

УДК 631.527.528.62:633.854.54

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ МУТАГЕНОВ НА РАСТЕНИЯ *LINUM HUMILE* MILL. В ПОКОЛЕНИИ M₁

Тигова А.В., Сорока А.И.

*Институт масличных культур НААН
69063, Украина, Запорожская область, Запорожский район, пос. Солнечный
ул. Институтская, 1*

anna.tigova@gmail.com

Изучено влияние новых химических мутагенов, производных диметилсульфата, в концентрациях 0,5 и 0,05% на всхожесть, выживаемость, рост и развитие растений льна в поколении M₁ у сортов Айсберг и Солнечный. Показано, что действие мутагенов на изученные признаки оказывало как ингибирующее, так и стимулирующее воздействие. Изменений, связанных с хлорофилльной недостаточностью, в первом мутантном поколении отмечено не было.

Ключевые слова: лен, мутагенез, поколение M₁, химический мутаген, этилметансульфонат, диметилсульфат, морфометрический признак.

Тігова А.В., Сорока А.І. ВПЛИВ НОВИХ ХІМІЧНИХ МУТАГЕНІВ НА РОСЛИНИ *LINUM HUMILE* MILL. У ПОКОЛІННІ M₁ / Інститут олійних культур НААН, 69063, Україна, Запорізька область, Запорізький район, с-ще Сонячне, вул. Інститутська, 1.

Вивчено вплив нових хімічних мутагенів, похідних диметилсульфату, у концентраціях 0,5 і 0,05% на схожість, виживання, ріст і розвиток рослин льону в поколінні M₁ у сортів Айсберг і Сонячний. Показано, що вплив мутагенів на вивчені ознаки виявляє інгібуючу, а також стимулюючу дію. Змін, пов'язаних із хлорофільною недостатністю, у першому мутантному поколінні відмічено не було.

Ключові слова: льон, мутагенез, покоління M₁, хімічний мутаген, етилметансульфонат, диметилсульфат, морфометрична ознака.

Tigova A.V., Soroka A.I. INFLUENCE OF NEW CHEMICAL MUTAGENS ON PLANTS OF *LINUM HUMILE* MILL. IN M₁ GENERATION / Institute of Oil Crops NAAS, 69063, Ukraine, Zaporozhye, Settl. Solnechnyy, Institutshaya Str., 1

In the world farming flax occupies one of the important positions. However, most of flax varieties were developed using classical methods of breeding. In this respect the questions on the development of new ways for expanding genetic variability of this crop require constant attention of scientists.

One of the ways to increase genetic diversity in agricultural practice is the method of induced mutagenesis. An important issue in studies on induced mutagenesis is the choice of mutagen and its effective dose because the frequency of mutations and their spectrum depend not only on the nature of the mutagen itself but on the doses applied, as well as on the exposition.

In addition, the search is conducted for new mutagens with reduced damaging effect at the same level of mutability, and the study of the modifying factors that can reduce the depressive effects of mutagenic treatment.

The objective of our work was to identify various characteristic features of the treatment with several chemical mutagens, depending on their concentration, on the different traits of flax plants in the M₁ generation.

Two varieties of oil flax *Linum humile* Mill., – Iceberg and Solnechnyy, were used as the initial material. In each case 300 seeds were treated. Seeds were soaked in 0.05 and 0.5% aqueous solutions of the following mutagens: DG-2, DG-6, DG-7, DG-9, DMS, and EMS. Mutagens of DG series are the derivatives of Dimethyl sulfate (DMS) – a chemical mutagen which belongs to the group of alkylating agents. Ethyl methanesulfonate (EMS) – a super mutagen that is often used in works on induced mutagenesis and which usually causes alkylation of the seventh nitrogen atom of guanine.

In the control seeds of the respective varieties of flax were soaked in distilled water. The exposure of mutagen and water treatment amounted to 16 hours. After the treatment the seeds were washed during one hour under running tap water and sown on the same day into the soil.

