

Вплив зниженої температури і кріопротекторів на схожість та енергію проростання насіння сої

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

¹Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, м. Харків

²Харківський Національний університет ім. В.Н. Каразіна

³Національний центр генетичних ресурсів рослин України, м. Харків

Effect of Reduced Temperature and Cryoprotectants on Germinating Capacity and Sprouting Energy of Soy Beans

SHEVCHENKO N.O.¹, ZHMURKO V.V.², STRYBUL T.F.¹, 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 Centre for Genetic Resources of Plants of Ukraine, Kharkov

Досліджено вплив обробки насіння сої за низьких позитивних (8°C) температур кріопротекторами пропандіол (ПД), ПЕО-400 і ПЕО-1500 в концентраціях 1; 7 і 15% на енергію проростання та схожість. Результати свідчать, що після дії зниженої температури енергія проростання та схожість насіння сої сорту Соєр 2-95 підвищувалась під впливом 7%-го ПД, 7- і 15%-го ПЕО-400, а сорту Подільська-1 під впливом 15- і 7%-го ПД, 15%-го ПЕО-400. Кріопротектор ПЕО-1500 в більшості випадків на обох сортах проявляє інгібуючий ефект.

Исследовано влияние обработки семян сои при низких положительных (8°C) температурах кріопротекторами пропандиол, ПЭО-400 и ПЭО-1500 в концентрациях 1; 7 и 15%. Результаты свидетельствуют, что после действия пониженной температуры энергия проростания и всхожесть семян сои сорта Соєр 2-95 повышалась под влиянием 7%-го ПД, 7- и 15%-го ПЭО-400, а сорта Подольская-1 под влиянием 15- и 7%-го ПД, 15%-го ПЭО-400. Кріопротектор ПЭО-1500 в большинстве случаев на обоих сортах проявлял ингибирующий эффект.

Authors investigated the effect of soy seeds treatment on a sprouting energy and germinating capacity under low positive temperatures (8°C) with propane diol (PD) cryoprotectants PEO-400 and PEO-1500. The results testify that after the effect of reduced temperature the springing energy and soy seeds sprouting for Soyer 2-95 variety increased under the effect of 7% PD, and of 7- and 15% PEO-400, and for Podilska-1 variety increased under the effect of 15- and 7% PD, and of 15% PEO-400. In the majority of cases PEO-1500 cryoprotectant manifested an inhibiting effect in both varieties.

Соя – сільськогосподарська культура, яка має значну харчову та кормову цінність. Її зерно містить понад 30% білка та до 20-25% масла. Білок збалансований за амінокислотним складом. Однак соя – теплолюбна культура, розширення площ її вирощування в агроекологічних зонах України стримується, а в центральних і північних регіонах землеробства сучасні високопродуктивні сорти сої досягають пізно, що зумовлює недобір урожаю. Тому одним із шляхів, який сприятиме розширенню посівів цієї культури та дозволить одержувати високі врожаї, є сівба в більш ранні строки. Але при цьому слід застосовувати методи, які б забезпечили проростання насіння за зниженої температури, зокрема метод обробки насіння кріопротекторами [7].

Довгий час вважалося, що здатність змінювати терморезистентність властива тільки рослинам помірного клімату [4]. Однак було виявлено, що і теплолюбні культури здатні до загартування [2]. Причому стійкість рослин до несприятливих умов формується під впливом не одного, а декількох факторів [3], серед яких найбільший вплив на рослини має температура.

Soy is an agriculture plant, with a high food and fodder value. Its seed contains more than 30% of protein and up to 20-25% of oil. The protein is balanced as for amino acid content. However soy is a heat-requiring plant, and expanding the areas of its growing in agroecological zones of Ukraine is limited, as well as in central and southern agricultural regions the up-to-date highly-productive soy varieties are getting ripe late, stipulating the lack of crops. That is why planting at earlier terms is one of the ways, promoting the expanding of this culture planting and which will give the possibility of good crops. Nevertheless one should use the methods to provide the seeds sprouting under a reduced temperature, in particular, the method for seeds treatment with cryoprotectants [7].

