

## **БІОТЕХНІЧНА СИСТЕМА ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ**

***Л. Є. Никифорова, доктор технічних наук, професор***

***П. С. Олендер, студент***

***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

***E-mail: [profnikiforova@gmail.com](mailto:profnikiforova@gmail.com)***

**Анотація.** У роботі показано, що передпосівна електрофізична стимуляція насіння та дослідження технологічних режимів для оптимального впливу на посівний матеріал є актуальними. Метою роботи є підвищення посівних якостей насіння соняшнику на базі застосування лазерного оптичного випромінювання. Розглянуто способи передпосівної стимуляції насіння олійних культур та основні механізми дії стимулюючих факторів на проростання насіння. Встановлено, що одним з найбільш ефективних способів передпосівної обробки насіння соняшнику є використання лазерного опромінення. Метою експериментальних досліджень було визначення параметрів режимів передпосівного лазерного опромінення насіння соняшнику, що призводять до максимальної стимулюючої дії на посівні якості при мінімальних витратах енергії і максимально можливій продуктивності. Для проведення досліджень використовувалось насіння олійних культур, яке займає найбільші площі на території України (сорт «Гібрид»). Насіння відповідало першій репродукції за посівними якостями. Для отримання насіння зі зниженими посівними якостями з метою пошуку для них оптимальних режимів передпосівного опромінення був застосований відомий метод штучного старіння. Визначення посівних якостей насіння проводилося для дослідних партій до опромінення, а також після опромінення з подальшою витримкою в 6-7 днів. У всіх випадках визначення посівних якостей проводилося за стандартною методикою, при цьому пророщування насіння для всіх культур проводилося при температурі 20-30 °С на світлі за способом «на папері». При цьому використовувалися паперові серветки, які були перевірені на відповідність показників капілярного підйому, кислотності і зольності. Проби у обох випадках відбиралися в 2 партії по 30 насінин кожна. Проведено повний факторний експеримент з визначення параметрів режиму передпосівного лазерного опромінення насіння соняшнику, встановлено лабораторну схожості насіння. Представлені результати випробувань режимів передпосівного лазерного імпульсного опромінення насіння соняшнику. Розроблено біотехнічну систему їх обробки. Запропонований метод встановлення параметрів технологічних режимів передпосівного імпульсного лазерного опромінення насіння олійних культур в залежності від вихідних посівних якостей посівного матеріалу. Встановлено залежності схожості і сили проростання насіння соняшнику від параметрів технологічних режимів передпосівного лазерного опромінення.

*Розроблено біотехнічну систему лазерної обробки насіння соняшнику, що дозволяє підвищити посівні якості насіння та врожайність даної культури.*

**Ключові слова:** *лазерне випромінювання, біотехнічна система, посівні якості насіння, повний факторний експеримент, соняшник, система керування, фактори варіювання, передпосівна обробка.*

**Актуальність теми.** Аналіз тенденцій розвитку агропромислового виробництва України та розвинутих капіталістичних країн показує, що ріст енергоматеріальних витрат на виробництво продукції рослинництва випереджає ріст врожайності. Тому наукові дослідження, що пов'язані з розробкою новітніх енерго- та ресурсозберігаючих технологій, які дозволяють підвищити продуктивність рослинних біосистем, є перспективним.

Посівні якості насіння визначають врожайність рослин. Необхідність мати страховий фонд насіння, зберігання в несприятливих умовах, відсутність єдиної ефективної системи контролю за якістю посівного матеріалу призводять до використання насіння із зниженими посівними якостями, що веде до не раціонального використання площ під олійними культурами, підвищення витрат на вирощування. Через це широко застосовуються різні методи передпосівної стимуляції насіння. Найбільш ефективними та екологічно чистими є електрофізичні способи. Лазерне випромінювання оптичного діапазону створює позитивний вплив на активацію ростових процесів рослини на різних стадіях органогенезу. Однак відносно висока вартість устаткування та відсутність рекомендацій щодо параметрів обробки посівного матеріалу перешкоджає його використанню в умовах сільськогосподарського виробництва, особливо для невеликих господарств. Тому пошук і обґрунтування найбільш ефективних технологічних режимів передпосівної обробки насіння соняшнику з використанням інформації про вихідні якісні показники насіння, розробка технічних засобів для його реалізації є актуальним.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Аналіз останніх досліджень показав, що при селективній дії лазерного випромінювання оптичного діапазону відбувається фотостимуляція проростання. Вона викликається каскадом перетворень під впливом зовнішнього сигналу відповідним рецептором (перш за все

фітохромом) та запуском, за допомогою речовини типу гормонів, активації насіння і розвитку рослин [1].

