרעים:**  באופן כללי המלח מעכב את הנביטה ובריכוזים גבוהים אף מונע אותה. העיכוב נגרם עקב ההשפעה האוסמוטית של המלחים, המעכבת את חדירת המים לזרעים ומקטינה את זמינותם. קצב הנביטה נמצא ביחס הפוך לערכים האוסמוטיים של התמיסה. |
|  |  |
| **שיטות לשבירת התרדמה**  **בזרעים**  **בטבע** | **1. פירוק מעכבי נביטה על ידי מיקרואורגניזמים :**  \* מיקרואורגניזמים שבקרקע, בעיקר הללו המסוגלים לפרק תאית, ליגנין וקוטין, עלולים להחיש את תהליך הריסתן של מעטפות הזרע ולעשותן חדירות.  \* חלק מהזרעים מופצים על ידי בע"ח . כאשר הזרע נבלע ועובר במערכת העיכול של בעל החיים הוא אינו מתפרק בקיבתו ומעוכל על ידו אך הוא נחשף למיצי העיכול בקיבת החייה ובכך מוסרים חלק ממערכות ההגנה של מעטפות הזרע המאפשרות לזרע לנבוט לאחר שיופרש על ידי בעל החיים. בכך למעשה מובטח כי הזרע ינבוט רק לאחר שהוא הופץ רחוק מצמח האם בסביבה חדשה אשר תתאים לצמיחתו בא הוא אינו מתחרה בצמח האם.  **2. פירוק מעכבי נביטה ע"י טמפרטורה גבוהה , או קור**  \* שריפה יכולה לפגוע בחיוניותם של זרעים אשר אינם עמידים לטמפרטורת השרפה או להגביר את שיעור נביטת הזרעים, ובכך להקטין את בנק הזרעים , אולם הוכח, ששרפות גורמות לפירוק המעכבים. לכן, בשטח שעבר שריפה ניתן לראות לאחר הגשמים נביטה מוגברת של זרעים.  \* דרישות לתקופות קור: בטבע קיימים מיני צמחים שהזרעים שלהם נובטים רק לאחר שהם עוברים תקופת קור (טפרטורות נמוכות ולחות גבוהה). קור גורם לפירוק מעכבי נביטה .  זרעים אלו מבשילים במהלך קיץ והסתיו, עוברים את החורף ונובטים באביב  **פירוק מעכבי נביטה ע"י שטיפה במים**  כאשר החומרים מעכבי הנביטה מתמוססים במים והם נשטפים במים, הדבר יאפשר נביטה.  שטיפת המעכבים היא ע"י כמות מסויימת של גשם. כך שכמות גשמים נדרשת, היא זו שמבטיחה שהזרע ינבוט. בצמחי מדבר רק כמות מספקת של גשמים "תסלק" את מעכבי הנביטה ותאפשר נביטה בתנאי המדבר הקשים . דבר זה מבטיח נביטה רק בתנאים מתאימים ושמירה על המשך קיום המין . |
|  |  |
| **טיפולים שונים הניתנים לזרעים בשימוש חקלאי**  **לשבירת התרדמה** | **אפשר לזרז נביטה של זרעים קשים על ידי טיפולים בקליפת הזרע באחת מהדרכים הבאות:**  **שיטות לשבירת התרדמה בזרעים קשים - (קליפות זרע קשות):**  זרעים העטופים ציפה קשה ובלתי חדירה למים , קליפות זרע קשות כמו : במשפחת הפרפרניים ובגלעיניים , מפחיתות את חדירות המים לזרעים, ומונעות תפיחה מהירה והתעוררות העובר.- הנביטה תתרחש רק לאחר שהקליפה נפגעה באופן מכני או כתוצאה מטיפולים בחומרים כימיים  **1. טיפולים בקליפת הזרע בשיטות מכאניות:**  הסרת קליפת הזרע המכילה את החומרים המעכבים באמצעות נייר זכוכית במערבלים מיוחדים, או ביצוע צלקות על פני קליפת הזרע בשיטות מכאניות , קילוף או חיתוך קצוות (פציעה מכאנית) - דבר הגורם לשבירת מחסום המים בקליפות החיצוניות. |

**תרדמה ומנוחה בזרעים**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **טיפולים שונים הניתנים לזרעים בשימוש חקלאי**  **לשבירת התרדמה** | **א. השריית זרעים במים קרים לפני זריעה**  השריה מוקדמת של זרעים במים קרים מתפיחה את הקליפה (תהליך פיזיקלי) ומאפשרת נביטה ביתר קלות. מקובל להשרות למשך 24 שעות,  **ב. התפחת זרעים במים חמים לפני זריעה**  יש זרעי צמחים שנביטתם מעוכבת בגלל קליפה עבה, למשל זרעי שיטה ומיני פרפרנים נוספים בעלי קליפה עבה. - להנבטת זרעים אלה, יש להשרות במים חמים , בטמפרטורה של כ - 50 - מ"צ ,למשך 3 דקות . טיפול זה גורם לביקוע הקליפה ומאפשר נביטה.  **ג. החזקת זרעים בקירור (לפירוק מעכבי נביטה בתוך הזרע) לפני הזריעה.**  זרעי צמחים רבים אינם יכולים לנבוט מייד עם הפצתם , אלא אם תפחו קודם לכן ושהו במצב המותפח בטמפרטורות נמוכות במשך שבועות או חודשים אחדים .  בטבע הדרישה לקור מתמלאת במשך חודשי החורף , ועם בו האביב הזרעים מוכנים לנביטה .  תהליך זה המתרחש בטבע , ניתן לחיקוי בזרעים בשימוש חקלאי.  **טיפולי הכמנה לזרעים בשימוש חקלאי**  זרעים שאין עוברם בשל לנביטה עם הבשלת הזרע, זקוקים להבשלה נוספת בתנאים מלאכותיים ,  החזקת זרעים המותפחים בטמפרטורת נמוכות במשך תקופה ממושכת כתנאי לנביטתם לאחר מכן נקראת " הכמנה " . ( השהיית הזרעים בחול או נסורת בטמפרטורה של 5 מעלות צלסיוס . טיפול זה בתנאי טמפרטורה ולחות מתאימים הורס את החומרים המעכבים הנמצאים בעובר).  במינים מסויימים טיפול זה הוא הכרחי לנביטה , במקרים אחרים החשיפה לקור גורמת לשיפור משמעותי בנביטה , דהיינו היא מקדימה את התחלת הנביטה (לאחר שהזרעים הועברו לטמפרטורות נוחות) , ומעלה את אחוז הזרעים הנובטים .  **2. טיפול בחומרים כימיים (חומצות) לפירוק מעכבי נביטה**  **טיפול בחומצה גפריתנית**  זרעים של צמחים מסויימים דורשים בנוסף לתנאי סביבה בסיסיים לנביטה , גם שינויים במבנה המכני או הכימי של הזרע עצמו, **:** השריית הזרעים בחומצה גפריתנית (בהתאם לסוג הזרע) - למשך 10 דקות עד שעתיים , מפרקת מעכבי נביטה.  **"פריימינג" - Seed priming**  בשנים האחרונות פותחו מספר שיטות ל טיפול מוקדם בזרעים לצורך שיפור נביטתם שכונו " Seed priming " - העיקרון של שיטות אלו הוא התחלת תהליך הנביטה לפני ביצוע הזריעה בכדי לקצר את הזמן עד להצצה, לשפר את אחידות הנביטה וע"י כך גם את אחידות הצמחים המתקבלים ולהתגבר על בעיות שונות במצע הגידול.  ה"פריימינג" מבוצע באמצעות השריית הזרעים במלחים (בריכוזים שונים) למשך פרקי זמן שונים – בשיטה זו כמות המים שתחדור לזרע תהיה מועטה יחסית ותגרום לתפיחת הזרע ולאתחול התהליכים הפיזיולוגיים והביוכימיים ואולם תימנע את הגחת השורשון. (כאשר משך השרייה ארוך, יש להוסיף אויר לתמיסה, כדי למנוע את ריקבון הזרעים ).  כאשר זורעים זרעים שעברו "פריימינג" ניתן לראות כי שיעור הנביטה ואון הזרעים יהיה גבוה יותר (= קצב ואחידות הנביטה גבוהים יותר) בהשוואה לזרעים הלא מטופלים.  **טיפול אוסמוטי ב"פוליאתילן גליקול" - Osmotic priming**  טיפול בתמיסות בעלות פוטנציאל אוסמוטי גבוה הגורמות להקטנת הפוטנציאל האוסמוטי בתוך הזרע. כתוצאה מכך מתאפשרת פעילות מטבולית הקשורה בנביטה, אבל נמנעת פריצה של השורשון לאחר הטיפול, הזרעים עוברים תהליך יבוש ונזרעים כזרעים רגילים.  החומר המקובל ביותר לטיפול אוסמוטי הוא "הפוליאתילן גליקול" בריכוז של 30%-20% .  משך הטיפול שונה בין מינים שונים ובד"כ הוא משבוע עד 3 שבועות.  משך האחסון לאחר טיפול זה הינו מוגבל בזרעים רבים בשל איבוד מהיר של חיוניותם.  **טיפול בהורמונים**  בזרעים מסויימים של צמחים ממשפחת " הוורדיים " מצאו, כי טיפול בהורמון "ג'יברלין " יעיל מאוד בשבירת תרדמה מאיץ ומגביר נביטת זרעים ויכול להחליף את דרישות הקור, בחלקה או במלואה .- נמצא שבתקופת הקור יורדת תכולת החומרים מעכבי הנביטה בזרע |
|  |  |