For a long time it has been considered that the capability to change thermoresistance is the peculiarity only for the moderate climate plants [4]. However it was revealed that heat-requiring cultures as well were capable of chilling [2]. Thereat the plants' stability to unfavourable conditions is formed under the effect of a few factors [3], among which the temperature has the most influence.

As it was mentioned [1], cooling of tomato seeds

У [1] було зазначено, що охолодження насіння томатів до -70°C викликає стимуляцію інтенсивності як їх початкового росту, так і врожайності. Обробка насіння розчинами кріопротектора ПЕО-1500 сприяла кращому, порівняно з контролем, виживанню насіння. Покращені біометричні показники і приживання розсади томатів, а також підвищення їх стійкості до несприятливих факторів середовища досягнуті за допомогою кріопротекторів і кріообробки.

У цілому дані про холодову адаптацію теплолюбних культур не численні [6]. Холодостійкість сої вивчалась переважно на етапі проростання насіння на фенотиповому рівні з метою виділення холодостійких сортів. Щодо розробки шляхів підвищення здатності насіння сої проростати за зниженої температури, то це питання майже не досліджене. У зв'язку з цим метою наших дослідів було вивчення впливу низької температури та кріопротекторів на енергію проростання та схожість насіння сої.

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

Використовували кріопротектори ПД, ПЕО-400 та ПЕО-1500. Для приготування їх розчинів застосовували чисту, профільтровану побутову воду.

Пророщування насіння сої та визначення енергії проростання і схожості проводили згідно з ГОСТ 2240-93 [5].

У дослідженні використовували сухе насіння, насіння оброблене водою та розчинами кріопротекторів (1; 7; 15%) при кімнатній температурі протягом 60 хв (незагартоване насіння). Для вивчення впливу кріопротекторів за дії знижених температур оброблене насіння витримували при 8°C протягом 48 год (загартоване насіння), після чого пророщували при 23°C . В обох випадках контролем було сухе та зволене насіння. Дослід проводили 4 рази. У роботі представлені середні дані та стандартна похибка.

Результати дослідів показали, що сухе і зволене (контрольне) насіння сорту Соєр 2-95 має нижчу енергію проростання і схожість, ніж сорту Подільська-1, як при дії 23°C , так і 8°C (табл. 1).

Вірогідно, що це може бути пов'язане з різною швидкістю поглинання води насінням досліджених сортів. Від неї залежать ступінь активації фізіолого-біохімічних і ростових процесів, а також енергія проростання та схожість. Крім

down to -70°C caused the intensity stimulation both of their initial growth and a good crop capacity. Seeds' treatment with PEO-1500 cryoprotective solutions promoted better seeds viability comparing to the control. The improved biometrical indices and the rooting of tomato seedlings, as well as an enhancing their stability to unfavorable environmental factors have been achieved due to the use of cryoprotectants and cryotreatment.

In general, the data about cold adaptation for heat-requiring plants are not numerous [6]. Soy cold resistance was predominantly investigated at the stage of seeds sprouting at a phenotype level aimed to the isolation of cold-resistant varieties. As for the elaboration of the ways for improvement of soy seeds' capability of springing under a reduced temperature, this question has not been investigated yet. In this connection our experiments were aimed to study low temperatures and cryoprotectants effect on a germination and sprouting energy of soy seeds.

Soy varieties, being the national standards, such as Soyer 2-95 (the early sort) and Podilska-1 (the late one), were the objects of our investigations. We used PD, PEO-400 and PEO-1500 cryoprotectants. To prepare the cryoprotectant solution we used a pure, filtered water.

Sprouting of soy seeds, as well as evaluation of a sprouting and springing energy were accomplished according to the State Standard N2240-93 [5].

In the study there were used dry seeds, the ones, treated with water and cryoprotectants solutions (1, 7, 15%) under room temperature during 60 min. To reveal a cryoprotectants' effect under low temperatures the seeds treated were kept under 8°C during 48 hrs

Таблиця 1. Вплив пониженої температури на енергію проростання та схожість сої.

Table 1. Effect of the reduced temperature on a soy sprouting energy and germinating capacity.

