

Вплив заморожування насіння сої за дії криопротекторів на енергію проростання і схожість

Н.О. ШЕВЧЕНКО¹, Т.Ф. СТИБУЛЬ¹, В.В. ЖМУРКО², Л.М. КОБИЗЄВА³

¹Інститут проблем криобіології і криомедицини НАН України, м. Харків

²Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна

³Національний центр генетичних ресурсів рослин України, м. Харків

Effect of Soybean Seeds Freezing under the Effect of Cryoprotectants on a Sprouting Energy and Germinating Capacity

SHEVCHENKO N.O.¹, STRYBUL T.F.¹, ZHMURKO V.V.², KOBYZEVA L.M.³

¹Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of the Ukraine, Kharkov

²Kharkov National University named by Karazin V.N.

³National Center for Plants Gene Resources of Ukraine, Kharkov

Досліджувалась дія заморожування насіння сої до -55 і -70°C під захистом криопротекторів пропандіолу (ПД), ПЕО-400 і ПЕО-1500. Використано різні умови обробки насіння криопротекторами (варіації концентрацій, тривалості експозиції), різні режими заморожування. Встановлено, що при підборі оптимальних умов обробки насіння сої криопротекторами можливо не тільки зберегти вихідні біологічні якості насіння, але й збільшити показники енергії проростання та схожості. Обговорюються причини різної дії криопротекторів на посівні характеристики насіння.

Ключові слова: насіння, криопротектори, режими заморожування, енергія проростання, схожість.

Исследовалось действие замораживания семян сои до -55 и -70°C под защитой криопротекторов пропандиола (ПД), ПЭО-400 и ПЭО-1500. Использованы различные условия обработки семян криопротекторами (вариации концентрации, продолжительность экспозиции), разные режимы замораживания. Установлено, что при подборе оптимальных условий обработки семян сои криопротекторами можно не только сохранить исходные биологические качества семян, но и увеличить показатели энергии прорастания и всхожести. Обсуждаются возможные причины различного действия криопротекторов на посевные характеристики семян.

Ключевые слова: семена, криопротекторы, режимы замораживания, энергия прорастания, всхожесть.

We have investigated the effect of soybean seeds freezing down to -55 and -70°C under propanediol (PD), PEO-400 and PEO-1500 cryoprotectants' effect. There were used various conditions of seeds treatment with cryoprotectants (variation with the concentrations, exposure term), various freezing regimens. It has been established that when selecting the optimum conditions for soybean seeds treatment with cryoprotectants it is possible not only to keep the primary biological characteristics of seeds, but also increase the indices for a sprouting energy and germinating capacity. We have also discussed the reasons for various effect of cryoprotectants on seeds planting characteristics.

Key words: seeds, cryoprotectants, freezing regimens, sprouting energy, germinating capacity.

Створення та підтримання колекцій культурних рослин за сучасних умов є основним способом примноження та збереження їх генетичного різноманіття з метою використання в селекції [2, 10]. Це досить ефективний спосіб, але він надто дорогий, бо вимагає значних витрат на щорічне вирощування, без перебільшення, величезної кількості сортів, зразків, форм. Іншим методом збереження біорізноманітності рослин може бути, зокрема, криоконсервування насіння. Особливо ефективним може бути криоконсервування насіння тих рослин, яке за своїми біологічними особливостями швидко втрачає схожість за звичайних умов зберігання [3].

Літературні дані свідчать, що криоконсервування не знижує, а може навіть підвищити посівні якості насіння [2, 3]. Крім того, для збільшення стійкості

Creation and keeping the collection of cultural plants under current conditions is the main way for multiplying and preservation of gene diversity of those for selection [2, 9]. This way is known to be quite efficient, but too expensive method, as it requires huge expenditures for annual growing of great amount of varieties, samples and forms.

Another method for plant biodiversity preservation may be, in particular, meristema cryopreservation of seeds. Particularly efficient may be seeds cryopreservation of those plants, which according to biological characteristics quickly lose germination characteristics under normal storage conditions [3].