To analyze the effect of the mutagen in M₁ generation such traits were examined as seed germination, plant survival, duration of «shoot-blooming» period, plant height, the number of lateral shoots on the main stem, and the number of bolls per plant.

Mutagens DG-2, DG-6, DG-7, DG-9, DMS, and EMS at the concentrations of 0.5 and 0.05% had a significant effect on the expression of many morphological traits of flax plants in M₁ generation. The shift in the manifestation of the traits studied depended on the variety and the mutagen.

Mutagens DG-6, 7-DG, DG-9 and EMS at the concentration of 0.5% , and EMS and DMS at the concentration of 0.05% significantly influenced seed germination in the Solnechny variety. As for the Iceberg variety, the use of DG-2 DG-6, 7-DG, and EMS mutagens at the concentration of 0.5% resulted in the significant difference from the control for this trait.

Period of «shoot-blooming» in Solnechny variety was significantly affected by DG-6 mutagen at the concentration of 0.5%.

The stimulating effect on «plant height» was observed for mutagens DG-6, DG-7, DG-9, and EMS at the concentration of 0,05% , and the inhibitory effect for mutagens DG-2, DG-7, DG-9, and EMS at the concentration of 0.5% and DMS at the concentration of 0.05%.

Significant differences were also detected for such trait as number of bolls per plant. In most treatments the stimulatory effect of mutagens was observed, as evidenced by statistically significant differences.

Mutagen DMS in the concentration of 0.5% caused the death of 100% plants derived from the treated seeds.

Change in the number of morphometric parameters in M_1 generation after the treatment of flax seeds with different mutagens involves obtaining a high frequency and a wide range of mutations in the subsequent generations.

Key words: flax, mutagenesis, M_1 generation, ethyl methanesulfonate, dimethyl sulphate, morphometric character.

ВВЕДЕНИЕ

В мировом земледелии лен является одной из важнейших сельскохозяйственных культур. Сегодня данная культура занимает около 3,5 млн га посевных площадей в мире. Основными странами, где его выращивают, являются США (1,36 млн га), Канада (0,812 млн га), Индия (0,930 млн га), Аргентина (0,101 млн га). В последние годы в Украине значительно возрос интерес к данной культуре, расширились посевные площади из-за резкого увеличения спроса на семена льна на международном и внутреннем рынках. В 2015 г. в Украине посеvy льна масличного составляли около 40,3 тыс. гектаров.

В семенах льна содержится 50% и выше высококачественного высыхающего масла и до 23% белка. Благодаря высокому содержанию полиненасыщенных жирных кислот его масло обладает хорошей высыхаемостью с образованием прочной и стойкой пленки. Поэтому краски и лаки, полученные на льняной олифе, являются эталоном долговечности и надежности. Масло льна находит широкое применение в полиграфической, кожевеннообувной, текстильной, электротехнической, пищевой, медицинской, парфюмерной и других отраслях промышленности [1-3].

Большинство сортов льна было создано с помощью классических методов селекции. В связи с этим вопросы по разработке новых способов расширения генетической изменчивости этой культуры нуждаются в постоянном внимании ученых.

Одним из путей расширения генетического разнообразия в сельскохозяйственной практике является метод индуцированного мутагенеза. Мутагенез занимает одно из ведущих мест среди тех приемов, которые с успехом можно использовать для создания новых сортов. Использование метода химического мутагенеза позволяет за короткий срок создавать ценный исходный материал с разнообразными морфологическими и физиологическими признаками, биохимическими показателями, увеличивать частоту и расширять спектр оригинальных мутаций [4]. Важным вопросом в исследованиях по индуцированному мутагенезу является выбор эффективной дозы мутагена, поскольку частота мутаций и их спектр зависят не только от природы самого мутагена, но и от применяемой дозы, а также от экспозиции.

Кроме того, ведется поиск новых мутагенов со сниженным повреждающим действием при том же уровне мутабельности, а также изучение модифицирующих факторов, способных снижать депрессивные последствия обработки мутагенами [5].