**זריעה ושיטות זריעה**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **זריעה** | זריעה היא הטמנת זרע במקום גידולו המיועד, לאחר הזריעה הזרע נובט ומתחילה התפתחותו של צמח חדש (הזרע טומן בחובו את כל המטען הגנטי של הצמח וממנו יכול להתפתח צמח חדש)  הצמחת צמחים חדשים היא אחת הפעולות החשובות ביותר הנעשית באופן קבוע בעולם.  על מנת להצמיח צמחים חדשים קיימות שתי אפשרויות מרכזיות. - האחת היא זריעת זרע הצמח, והשניה היא נטיעת צמח שכבר קיים.  יתרונה של הזריעה הוא בעלויות הנמוכות של הזרע, וביכולת לכסות שטחים גדולים בזמן קצר. |
|  |  |
| **שיטות זריעה** | **1. זריעה בשטח**  צמחים בעלי זרעים גדולים ניתן לזרוע בחלקה במישרין. הזריעה יכולה להיעשות בצורה ידנית על ידי החקלאי שמפזר את הזרעים ביד בצורה אחידה. או במזרעות חדישות ("דריל") הנמשכות על ידי טרקטור, מזרעות אלו עוקבות אחר גובה הקרקע בכל נקודה, פולחות את האדמה, זורעות מספר רב של שורות בו זמנית, מפזרות דשן מיד עם הזריעה ומכסות את הזרעים תוך שהן מקפידות על גובה כיסוי אחיד. - לאחידות הכיסוי בכל שיטת זריעה חשיבות רבה לנביטה והצצה אחידים  **יתרונות הזריעה בשטח על פני שתילה**  1. השיטה מתאימה לשטחים גדולים.  2. זולה לעומת שתילה ואין צורך בהובלה של השתילים לשטח  3. חוסכת שתילות.  4. הנבטים מפתחים בצורה טבעית.  **חסרונות הזריעה בשטח על פני שתילה**  1. בזבוז בכמויות זרעים.  2. קשה לדילול.  3. רגישותם של הנבטים הצעירים לחום ויובש, או ללחות גבוהה מידי בקרקע - בעיות הנחסכות בזריעה במשתלה.  4. קושי בשמירה נגד נביטת עשבים.  **2. זריעה במנבטה :**  לוקחים מעט זרעים ומפזרים באופן שווה על פני האדמה ,לאחר פיזור הזרעים לוחצים על הזרעים בעדינות כדי להחדירם לקרקע ומכסים בשכבת אדמה , מהדקים בעדינות ומשקים .  עובי שכבת הכיסוי תלוי בקוטר הזרע, בדרך כלל מקובל לכסות את הזרעים בשכבת כיסוי שעובייה כפול מקוטר הזרע. - זרעים זעירים מערבבים עם חול ומפזרים באופן שווה על פני האדמה ואין מכסים את הזרעים כלל  **יתרונות** **:** עבודה נוחה, יצירת תנאים מיטביים ודי אחידים של לחות וטמפרטורה, אפשרות טובה וחסכונית לטפל בכל נבט, שמירה קלה על נבטים נבחרים, מאפשרת טיפולים למניעת נביטה של עשבים .מנבטות יעילות במיוחד לגידול נבטים מזרעים זעירים,  **חסרונות** : תוספת עבודה בשתילה, נדרש מקום למנבטה.  **3. זריעה ממוכנת :**  בזריעה ממוכנת בעזרת טרקטור ומזרעה ניתן לחרוש בהספקים גדולים מאוד ובמעט כוח אדם.  שיטת הזריעה הממוכנת מאפשרת הספקים גדולים, אחידות בפיזור ועומק הזריעה ואף זריעה בשורות עם מרווחים קבועים ביניהם.( דיוק מקסימלי בפיזור הזרעים בתוך שורה )  כלי הזריעה נקרא מזרעה, או פלנטר (Planter).  **4. זריעה במגשי גידול בעלי מבנה תא "מיישר שורש " :**  תאגיד" חישתיל "פיחת טכנולוגיה חדשה המתבססת על דגמי מגשי גידול בעלי תצורת תאים מיוחדת וחדשנית.- מבנה התא המיוחד גורם להתפתחות שורשים ישרים שאינם מסתלסלים סביב הדפנות. צורת השורש המיוחדת הזו מאפשרת "שליפת " הצמח מתא הגידול ללא פגיעה במערכת השורשים, תוך שמירת כיוון התארכות קל לכל שורש.  כתוצאה מכך, השורש הישר מחדש במהירות גבוהה את מאזן המים בצמח תוך כדי בניה מהירה של מערכת שורשים צדדים שפורצים לתוך מצע השתילה.  השתילים המיוצרים בשיטת חישתיל מקנים לחקלאי נצילות גבוהה יותר של זרעים מובחרים שמחירם יקר ביותר. חסכון ניכר במים בתחילת הגידול ויבול גבוה בחלקת הגידול. |

**זריעה ושיטות זריעה**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **שיטות זריעה** | **5. זריעה בתפזורת ("מפולת יד"):**  לוקחים מעט זרעים בחופן, מתקדמים בקצב איטי ובקצב הנכון ומפזרים אותם על האדמה ,  יש להקפיד לפזר בדיוק את הכמות הנדרשת ובצורה שווה על האדמה ולא להפיל את החופן כולו בנקודה מסויימת, כדי לא "להציף" את האדמה בזרעים.  **6. זריעה בהתזה :**  שיטת זריעה נוספת היא זריעה בהתזה, ללא צורך בפליחה מוקדמת ובכיסוי הזרעים בעפר. בשיטת הזריעה בהתזה מתיזים על הקרקע עיסה של מים וסיבי תאית ועץ בתוספת דשן כשבתוכה זרעים, הזרעים נובטים בתוך העיסה ומשתרשים בקרקע. שיטה זו נפוצה בעיקר בזריעת צמחים מונעי סחיפה, על גדות נחלים ועל חולות נודדים |
|  |  |
| **איכות הזרעים** | השימוש בזרעים משובחים הוא תנאי חשוב להצלחת הגידול , טיב הזרעים וניקיונם הם גורמים מכריעים הקובעים את רמת היבולים .  בעבר נהגו החקלאים לאסוף זרעים ולהשתמש בהם לזריעה מחודשת בעונה הבאה , ואילו היום נוהגים לקנות את הזרעים מחברות המתמחות בגידול זרעים.  **היתרונות לשימוש בזרעים שנקנו מחברה המתמחה בגידול זרעים:**  חברת הזרעים מתמחה בייצור הזרעים ומשקיעה משאבים בהיקף שחקלאי בודד מתקשה להשקיע.  הזרעים המיוצרים בחברת הזרעים הם לרוב בעלי איכות תורשתית טובה ואחוז נביטה גבוה , הם בעלי אחידות בגדילה , נקיים מזרעי עשבי -בר , ממחלות ומזיקים , חברת הזרעים אף מבטחת את החקלאי מפני זרעים באיכות לא מתאימה.  **הפעולות שחברות הזרעים מבצעות בעת גידול צמחים לייצור זרעים , ו/או לאחר איסוף הזרעים**.  1 . שמירה על הצמחים המיועדים לייצור זרעים מפני מחלות .  2 . הוצאת צמחים חריגים , שאינם עונים על תכונות הזן לפני הבשלת הזרעים .  3 . הדברת עשבי בר וטפילי צמחים ,כמו: עלקת וכשות , בשטח הגידול .  4 . ניקוי הזרעים , והוצאת זרעים פגומים .  5 . מיון הזרעים לפי גודל .  6 . חיטוי הזרעים למניעת מחלות ומזיקים .  7 . אחסון הזרעים בתנאים מתאימים , עד למועד הזריעה .  8 . בדיקת כושר נביטת הזרעים לפני שיווקם לחקלאי . |
|  |  |
| **קניית זרעים** | זרעים קונים רק מחברת זרעים אמינה, על מנת להבטיח יבול משובח יש לוודא שהזרעים בעלי גנטיקה משובחת , שיהיו בעלי כושר נביטה, ועונים לדרישות הזן אותו רוצים לגדל**.**  מהפכת הלגליזציה העולמית הביאה עימה את הופעתן של עשרות חברות זרעים מרחבי העולם. המגבירה את התחרותיות ומכריחה את החברות השונות להשתפר לטובת הלקוח, זנים חדשים שפותחו על ידי חברות הזרעים מספקים תפוקות גבוהות יותר של סחורה טרייה ברמה הגבוהה ביותר, ביצועים יציבים, עמידות מפני מזיקים, מחלות ותנאים סביבתיים  **סימון זרעים למכירה יכלול פרטים אלה**  סוג הזרעים או מינם - הזן - סימן הזיהוי של המגדל ושל השדה.- ציון דרגת הזרעים - אחוז הנביטה.- אחוז נקיון הזרעים - אחוז הזרעים הזרים - החומר בו חוטאו הזרעים,( חיטוי זרעים שבוצע ברעל המזיק לאדם או לבעל חיים יצויין באותיות אדומות בצורה בולטת והוספת צורת גולגולת לידה) - המועד האחרון בו נבדקו הזרעים במעבדה רשמית. - משקל הזרעים במיכל. |
|  |  |
| **בדיקת ניקיון זרעים** | בדיקת ניקיון היא אחת הבדיקות השכיחות והבסיסיות הנערכות במינים רבים של זרעים. בה נקבע הרכב מכסת הזרעים וחיזוי מידת האילוח בשדה בזרעים זרים לשם מניעת חדירתם לארץ של זרעי עשבים מחבלים וטפילים ו/או מניעת הפצתם של זרעי עשבים מזיקים ומסוכנים.  בדיקה זו היא ויזואלית, המבוצעת לרוב על-פי שיטות ונהלים בין לאומיים של הארגון לבדיקות זרעים (ISTA) |
|  |  |