Сорт Variety	Енергія проростання, % Sprouting energy, %		Схожість, % Germinating capacity, %	
	Температура витримки перед пророщуванням, $^{\circ}\text{C}$ Temperature of exposure prior the sprouting, $^{\circ}\text{C}$			
	23	8	23	8
Сухе (контрольне) насіння Dry (control) seeds				
Соєр 2-95 Soyer 2-95	11,50 \pm 1,91	33,55 \pm 1,91	32,50 \pm 1,36	52,00 \pm 2,89
Подільська-1 Podilska-1	28,50 \pm 2,52	48,50 \pm 2,52	56,00 \pm 4,48	76,00 \pm 2,80
Зволене (контрольне) насіння Moistened (control) seeds				
Соєр 2-95 Soyer 2-95	12,50 \pm 1,74	26,00 \pm 1,20	43,00 \pm 1,29	54,50 \pm 2,37
Подільська-1 Podilska-1	20,00 \pm 1,74	44,00 \pm 3,66	51,00 \pm 4,76	74,00 \pm 4,93

того, швидкість поглинання води зумовлює ступінь проникнення кріопротекторів у насіння.

Результати показали, що швидкість поглинання води насінням сорту Соєр 2-95 була значно нижчою, ніж сорту Подільська-1. При цьому протягом 15 хв від початку намочування насіння сорту Соєр 2-95 поглинає 2% вологи, за наступні 10 хв – близько 4%, а протягом 35 хв поглинання вологи припиняється. Насіння сорту Подільська-1 в перші 15 хв поглинає 6% вологи. У подальшому через 10 і 35 хв ця різниця між сортами за швидкістю набухання зберігається.

Отже, досліджувані сорти насіння відрізняються за швидкістю та характером динаміки поглинання вологи. Насіння сорту Подільська-1 з більшою інтенсивністю, триваліший час і більше поглинає вологи, ніж сорту Соєр 2-95.

Показники енергії проростання і схожості насіння визначали за оптимальних і знижених температур.

Результати показали, що енергія проростання сухого насіння і зволоженого водою сорту Соєр 2-95 (табл. 2) в контрольних варіантах за оптимальних температурних умов була майже однаковою. Під впливом кріопротекторів енергія проростання підвищувалася в порівнянні з контрольними варіантами. Однак ступінь її підвищення залежав від кріопротектора та його концентрації. Так, під впливом ПД енергія проростання істотно підвищу-

(tempered seeds), then it was sprouted at 23°C. In both cases dry and moistened seeds served as the control. The experiment was done four times. There have been presented the mean values and standard error.

The results of investigation have demonstrated, that dry and moistened seeds of Soyer 2-95 variety have lower sprouting energy and germinating capacity, than Podilska-1, both under the effect of 23°C and 8°C (Table 1).

It is probable because of the different rate of water absorption by seeds of the varieties studied. The activation degree of physiologic, biochemical and growth processes, as well as sprouting energy and germination capacity depend on this value. In addition, the rate of water absorption stipulates the level of cryoprotectants permeability inside seeds.

The results showed that the rate of water absorption by Soyer 2-95 seeds was significantly lower than Podilska-1 rate. Thereat during 15 min starting from the beginning of moistening the Soyer 2-95 variety adsorbs 2% of water, during 10 min after this index made about 4%, and in 35 min the water absorption had stopped. Podilska-1 seeds adsorbed 6% of moist during the first 15 min. Afterwards in 10 and 35 min the difference in the varieties on a swelling rate has remained.

Thus, the seeds varieties under study differ by the rate and a dynamics character of water absorption, in Podilska-1 seeds this index is more intensive, adsorbs water

for longer time and in a higher extent, than Soyer 2-95.

The indices of sprouting energy and seeds germination capacity were evaluated under optimum and reduced temperatures.