Целью нашей работы было выявить особенности действия разных химических мутагенов в зависимости от их концентрации на различные характеристики растений льна в поколении M_1 .

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования по химическому мутагенезу были начаты нами в 2015 году. В качестве материала использовали два сорта льна масличного *Linum humile* Mill. В каждом варианте обрабатывали по 300 семян. Семена в марлевых, свободно завязанных мешочках, замачивали в 0,05 и 0,5% -х водных растворах мутагенов ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9, ДМС, ЭМС. Мутагены ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9 были синтезированы в Институте биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины и любезно предоставлены нам П.Г. Дульневим.

ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7 и ДГ-9 являются производными диметилсульфата. Диметилсульфат (ДМС) – химический мутаген из группы алкилирующих соединений. Этилметансульфонат (ЭМС) – супермутаген, который часто используется в работах по индуцированному мутагенезу в селекционной практике. Обычно при действии ЭМС происходит алкилирование гуанина в положении 7-го атома азота (N-7), который после этого приобретает способность спариваться с тиминном, что приводит к транзиции, вследствие чего и может произойти мутация [6]. Также из литературных данных [7] известно, что ЭМС и ДМС вызывают разрывы хромосом и большинство воссоединений проходит внутрехромосомно, что приводит к образованию большого числа хромосомных инверсий.

В качестве контроля использовали семена соответствующих сортов льна, которые замачивали в дистиллированной воде. Раствор мутагена превышал по объему количество семян в 10 раз. Экспозиция обработки раствором мутагена и дистиллированной водой составляла 16 часов. После обработки семена промывали в течение 1 часа в проточной водопроводной воде, после чего в тот же день высевали в грунт.

Для анализа влияния мутагена на растения в поколении M_1 исследовали такие показатели, как всхожесть семян, выживаемость растений, продолжительность периода «всходы-цветение», а также измеряли высоту растений и подсчитывали количество боковых побегов на главном стебле и количество коробочек на одном растении.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как видно из представленных данных, использованные мутагены существенно повлияли на все изученные признаки растений льна в поколении M_1 (табл. 1, 2).

Всхожесть семян у сорта Солнечный (табл.1) при обработке мутагеном ДГ-6 в концентрации 0,5% составляла 6,6%, в то время как всхожесть семян контроля была на уровне 55,3%, что указывает на высокую эффективность данной концентрации. Также при использовании данной концентрации выявлены существенные отличия от контроля у сорта Солнечный по всхожести семян при обработке мутагенами ДГ-7, ДГ-9 и ЭМС. ЭМС оказался эффективным и в концентрации 0,05%. При обработке мутагеном ДМС в концентрации 0,5% погибло 100% растений, в то время как при обработке этим же мутагеном в концентрации 0,05% всхожесть была довольно высокой и составляла 47%. Что касается сорта Айсберг, то использование концентрации мутагена 0,5% привело к появлению существенных отличий от контроля по признаку всхожести семян при обработке мутагенами ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7 и ЭМС (табл. 1). Например, при обработке мутагеном ДГ-6 в концентрации 0,5% всхожесть его семян составляла 2,3% и, также как и у сорта Солнечный, у сорта Айсберг при обработке мутагеном ДМС в концентрации 0,5%

погибло 100% растений. В целом прослеживается тенденция к снижению данного показателя с увеличением концентрации мутагенов.

Таблица 1 – Влияние обработки химическими мутагенами семян льна на некоторые признаки растений в поколении M_1 (данные за 2015 г.)