**זריעה ושיטות זריעה**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **בדיקת הניקיון בזרעים המיובאים לארץ** | יבוא זרעים מצריך אישור יבוא ממשרד החקלאות.( כעיקרון חל איסור על יבוא זרעים מחשש להדבקות בוטניות או החשש ממעבר זנים שישבשו את האיזון הטבעי באיזורנו ).  **בדיקת הניקיון בזרעים המיובאים לארץ**  בישראל קיים תקן ניקיון לעשרות גידולי תרבות: ירקות וגידולי שדה / פרחים וצמחי בית, המציין את שיעור הזרעים הנקיים המינימלי (% ניקיון – מינימום) המותר ואת השיעור המקסימלי של זרעים רעים (זרעים של עשבים מזיקים).  בדיקת הניקיון מבוצעת באופן שגרתי בזרעים המיובאים לארץ והיא כוללת למעשה שתי בדיקות ניקיון: ניקיון רגיל, וקביעת מספר זרעים רעים ומחבלים  בבדיקת ניקיון רגיל נקבע הרכב הדוגמא באחוזים, לפי משקל רכיביה (זרעים נקיים, זרעים זרים וחומר דומם), כולל זיהוי והגדרה של מיני הזרעים הזרים.  מטרת הבדיקה היא להבטיח, כי לארץ ייכנסו מכסות זרעים בעלי איכות גבוהה, אשר לא יאלחו את השדות במיני בר, העלולים להתפשט ולגרום לנזקים כבדים לחקלאות.  המעבדה המורשית לכך מפיקה תעודה כתומה (I.S.T.A. orange Certificat) המעידה כי הזרעים עומדים בדרישות התקן ושעברו " וולידציה " (validation) (הוכחה מתועדת, שמעניקה מידה גבוהה של ביטחון שהזרעים עומדים בספציפיקציות ותכונות איכות מוגדרות מראש. - וולידציה מיועדת לצמצם למינימום את אפשרויות הסיכון הפוטנציאליות שעלולות להשפיע לרעה על איכות המוצר ).  **בדיקות ניקיון חיטה לזריעה**  יבוא חיטה לזריעה מותנה בביצוע בדיקת שדה בזמן הגידול של צמחי האם בחו"ל, בדיקת מעבדה של מכסות הזרעים המגיעות לארץ, חיטוי הזרעים בקוטל פטריות וקוטל חרקים וגידול מכסות הזרעים בתנאי הסגר קפדניים. (קיימות מחלות בעלות פוטנציאל לגרימת נזק קשה לדגניים שחלק גדול מהם לא קיים בארץ ולכן נוקטים באמצעים רבים למניעת חדירתן לארץ).- רק לאחר כל ההליכים הללו, השרותים להגנת הצומח ולביקורת נותנים אישור להשתמש בזרעים שיוצרו בשדות אלה.  **בדיקות ניקיון לזיהוי עלקת**  העלקת הינו צמח טפיל ממשפחת העלקתיים, הגדל בארץ. זרעי העלקת מוגדרים כזרעים מחבלים ועפ"י תקנות הזרעים הישראליות, הימצאות זרע מחבל אחד פוסלת את המכסה כולה. זרעי העלקת קטנים ביותר וניתן לזהותם רק באמצעות בינוקולר (צורתם בדרך כלל אגסית, אורכם 0.3-0.2 מ"מ, רוחבם קטן מזה ומשתנה לפי המין).  המעבדה לבדיקת זרעים בודקת הימצאות זרעי עלקת בגידולים שונים .  שיטת הבדיקה מבוססת על שטיפת הדוגמא והפרדה בנפות בין זרעי העלקת לבין רכיבים אחרים. ובדיקה מיקרוסקופית של הנפות לצורך זיהוי העלקת. |
|  |  |
| **מיון**  **וניקוי זרעים** | יש לבצע את פעולת הניקיון של הזרעים תוך פרק זמן קצר לאחר שהם נאספו.  שיטת ניקוי הזרעים תלויה בסוג החומר הנוסף, שאינו הזרעים עצמם (פסולת, חרקים, אדמה , אבנים, מקלות,עלים, או סוגים אחרים של זרעים זרים שאינם רצויים, ועוד).  ניקיון זרעים הנזרעים במכונת זריעה- חשוב לאיכות זרימת הזרעים, זרעים מלוכלכים יגרמו להצטברות לכלוך במכונת הזריעה, דבר שיוביל להפרעה לזרימת הזרעים במכונה ולירידה בעומד הזריעה. הלכלוך יגרום גם לשחרור אבק עם חומר לאוויר ולפגיעה במפעיל ובסביבה. |
|  |  |
| **חיטוי זרעים** | במסגרת תהליך הכנת זרעים , עוברים הזרעים תהליך של חיטוי אשר בא להגן באופן פיזי על הזרע מפני מזיקים במהלך שהייתו מתחת לפני הקרקע.  חיטוי זרעים הינו יישום כימי, ביולוגי או פיזיקאלי שנעשה במטרה להדביר, לשלוט או לדחות פתוגנים ומזיקים התוקפים את הזרע או את השתיל הצעיר  חיטוי הזרעים חיוני מאד על מנת למקסם את היבול ואת איכות היבול.  חיטוי זרעים היא שיטת הדברה אשר בה הזרע נושא על גבו את התכשיר המספק לו הגנה מפני פגעים שונים (וירוסים ופתוגנים ) בקרקע , (מחלות זרעים/גידולים), כך נמנע הצורך בפעולת הדברה הנעשית לשדה כולו .  יעילותו של חיטוי זרעים בחומרי הדברה מותנית בשימוש בחומר חיטוי מתאים ובטיב הביצוע. |
|  |  |

**זריעה ושיטות זריעה**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **חיטוי זרעים** | **שיטות לחיטוי זרעים**  **1 . חיטוי יבש :**  באמצעות אבקת חיטוי ( תרכובות כספית אורגנית ) הנדבקת לזרע היבש, חיטוי יבש אינו משפיע לרעה על זרעים יבשים.  **2 . חיטוי רטוב :**  משמעותו , טבילת הזרעים בתמיסה סמיכה של חומר החיטוי , כגון : השריית זרעים בתוך מיתקן המיועד לחיטוי זרעים המלא עד 2/3 מקיבולו בתמיסה של כספן משוכלל בריכוז של 1% למשך 5 דקות. - לאחר החיטוי יש לייבש את הזרעים במקום מאוורר ומוצל.  **3 . חיטוי במים חמים :**  השריית זרעים בתוך מיתקן המיועד לחיטוי זרעים במשך 25 דקות במים בעלי טמפרטורה קבועה של 55 מ"צ , או במשך שעה תמימה במים בעלי טמפרטורה שאינה עולה על 54 מ"צ ואינה יורדת מ-50 מ"צ .  החום חודר אל תוך הגרגר פנימה וקוטל את מחוללי המחלות .- צורת חיטוי זו דורשת זהירות מרובה , כי בחום גבוה מדי תאבד חיות הזרע .  \* את הזרעים המחוטאים נוהגים לצבוע בצבע ורוד או כחול אבקתי, מטרת הצבע היא להזהיר את החקלאי ולסמן שהזרעים עצמם אינם אכילים כי הם מצופים בחומר החיטוי הרעיל. |
|  |  |
| **עיטוי זרעים** | עיטוי וציפוי זרעים הם מהטיפולים המקצועים לזרעים בכלל וזרעי ירקות בפרט.  **זרעים עטויים (Encrusted seeds) :**  זרעים העטויים בעיטוי עדין, בהם צורת הזרע נשמרת , אם כי הגודל והמשקל השתנו מעט.  חומר העיטוי מכיל פולימר (צבע) ותוספות שונות. לצבע העיטוי אין משמעות, כל חברת זרעים בוחרת לעצמה את צבע שכבת העיטוי.  רוב השימוש בתכשירים לעיטוי זרעים ברחבי העולם מתבצע בגידולי שדה כגון: דגניים (חיטה, תירס, שעורה ועוד), סויה, כותנה, וחמניות. השימוש בטכנולוגית עיטוי זרעים קיים גם בזרעי ירקות למיניהם.  **היתרונות בעיטוי זרעים :**  1.פעולת העיטוי מקיפה את הזרע בחומרים קוטלי פטריות ובחומרי הדברה המספקים הגנה טוטלית לזרע בשלבים המוקדמים.  2.פעולת העיטוי מעניקה לזרע אחידות חיצונית וזאת מבלי לגרום נזק לאיכות הזרע ומבלי לגרום שינויים בגודל ובצורת הזרע.  3.חומרי העיטוי מכילים פולימר (צבע) המקלים את איסוף הזרעים מהקרקע במהלך ביצוע בדיקות למרווחי זריעה. |
|  |  |
| **ציפוי זרעים** | זרעים מצופים הם יחידות בעלות צורה כדורית, (הזרע מאבד את צורתו המקורית) שיוצרו לזריעה מדויקת.  הציפוי הנפוץ ביותר הוא ציפויי חרסיתי בולט ועבה הנדבק לזרע ומגדיל אותו לגודל הרצוי .  חומר הציפוי (בנוסף לחומר האינרטי), יכול להכיל קוטלי מזיקים, צבע ותוספות שונות.  הגדלת הזרע נחוצה בעיקר בזריעה במזרעות אוטומטיות, בה קשה למכונות הזריעה להתמודד עם זרעים קטנים, כזרעים של חסה, סלרי, זרעי פרחים וזרעים קטנים בכלל.  **היתרונות בציפוי זרעים :**  א. הקניית אחידות לזרעים בגודל וצורה  ב. הגדלת זרעים (גודל ומשקל) על מנת לחסוך בזרעים בעת הזריעה (זרע אחד לגומה) ועל מנת שיתאימו לשימוש במכונות זריעה אוטומטיות (שטח פנים חלק) ושליטה על עומד זריעה.  ג. מעבר רציף וזורם במכונות זריעה.  ד. סימון הזרע לזיהוי החברה יצרנית הזרעים (לחברות זרעים שונות יש צבעים שונים).  ה. מניעת גנבות וחיקויים  ו. ציפוי קשיח שמיועד לזרעים קטנים מאוד או בעלי שטח פנים מחוספס (כגון חסה או סלק). שמטרתו - הגנה מפני תנאי סביבה קיצוניים, הגנה מכאנית על הזרע, שינוי צורת הזרע והגדלת שטח הפנים, ויצירת הומוגניות בזרעים- ( ניתן למיין לגודל הזרע המבוקש) |