Literature data testify that cryopreservation does not reduce, but is able to increase the seeds planting characteristics [2, 3]. In addition, to increase the plants resistance to unfavorable environmental factors there

Адрес для кореспонденції: Стрибуль Т.Ф., Інститут проблем криобіології і криомедицини НАН України, ул. Переяславская, 23, г. Харьков, Украина 61015; тел.: +38 (057) 7722007, факс: +38 (057) 7720084, e-mail: cryo@online.kharkov.ua

Address for correspondence: Strybul T.F., Institute for Problems of Cryobiology & Cryomedicine of the Natl. Acad. Sci. of Ukraine, 23, Pereyaslavskaya str., Kharkov, Ukraine 61015; tel.: +38 (057) 7722007, fax: +38 (057) 7720084, e-mail: cryo@online.kharkov.ua

рослин до несприятливих факторів середовища застосовують передпосівну обробку насіння сільськогосподарських культур розчинами ряду речовин, у тому числі і кріопротекторами [12], що супроводжується поліпшенням посівних якостей насіння і підвищенням врожайності оброблюваних культур [2, 12, 9]. Обробка насіння озимої пшениці кріопротекторами ПЕО-1500, ПЕО-400 та диметилсульфоксидом сприяла кращому розвитку рослин з осені, збільшенню врожаю та покращанню якості зерна [9, 12]. Охолодження насіння томатів до -70°C стимулює інтенсивність його початкового росту [1]. При цьому обробка насіння розчинами ПЕО-1500 сприяла кращому, порівняно з контролем, виживанню насіння після заморожування, підвищенню стійкості одержаної з цього насіння розсади до несприятливих чинників середовища [1].

У роботі [6] вивчено вплив низьких температур на схожість і продуктивність сої. Показано, що шляхом оптимізації режимів охолодження насіння можливо зменшити пригнічення показників життєздатності сої, а в ряді випадків навіть покращити їх. У роботі [10] досліджено вплив обробки насіння сої кріопротекторами за низьких позитивних (8°C) температур на енергію проростання і схожість. Результати свідчать, що після дії пониженої температури енергія проростання і схожість насіння сої сортів Соєр 2-95 та Подільська-1 підвищувались під впливом ПД і ПЕО-400. Кріопротектор ПЕО-1500 в більшості випадків пригнічував процес проростання насіння обох сортів.

Метою досліджень було вивчення впливу різних режимів заморожування і різних концентрацій кріопротекторів на енергію проростання і схожість насіння двох сортів сої для можливого їх довготривалого зберігання.

Матеріали і методи

Об'єктами наших досліджень були сорти сої, які є національними стандартами: Соєр 2-95 – ранній та Подільська-1 – пізній.

Використано кріопротектори: ПД, ПЕО-400 та ПЕО-1500. Для приготування розчинів кріопротекторів брали чисту профільтровану побутову воду.

Дослідження проводилося за наступними схемами.

Перший варіант. Насіння заморожували до -55°C . Перед заморожуванням насіння замочували в 30%-х розчинах кріопротекторів протягом 15 хв при кімнатній температурі. Контролем було сухе та зволене водою насіння (15 хв). Заморожували насіння в заморожувальній установці (камера "Cryoson").

Режим заморожування №1: зі швидкістю $1^{\circ}\text{C}/\text{хв}$ від 20 до -55°C , з витримкою при цій температурі 60 хв. Відігрівали зі швидкістю $5^{\circ}\text{C}/\text{хв}$ до 0°C , з

is often used the pre-planting seeds treatment of agricultural plants with various solutions of substances, and cryoprotectants as well [12], which is accompanied by the improvement of seeds planting characteristics and increasing the crop capacity of treated cultures. [2, 12, 9]. Spring wheat seeds treatment with PEO-1500, PEO-400 and DMSO cryoprotectants promoted better development of plants starting from autumn, as well as augmenting the crop capacity and seeds quality improvement [9, 12]. Cooling of tomato seeds down to -70°C stimulates the intensity of their initial growth [1]. In this case the seeds treatment with PEO-1500 solutions promoted the more considerable seeds viability following freezing, comparing to the control, the stability increase of the seedlings obtained from these seeds to unfavorable environmental factors [1].