Мутаген	Вариант обработки	Всхожесть семян, %	Выживаемость растений, %	Период «всходы-цветение», дн.
сорт Солнечный				
Контроль	-	55,3±2,49	82,0±2,21	51,6±0,24
ДГ-2	0,5	52,0±2,88	67,0±2,71***	51,7±0,25
	0,05	61,3±2,81	73,0±2,56**	52,7±0,27
ДГ-6	0,5	6,6±1,43***	8,3±1,59***	55,4±0,30**
	0,05	55,0±2,85	82,3±2,20	51,6±0,29
ДГ-7	0,5	32,3±2,69***	42,0±2,84***	52,4±0,28
	0,05	55,6±2,86	71,3±2,62**	51,6±0,30
ДГ-9	0,5	46,6±2,89*	61,3±2,81***	51,4±0,35
	0,05	50,6±2,89	62,3±2,79***	52,2±0,38
ДМС	0,5	0,0	0,0	-
	0,05	47,0±2,88*	58,3±2,84***	53,3±0,32
ЭМС	0,5	36,6±2,78***	59,0±2,83***	52,7±0,35
	0,05	40,6±2,88***	60,3±2,82***	51,3±0,37
сорт Айсберг				
Контроль	-	76,0 ±2,46	88,6±1,83	42,1±0,23
ДГ-2	0,5	66,6±2,72**	77,6±2,40***	42,7±0,28
	0,05	77,6±2,41	89,3±1,78	41,1±0,25
ДГ-6	0,5	2,3±0,86***	4,0±1,13***	42,9±0,31
	0,05	75,3±2,49	87,0±1,94	43,6±0,34
ДГ-7	0,5	26,3±2,54***	36,6±2,78***	42,4±0,24
	0,05	74,3±2,52	85,6±2,03	42,5±0,37
ДГ-9	0,5	71,3±2,61	83,0±2,17	42,4±0,23
	0,05	74,0±2,53	85,0±2,06	41,3±0,29
ДМС	0,5	0,0	0,0	-
	0,05	68,3±2,68	79,6±2,32**	42,6±0,47
ЭМС	0,5	67,3±2,71*	79,0±2,35**	41,9±0,32
	0,05	75,6±2,54	85,3±2,04	42,1±0,47

Примечание: *, **, *** – отличия от контроля статистически значимые с вероятностью 95, 99 и 99,9% соответственно

Таблица 2 – Морфометрические показатели растений льна поколения М₁ после обработки семян химическими мутагенами (данные за 2015 г.)

Мутаген	Вариант обработки	Высота растения, см	Количество коробочек на растении, шт.
сорт Солнечный			
Контроль	-	57,5±0,60	22,1±1,27
ДГ-2	0,5	49,9±0,58***	18,0±0,76**
	0,05	58,9±0,49	24,1±1,12
ДГ-6	0,5	57,1±1,46	63,5±4,89***
	0,05	63,1±0,63***	27,1±1,20**
ДГ-7	0,5	52,9±0,86***	33,7±2,44***
	0,05	60,9±0,52***	28,9±1,36***
ДГ-9	0,5	55,3±0,71*	23,8±1,45
	0,05	62,7±0,66***	34,7±1,82***
ДМС	0,5	-	-
	0,05	55,0±0,66**	22,5±1,26
ЭМС	0,5	51,2±0,74***	21,1±1,34
	0,05	60,9±0,65***	37,1±2,03***
сорт Айсберг			
Контроль	-	54,9±0,42	13,3±0,83
ДГ-2	0,5	53,2±0,37**	24,7±1,15***
	0,05	55,9±0,44	15,4±1,60
ДГ-6	0,5	55,2±2,68	138,2±22,53***
	0,05	56,1±0,36*	13,9±0,49
ДГ-7	0,5	52,7±0,33***	45,0±3,12***
	0,05	57,4±0,70**	15,3±0,81
ДГ-9	0,5	55,0±0,39	19,8±1,27***
	0,05	56,1±0,42*	17,3±1,07**
ДМС	0,5	-	-
	0,05	53,5±0,54*	18,1±1,24***
ЭМС	0,5	53,3±0,61*	19,0±1,15***
	0,05	53,6±0,43*	13,3±0,91

Примечание. *, **, *** – отличия от контроля статистически значимые с вероятностью 95, 99 и 99,9% соответственно.