|  |  |
|  |  |

**זריעה ושיטות זריעה**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **זרעים צבועים** | כשהזריעה היא ממוכנת, נהוג לעיתים לצבוע את הזרעים של הירקות בצבע. על מנת לעזור לחקלאי לזהות את הזרעים על גבי הרקע של האדמה.  מגוון הצבעים האפשרי הוא ככל צבעי הקשת. משתלות חקלאיות גדולות אף יכולות להזמין את הצבע שבו הן מעוניינות שהזרעים יצבעו. |
|  |  |
| **אחסנת זרעים** | אחסון זרעים בתנאים מתאימים מאפשר לשמור עליהם במצב חיוני במשך זמן רב.  זרעים הם אורגניזמים חיים המגיבים לשינויים באיכות הסביבה. הם נושמים, מזדקנים, מאבדים את "כוח החיים" במשך 1 -7 שנים,  חיוניות הזרעים תלויה בתכונות התורשתיות שלהם , ובשינויים הפסיולוגיים המתרחשים בהם, בסוג ובזן של הזרעים, בטכנולוגיית הגידול, הקטיף, הייבוש, העיבוד והאחסון שלהם.  בנבט של זרע חי מתרחשים באופן איטי תהליכי סינטזה והתפרקות. זרעים שאיבדו את כושר הנביטה שלהם אי-אפשר להחזיר אותם לחיים.  בזרעים מתרחשים תהליכים ביאולוגיים חשובים כגון נשימת זרעים. בזמן הנשימה תאי זרעים מתחמצנים וכתוצאה מזה התהליכים הביאולוגיים שלהם נפחתים.  ככל שהנשימה שלהם אינטנסיבית יותר כך כושר החיות שלהם נמוך יותר.  כדי שאחסון זרעים יהיה מיטבי וממושך חשוב שתכולת רטיבות שלהם לא תהיה גבוהה מ 10%, אם תכולת הרטיבות של הזרעים גבוהה יותר נחוץ ליבש אותם לפני האחסון.  כדי לשמור על חיוניות הזרעים זמן רב , יש לאחסן אותם בתנאים כאלה שיורידו את עוצמת הנשימה שלהם , ויאטו תהליכים אחרים של חילוף החומרים, מבלי לפגוע בעובר.  כדי לשמור על חיוניות הזרעים לתקופה ארוכה נחוץ לאחסן אותם בחדרים יבשים וסגורים בלחות יחסית שיכולה לנוע מ 25% - 35% ועד 45% - 50%, בהתאם לסוג וזן הזרעים.ובטווח טמפרטורות 5 - 12 מ"צ , כאשר תנודות טמפרטורת האוויר בחלל האחסון צריכות להיות מינימאליות  טמפרטורות ושיעורי לחות אופטימאליים בחללי האחסון הם תנאי קריטי לשמירה על איכותם ושרידותם של הזרעים השונים .  לחות גבוהה מדי יוצרת מצע נוח להתחממות עצמית של הזרעים ולהתפתחות של מיקרואורגניזמים הגורמים לנזקים.  תנודות גדולות פתאומיות בטווחי טמפרטורות ובשיעורי לחות פוגעות אף הם בתנאים הנדרשים לשמירה על איכות הזרעים.  בדיקה סדירה של טווח הטמפרטורות ושיעורי הלחות עוזרת לצמצום הנזק ומונעת איבוד מסה של זרעים בזמן האחסון. שימוש מושכל ביבשני אוויר ובמרטיבי אוויר מבטיח תנאים האופטימאליים לאחסון כל סוגי הזרעים  תהליך אחסון זרעים כולל ניקוי מתערובות צדדיות (כגון רגבי קרקע, עשבים וזרעיהם)  מקום האחסון חייב להיות מוגן מפני עכברים וחולדות, העלולים להשמיד זרעים רבים, כמו כן , כדאי לאבק את הזרעים בחומרי הדברה ,שיגנו עליהם מפני חרקים שונים, ולרשום על בתי הקיבול את שם הזרע ושנת האסיף, כדי להימנע משימוש בזרעים ישנים |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **נְבִיטָה** | **נְבִיטָה :**  נְבִיטָה היא תהליך בראשית ההתפתחות של צמחים, אשר במהלכו, בעקבות היחשפות הזרע לתנאים מתאימים, "מתעורר" העובר הרדום ומתפתח לנבט הכולל את האברים - נצרון ושורשון הפורצים מהזרע ומתפתחים בהמשך לצמח הבוגר.  כדי שזרע יוכל לנבוט עליו להיות חיוני. זרע חיוני הוא זרע שהעובר בתוכו חי ויכול להתפתח לנבט בתנאים מתאימים. - אורך הזמן שבו נשמרת חיוניותו של זרע נקבע על ידי גורמים תורשתיים, ותלוי גם בתנאי אחסונו.  תנאי הסביבה הם הקובעים אם הזרע ישאר חיוני לתקופה הארוכה ביותר האפשרית מבחינה תורשתית, או שיאבד את חיוניותו מוקדם יותר. ככל שתנאי הסביבה מונעים את הגברת הפעילות המטבולית, כך תישמר חיוניותו של הזרע לתקופה ארוכה יותר.  אחסון בתנאי יובש, בטמפרטורה נמוכה ובריכוז נמוך של חמצן או בריכוז גבוה של פחמן דו חמצני, מאפשר בדרך כלל לזרע לשמור על חיוניותו. עמידות זו קשורה, בין השאר, בתכולת המים הקטנה יחסית וברמת המטבוליזם הנמוכה בזרע.  הזרעים המאריכים חיים הם בעלי קליפות עבות וקשות אשר המים והחמצן אינם יכולים לחדור לתוכם בקלות. לעיתים קרובות זרעים שומרים על חיוניותם גם בתנאי סביבה קיצוניים. יש בהם העשויים לעמוד אפילו בטמפרטורות גבוהות מאד כמו 90 מעלות צלזיוס, או נמוכות מאד כמו 150- מעלות צלזיוס.  תוחלת החיים של הזרעים שונה אצל צמחים שונים. יש זרעים המאבדים את כושר הנביטה ימים אחדים לאחר הבשלתם.  זרעים מסוימים כגון זרעי הצפצפה, הערבה והאשל חייבים לנבוט בעונה שבה הם נוצרים, אחרת לא ינבטו בכלל.  יש המאבדים את כושר נביטתם לאחר חודשים אחדים, כגון: החמנייה והפשתה. כנגדם ישנם זרעים שאינם נובטים אלא לאחר תקופת הרדמה.  רוב הזרעים שומרים על חיוניותם במשך שנים אחדות או אפילו שנים רבות, כמו במקרה של גרגרי החיטה.  למרות חשיבותה של סביבה יבשה לשמירת חיוניותו של הזרע, הרי במעט המקרים, יש זרעים המאבדים את חיוניותם בעקבות ייבוש יתר.  בלוטי אלון מצוי מאבדים את חיוניותם לאחר שהפסידו מים בשיעור של 15 אחוז ממשקלם בלבד. בבלוטים הנופלים בשטח חשוף נמשך תהליך זה כשבועיים. רק בלוטים המגיעים לפינות מוגנות המכוסות בעלים שנשרו על הקרקע, שומרים על כושר נביטה זמן רב מזה.  לפיכך, לכל מין יש תנאים מיטביים ייחודיים לאחסונו, ואין לדבר על תנאים אחידים שבהם יש לאחסן זרעים כדי שיישמרו על חיוניותם.  כמו כן, כדי שזרע חיוני יוכל לנבוט, יש לספק לו את תנאי הסביבה אשר הוא נזקק להם, כמו : טמפרטורה מתאימה, לחות מתאימה וכיו"ב. |
|  |  |
| **בדיקת**  **כושר נביטה חיות הזרעים** | מהירות איבוד החיות של זרעים תלויה בגורמים תורשתיים וסביבתיים רבים , יש זרעים המאבדים את כושר נביטתם תוך ימים מספר, ויש זרעים השומרים על כושר נביטתם שנים רבות.  המדד המעבדתי המקובל לבדיקות חיוניות לזרעים הינו כושר הנביטה , בדיקות אלה קובעות את אחוז הזרעים המסוגלים לנבוט ולהתפתח לצמח נורמאלי, בתנאי שדה נאותים . בהשוואה לכמות הזרעים שהונבטו .  **שיטות לבדיקת כושר הנביטה:**  **\* הנבטת מדגם זרעים –** את חיוניותם של הזרעים קובעים על פי מספר הנבטים שצמחו, בהשוואה לכמות הזרעים שהונבטו. - לגבי כל מין וזן של זרעים מקובל אחוז נביטה מינימלי, זרעים שאחוז נביטתם קטן ממינימום זה , פסולים לזריעה.  **\* פתיחת או חיתוך מדגם של זרעים ובדיקת חיות העובר -** אם הזרע לבן בפנים סימן שיש לו כושר נביטה, ואים צבעו אחר , סימן שאין לו כושר נביטה .  על פי מספר הזרעים שנמצאו כבעלי כושר נביטה , בהשוואה לכמות הזרעים שנבדקו, מחשבים את כמות הזרעים שיש לזרוע כדי לקבל את כמות השתילים הרצויה. |