In the work [6] there was studied a low temperature effect on soy sprouting rate and productivity. It was shown that by optimizing the cooling regimens for seeds it was possible to reduce the inhibition of soy viability indices, and to improve them in some cases. In the work [10] there was studied the effect of soybean seeds treatment with cryoprotectants under low positive (8°C) temperatures on the sprouting energy and germinating capacity. The results testify that after the reduced temperature effect the sprouting energy and germinating capacity of Soyer 2-95 soybean seeds and Podilska-1 ones increased under PD and PEO-400 effects. PEO-1500 cryoprotectant inhibited in the majority of cases the seeds sprouting process of the both species.

Our study was aimed to investigation of various freezing regimens and different cryoprotectant concentrations on a sprouting energy and germinating capacity of seeds of two soy species with the aim of their further long-term storage.

Materials and methods

The soy species, which are known to be the National standards (Soyer 2-95 as an early and Podilska-1, as the late one) were the objects under study.

The following cryoprotectants: PD, PEO-400 and PEO-1500 were used. To prepare the cryoprotectants solutions we used pure filtered water.

The investigations were performed according to the following schemes.

1st variant. The seeds were frozen down to -55°C . Prior to freezing the seeds were moistened under 30% cryoprotectants solutions within 15 min under room temperature. Dry seeds and the ones moistened with water served as the control. The seeds were frozen using a freezing device ("Cryoson camera").

Freezing regimen N1 was performed with the rate of $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ from 20 to -55°C , with a 60-min exposure under this temperature. Thawing was done with the rate of $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ down to 0°C with 48 hrs exposure under 0°C and 48hrs under 8°C . Following this procedure the seeds were planted together with the control ones.

витримкою 48 год при 0°C та 48 год при 8°C. Після цього насіння висівали разом з контрольним.

Другий варіант. Насіння сої заморожували до -70°C. Перед цим його замочували в 7- та 15%-х розчинах кріопротекторів 25 хв при кімнатній температурі. Контролем було сухе і зволожене водою (25 хв) насіння. Слід відзначити, що різний час експозиції з кріопротекторами обумовлений припущенням про токсичність високих концентрацій ПЕО та ПД. Тому при використанні більш високих концентрацій кріопротекторів час експозиції з ними менший.

Режим заморожування №2: зі швидкістю 2°C/хв від 20 до -4°C, потім 8°C/хв до -20°C і 20°C/хв до -70°C. Витримка 60 хв при -70°C. Відігривали від -70°C до -20°C зі швидкістю 20°C/хв, і від -20°C до 8°C – 5°C/хв. Зміна температури зразка від часу наближається до експонентної залежності [7]. Після відігривання перед пророщуванням насіння витримували 48 год при 8°C.

Пророщування насіння сої та визначення енергії проростання і схожості проводили згідно з ГОСТ 2240-93 [4]. Досліди проводили 4 рази. У роботі представлено середні дані та стандартна похибка.

Результати та обговорення

Одержані дані свідчать, що заморожування до -55°C обумовило підвищення енергії проростання і схожості сухого і зволоженого насіння сорту Соєр 2-95 (табл. 1). Кріопротектори ПД, ПЕО-400 і ПЕО-1500 суттєво знижували енергію проростання і схожість незамороженого насіння і значно менше впливали на ці показники після заморожування (табл. 1).

Досліди з сортом сої Подільська-1 (табл. 2) показали, що енергія проростання і схожість замороженого зволоженого насіння нижче, ніж у незамороженого. Заморожування сухого насіння приводить до підвищення цих показників. Кріопротектори знижують енергію проростання і схожість незамороженого насіння, але у замороженого ці показники достовірно підвищуються за дії кріопротекторів ПЕО-400 і ПЕО-1500 (табл. 2).