Выживаемость растений льна после обработки семян мутагенами зависела от сорта (табл. 1). Так, у сорта Солнечный выживаемость растений в зависимости от использованного мутагена колебалась в пределах от 8,3 до 82,3%, в то время как у сорта Айсберг выживаемость растений была в пределах от 4,0 до 89,3%. Значимые отличия от контроля по этому признаку наблюдалась при действии всех изученных мутагенов, кроме ДГ-9, который не повлиял на выживаемость растений сорта Айсберг.

Из литературных данных известно, что химические мутагены могут оказывать воздействие на продолжительность периода «всходы-цветение» [8-10]. Однако в нашем

эксперименте вариаций по данному признаку не наблюдалось, за исключением сорта Солнечный, у которого отмечено зацветание растений на 2-3 дня позже контроля в варианте обработки семян мутагеном ДГ-6 в концентрации 0,5% (табл.1).

Важным критерием эффективности действия мутагенов является изменение высоты и других морфометрических показателей растений в первом мутантном поколении. Как видно из табл. 2, у сорта Солнечный отмечено стимулирующее действие на признак "высота растений" мутагенов ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9 и ЭМС в концентрации 0,05%, и угнетающее действие мутагенов ДГ-2, ДГ-7, ДГ-9 и ЭМС в концентрации 0,5% и ДМС в концентрации 0,05%. У сорта Айсберг наблюдается стимулирующее действия мутагенов ДГ-6, ДГ-7 и ДГ-9 в концентрации 0,05%, в то время как мутагены ДГ-2, ДГ-7 и ЭМС в концентрации 0,5% и ДМС в концентрации 0,05% оказывают угнетающее действие на развитие растений. При действии мутагена ДГ-7 в малой концентрации наблюдалось стимулирование высоты растений, тогда как большие концентрации вызывали угнетение роста растений в высоту. Сходные закономерности были отмечены при обработке мутагеном ЭМС семян сорта Солнечный.

Также существенные отличия выявлены по признаку количество коробочек на растении. В большинстве вариантов отмечено стимулирующее действие мутагенов, что подтверждается статистически. Угнетающее действие выявлено у сорта Солнечный при обработке мутагеном ДГ-2 (0,5%). У сорта Айсберг при обработке мутагеном ДГ-6 в концентрации 0,5% среднее количество коробочек на растениях возросло очень существенно и составляло 138,2 шт. Поскольку в данном варианте выжило всего 4% растений, то площадь их питания значительно превышала площадь питания других растений, что, вероятно, привело к увеличению количества боковых побегов и коробочек в данном варианте.

Эффективность действия мутагенов косвенно можно оценивать и по уровню проявления нарушений пигментации. Такие модификации определяются визуально. Очень часто у растений, обработанных мутагенами, в поколении M_1 наблюдаются различные нарушения пигментации. Тем не менее, в популяции изученных нами растений M_1 хлорофилльных нарушений не было выявлено. Визуально опытные растения по характеру пигментации не отличались от контрольных, однако нами были выявлены отличия в окраске семян. У сорта Солнечный окраска семян варьировала от желто-зеленой до темно-желтой, светло-коричневой и даже черной. У сорта Айсберг окраска некоторых семян также отличалась от контроля, например, встречались образцы с более темной и светлой окраской. Являются ли такие отличия наследуемыми, будет установлено при дальнейшем исследовании.

Данный эксперимент является началом крупного исследования по изучению эффективности действия новых химических мутагенов у льна. Выявление мутагенов, индуцирующих мутации с высокой частотой и широким спектром позволит более целенаправленно управлять процессом формообразования. Эти мутации должны появляться в нескольких последующих поколениях, на поиск которых и планируется направить усилия в будущем. Выявление новых маркерных и хозяйственно ценных признаков будет способствовать созданию образцов данной культуры, которые обладают более привлекательными качествами для производства, селекции и семеноводства по сравнению с существующими сортами.

ВЫВОДЫ

1. Мутагены ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9, ДМС, ЭМС в концентрациях 0,5 и 0,05% оказывали существенное влияние на выраженность многих морфологических признаков растений льна в поколении M_1 .