|  |  |

**נְבִיטָה ושלבי הנְבִיטָה**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **שיעור נביטה** | **שיעור נביטה הוא היחס בין מספר הזרעים הנובטים לבין מספר הזרעים שנזרעו .**  **גורמים אפשריים לשיעור נביטה נמוך:**  \* נתונים תורשתיים של הצמח.  \* התפתחותו של הזרע לא הושלמה בהיותו על צמח האם.  \* פציעת הזרע בעת איסופו או אחסנתו. -  \* אחסנה בתנאים לא מתאימים.  \* זרעים שגילם אינו ידוע, וקיים חשש שחיוניותם נפגמה.  \* איכות זרעים לקוייה.  \* מצע זרעים תחוח מדי או מהודק מדי.  \* טמפרטורה נמוכה.  \* היווצרות קרום קשה המונע הצצה .  \* זריעה שטחית או עמוקה מדי.  \* מחלות זרעים ומזיקי קרקע.  \* מים עומדים המפחיתים את כמות החמצן במצע .  \* ריכוזים גבוהים של דשנים במצע הזריעה . |
|  |  |
| **משקל אלף** | **בדיקת משקל 1,000**  בבדיקת משקל של אלף זרעים (מכונה משקל האלף), ניתן לאמוד את משקל הזרעים הדרוש לזריעה לכל דונם חלקה. משקל האלף משמש כאחד המדדים לקביעת איכות הזרעים.  בחלק מהגידולים נמצא כי ככל שמשקל האלף גדול יותר, הזרע מכיל יותר חומרי תישמורת המסייעים לו בשלבים המוקדמים של נביטתו.  'משקל אלף' היא בעיקר תכונה גנטית של זן, אך יש גם קשר לתנאי סביבה ולכושר מילוי הגרגר |
|  |  |
| **שלבי הנְבִיטָה** | **שלבים בתהליך הנביטה :**  א. התעוררות הזרע מתרדמה - מתבטאת בהגברת פעילות מטבולית והתעוררות העובר.  ב. התפתחות הנבט - מתבטאת בתהליכי גדילה והתמיינות של השורשון והנצרון, על חשבון חומרי התשמורת שבפסיגים.  **1. קליטת מים :**  הזרע היבש מכיל מעט מאד מים - תהליך הנביטה לא יכול להתחיל לפני שהזרע קולט מים ותופח.  המים חשובים להתפתחות הצמחים כיוון שהם מהווים את הממס העיקרי והמרכיב העיקרי בתאים.(המים גם חשובים לפתיחת פיוניות (פוטוסינתזה) וליצירת לחץ טורגור). - קליטת המים מלווה בתהליכים מטבוליים המתחילים להתרחש בזרע ובעליית קצב הנשימה ויצירת ATP.  **2. תפיחה :**  במהלך התפיחה חודרים מים לזרע ונספחים לחומרים המצויים בו.  בתחילה סופח הזרע מים מסביבתו בפעפוע. בעקבות כך הזרע תופח וקליפתו נבקעת.  האנרגיה שהייתה אצורה בזרע הופכת לזמינה וחומרי התשמורת מתפרקים לצורך המשך תהליך הנביטה.- החלבונים בזרע סופחים את עיקר המים.  **3. בקיעת הקליפה :**  בשעת התפיחה יש לחץ על קליפת הזרע וזה גורם לבקיעתה.  **4. הצצת השורשון :**  השורשון הוא האיבר הראשון הפורץ את קליפת הזרע; הוא גדל במהירות וחודר לקרקע, ואחר כך גדל ומתארך גם הנצרון..  השורשון צריך לספק לנבט הצעיר מים ואחיזה בקרקע . בשלב זה עדיין תפקיד העלים אינו משמעותי כי הנבט מקבל את חומרי המזון שלו מהפסיגים, לכן יש בכך יתרון שהשורשון הוא זה הצומח ראשון.בהמשך חלה בעובר התרבות מהירה של תאים. התאים עוברים התמיינות ומתפתחים לשורשון ולנצרון - השורשון תמיד יגדל כלפי מטה והנצרון כלפי מעלה, ללא קשר לזווית בה מונח הזרע. - השורשון גדל ומפתח יונקות אשר מתחילות לקלוט מהקרקע מים וחומרי מזון. זו התחלת ההתפתחות של שורשי הצמח החדש. |
|  |  |

**שלבי הנְבִיטָה**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **שלבי**  **הנְבִיטָה** | **5. הצצת הנצרון :**  - הנצרון מגיח מתוך האדמה כשהוא כפוף מעט וגדל כלפי מעלה.  לרוב בוקע קודם כל השורשון ורק לאחר מכן הנצרון. זו התחלת ההתפתחות של גבעול הצמח החדש.  **6. התיישרות הנצרון :**  - הנצרון מתיישר וצומח כלפי מעלה.  **7. צמיחת העלים הראשונים :**  הנצרון גדל, בוקע מעל פני הקרקע, מצמיח עלים ומתחיל בתהליך ההטמעה. כעת הצמח נעשה עצמאי.  \* בכל תהליך הנביטה , חומרי התשמורת מתוך הפסיגים או האנדוספרם משמשים את הנבט כמספקי אנרגיה וחומרים לבניית התאים. - רק לאחר ההצצה , ופריסת העלים הירוקים- מתחיל הצמח הצעיר לספק לעצמו מזון בעזרת הפוטוסינתזה. בשלב זה יהיו כבר הפסיגים מרוקנים מחומרי תשמורת. |

**גורמים המשפיעים על תהליך הנְבִיטָה**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **גורמים המשפיעים על**  **תהליך הנְבִיטָה** | הנביטה היא תופעת התעוררותו של העובר מתרדמה, צמיחתו ויציאתו מתוך הזרע בצורת נבט (התחלת התפתחות הצמח).  פעילות הצמיחה של העובר נפסקת בשעה שהוא מוצמד עדיין לצמח האם, ובמרבית המקרים היא מסוגלת להתחדש רק לאחר הינתקו של העובר מאמו.  אף כי בין הבשלתם לנביטתם אין לעוברים כל פעילות צמיחה, הרי אין פירוש הדבר שהם חסרי כל פעילות מטבולית, ותוכיח העובדה שזרעים "מתיישנים" מאבדים בהדרגה את כושר נביטתם, מהם תוך מספר שנים ומהם אף תוך מספר שעות.  הזרע הבשל אינו נובט במצבו היבש, שכן אז הוא שרוי במצב מנוחה המתאפיינת בפעילות מטבולית נמוכה.  הנביטה היא אחד השלבים הקריטיים ביותר במחזור חייו של צמח ובפרט של צמח בר. ראשית משום שהנבט פגיע ביותר, בעיקר בעודו צעיר, שנית משום שהמקום והזמן בהם תחול הנביטה יקבעו את סיכוייו של הצמח הנובט להשלים את מחזור חייו.  המקום והמועד שבהם תתקיים נביטה יקבעו את סיכוייו של הצמח הנובט להשלים את מחזור חייו.  תהליכי ההתפתחות האבולוציונית הביאו להתפתחותם של מנגנונים שונים בזרעים, אשר תכליתם להגביר את הסיכויים של חלק גדול ככל האפשר מן העוברים הנוצרים להגיע להשלמת מחזור חייהם, שכן כך מובטח יותר המשך קיומו של המין.  **מנגנונים כאלה הם**:  א. ייצור כמויות גדולות של זרעים.  ב. הכוונת הפיזור המרחבי של הזרעים.  ג. פיזורה של הנביטה בזמן, כלומר לא כל הזרעים שנוצרו נובטים באותה שנה.  ד. התאמתה של הנביטה לתנאי הסביבה.  על תהליך הנביטה משפיעים גורמים שונים , מהם גורמים סביבתיים חיצוניים לזרע, ומהם גורמים פנימיים הנמצאים בתוך הזרע.  על הגורמים החיצוניים המשפיעים על הנביטה , נמנים : המים, הטמפרטורה, האור ,האוויר, מצע הזריעה ועומק הזריעה .  על הגורמים הפנימיים המשפיעים על הנביטה , נמנים : מעטפות זרע או פרי בלתי חדירות לאוויר וגזים, נוכחות חומרים מעכבי נביטה בזרע, ומצב התפתחות העובר. |
|  |  |
| **גורמים**  **א-ביוטיים (חיצוניים) המשפיעים על תהליך הנביטה** | על מנת שתהליך הנביטה זה יתרחש דרושים תנאים סביבתיים (א-ביוטיים ) מתאימים .  גורמים א-ביוטיים הם גורמים כימיים או פיזיקליים , כלומר מכלול המרכיבים שאינם חיים (ביוטיים).  הדרישות לתנאים הסביבתיים משתנות גם בין המינים השונים של הצמחים והן נקבעות ע"י גורמים תורשתיים אצל הצמח ומושפעות מהתנאים החיצוניים ששררו בזמן יצירת הזרע.  הגורמים הא- ביוטיים העיקריים שמשפיעים על תהליך הנביטה הם: הספקת מים נאותה, טמפ' והרכב גזים באוויר מתאימים. - זרעים מסויימים דורשים גם הארה.  **1 . מים**  השלב הראשון המתרחש בנביטה הוא תהליך של ספיגת מים על ידי הזרע ותפיחתו, המים דרושים לסדיקת הקליפה , לשטיפת מעכבי נביטה ולקיום תהליכי חילוף חומרים בזרע הנובט .  לאחר חדירת מים לזרע , נוצרים מווסתי צמיחה ( ג'יברלין ) המשפיעים על שפעול אנזימים ופרוק חומרי התשמורת , העמילן הבלתי מסיס הופך לסוכרים פשוטים מסיסים הנעים מהאנדוספרם אל העובר ומשמשים להתפתחותו ולנביטתו , כמו כן תהליך הנשימה מואץ .  עם זאת , עודף מים עלול לגרום לחוסר אוורור בצמחים מסוימים ( או בקרקעות כבדות) ולעכב נביטה .  קליטת המים ע"י הזרע תלויה במבנה הקרקע , במרקם וברמת המליחות .  לאחר שהזרע נבט והופיע השורשון , תלוי כושר קליטת המים של הנבט בשורשון .  כשהזרע קולט מים מתרחשים בו מספר תהליכים- חלקם פיסיקליים וחלקם כימיים |