Отже, при заморожуванні насіння до -55°C досліджені кріопротектори проявляють ефект залежно від виду сполуки, а також від сорту сої. Ефективним на сорті Соєр 2-95 виявився лише ПД, а на сорті Подільська-1 – ПЕО-400 і ПЕО-1500.

Variant 2. Soybean seeds were frozen down to -70°C. Prior to this procedure the seeds were moistened during 25 min under 7% and 15% cryoprotectant solutions under room temperature. Dry seeds and the moistened ones (25min) served as the control.

It should be noted that the various exposure time with cryoprotectants is stipulated by the supposition about the toxicity of high concentrations of PEO and PD. Therefore when using higher cryoprotectant concentrations the exposure time with them takes the shorter period.

Freezing regimen N2: with the rate of 2°C/min from 20 to 4°C, after that with the rate of 8°C/min, down to -20°C and with the rate of 20°C/min down to -70°C. Exposure (60min) under -70°C. Thawing from -70°C up to -20°C with the rate of 20°C/min, and from -20°C up to 8°C using the rate of 5°C/min. Temperature change in the sample upon the time is approaching towards the exponential dependence [7]. Following the warming prior to sprouting the seeds were exposed for 48 hrs under 8°C.

Soybean seedssprouting, as well as evaluation of the sprouting energy and germinating capacity were performed according to the State Standard of Ukraine 2240-93 [4]. The investigation was completed for 4 times. In the work we have presented the mean values and standard deviation.

Results and discussion

Obtained by us data testify that freezing down to -55°C stipulated the increase in a sprouting energy and germinating capacity of both dry and moistened Soyер 2-95 seeds (Table 1).

Таблиця 1. Вплив заморожування до -55°C та кріопротекторів на енергію проростання і схожість насіння сої сорту Соєр 2-95.

Table 1. Effects of freezing down to -55°C and cryoprotectants on a sprouting energy and germinating capacity of Soyер 2-95 soy seeds.

Варіант дослідження Variant of experiment	Енергія проростання насіння,% Seeds sprouting energy,%		Схожість насіння,% Seeds germinating capacity,%	
	незамороженого Non – frozen	замороженого Frozen	незамороженого Non – frozen	замороженого Frozen
Сухе насіння (контроль) Dryseeds (control)	4,00±2,00	10,00±2,00	21,00±2,00	42,00±2,31
Зволене (контроль) Wet seeds (control)	12,00±1,27	29,50±2,97	28,00±2,27	44,00±3,27
ПД 30% – й PD 30%	2,00±1,31	21,00±2,00	15,00±2,00	47,00±2,00
ПЕО – 400 30% – й PEO – 400 30%	5,00±2,00	21,50±1,91	14,00±1,31	25,00±2,00
ПЕО – 1500 30% – й PEO – 1500 30%	6,00±2,31	17,00±2,00	26,00±2,31	32,50±2,73

Таблиця 2. Вплив заморожування до -55°C та криопротекторів на енергію проростання і схожість насіння сої сорту Подільська-1.

Table 2. Effects of freezing down to -55°C and cryoprotectants on a sprouting energy and germinating capacity of Podilska-1 soy seeds.

Варіант дослідження Variant of experiment	Енергія проростання насіння,% Seeds sprouting energy,%		Схожість насіння,% Seeds germinating capacity,%	
	незамороженого Non – frozen	замороженого Frozen	незамороженого Non – frozen	замороженого Frozen
Сухе насіння (контроль) Dry seeds (control)	14,00±2,31	33,00±2,00	46,00±3,27	53,00±2,00
Зволожено (контроль) Wet seeds (control)	35,50±2,52	29,50±3,00	72,00±3,27	49,00±2,00
ПД 30% – й PD 30%	22,00±2,31	25,00±2,00	30,00±2,31	38,00±2,31
ПЕО – 400 30% – й PEO – 400 30%	20,00±2,27	35,00±2,00	51,00±3,83	69,00±2,00
ПЕО – 1500 30% – й PEO – 1500 30%	5,00±2,00	44,00±3,27	40,00±3,27	63,00±2,00

Результати заморожування до -70°C сорту Соєр 2-95 (табл. 3) показали, що енергія проростання сухого насіння після заморожування не змінювалася, а схожість зросла. Зволожено насіння після заморожування знизило обидва показники.