При високій інтенсивності лазерного випромінювання має місце ефект теплової дії [2]. Більшість дослідників прийшли до згоди також у питанні про термін між обробкою та висівом. Вважається, що обробка повинна передувати посіву на 10-15 днів для олійних, та на 10-20 днів для зернових культур. Це пов'язують з необхідністю проходження певного часу для фотохімічних реакцій [3].

**Мета дослідження** - підвищення посівних якостей насіння соняшнику на базі застосування лазерного оптичного випромінювання.

**Матеріали і методи дослідження.** У роботі використано теоретичні та експериментальні методи досліджень. Теоретичні дослідження базуються на методах планування експерименту, методах обробки статистичних даних. При побудові і дослідженні моделі впливу променистої енергії на механізми регуляції та стимуляції проростання насіння використовувалися методи операційного обчислення і методи вирішення диференціальних рівнянь.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Метою експериментальних досліджень було визначення режимних параметрів передпосівного лазерного опромінення насіння соняшнику, що призводять до максимальної стимулюючої дії на посівні якості при мінімальних витратах енергії і максимально можливій продуктивності. Для проведення досліджень використовувалось насіння олійних культур, яке займає найбільші площі на території України (сорт «Гібрид»). Насіння відповідало першій репродукції за посівними якостями. Для отримання насіння зі зниженими посівними якостями з метою пошуку для них оптимальних режимів передпосівного опромінення був застосований відомий метод штучного старіння. Визначення посівних якостей насіння проводилося для дослідних партій до опромінення, а також після опромінення з подальшою витримкою в 6-7 днів. У всіх випадках визначення посівних якостей проводилося за стандартною методикою, при цьому пророщування насіння для всіх культур проводилося при температурі 20-30 С на світлі за способом «на папері». При цьому використовувалися паперові серветки,

які були перевірені на відповідність показників капілярного підйому, кислотності і зольності. Проби у обох випадках відбиралися в 2 партії по 30 насінин кожна.

Застосована лабораторна установка типу волоконно-оптичного перетворювача «пляма-лінія» з перериваючим пристроєм типу обтюратор з постійною швидкістю обертання. Відносно переміщення перетворювача і оброблюваного матеріалу здійснювалось в одному напрямі, що значно спростило конструкцію і підвищило її надійність. Основою цього пристрою є мікроконтролер типу AT90S2313 фірми Atmel.

Блок- схему алгоритму керування установкою для передпосівної обробки насіння наведено на рис. 1. Програма містить три основні блоки: установки реєстрів і визначення змінних, ініціалізації контролера і головний блок управління.

Для встановлення залежності посівних якостей насіння (ПЯН) від параметрів імпульсного передпосівного опромінення було проведено повний факторний експеримент.

Обрано фактори варіювання:

$X_1$  - кількість днів від опромінення до початку визначення посівних якостей насіння, діб;  $X_2$  - кількість імпульсів, шт.;  $X_3$  - щільність енергії, мВт/см<sup>2</sup> (таблиця).

### 1. Рівні варіювання факторів

Фактор	Одиниця вимірювання	Рівні варіювання факторів				Позначення
		-1	0	+1	$\Delta_i$	
Кількість днів від опромінення до початку визначення ПЯН	днів	3	9	15	6	X1
Кількість імпульсів	тис. шт.	2	5	8	3	X2
Щільність енергії	мВт/см <sup>2</sup>	0,5	3,25	6	2,75	X3

Для отриманого рівняння регресії побудовано матрицю плану (рис.2).

$$y_i = B_0 + B_1z_1 + B_2z_2 + B_3z_3 + B_{12}z_1z_2 + B_{13}z_1z_3 + B_{23}z_2z_3 + B_{11}z_1^2 + B_{22}z_2^2 + B_{33}z_3^2$$