|  |  |
|  |  |

**גורמים המשפיעים על תהליך הנְבִיטָה**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **גורמים**  **א-ביוטיים (חיצוניים) המשפיעים על תהליך הנביטה**  **המשך** | **א. תפיחה:**  התפיחה היא תהליך פיסיקלי שבו הזרע גדל בנפחו כתוצאה מהמסת מרכיבים חלבוניים שברקמת האגירה.  זרע הנתון במגע עם מים מתחיל לקלוט אותם לתוך רקמותיו, וכתוצאה מכך גדלים נפחו ומשקלו. תופעה זו של גדילת הנפח והמשקל עקב ספיגת המים נקראת "תפיחה".  ברוב הזרעים, במהלך התפיחה נוצר בתוך הזרע לחץ פנימי חזק שקורע את קליפת הזרע .  מקום הקרע מאפשר כניסת מים נוספים הדרושים לנביטה, ופריצת חלקי הנבט המתפתח (שורשון, נצרון).  שיעור התפיחה נקבע ע"י שלושה גורמים: הרכב הזרע, חדירות קליפת הזרע או הפרי למים, זמינות מים בסביבת הזרע.  כדי שהזרעים ינבטו כראוי ,על הזרעים להימצא במשך כל הזמן בסביבה לחה, שיעור הלחות אינו אחיד והוא מותנה במבנה ובמרקם הקרקע, בגודל הזרעים, ובאופן פיזור הזרעים בתוכה.  בכל מקרה אסור להניח למצע הזרעים להתייבש יתר על המידה במשך זמן הנביטה, ואין לעשות הפסקות ארוכות בין השקיה להשקיה. מאידך , אין לתת השקאות תכופות וגדושות מדי, כי עודפי המים הדוחקים את האוויר מנקבוביות הקרקע, עלולים לסכן את הנביטה.  קליטת המים ע"י הזרע תלויה גם במליחות הקרקע, מליחות גבוהה עלולה לעכב את הנביטה, מפני שהיא לא מאפשרת למים שבקרקע להיקלט על ידי הזרעים.  **ב. הפעלת אנזימים והורמונים בעובר:**  המים שחודרים לתאי העובר מפעילים אנזימים בלתי פעילים, כמו: אנזימי נשימה תאית ואנזימים הדרושים לבניית הורמונים- הורמונים אלו עוברים אל שכבת החלבונים באנדוספרם.  **ג. פירוק חומרי תשמורת ליחידות מבנה מסיסות במים:**  בתגובה להורמונים מופעלים בשכבת החלבונים באנדוספרם או בפסיגים, אנזימים שמפרקים את חומרי התשמורת ליחידות המבנה שלהם שמסיסות במים. לדוגמא : האנזים עמילאז מפרק את העמילן שאינו מתמוסס במים לגלוקוז המתמוסס במים .  **ד. תוצרי הפירוק נעים בדיפוזיה לעובר ומזינים את הנבט המתפתח.**  ה. במינים מסוימים של צמחים, מכילים הזרעים חומרים מעכבי נביטה - המים הנכנסים דרושים לשטיפת הזרע מהמעכבים.  **2 . אויר - (בעיקר חמצן לנשימה תאית ).**  תהליך הנביטה צורך אנרגיה והוא תלוי באספקה סדירה של חמצן לנבט המתפתח ולכן נוכחותו בקרקע היא תנאי הכרחי לנביטה.  \* אוורור טוב חשוב גם לחילוף גזים בין האטמוספרה ובין הקרקע , ואילו אוורור לקוי מעלה את רמת הפחמן הדו - חמצני והדבר עלול לעכב את הנביטה.- (יוצאים מן הכלל- זרעים הנובטים בביצות, כמו: זרעי אורז הנובטים כשהם מוצפים במים וזקוקים לפחות חמצן )  \* בשלבים הראשונים של הנביטה העובר קולט את החמצן שמומס במים החודרים לזרע.  \* עם המשך התפתחות הנבט, חלקי נבט העל- אדמתיים (גבעול המתפתח מנצרון) קולטים את החמצן מהאוויר,  \* חלקי נבט תת- אדמתיים (שורש ראשוני המתפתח משורשון) קולטים מהמצע חמצן מומס במים.  \* זרעים קשים שזקוקים להשריה במים לפני זריעתם , אין להשרותם מעבר לזמן הדרוש לתפיחתם , שכן , כמות החמצן המתמוססת במים נמוכה פי שלוש מזו שבאוויר, והשרייה של זרעים במים מעבר לזמן הדרוש יוצרת תנאים של חוסר חמצן ופוגעת בתהליך הנביטה.  \* אחרי הזריעה אין לתת השקאות גדושות ותכופות מדי, כי עודפי המים דוחקים את האוויר מהקרקע ויוצרים תנאי אוורור בלתי נוחים , המאיטים את הנביטה או מונעים אותה.  עיבודי הקרקע בשדות חקלאיים נועדו בין הייתר לאוורר את הקרקע  זרעים שנטמנו עמוק מדי בקרקע, או נטמנו בקרקע רטובה מדי, עלולים לסבול ממחסור בחמצן שיעכב או יפסיק את תהליך הנביטה.  לעיתים מעטפת הזרע אינה חדירה לגזים ולכן הזרע אינו יכול לצאת מהתרדמה. ניתן להתגבר על כך ע"י טיפול במעטפת הזרע . |
|  |  |

**גורמים המשפיעים על תהליך הנְבִיטָה**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **גורמים**  **א-ביוטיים (חיצוניים) המשפיעים על תהליך הנביטה**  **המשך** | **3 . טמפרטורה.**  לכל מין של זרעים ישנה טמפרטורה הנוחה ביותר לנביטה והיא מכונה "טמפרטורה אופטימאלית ".  הטמפרטורה האופטימאלית משפיעה על קצב הנביטה ועל שיעור הנביטה, היא חשובה לויסות תהליכי הנביטה ולגדילת העובר.  טמפרטורות גבוהות לא פוגעות בזרע המצוי בתרדמה אלא כאשר הוא נמצא בתהליך נביטה .  **דרישות לחום :** יש מינים בהם טמפרטורות גבוהות גורמות להתפרקות המעכבים - במינים אלו שריפה שמעלה את הטמפרטורה הסביבתית גורמת לפירוק המעכבים , לכן, בשטח שעבר שריפה ניתן לראות לאחר הגשמים נביטה מוגברת של מינים אלו.  **דרישות לתקופות קור:** בטבע קיימים מיני צמחים שהזרעים שלהם נובטים רק לאחר שהם עוברים תקופת קור (טמפרטורות נמוכות ולחות גבוהה). זרעים אלו מבשילים במהלך קיץ והסתיו, עוברים את החורף ונובטים באביב.  \* בחקלאות : זרעים שאין עוברם בשל לנביטה עם הבשלת הזרע, זקוקים להבשלה נוספת בתנאים מלאכותיים , זרעים אלו יש לשים באכמנה בתנאי קור . (הכמנה -הטמנת זרעים בעלי קליפה קשה בחול לח, או טמפרטורה נמוכה לשם הנבטתם המהירה ). לאחר התעוררות הזרעים זורעים אותם בתנאים רגילים.  **דרישות ליובש :** במיני צמחים מסוימים, כמו תירס, מושג אחוז נביטה גבוה רק לאחר שהזרעים עברו תהליך של התייבשות. (מיד לאחר הבשלת הזרעים אין נביטה אלא לאחר תקופה של איחסון במהלכו יש ירידה בתכולת המים של הגרגרים).  \* באזורים קרים תחום הטמפרטורות לנביטה הוא נמוך מזה של זרעים הנובטים באזורים חמים , כך גם ביחס לצמחים הנובטים בעונות השנה השונות.  **ההסבר להבדל בטמפרטורה מיטבית בין מיני צמחים שונים:**  בתהליך הנביטה מעורבים אנזימים שונים ולכל אנזים הטמפרטורה המיטבית לפעילותו.  האנזימים המעורבים בתהליך אינם זהים במינים השונים (מוכתבים ע"י הגנום) ושונים מאוד בין צמחים הנובטים בעונה או בסביבה חמה , לבין צמחים הנובטים בעונה או בסביבה קרה.  בתנאי האקלים בארץ דרושה למרבית הזרעים טמפרטורה.של - 20 - עד - 30 מעלות צלזיוס כדי לנבוט בשיעור גבוה , קצב הנביטה בדרך כלל נמוך כאשר הטמפרטורה נמוכה והוא עולה עם עליית הטמפרטורה עד לרמה המיטבית המתאימה לנביטתם. - מאידך יש זרעים שנותנים להם טיפולי קור , כדי לעודד את נביטתם.  זרעים של צמחי נוי הזקוקים לטמפרטורה גבוהה לנביטתם , זורעים בשולחנות ריבוי מחוממים.  **4 . אור.