Криопротектори ПД і ПЕО-1500 в 7%-й концентрації дещо знижували, а ПЕО-400, навпаки, підвищував енергію проростання незамороженого насіння в порівнянні з контролем (зволоженим насінням). Після заморожування ці речовини підвищували енергію проростання порівняно зі зволоженим насінням, особливо ПД і ПЕО в 15%-й концентрації (табл.3).

Щодо схожості, то криопротектори ПЕО-400 і ПЕО-1500 у 15%-й концентрації не змінювали, а ПД і ПЕО в інших концентраціях пригнічували схожість незамороженого насіння в порівнянні з контролем (зволоженим насінням). Після заморожування під впливом всіх застосованих криопротекторів схожість насіння була вищою ніж в контролі, але найбільший ефект проявляє ПЕО-1500 в 15%-й концентрації та ПД в обох концентраціях (табл. 3).

У досліджах із сортом Подільська-1 (табл. 4) встановлено, що зволожено насіння знижує енергію проростання і схожість після

The experiments with Podilska-1 soy (Table 2) have demonstrated, that the sprouting energy and germinating capacity of frozen moistened seeds is lower than in non-frozen ones. Freezing of dry seeds causes the increase in these indices. Cryoprotectants reduced the sprouting energy and germinating capacity of non-frozen seeds, but in frozen seeds those indices increased under the effect of PEO-400 and PEO-1500 cryoprotectants (Table 2).

Therefore, when freezing the seeds down to -55°C the cryoprotectants under study manifested the effect depending upon the type of a substance, as well as upon the soy species. Only PD occurred to be efficient with Soyer 2-95 seeds, and for Podilska-1 such cryoprotectants as PEO-400 and PEO-1500

were found to be effective.

The results for Soyer 2-95 seeds freezing down to -70°C (Table 3) have demonstrated, that a sprouting energy of dry seeds did not change following the freezing, but the germinating capacity increased. Wet seeds following freezing reduced the both indices.

Таблиця 3. Вплив заморожування до -70°C та криопротекторів на енергію проростання і схожість насіння сої сорту Соєр 2-95.

Table 3. Effects of freezing down to -70°C and cryoprotectants on a sprouting energy and germinating capacity of Soyer 2-95 soy seeds.

Варіант дослідження Variant of experiment	Енергія проростання насіння,% Seeds sprouting energy,%		Схожість насіння,% Seeds germinating capacity,%	
	незамороженого Non – frozen	замороженого Frozen	незамороженого Non – frozen	замороженого Frozen
Сухе насіння (контроль) Dry seeds (control)	6,50±1,91	5,50±1,00	37,25±3,11	58,50±3,11
Зволожено (контроль) Wet seeds (control)	15,00±2,00	0,00±0,00	53,50±2,52	41,00±2,84
ПД 7% – й PD 7%	10,50±1,91	6,25±2,50	45,00±1,15	78,50±2,38
ПД 15% – й PD 15%	13,00±2,00	26,25±2,87	37,00±2,00	73,00±2,00
ПЕО – 400 7% – й PEO – 400 7%	23,50±2,52	6,75±2,36	37,50±1,91	53,25±2,36
ПЕО – 400 15% – й PEO – 400 15%	22,00±2,31	5,00±1,08	56,50±2,52	67,25±2,06
ПЕО – 1500 7% – й PEO – 1500 7%	10,00±2,00	2,00±1,45	25,50±1,91	62,25±1,50
ПЕО – 1500 15% – й PEO – 1500 15%	16,00±1,27	15,25±1,50	54,50±1,00	80,75±2,22

заморожування до -70°C . Це співпадає з результатами, одержаними на сорті Соєр 2-95.

Під впливом кріопротекторів енергія проростання незамороженого насіння не змінювалась, тобто використані умови обробки насіння кріопротекторами не виявили токсичної дії останніх.