The results have shown that a sprouting energy of dry and moistened Soyer 2-95 seeds (Table 2) in the control samples under optimum temperature conditions was nearly the same. Under cryoprotectants effect the sprouting energy increased comparing to the control variants. However extent of its rise depended on the cryoprotectant and its concentration. Under PD effect the sprouting energy significantly increased under 7% concentration comparing to the control samples. Under all the concentrations used the PEO-400 considerably increased the sprou-

Таблиця 2. Вплив кріопротекторів на енергію проростання і схожість насіння сої сорту Соєр 2-95 за оптимальної і зниженої температури

Table 2. Effect of cryoprotectants on the sprouting energy and germinating capacity for Soyer 2-95 soy seeds under the optimum and reduced temperature

Варіант досліду Variant of experiment		Енергія проростання насіння, % Seeds' sprouting energy, %		Схожість насіння, % Seeds' germinating capacity	
		загартованого tempered	незагартованого non-tempered	загартованого tempered	незагартованого non-tempered
Сухе контрольне Dry control		11,5±1,91	33,55±1,91	32,50±1,36	52,00±2,89
Зволожено контрольне Moistened control		12,5±1,74	26,00±1,20	43,00±1,29	54,50±2,37
ПД, % PD, %	1	17,00±0,70	33,00±1,41	38,00±1,24	55,00±2,24
	7	21,50±1,00	37,00±1,15	45,00±3,46	66,75±3,20
	15	13,00±1,46	34,00±2,73	32,00±3,27	51,50±3,97
PEO-400, % PEO-400, %	1	17,00±2,00	34,50±2,00	49,00±1,43	58,50±3,17
	7	24,50±3,00	33,50±1,91	42,00±1,63	57,00±3,46
	15	19,50±1,90	39,00±3,36	50,50±3,52	59,50±2,13
PEO-1500, % PEO-1500, %	1	23,00±1,03	23,00±2,81	55,00±3,64	52,50±2,21
	7	20,50±1,19	22,50±1,91	41,50±2,15	43,50±1,36
	15	14,00±1,93	17,00±1,87	50,00±2,70	41,00±2,06

валася за 1- та 7%-у концентрації у порівнянні з енергією проростання в контрольних варіантах. У всіх застосованих концентраціях ПЕО-400 істотно підвищував енергію проростання, порівняно з контрольними варіантами (табл.2). При дії ПЕО-1500 ефективними виявилися концентрації 1- та 7%-ні, а в концентрації 15% цей кріопротектор пригнічував енергію проростання. Отже, при оптимальних температурних умовах найбільший ефект проявляли 7%-й ПД і ПЕО-400, і 1%-й ПЕО-1500 (табл.2).

Після витримки при знижених температурах насіння сорту Соєр 2-95, незалежно від варіанту дослідження, мало вищу енергію проростання, ніж насіння, витримане при оптимальних температурах. При цьому в контрольних варіантах сухому насінню властива істотно вища енергія проростання, ніж зволоженому (табл.2).

Енергія проростання сорту Подільська-1 за оптимальної температури сухого насіння була вищою, ніж зволоженого (табл. 3). Кріопротектори неоднаково впливали на енергію проростання незагартованого насіння (табл. 3). Так, під впливом ПД в усіх концентраціях вона істотно підвищувалась у порівнянні з енергією проростання в обох контролях. При цьому енергія проростання підвищувалась по мірі зростання концентрації кріопротектора від 1 до 7 і 15%. ПЕО-400 в концентрації 7 і 15% обумовив істотне підвищення енергії проростання. Кріопротектор ПЕО-1500 виявився найменш ефективним. Лише в концентрації 1% він стимулював енергію проростання.

Деяко інакше діяли кріопротектори на енергію проростання насіння сорту Подільська-1, яке обробляли низькою позитивною температурою (табл. 3). За дії ПД і ПЕО-400 в усіх концентраціях енергія проростання була вищою, ніж в контрольних варіантах. Причому 15%-на його концентрація обумовлює найвищий рівень цього показника серед усіх інших варіантів. ПЕО-1500 пригнічував енергію проростання в концентрації 1 та 7% у порівнянні з нею у сухого та зволоженого насіння,

Таблиця 3. Вплив кріопротекторів на енергію проростання і схожість насіння сої сорту Подільська-1 за оптимальної і зниженої температури

Table 3. Effect of cryoprotectants on the sprouting energy and germinating capacity for Podiliska-1 soy seeds under the optimum and reduced temperature