**  עוצמת האור הדרושה לנביטה אופיינית לסוג הצמח ותלויה בפעילות הפיטוכרום (הפיטוכרום הוא מהחומרים המרכזיים ביותר בצמח מבחינת תהליכים התלויים באור- הפיטוכרום מורכב משני חלקים – מחלבון ומכרומופור שהוא החלק הרגיש לאור) .  \* יש מיני צמחים שאור אינו משפיע כלל על נביטתם, - מרבית הזרעים של גידולי התרבות אדישים לתנאי ההארה בזמן הנביטה, והם ינבטו באותה מידת הצלחה בחושך ובאור ,  \* יש זרעים שאור מעודד את נביטתם, כמו: בזרעים קטנים, שכמות חומרי התשמורת בהם קטנה ומקיימת את הנבט המתפתח זמן קצר - אם זרע כזה ינבוט עמוק בקרקע מאגר המזון שלו ייגמר, והוא לא יגיע לפני הקרקע לבצע פוטוסינתזה .  \* יש מיני צמחים שאור הכרחי לנביטתם (בצמחים אלו - האור יוצר גירוי לנביטה וללא אור הם לא נובטים).  \* יש מיני צמחים שאור מעכב את נביטתם, ונביטתם התקינה תתכן רק בחושך, כגון : זרעי אספרגוס , הדס , ומללויקה , זרעים כאלה נוהגים להנביט מתחת ליריעות פלסטיק אטומות לאור.  **5 . מצע זרעים :**  מצע זרעים הוא מצע הנותן לזרעים את מיטב התנאים לנביטה , כולל שטח היאחזות , טמפרטורה מתאימה , לחות ומזון .  במצע לא מאוורר, בקרקע מהודקת מדי , או אם פני הקרקע מכוסים בקרום קשה - חילוף הגזים אינו יעיל ורמת החמצן העומדת לרשות הצמח נפגעת |
|  |  |
|  |  |

**גורמים המשפיעים על תהליך הנְבִיטָה**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **גורמים**  **א-ביוטיים (חיצוניים) המשפיעים על תהליך הנביטה**  **המשך** | **מצע זרעים - המשך**  בהכנת מצע זרעים לגידולי שדה , צריך לוודא שגודל חלקיקי הקרקע לא יעלה על פי שניים מגודל הזרעים. על כן בהכנת מצע זרעים לזרעים קטנים על האדמה להיות יותר מפוררת ותלכידיה יותר קטנים ואחידים , כדי להבטיח מגע טוב בין הזרעים לבין חלקיקי הקרקע .  במקרה של זרעים גדולים , גודל הרגבים פחות קריטי להבטחת נביטה אחידה .  ככל שהזרעים גדולים יותר, יש פחות צורך להקפיד על הכנת הקרקע , התלכידים יכולים להיות גדולים יותר בלי שיקטן המגע בין הזרעים לבין חלקיקי הקרקע .  מצע זרעים בשתלנות של צמחי – נוי , מכיל בד"כ ,כבול מנופה וורמיקוליט, ביחס של 1:1 כשהם מעורבבים היטב, על תחתית המנבטה יש לשים שכבת טוף לשם ניקוז.  **6 . עומק הזריעה**  לשם נביטת הזרע יש צורך ברטיבות ובחמצן , עומק הזריעה נקבע בראש וראשונה על פי שני גורמי יסוד אלה .  \* זריעה לעומק אחיד מבטיחה נביטה והצצה אחידים של הנבטים ולהתפתחות אחידה של הצמחים ,  מפחיתה את סכנת האכילה על ידי חרקים ,נברנים , עכברים וציפורים , כי למזיקי הנבטים תהיה חשיפה קצרה יותר לנבטים והפגיעה בזרעים תהיה פחותה יותר .  \* אחידות בנביטת גידולים חקלאיים מאפשרת לבצע את כל פעולות הטיפול, הקטיף והקציר, באופן אחיד לכל הצמחים בשדה.  \* זריעה לא אחידה תגרום לנביטה לא אחידה, דבר שיקשה על תחרות נגד עשבייה, ויחשוף את הצמחים לפגיעה ממושכת על ידי מחלות.  \* בזריעה שטחית מדי קיים חשש למחסור ברטיבות , ואילו בזריעה עמוקה מדי קיים חשש למחסור באוויר הדרוש לנביטת הזרע , וקשה לזרע להבקיע לעצמו דרך בשכבת קרקע עבה .  \* חלק גדול מהטיפולים בשדה , ניתנים לפי שלבי הגידול של הצמח, כשהצמחים מתפתחים בצורה בלתי אחידה, קשה לקבוע מועד מתאים לטיפול .  \* באופן כללי , אפשר להעמיק בזריעה בזרעים גדולים , בקרקע יבשה , באזור שחון , בקרקע קלה וכאשר מצע הזרעים גס , ואילו זריעה שטחית קרוב יותר לפני השטח רצויה בזרעים קטנים , בקרקע רטובה , באזור גשום, בקרקע כבדה, וכאשר מצע הזרעים דק .  עומק זריעה מומלץ הוא רוחב הזרע כפול 4 , זרעים עדינים במיוחד יש להניח על המצע ולכסות בשכבה דקה .  **7. תנאי אחסון זרעים :**  אחסון בתנאי יובש בהם רמת חילוף החומרים נמוכה (טמפ' נמוכה, ריכוז נמוך של חמצן, ריכוז גבוהה של פחמן דו חמצני) מאפשר לזרע לשמור על חיוניותו. למרות זאת יש זרעים שנובטים גם לאחר שהייה ממושכת במים. ויש זרעים המאבדים את חיוניותם בעקבות ייבוש יתר.  עובדה זו מצביעה על כך שלכל מין יש תנאים מיטביים יחודיים לאחסונו.  הזרעים בעלי הקליפות הקשות והעבות מאריכים חיים מכיוון שהמים והחמצן לא יכולים לחדור לתוכם בקלות.  ישנם זרעים ששומרים על חיוניותם גם בתנאי סביבה קיצוניים. |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**גורמים המשפיעים על תהליך הנְבִיטָה**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **גורמים פנימיים המשפיעים על הנביטה** | בעולם הצמחים קיים מגוון של מנגנונים המכוונים את נביטת הזרע, למקום ולעונה שבהם יהיו לנבט ולצמח הבוגר סיכויים טובים יותר להתפתח ולעמוד בתחרות עם צמחים אחרים.  ידועים מקרים רבים של זרעים טובים ובריאים הנובטים באיטיות רבה או שאינם נובטים כלל , אף כי מספקים להם את כל התנאים החיצונים הדרושים לנביטה. - תופעה זו של אי נביטה ,קשורה במצבו הפנימי של הזרע, ובמנגנונים שונים המעכבים או מונעים את הנביטה.  **1. מווסתי הצמיחה**  תהליך הנביטה מושפע ממווסתי צמיחה. - בין מעודדי הנביטה נמנים ג'יברלין, ציטוקינין ואתילן, ואילו בין המעכבים - בעיקר ABA.  **ג'יברלין :** הג'יברלין מווסת ומעודד נביטה, ומבטל תרדמה של עוברים הנגרמת על ידי חומרים מעכבים. לאחר חדירת מים לזרע , נוצרים מווסתי צמיחה ( ג'יברלין ) המשפיעים על שפעול אנזימים ופרוק חומרי התשמורת . העמילן הבלתי מסיס הופך לסוכרים פשוטים מסיסים הנעים מהאנדוספרם אל העובר ומשמשים להתפתחותו ולנביטתו . כמו כן תהליך הנשימה מואץ .  **ציטוקינין :** הציטוקינין משפיע, כנראה, על ידי ביטול ההשפעה המעכבת של ABA. בצמחים שבהם שיעור הנביטה נמוך, משלבים פעילות של ציטוקינין וג'יברלין גם יחד להסרת עיכוב הנביטה.  **אתילן :** האתילן מעורר את תהליכי הנביטה בזרעים מסוימים, כמו: בתירס, באפונה ובשעועית. השפעתו רבה בעיקר כשהוא ניתן במשולב עם ציטוקינין, עם דו-תחמוצת הפחמן או עם הארה.  **חומצה האבציסית (ABA) :** החומצה האבציסית (ABA) מעכבת את הנביטה. במהלך ההתפתחות של פירות רבים עולה רמת ה-ABA. ייתכן, כי בדרך זו נמנעת נביטת הזרעים בתוך אותם פירות. לעומת זאת, נמצא שבמהלך ההכמנה יורדת רמת ה-ABA בזרעים.  **2. קליפות זרע בלתי חדירות למים או לגזים :**  קליפה עבה המעכבת\מקטינה חדירת מים וחמצן לזרע. - לזרעי צמחים שונים יש קליפות שעוביין וטיבן שונים, יש קליפות דקות או עבות ,רכות או קשות, יש זרעים שקליפתם כה קשה , עד כי צריך לרככה באמצעים מיוחדים כדי לזרז את נביטת הזרע. כגון : { זית , חרוב , צאלון } .  עיכובים בנביטה מצויים בזרעים בעלי קליפה קשה, המונעת את חדירת המים לרקמות הזרע ואת חילוף הגזים בנשימה , נוסף לכך אין העובר יכול להבקיע את קליפת הזרע בזמן הנביטה .  למשל : בזרעי צמחים ממשפחת הפרפרניים נפוצה קליפת זרע בלתי חדירה למים.- הקליפה מורכבת מחומר צפוף מאוד וקשה שמכוסה בשכבת שעווה הדוחה מים.  בטבע נפצעת הקליפה ע"י פטריות וחיידקים, או כאשר הזרעים עוברים דרך מערכת העיכול של בעלי - חיים, או בעקבות שינויי טמפרטורה קיצוניים כמו בשריפות.  כדי לאפשר נביטה אחידה של זרעים קשי קליפה יש להשתמש באמצעים מכניים או כימיים הגורמים לריכוך הקליפה או לפציעתה והסרתה , ורק לאחר זאת זורעים אותם.  **דרכים לזירוז נביטה של זרעים קשים**  **א. פציעת ציפת הזרע באמצעים מכניים**  שפשוף הזרעים בניר לטש .- שחיקת הזרעים מאפשרת חדירת מים ואויר לזרעים ומחישה את התעוררותם מהתרדמה.  **ב. השריית זרעים במים לפני זריעה**  שריית זרעים קשה הקליפה במים קרים - השריה מוקדמת של זרעים מתפיחה את הקליפה (תהליך פיזיקלי) ומאפשרת נביטה ביתר קלות.-  מקובל להשרות כמה שעות / ימים - בהתאם לסוג הזרע.  **ג. התפחת זרעים במים חמים**  יש זרעי צמחים שנביטתם מעוכבת בגלל קליפה עבה, למשל זרעי שיטה ומיני פרפרנים נוספים בעלי קליפה עבה. להנבטת זרעים אלה, יש לשפוך עליהם מים חמים בטמפרטורה של כ- 50 מ"צ למשך מספר דקות [בהתאם לסוג הזרע], ולהמתין כמה שעות. טיפול זה גורם לביקוע הקליפה ומאפשר נביטה. זרעים שקלטו מים ותפחו יש להוציא ולזרוע. |
|  |  |