Після заморожування енергія проростання за дії кріопротекторів була вищою, ніж у контролі, але найбільш ефективним виявився 15%-й ПД.

Схожість незамороженого насіння за дії кріопротекторів дещо пригнічувалась. Після заморожування вона була більшою, ніж у контрольному варіанті. При цьому за дії ПД 7%- та 15%-ї концентрації, ПЕО-400 і ПЕО-1500 в 15%-й вона мала показники кондиційного насіння (93-97%), що обумовлено державним стандартом (табл. 4).

Результати дослідів із заморожуванням насіння сої до -55 та -70°C свідчать, що використані у першому варіанті кріопротектори в 30%-й концентрації виявляють токсичну дію при позитивних температурах (особливо це відчувається на проникаючому ПД), але при заморожуванні ці кріопротектори діють по-різному. ПД не змінює енергію проростання та схожість насіння сорту Соєр 2-95, а ПЕО-400 і ПЕО-1500 знижують їх. Ці показники сорту Подільська-1, навпаки, підвищуються за дії ПЕО-400 та ПЕО-1500, а ПД знижує їх.

У другому варіанті були застосовані більш низькі концентрації кріопротекторів (7 і 15%), які спри-

PD and PEO-1500 cryoprotectants under 7% concentration slightly decreased the sprouting energy for non-frozen seeds, but PEO-400, in contrast, increased this index comparing to the control (moistened seeds). Following freezing these substances increased the sprouting energy if compared with the wet seeds, especially PD and PEO under 15% concentration (Table 3).

As for the germinating capacity, PEO-400 and PEO-1500 under 15% concentration did not change this index in non-frozen seeds, but PD and PEO under the other concentrations suppressed it in comparison with the control (the moistened seeds). Following the freezing under the effect of all the cryoprotectants used the germinating capacity was higher in the control, but the most significant influence was manifested by PEO-1500 in 15% concentration and PD under both concentrations (Table 3).

In the experiments with Podilska-1 seeds (Table 4) it was established that the moistened ones reduced the sprouting energy and germinating capacity following the freezing down to -70°C . This fact coincides with the results noted for Soyer 2-95 seeds.

Under the effect of cryoprotectants the sprouting energy did not change in non-frozen seeds, that is the conditions of seeds treatment with cryoprotectants did not demonstrate a toxic effect of the latter.

Following freezing the sprouting energy was higher under the cryoprotectants effect than in the control, but PD under 15% concentration was found to be the most efficient.

Germinating capacity of non-frozen seeds under the effect of cryoprotectants was slightly suppressed. Following the freezing this index was higher if compared with the control variant. In this case under the effect of PD in 7% and 15% concentrations, PEO-400 and PEO-1500 the germinating capacity had the indices of conditional seeds (93-97%), that was stipulated by the State standard (Table 4).

The experiments results with soybean seeds freezing down to -55 and -70°C testify that the cryoprotectants used in the first experiment under 30% concentration manifested their toxic effect under positive temperatures (it was especially marked with penetrating PD), but under the freezing these cryoprotectants acted in a various way. PD does not change the sprouting energy and germinating capacity of Soyer 2-95 seeds, and

Таблиця 4. Вплив заморожування до -70°C та кріопротекторів на енергію проростання і схожість насіння сої сорту Подільська-1.

Table 4. Effects of freezing down to -70°C and cryoprotectants on a sprouting energy and germinating capacity of Podilska-1 soy seeds.