Варіант дослідження Variant of experiment		Енергія проростання насіння, % Seeds' sprouting energy, %		Схожість насіння, % Seeds' germinating capacity, %	
		загартованого tempered	незагартованого non-tempered	загартованого tempered	незагартованого non-tempered
Сухе контрольне Dry control		28,50±2,52	48,50±2,52	56,00±4,48	76,00±2,80
Зволожене контрольне Moistened control		20,00±1,74	44,00±3,66	51,00±4,76	74,00±4,93
ПД, % PD, %	1	36,00±1,41	63,00±1,41	59,00±4,16	74,00±1,15
	7	41,00±3,83	61,00±2,87	61,00±2,58	75,50±4,12
	15	46,00±2,31	66,50±1,91	57,50±3,00	77,00±3,83
ПЕО-400, % PEO-400, %	1	26,00±1,27	53,50±2,00	58,00±1,27	63,00±2,00
	7	41,00±3,83	57,00±1,91	62,00±1,63	68,50±2,52
	15	59,50±2,52	64,50±4,12	68,00±1,63	75,50±3,42
ПЕО-1500, % PEO-1500, %	1	38,00±2,93	32,00±2,27	67,00±3,83	44,00±3,27
	7	28,75±2,32	36,50±4,91	49,50±1,59	51,00±1,15
	15	22,50±1,91	48,50±2,26	52,00±3,27	76,50±3,06

ting energy in comparison with the control values (Table 2). Under the effect of PEO-1500 1 and 5% concentrations occurred to be efficient, but in 15% concentration this cryoprotectant suppressed the sprouting energy. Thus under the optimum temperature conditions the best effect was manifested by PD and PEO-400 in 7% concentration, but the best concentration for PEO-1500 was 1% (Table 2).

Under reduced temperatures, in spite of the experiment variant the Soyer 2-95 seeds had a higher sprouting energy, comparing to the seeds maintained under the optimum temperatures. In the control variant dry seeds possessed a significantly higher sprouting energy, than in the moistened ones (Table 2).

Sprouting energy for Podiliska-1 variety was higher under the optimum temperature of dry seeds, than the moistened ones (Table 3). Cryoprotectants affected the sprouting energy of non-tempered seeds in a different way (Table 3). Under PD effect under all the concentrations this index significantly increased in comparison with both controls. Sprouting energy increased with the concentration rise of the cryoprotectant: 1 to 7, and 15% PEO-400 of 7 and 15% concentration stipulated a considerable rise in a sprouting energy. PEO-1500 occurred to be the least efficient. Only in 1% concentration PEO-1500

а в концентрації 15% залишав її на рівні контролю.

Схожість насіння сої також залежить від дії кріопротекторів. Аналіз впливу кріопротекторів на схожість насіння сорту Соєр 2-95 за оптимальних температур показує, що порівняно з контрольним зволуженим насінням вона зростає при дії ПД в 7%-й концентрації, при дії ПЕО-400 – в 1- та 15%-й, ПЕО-1500 – в 1- та 15%-й концентраціях (табл. 2).

Щодо впливу кріопротекторів на схожість насіння сорту Соєр 2-95 при знижених температурах, то істотно вищою в порівнянні з обома контролями вона була при дії ПД в 7%-й концентрації, ПЕО-400 в усіх застосованих концентраціях. ПЕО-1500, навпаки, пригнічував схожість за всіх концентрацій (табл. 2).

У насіння сорту Подільська-1 при оптимальних температурах ПД і ПЕО-400 зумовили підвищення схожості в усіх застосованих концентраціях, при цьому ПД найбільшою мірою в 7%-й, а ПЕО-400 – в 15%-й концентрації. ПЕО-1500 підвищив схожість лише в 1%-й концентрації, а в 7- та 15%-й знижував її (табл. 3).

В умовах зниженої температури схожість насіння сорту Подільська-1 залежала від його зволоженості: сухе насіння мало вищий показник схожості, ніж вологе. Що стосується впливу кріопротекторів, то майже всі досліджувані сполуки за окремих випробуваних концентрацій або не змінювали схожість (ПД; ПЕО-400; ПЕО-1500 – 15%), або знижували її в порівнянні зі схожістю в обох контрольних варіантах.