|  |  |

**גורמים המשפיעים על תהליך הנְבִיטָה**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **גורמים פנימיים המשפיעים על הנביטה**  **המשך** | **3 . שינויים בעובי הקליפה.**  במינים מסוימים נוצרים על אותו צמח מספר טיפוסי זרעים השונים זה מזה בעובי הקליפה ובחדירותה למים.- הזרעים בעלי הקליפה הדקה ינבטו ראשונים (בסביבה ובתנאים המתאימים) ואילו הזרעים בעלי הקליפה העבה ינבטו במשך מספר שנים.  **4 . נביטה הדרגתית**  קליפות זרע בלתי חדירות למים או לגזים מונעות נביטה בו זמנית של כל הזרעים שנוצרו בעונה מסוימת. עם הזמן חלה פגיעה בקליפות הזרע ומתקבלת נביטה הדרגתית של זרעים.  מנגנונים המאפשרים נביטה הדרגתית של הזרעים מקנים יתרון בהישרדות המין , כיוון ששינויים זמניים בתנאי הסביבה עלולים להמית את הזרעים שכבר נבטו. ואז לא יהיה המשך לקיום המין לאחר מותם. - לעומת זאת , אם נובטים רק חלק מן הזרעים, רק חלק מהנבטים ימות, אך בהמשך (בעונה המתאימה, או בשנים הבאות) ינבטו שאר הזרעים והמין ימשיך להתקיים.  **5. עיכוב נביטת זרעים ע"י נוכחות מלחים/סוכרים בריכוז גבוה בפרי :**  פירות שונים מכילים מלחים/סוכרים בריכוז גבוה המונעים את נביטת הזרעים בתוך הפרי , כך שהנביטה תתאפשר רק בתנאים של ניתוק הזרעים מהפרי .  **6 . עיכוב נביטת זרעים ע"י נוכחות חומרים מעכבי נביטה בציפת הפרי :**  חומרים מעכבי נביטה בפרי או בזרע - בזרעים שכאלה הנביטה תחול רק לאחר שהפרי נרקב (התרכובות המעכבות מתפרקות ע"י חיידקים ופטריות הניזונים מהפרי וגורמים לריקבון), או לאחר שהפרי נאכל ע"י בעלי חיים ועבר דרך מערכת העיכול שלהם .  החומצה האבציסית -ABA - ותרכובות פנוליות מסוימות , זוהו כחומרים הפועלים כמעכבי נביטה.- ברוב המקרים אפשר לשטוף חומרים מעכבים שבקליפת הזרע ולבטל את השפעתם.  **7. מצב התפתחות העובר.**  זרעים שלא הושלמה התפתחותם בהיותם על צמח האם , והם זקוקים להבשלה נוספת בתנאים מלאכותיים. - זרעים אלה יש לשים "באכמנה" בחול לח , בטמפרטורה של 5 מ"צ למשך כמה שבועות, ולאחר התעוררותם זורעים אותם בתנאים רגילים . - תופעה זו שכיחה בזרעים ממשפחת הוורדיים, כגון : תפוח , אגס , קוטוניאסטר .( הכמנה - שבירה מלאכותית של תרדמת זרעים ע"י אחסונם בטמפרטורות נמוכות ולחות גבוהה ("חיקוי לחורף").  **8. גיל הזרע :**  ככל שעולה גיל הזרע – מידת החיוניות שלו פוחתת. בזרעים ישנים שיעור הנביטה יהיה נמוך יותר משום שחיוניות הזרעים פחתה.  **זרע חיוני:** זרע חיוני הוא זרע שהעובר בתוכו חי והוא בעל כושר נביטה. אורך הזמן שבו תישמר החיוניות של הזרע תלויה במין הזרע ותנאי אחסונו.  זרעים של צמחי תרבות שומרים חיוניותם בין שנה לשלוש שנים ואילו צמחי בר שומרים על חיוניותם לתקופת זמן ארוכה יותר.  **9. אללופתיה:  ( Allon  = שכן - pathos = סבל, כלומר הסבל הנובע משכן או שכנות).**  תהליך הנביטה יכול להתעכב או לא להתקיים בכלל כאשר יש נוכחות של חומרים מעכבי נביטה בסביבתו החיצונית של הזרע או בבית גידולו, - תופעה הנקראת אללופתיה (סבל הנובע משכנות).  חומרים מעכבי נביטה או מעכבי התפתחות מופרשים , לעתים קרובות, מאברים תת-קרקעיים של צמחים, כגון: שורשים, פקעות ובצלים או גם מאברי צמח על קרקעיים כגון עלים, גבעולים, פרות וזרעים. - ה"הגיון האקולוגי" של תופעה זו היא הצורך של הצמח לשמור על בית גידולו ולמנוע נביטת מתחרים.  חומרים בעלי השפעה אללופתית יכולים להיות מסיסים במים (ולעבור ע"י כך לקרקע) או בעלי נדיפות גבוהה (בעיקר בקרקעות מדבריות) והקרקע סופחת אותם אליה.  ידועות למדי התופעות של אי צמיחת חד שנתיים מתחת לעצי אקליפטוס, אורן, אגוז ועוד, מפני שעליהם הנושרים מפרישים לקרקע חומרים מעכבי נביטה.  מידת השטיפה של הקרקע ותכונות אחרות שלה יכולות לבטל חלקית את התופעה. כמו כן ידועה השרפה כגורם המסלק מעכבי נביטה. |
|  |  |

**גורמים המשפיעים על תהליך הנְבִיטָה**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **גורמים פנימיים המשפיעים על הנביטה**  **המשך** | **אללופתיה - המשך**  דוגמא נוספת היא צמח הקפה שזרעיו רגישים לקפאין (אף על פי שהם עצמם מכילים קפאין) , ואינם מסוגלים לנבוט מתחת לעץ ממנו נשרו.  הוכח שלכימיקלים המצויים בשמנים המופקים מעלים או זרעים של צמחים מסוימים השפעה אללופתית על נביטה. שמנים אלה משפיעים על אחוז הנביטה וגם על התארכות השורשים ועל מידת התפתחותם של היונקות בשורשים .  טיפולים של שחיקה, פציעת הקליפה, הקרנתה במיקרוגל, טיפול בחומצות וכו', יכולים לשפר מאד את הנביטה ולקצר את תרדמת הזרע .  **חומרים אללופתיים משתחררים מהעלים לסביבה במספר דרכים:**  \* על-ידי חיכוך (עם גשם או רוח) או לחות מכל סוג (גם טל, למשל) המרטיבה את העלה יכולה להביא לדליפת החומרים מתוכו.  \* התנדפות חומרים המצויים באוויר מסביב לצמח, נקשרים ומצפים את גרגירי הקרקע (במיוחד כשהגרגירים יבשים) ומשנים את תכונותיה, דבר שיכול להוביל לעיכוב הנביטה ו/או הגדילה.  כמו: למשל הטרפנים- חומרים אלה, מיוצרים בעיקר על ידי צמחים ומהווים מטבוליטים משניים. חומרי סיכה, ריח, הגנה וצבע רבים, וכן שמנים אתריים  **פירוק של חומר מת**  חומר אורגאני מת מתפרק בקלות ומשחרר את האללוכימיקלים ( הם לרוב מעכבים נדיפים - אללופתיים), שהיו כלואים בתוכו. מיקרואורגניזמים, המעורבים בפירוק, עשויים להפעיל אללוכימיקלים שהיו בתוך העלים בצורה לא פעילה.  העלים עשויים להכיל כמות גדולה של אללוכימיקלים המשתחררים לסביבה, תוך כדי פירוק, באיטיות לאורך מספר עונות. חומרים אלה עשויים לשנות את הרכב הקרקע ולהשפיע גם לאחר שהצמח שיצר אותם כבר מת.  **תהליך האטיולציה , וחשיבותו להצלחת הנביטה**  **אטיולציה :**  סך כל הסימנים המאפיינים צמח הגדל בחושך: התארכות רבה של הגבעול, עלים זעירים וחוסר בכלורופיל.  **ההגיון שבתהליך האטיולציה**  - השקעת מאגרי האנרגיה המוגבלים העומדים לרשות הנבט בזרע למטרה החשובה ביותר להישרדותו בשלב הנביטה: הגעה לאור השמש והתחלת ביצוע הפוטוסינתיזה |