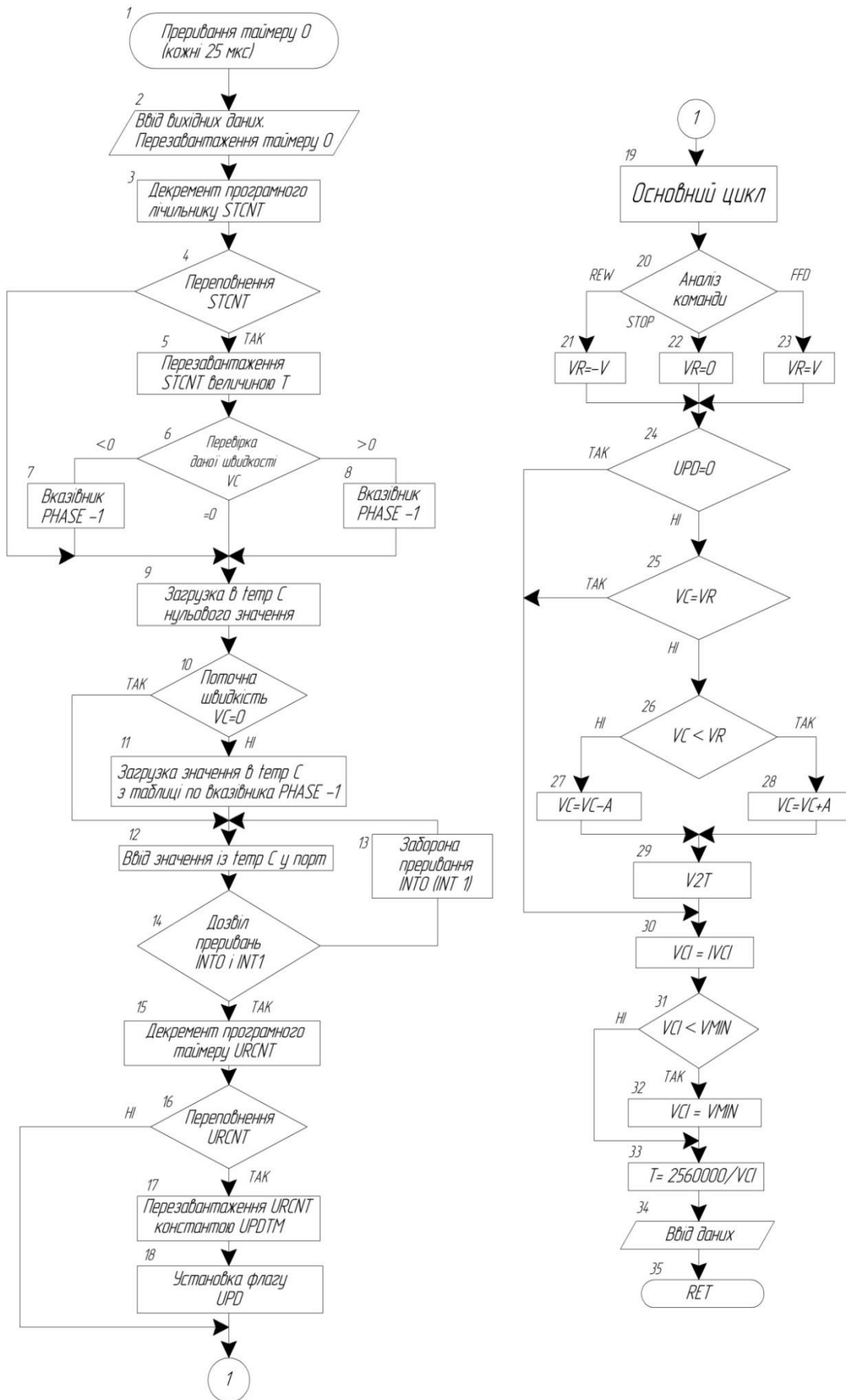


Рис.1. Блок - схема алгоритму функціонування лазерного пристрою

Після визначення за критерієм Стюдента, коефіцієнтів поліноміальної регресії отримано рівняння поверхні другого порядку:

$$y_i = 31,462 + 4,137z_1 + 1,969z_2 + 1,125z_3 + 23,505z_1^2 + 19,237z_2^2 + 19,914z_3^2$$

$$X := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1.215 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.476225 & 0 & 0 \\ 1 & -1.215 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.476225 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1.215 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.476225 & 0 \\ 1 & 0 & -1.215 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.476225 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1.215 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.476225 \\ 1 & 0 & 0 & -1.215 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.476225 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad Y := \begin{pmatrix} 95 & 95 \\ 85 & 87 \\ 84 & 86 \\ 80 & 79 \\ 91 & 93 \\ 84 & 86 \\ 89 & 89 \\ 82 & 79 \\ 81 & 80 \\ 92 & 94.2 \\ 82 & 81 \\ 80 & 79 \\ 81 & 80 \\ 82 & 83 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