Отримані дані свідчать, що ПД і ПЕО-400 виявляють стимулюючу, а ПЕО-1500 – пригнічуючу дію на посівні якості насіння сої. Це можна пояснити тим, що ПД і ПЕО-400, проникаючи в клітину і оптимізуючи осмотичні процеси в протоплазмі, обумовлюють стабілізацію внутрішньої структури клітини, а це підтримує процеси її життєдіяльності на оптимальному рівні в умовах дії стрес-факторів і, зокрема, пониженої температури. Це проявляється в тому, що дані кріопротектори спричиняють стимулюючу дію на насіння сої як за оптимальної (23°C), так і за зниженої (8°C) температури, підвищуючи енергію проростання та схожість – як інтегральних показників рівня його життєдіяльності. Факт підвищення цих показників за зниженої, тобто несприятливої для сої температури, дає підставу припустити, що кріопротектори здатні розширювати адаптивні можливості сої.

ПЕО-1500, не проникаючи в клітину, спричиняє осмотичний шок, тобто проявляє свою токсичність саме при низьких позитивних (8°C) температурах, особливо у високих концентраціях і при тривалій експозиції. Це приводить до зниження енергії проростання та схожості.

stimulated the sprouting energy.

Sprouting energy in Podilska-1 seeds, treated with a low positive temperature (Table 3), was affected by cryoprotectants in a different way. Under the effect of PD and PEO-400 of all the concentrations a sprouting energy was higher, than in the control variants. Its 15% concentration had stipulated the highest level of this index among all the others. PEO-400 suppressed the sprouting energy in 1 and 7% concentrations in comparison with dry and moistened seeds, and in 15% concentration it remained at the control level.

Soy seeds germinating capacity also depends on the effect of cryoprotectants. The analysis of cryoprotectants' effect on Soyer 2-59 seeds' germinating capacity under the optimum temperatures demonstrates that comparing to the control moistened seeds this value increases under PD effect of 7% concentration, PEO-400 of 1% and 15%, PEO-1500 in 1- and 15% concentrations (Table 2).

As for the effect of cryoprotectants on Soyer 2-95 seeds germination capacity under reduced temperatures, comparing to both controls it was the highest under the effect of PD in 7% concentration, PEO-400: for all the concentrations used. In contrast, PEO-1500 suppressed the germinating capacity under all the concentrations (Table 2).

Under optimum temperatures PD and PEO-400 stipulated the germinating capacity of Podilska-1 seeds in all the concentrations, thereat the best effect was found when using PD in 7% concentration, and PEO-400 in 15% concentration. PEO-1500 increased the germinating capacity only in 1% concentration, but the use of 7- and 15% concentrations caused its decrease (Table 3).

Under the conditions of reduced temperature the germinating capacity of Podilska-1 seeds depended on the moisture rate: the dry seeds showed a higher germination index, than the moistened ones. As for the effect of cryoprotectants, nearly all the substances under study under certain concentrations tested did not change the germination capacity (PD; PEO-400, PEO-1500-15%) or reduced it comparing to the germination capacity in both control variants.

Thus, the data obtained testify that PD and PEO-400 manifest a stimulating effect, and PEO-1500 does a suppressing action on sowing characteristics of soy seeds. It can be explained by the fact that PD and PEO-400, penetrating inside a cell and optimising the osmotic processes in protoplasm, stipulate the stabilisation of internal cell structure and due to this fact maintain the process of its vital activity at the optimum level under the conditions of stress-factors and, in particular, a reduced temperature. This is manifested in the fact that the cryoprotectants used show a stimulating effect on soy seeds both under the optimum temperature (23°C) and the reduced one (8°C), increasing the sprouting

У результаті виконаної роботи слід зробити такі висновки.

1. За умови 60-хвилинного намочування схожість та енергія проростання насіння сорту Соєр 2-95 нижчі, ніж сорту Подільська-1.

2. Швидкість поглинання води насінням сорту Соєр 2-95 значно менша, ніж Подільської-1. Це і зумовлює зниження показників енергії проростання та схожості.