2. Изменение ряда морфометрических показателей в поколении M_1 после обработки семян льна различными мутагенами предполагает получение высокой частоты и широкого спектра мутаций в последующих поколениях.
3. Мутаген ДМС в концентрации 0,5% вызывает гибель 100% растений, полученных из обработанных семян.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лях В.А. Индуцированный мутагенез масличных культур / Лях В. А., Полякова И. А., Сорока А. И. – Запорожье : ЗНУ, 2009. – 266 с.
2. Лукомец В.М. Интегрированный подход к защите посевов льна масличного от вредных организмов / В.М. Лукомец, В.Т. Пивень, Н.М. Тишков // Защита и карантин растений. – 2010. – № 5. – С. 52-56.
3. Jhala J.A. / (*Linum usitatissimum* L.): Current uses and future applications / J.A. Jhala, L.M. Hall // Australian Journal of basic and Applied Sciences. – 2010. – Vol. 4, № 9. – P. 4304-4312.
4. Васько В.А. Применение экспериментального мутагенеза в селекции растений / В.А. Васько, О.В. Гудим, О.Г. Рожков // Селекція і насінництво. – 2015. – Вип. 107. – С. 8-18.
5. Зоз Н.Н. Методика использования химических мутагенов в селекции сельскохозяйственных культур / Н.Н. Зоз. – М. : Наука, 1968. – С. 217-230.
6. Арефьев В.А. Англо-русский толковый словарь генетических терминов / В.А. Арефьев, Л.А. Лисовенко. – М. : ВНИРО, 1995. – 407с.
7. Тейлор Д. Биология: в 3 т. / Тейлор Д., Грин Н., Стаун У. – М. : МИР, 2004. – Т. 3. – 451 с.
8. Повхан А.В. Изучение действия этилметансульфоната на кунжут в поколении M_1 / А. В. Повхан, А. И. Сорока // Нак.–техн. бюл. ІОК УААН. – Запоріжжя, 2013. – С. 26-30.
9. Лагрон В.А. Изучение действия этилметансульфоната на лен масличный в M_1 / В.А. Лагрон // Нак.–техн. бюл. ІОК УААН. – Запоріжжя, 2003. – С. 31-37.
10. Полякова І.О. Спадкова мінливість у льону олійного індукованого гамма-променями: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.15. / І.О. Полякова. – К., 2003. – 12 с.

REFERENCES

1. Lyakh V.A. Induced mutagenesis oilseeds / Lyakh V. A., Polyakova I. A., Soroka A. I. – Zaporozhye : ZNU, 2009. – 266 p.
2. Lukomets V.M. Integrated approach to the linseed crop protection from pests / V.M. Lukomets, V. T. Piven, N.M. Tishkov // Protection and quarantine of plants. – 2010. – № 5. – P. 52-56.
3. Jhala J.A. / (*Linum usitatissimum* L.): Current uses and future applications / J. A. Jhala, L. M. Hall // Australian Journal of basic and Applied Sciences. – 2010. – Vol. 4, № 9. – P. 4304-4312.
4. Vasko V.A. The use of experimental mutagenesis in plant breeding / V. A. Vasko, O. V. Gudim, O. G. Rozhkov // Seleksiya i nasinnitstvo. – 2015. – Vol. 107. – P. 8-18.
5. Zoz N.N. Methods to use chemical mutagens in crop breeding / N. N. Zoz. – M. : Nauka, 1968. – P. 217-230.
6. Arefiev V.A. English-Russian Dictionary of Genetic Terms / V. A. Arefiev, L. A. Lisovenko. – M. : VNIRO, 1995. – 407 p.
7. Taylor D. Biology: in 3 vol. / Taylor D., Green N., Staun U. – M. : MIR, 2004. – Vol. 3. – 451 p.
8. Povhan A.V. Studying of ethylmethanesulfonate on sesame in M_1 generation / A. V. Povhan, A. I. Soroka // Nayk.–tehn. byul. ІОК NAAN. – Zaporizhzhya, 2013. – P. 26-30.