Варіант дослідження Variant of experiment	Енергія проростання насіння,% Seeds sprouting energy,%		Схожість насіння,% Seeds germinating capacity,%	
	незамороженого Non - frozen	замороженого Frozen	незамороженого Non - frozen	замороженого Frozen
Сухе насіння (контроль) Dry seeds (control)	19,00±2,00	23,50±1,00	54,25±2,06	81,25±2,50
Зволожено (контроль) Wet seeds (control)	24,00±2,71	18,50±1,91	64,00±3,27	48,25±2,36
ПД 7% - й PD 7%	27,00±1,15	29,25±1,50	50,00±2,31	97,50±2,89
ПД 15% - й PD 15%	23,00±2,00	66,00±2,45	51,00±2,31	93,75±2,50
ПЕО - 400 7% - й PEO - 400 7%	42,00±2,31	37,00±1,15	61,50±1,91	86,75±2,36
ПЕО - 400 15% - й PEO - 400 15%	23,50±2,52	43,25±2,36	60,50±2,52	97,00±2,45
ПЕО - 1500 7% - й PEO - 1500 7%	27,00±2,00	20,00±1,63	57,50±1,91	76,25±2,50
ПЕО - 1500 15% - й PEO - 1500 15%	26,00±1,63	43,25±2,36	58,00±1,63	92,50±2,89

чинили менш токсичну дію на насіння і показали більший кріозахисний ефект. Відносно часу експозиції насіння з кріопротекторами можна сказати, що за 25 хв насіння перезволожується, про що свідчить зниження показників енергії проростання і схожості в контролі зволоженого замороженого насіння.

Висновки

Таким чином, використання кріопротекторів при заморожуванні насіння сої сприяло не тільки збереженню вихідних посівних якостей насіння, але й викликало стимуляцію останніх. Збільшення енергії проростання і схожості насіння сої залежить від умов обробки кріопротекторами та охолодження і свідчить про можливість підвищення адаптаційного потенціалу культури сої.

Результати наших досліджень показують, що сорти Соєр 2-95 та Подільська-1 різнилися за реакцією на дію понижених і низьких температур. На нашу думку, це пов'язано з генотипними відмінностями між сортами.

Література

1. *Бондаренко С.А., Стрибуль Т.Ф., Олейник С.Т.* Влияние предпосевной обработки семян томатов низкими температурами и кріопротекторами на всхожесть семян, развитие растений и их продуктивность // Зимостойкость сельскохозяйственных растений.– Харьков, 1991.– С. 3 – 11.
2. *Молодкін В.Ю.* Методи консервації насіння культурних рослин при низьких і сверхнизьких температурах: Автореф. дис... канд. с.-х. наук.– Л., 1987.–18 с.
3. *Полов А.С.* Сохранение семян и меристем высших растений с помощью глубокого замораживания // Консервация генетических ресурсов.– Пушино, 1983.– С. 14.
4. *Семена и посадочный материал с/х культур.*– М.: Изд-во стандартов.– 1977.– 400 с.
5. *Сичкар В. И., Беверсдорф В. Д.* Реакция различных по скороспелости сортов сои на пониженные температуры в начальные периоды роста // С.-х. биология.– 1982.– Т.17, №5.– С.673-678.
6. *Стрибуль Т.Ф., Тымчук Н.Ф.* Влияние низкотемпературных воздействий на всхожесть и продуктивные свойства семян сои // Пробл. криобиологии.– 1992.– №4.– С. 42-45.
7. *Стрибуль Т.Ф.* Применение экспоненциальных режимов охлаждения при криоконсервировании биообъектов // Криобиология.– 1986.– №3.– С. 48-49.
8. *Строна В.И., Сорокин С.Н., Шраго М.И.* Теория и практика предпосевного использования кріопротекторов для повышения надежности культуры озимой пшеницы // Теория и практика предпосевной обработки семян.– Киев: Урожай.– 1984.– С.71-77.
9. *Тихонова В.Л.* Стратегия мобилизации и сохранения генофонда редких и исчезающих видов растений // Консервация генетических ресурсов.– Пушино, 1985.– С. 36.
10. *Шевченко Н.О., Стрибуль Т.Ф., Жмурко В.В., Кобизева Л.М.* Вплив пониженої температури і кріопротекторів на

PEO-400 and PEO-1500 reduce those indices, which increased in Podilska-1 ones under PEO-400 and PEO-1500 effect, but PD decreases them.

In the second variant there were used the lower concentrations of cryoprotectants (7 and 15%), manifested the lower toxic effect on seeds and showed the higher cryoprotective effect. As for the time of seeds exposure with cryoprotectants one can note that by 25 min the seeds are getting over-moistened, and the reduction of a sprouting energy and germinating capacity indices in the control for the moistened frozen seeds testifies to this fact.