3. Кріопротектори ПД і ПЕО-400 на фоні зниженої температури підвищують енергію проростання та схожість обох сортів, а ПЕО-1500 проявляє інгібуєчий ефект.

4. При оптимальній температурі кріопротектори в досліджених концентраціях не виявляють токсичної дії, а проявляють стимулюючий ефект.

Література

1. Бондаренко С.А., Стрибуль Т.Ф., Олейник С.Т. Влияние предпосевной обработки семян томатов низкими температурами и криопротекторами на всхожесть семян, развитие растений и их продуктивность // Зимостойкость сельскохозяйственных растений.– Харьков, 1991.– С. 3-11.
2. Иванов С.М. Отношение яровых культур к весенним заморозкам // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции.– 1935.– Сер.3.– №6.– С. 199-203.
3. Курец В.К., Попов Э.Г. Моделирование продуктивности и холодоустойчивости растений. – Л., 1979.– 160 с.
4. Максимов Н.А. Избранные труды по засухоустойчивости и зимостойкости растений. Т.2. Зимостойкость растений.– М., 1952.– 295 с.
5. Семена и посадочный материал сельскохозяйственных культур.– М.: Изд-во стандартов.– 1977.– 400 с.
6. Титов А.Ф., Дроздов С.Н. и др. Исследование реакции растений сои на действие температуры. Границы температурных зон // Физиология растений.– 1987.– Т. 34, Вып. 2.– С. 350-355.
7. А.с. 1178342. Способы предпосевной обработки семян / Н.С. Пушкар, И.В. Мазалова, В.К. Мазалов и др. Заявл. 28.12.83. № 3682545/30. Публ. 15.09.85. БИ.– №34.– С. 10.

Надійшла 30.04.2002

energy and germinating capacity as integral indices of the level of its vital activity. The fact of increasing these indices under a reduced temperature, i.e. unfavourable for soy, allows us to suppose that cryoprotectants are capable of the widening of soy adaptive capabilities.

PEO-1500, not penetrating inside a cell, causes an osmotic shock, i.e. manifests its toxicity directly under low positive temperatures (8C), especially under high concentrations and during long-term exposure. This fact results in a decrease of the sprouting energy and germinating capacity.

As the result of the conducted investigations the we can conclude the following:

1. At the 60 min moisturing the germinating capacity and sprouting energy of Soyer 2-95 variety are less than that for Podiliska-1 variety.

2. The rate of water absorption by Soyer-2-95 seeds is significantly lower than Podiliska-1 rate. This is the precondition of decreasing in indices of germinating capacity and sprouting energy.

3. PD and PEO-400 cryoprotectants increases the germinating capacity and sprouting energy of both of varieties at the low temperatures, and PEO-1500 does the inhibition effect.

4. At the optimal temperatures the cryoprotectants in the studied concentrations did not reveal a toxic effect, and did the stimulation effect.

References

1. Bondarenko S.A., Strybul T.F., Olejnik S.T. Effect of pre-sowing treatment of tomato seeds with low temperatures and cryoprotectants on seeds' springing, plant development and their productivity.– Kharkov.– 1991.– P. 3-11.
2. Ivanov S.M. Resistance of spring crops to late frosts // Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii.– 1935.– Series 3, N6.– P. 199-2303.
3. Kurets V. K., Popov E.G. Productivity modelling and cold resistance of plants.– Leningrad, 1979.– 160 p.
4. Maksimov N.A. Selected works on drought- and cold-resistance of plants. Vol. 2. Cold-Resistance of Plants.– Moscow, 1952.– 295 p.
5. Seeds and Planting material for Agriculture.– Moscow: Publishing of Standards.– 1977.– 400 p.
6. Titov A.F., Drozdov S.N. et al. Investigation of soy plant response to a temperature effect. Limits of temperature zones // Fiziologiya rasteniy.– 1987, Vol. 34, Issue 2.– P. 350-355.
7. Author's Certificate N 1178342. The ways for pre-planting treatment of seeds/ Pushkar N.S., Mazalova I.V., Mazalov V.K. et al. Filed in 28.12.83 N3682545/30, Published 15.09.85., Bulletin of Invents.- N34.– P. 10.

Accepted in 30.04.2002