**Рис.2. Матриця плану повнофакторного експерименту**

Адекватність моделі перевірена за критерієм Фішера.

Розкодована нелінійна модель має вигляд:

$$y_i = 125,63 - 11,063x_1 - 0,02x_2 - 17,54x_3 + 0,00021x_2x_3 + 0,653x_1^2 + 0,000005x_2^2 + 2,63x_3^2.$$

У результаті проведення повного факторного експерименту визначені оптимальні значення: кількість днів від опромінення до початку визначення ПЯН – 8,47 днів; кількість імпульсів – 1931 штук; щільність енергії – 3,25 мВт/см<sup>2</sup>.

**Висновки і перспективи.** Встановлено, що для здійснення зазначених режимів опромінення найбільш доцільним буде створення пристрою у виді лазерного волоконно-оптичного перетворювача з перериваючим пристроєм типу обюртатор з постійною швидкістю обертання. Запропоновано конструкцію лазерного пристрою і розроблено імпульсну систему керування нею на базі крокового двигуна ДШП-200-1 з імпульсним мікропроцесорним управлінням, що забезпечує точність переміщення

випромінювача з похибкою не більше 4 % від величини кроку без її накопичення і дозволяє реалізовувати визначені режими передпосівного опромінення насіння. Перспективним є застосування розробленої системи для визначення оптимальних режимів обробки насіння різноманітних сільськогосподарських культур.

### **Список літератури**

1. Saylor G. S. Emerging foundations: nano-engineering and bio-microelectronics for environmental biotechnology / G.S. Saylor, M.I. Simpson, C.D. Cox // *Current Opinion in Microbiology*. – 2004. – V.7, № 3. – P. 267–273.
2. Мартыненко А. И. Аппаратура для исследования электрофизиологических характеристик растений // *Электрофизиологические методы в изучении функционального состояния растений*. – М, 1988. – С.107-116.
3. Никифорова Л. Є., Сподоба М. О. Модель системи електротехнологічного дослідження обробки біологічних об'єктів рослинного походження / Л. Є. Никифорова, М. О. Сподоба // *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК»*. – 2018. – Вип. 286. – С. 48 – 53.

### **References**

1. Saylor, G. S., Simpson, M. I., Cox, C. D. (2004). Emerging foundations: nano-engineering and bio-microelectronics for environmental biotechnology. *Current Opinion in Microbiology*, 7 (3), 267–273.
2. Martinenko, A. I. (1988). Aparatura dlia issledovania electrophysiologicheskikh kharakteristik rasteniy [Equipment for the study of electrophysiological characteristics of plants]. *Electrophysiologicheskie metody v izuchenii funktsionalnogo sostoianiia rasteniy*. Moscow, 107-116.
3. Nykyforova L. E., Spodoba M. O. (2018). Model systemy electrotehnologichnogo doslidzhennia obrobky bioloichnykh obiektiv roslynnoho pokhodzhennia [Model of electrotechnological research system of treatment of biological objects of plant origin. *Naukoviy visnik NUBiP Ukrainy. Seriya Tekhnika ta energetika APK*, 286, 48-53.