Conclusions

The use of cryoprotectants when freezing soybean seeds promoted not only to the keeping of primary seeds qualities, but also stimulated the latter. An increase of a sprouting energy and germinating capacity of soybean seeds depends upon the treatment conditions with cryoprotectants and cooling, and testify to the possibility of the augmentation of the adaptation potential for soy culture.

The results of our investigations have demonstrated that Soyer 2-95 and Podilska-1 soybean seeds were different in their response to the effect of lowered and low temperatures. We suppose that this fact is related to the genotype differences in soy species.

References

1. *Bondarenko S.A., Stribul T.F., Olejnik S.T.* Effect of pre-planting treatment of tomato seeds with low temperatures and cryoprotectant on germination, plants development and their productivity // Cold stability of agricultural plants.– Kharkov, 1991.– P.3-11.
2. *Molodkin V.Yu.* Seeds preservation methods for cultural plants under low and ultra-low temperatures: Author's abstract of thesis for Candidates degree obtaining (agricultural sciences).– Leningrad, 1987.– 18p.
3. *Popov A.S.* Seeds and meristema preservation of plants with a deep freezing // Gene resources preservation.– Puschino, 1983.– P.14.
4. *Seeds and planting material* of agricultural plants.– Moscow: Publishing House of Standards.– 1977.– 400p.
5. *Sichkar V.I., Beversdorf V.D.* Reaction of different fast-ripening soy species on a temperature decrease at initial growth periods // S.-kh. biologiya.– 1982.– Vol.17, N5.– P. 673-678.
6. *Stribul T.F., Tymchuk N.F.* Low temperature effects on germination and productive properties of soybean seeds// Problems of Cryobiology.– 1992.– N4.– P.42-45.
7. *Stribul T.F.* Application of exponential cooling regimens during bioobjects cryopreservation // Problems of Cryobiology.– 1986.– N3.– P. 48-49.
8. *Strona V.I., Sorokin S.N., Shrago M.J.* Theory and practice of pre-seeding seeds treatment.– Kiev: Urozhaj.– 1984.– P. 71-77.
9. *Tikhonova V.L.* Strategy for mobilization and preservation of gene fund of rare and disappearing plant species // Gene resources preservation.– Puschino, 1985.– P.36.

схожість та енергію проростання насіння сої // Пробл. криобіології.– 2002.– №4.– С. 86-91.

11. *Шраго М.И., Мазалова И.В., Мазалов В.К.* Повышение урожайности сельскохозяйственных культур путем предпосевной обработки семян ПЕО // Зимостойкость сельскохозяйственных растений.– Харьков, 1991.– С. 165-172.
12. А.с. 1178342. МКИ⁴. Средство для предпосевной обработки семян / Н.С. Пушкаръ, И.В. Мазалова, В.К. Мазалов, П.А. Пустовойт, С.Г. Белицкий. Заявлено 28.12.83. Опубл. 15.09.85. БИ. 1985, №34.– С. 10.

Надійшла 10.12.2002

10. *Shevchenko N.O., Strybul T.F., Zhmurko V.V., Kobzyeva L.M.* Effect of reduced temperature and cryoprotectants on the germinating capacity and sprouting energy of soy beans // Problems of Cryobiology.– 2002.– N4.– P.86-91.

11. *Shrago M.I., Mazalova I.V., Mazalov V.K.* Increasing the crops rate for agricultural plants using pre-planting treatment of seeds by PEO // Cold-stability of agricultural plants.– Kharkov, 1991.- P. 165-172.

12. *The Author's certificate 1178342. Int. Cl⁴* The preparation for pre-planting treatment of seeds/ Pushkar N.S., Mazalova I.V., Mazalov V.K., Pustovojt P.A., Belitsky S.G. Accepted in 28.12.83. Published in 15.09.85.- 1985, N34.- P.10.

Accepted in 10.12.2002