9. Lagron V.A. Studind of ethylmethanesulfonate action on flax M₁ generation / V. A. Lagron // Nayk.–tehn. byul. IOK NAAN. – Zaporizhzhya, 2003. – P. 31-37.
10. Polyakova I. O. Inheritable variability in flax induced with gamma rays: abstract. dis. on receipt sciences. candidate stage. biolog. sciences: spec. 03.00.15. / I. O. Polyakova. – K., 2003. – 12 p.

УДК581.524

THE FEATURES OF *PINUS SYLVESTRIS* L. DEVELOPMENT ON THE INITIAL STAGES OF ONTOGENESIS AS WELL AS STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PATTERNS OF ITS REGENERATION

Shevchuk S. Ye.

*Ivano-Frankivsk Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
76018, Ukraine, Shevchenko Str., 57, Ivano-Frankivsk*

rezervportal@gmail.com

Secular variations of *Pinus sylvestris* L. in the process of its development on the fallows of Transdnistria Opillia were analyzed. Such age-related conditions were characterized as seedlings (p), juvenile (j), immature (im₁, im₂), virginal (v₁, v₂) and generative young (g₁) individuals. The age-space structure of the pine population formed in the process of growth was researched. Three functional zones were distinguished on the basis of density and spatial arrangement of *P. sylvestris*. The zone of mosaic structure and active growth with the individuals of all age-related conditions is the closest to the nursewood, the second zone is characterized by less density and equitable growth of individuals, the third zone is the place of sharp competitive struggle with herbaceous plants.

Key words: Pinus sylvestris, ontogenesis, Transdnistria Opillia, age-related conditions, fallows.

Шевчук С.Є. ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ *PINUS SYLVESTRIS* L. НА ПОЧАТКОВИХ ЕТАПАХ ОНТОГЕНЕЗУ ТА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСУ ЇЇ ВІДНОВЛЕННЯ / Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника, 76018, Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57

Розглянуто вікові зміни *Pinus sylvestris* L. у процесі розвитку на перелогах Придністерського Опілля. Охарактеризовано такі вікові стани – проростки (p), ювенільні (j), іматурні (im₁, im₂), віргінільні (v₁, v₂) та молоді генеративні (g₁) особини. Досліджено просторово-вікову структуру популяції сосни, яка формується в процесі заростання. На основі щільності та просторового розміщення особин *P. sylvestris* в популяції вдалося виділити три функціональні зони. Найближчою до материнського насадження є зона мозаїчної структури та активного росту, де зустрічаються особини всіх виявлених вікових станів; друга зона характеризується меншою щільністю і рівномірним ростом особин, третя зона – місце загостреної конкурентної боротьби з трав'янистими рослинами.

Ключові слова: Pinus sylvestris, онтогенез, Придністерське Опілля, вікові стани, перелоги.

Шевчук С.Е. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ *PINUS SYLVESTRIS* L. НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ОНТОГЕНЕЗА И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА ЕЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ / Прикарпатский национальный университет им. Василия Стефаника, 76018, Ивано-Франковск, ул. Шевченко, 57

Рассмотрены возрастные изменения *Pinus sylvestris* L. в процессе развития на залежах Приднестровского Ополья. Дается характеристика таким возрастным состояниям – проростки (p), ювенильные (j), иматурные (im₁, im₂), виргинильные (v₁, v₂) и молодые генеративные (g₁) особи. Исследована пространственно-возрастная структура популяции сосны, которая формируется в процессе зарастания. На основе плотности и пространственного размещения особей *P. sylvestris* в популяции удалось выделить три функциональные зоны. Ближайшая к материнскому насаждению – зона мозаичной структуры и активного роста, где встречаются особи всех выявленных возрастных состояний; вторая зона характеризуется меньшей плотностью и равномерным ростом особей; третья зона – место обостренной конкурентной борьбы с травянистыми растениями.

Ключевые слова: Pinus sylvestris, онтогенез, Приднестровское Ополье, возрастные состояния, залежи.