## **БИОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА**

*Л. Е. Никифорова, П. С. Олендер*

**Аннотация.** *В работе показано, что предпосевная электрофизическая стимуляция семян и исследование технологических режимов для оптимального влияния на посевной материал являются актуальными. Целью работы является повышение посевных качеств семян подсолнечника на базе применения лазерного оптического излучения. Рассмотрены способы предпосевной стимуляции семян масличных культур и основные механизмы воздействия стимулирующих факторов на прорастание семян. Установлено, что одним из наиболее эффективных способов предпосевной обработки семян подсолнечника является использование*

лазерного облучения. Целью экспериментальных исследований являлось определение параметров предпосевного лазерного облучения семян подсолнечника, приводящих к максимальному стимулирующему воздействию на посевные качества при минимальных расходах энергии и максимально возможной производительности. Для проведения исследований использовались семена масличных культур, которые занимают наибольшие площади на территории Украины (сорт "Гибрид"). Семена отвечали первой репродукции по посевным качествам. Для получения семян со сниженными посевными качествами, с целью поиска для них оптимальных режимов предпосевного облучения был применен известный метод искусственного старения. Определение посевных качеств семян проводилось для опытных партий до облучения, а также после облучения с дальнейшей выдержкой в 6-7 дней. Во всех случаях определение посевных качеств проводилось по стандартной методике, при этом проращивание семян для всех культур велось при температуре 20-30 °С с освещением по способу "на бумаге". При этом использовались бумажные салфетки, которые были проверены на соответствие показателей капиллярного подъема, кислотности и зольности. Пробы в обоих случаях отбирались в 2 партии по 30 семян каждая. Проведен полный факторный эксперимент по определению параметров предпосевного лазерного облучения семян подсолнечника, установлена лабораторная всхожесть семян. Представлены результаты определения режимов предпосевного лазерного импульсного облучения семян подсолнечника. Разработана биотехническая система их обработки. Предложен метод определения параметров технологических режимов предпосевного импульсного лазерного облучения семян масличных культур в зависимости от исходных посевных качеств посадочного материала. Установлены зависимости всхожести и силы прорастания семян подсолнечника от параметров технологических режимов лазерного облучения. Разработана биотехническая система лазерной обработки семян подсолнуха, что позволяет повысить посевные качества семян и урожайность данной культуры.

**Ключевые слова:** *лазерное излучение, биотехническая система, посевные качества семян, полный факторный эксперимент, подсолнух, система управления, факторы варьирования, предпосевная обработка*

## **BIOTECHNICAL SYSTEM OF LASER TREATMENT OF SUNFLOWER SEEDS**

*L. Nykyforova, P. Olender*

**Abstract.** *It is in process shown that preseed electrophysics stimulation of seed and research of the technological modes for optimal influence on sowing material are actual. The aim of work is an increase of sowing internalss of seed of sunflower on the base of application of laser optical radiation. The methods of preseed stimulationof seed of oilbearing cultures and basic mechanisms of influence of stimulant factors are considered on the germination of seed. It is set that one of the most effective methods of preseed treatment of seed of sunflower is the use of laser irradiation. The aim of experimental researches was determination of parameters of preseed laser irradiation of*



*seed of sunflower, resulting in the maximal stimulant affecting sowing internalss at the minimum charges of energy and maximally possible productivity. For realization of researches the seed of oilbearing cultures that occupy most areas on territory of Ukraine (a sort is "Hybrid") were used. Seed answered the first reproduction on sowing internalss. For the receipt of seed with mionectic sowing internalss, with the purpose of search for them optimal modes of preseed irradiation the known method of the artificial aging was applied. Determination of sowing internalss of seed was conducted for experience parties to the irradiation, and also after an irradiation with further selfcontrol in 67 days. In all cases determination of sowing internalss was conducted on standard methodology, here seedgerminating for all cultures was conducted at a temperature 2030°With illumination on a method "on a paper". Paper napkins, that were checked for accordance of indexes of the capillary getting up, acidity and ashcontent, were thus used. Tests in both cases were taken away in 2 parties for 30 seed each. A complete factor experiment is conducted on determination of parameters of preseed laser irradiation of seed of sunflower, the laboratory germination of seed is set. Results of determination of the modes of preseed laser impulsive irradiation of seed of sunflower. The biotechnical system of their treatment is worked out. The method of determination of parameters of the technological modes of preseed impulsive laser irradiation of seed of oilbearing cultures is offered depending on the initial sowing internalss of planting-stock. Dependences of germination and force of germination of seed of sunflower are set on the parameters of the technological modes of laser irradiation. The biotechnical system of laser treatment of seed of sunflower is worked out, that allows to promote the sowing internalss of seed and productivity of this culture.*

**Key words:** *laser radiation, biotechnical system, sowing internalss of seed, complete factor experiment, sunflower, control system, factors of varying, pre-sowing treatment*