

This paper intends to examine self-seeding plantings of *P. sylvestris* in the iron ore tailings of Kryvyi Rih area within the framework of population biology and genetics. We have focused on the study of self-seeding individuals of *P. sylvestris* growing around 30-year-old plantings and covering the mine dump of Kryvyi Rih area as well another dump with self-set plants sown from seeds floated in from the adjacent conifer woodland. The isoenzymes of 8 enzyme systems have been used as genetic markers.

The obtained results make it possible to argue that *P. sylvestris* has been regenerated annually for over 10 years. Out of a variety of self-seeding individuals the most widespread plants were 2–6-year-olds; their number in several habitats reached 5–27 individuals per 100 m². In general, the area occupied by self-seeding individuals of *P. sylvestris* covering berm slopes and flats of the dump was 2 ha large; several 15–20-year-old trees were 12–15 m high with diameter of as much as 25 cm at the 130 cm level. The intensity of regeneration is conditioned by the climate and the weather, especially sufficient moisture quantity in dump rocks during the period of seed swelling and further juvenile development of seedlings.

Young plants of *P. sylvestris* enter the reproductive phase at the age of 7 or 8. Older trees produce on the average 16.4 full value seeds per a cone. The study demonstrates that the genetic structure of self-seeding plants measured by 18 allozyme loci of 8 enzyme systems is close to equilibrium structure according to Hardy-Weinberg principle. Allele diversity of self-seeding individuals is not so wide and it equals 2.333 alleles per a locus whereas one of *P. sylvestris* natural populations is 2.944 alleles per a locus. However, the heterozygosity of self-seeding individuals and those of natural populations is similar: 0.231 and 0.227 respectively. The regeneration of *P. sylvestris* is fostered by the seeds produced by self-seeding individuals forming cones at the age of 7–8. Therefore, colonization of *P. sylvestris* in both mine dumps is to be considered as the formative process of local populations of this species in drastically changed technogenic territories outside its habitat. To form the small populations of *P. sylvestris* even a few maternal genotypes are enough.

Key words: *Pinus sylvestris* L., self-seeding individuals, age-related and genetic structure, iron ore tailings, mine dumps, Kryvyi Rih area

Рекомендує до друку
М. М. Барна

Надійшла 26.05.2016

УДК 635.25:631.521.5:477(84+43)

Н. В. РУБАНОВСЬКА

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
вул. Огієнка, 61, Кам'янець-Подільський, 32300

НАСІННА ПРОДУКТИВНІСТЬ ВИДІВ РОДУ *ALLIUM* L. ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

Проведено дослідження насінневої продуктивності популяцій видів роду *Allium* L. (*Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L., *A. flavescens* Besser, *A. senescens* L. subsp. *Montanum* (Fr.) Holub, *A. podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib. ~ *A. paniculatum* s.l., *A. sphaerocephalon* L., *Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L., *A. flavescens* Besser, *A. senescens* L. subsp. *montanum* (Fr.) Holub, *A. podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib. ~ *A. paniculatum* s.l., *A. sphaerocephalon* L.) в умовах Західного Поділля. Результати дослідження показали, що насінна продуктивність залежить від погодних умов, зокрема, від кількості опадів і температури. Середній показник коефіцієнта насінної продуктивності характерний для *A. strictum*, вищий середнього показник у *A. podolicum* та *A. sphaerocephalon*. Високий показник властивий *A. ursinum*, для якого умови Західного Поділля є найбільш сприятливі. Нижчий

середнього показник у *A. flavescens*. Несприятливі умови, зокрема високі температури повітря і незначна кількість опадів у літній період (2015 р.) спричиняють всихання рослин, і, генеративних органів, зокрема. Як результат – відсутність плодів і насіння. Показовим є кореляція насінної продуктивності та погодних умов року у весняно-літній період для *Allium obliquum* та *A. strictum*.

Ключові слова: *Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L., *A. flavescens* Besser, *A. Senescens* L. subsp. *Montanum* (Fr.) Holub, *A. Podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib., *A. sphaerocephalon* L., популяція, насінна продуктивність

Вступ. Вживання виду залежить від можливості його генеративного та вегетативного відтворення. Функції насіння як показника популяційної структури, елементарних одиниць розмноження і розселення, засобу популяційної консервації та підтримання різноманітності генетичних рекомбінацій у несприятливих ситуаціях обумовлюють імперативну роль насінневого розмноження в збереженні життєздатності і стратегії життя популяції [2]. Насінне поновлення визначає можливість відтворення характерної популяційної структури після порушень [9].

Одним із найважливіших показників життєвості виду в конкретних умовах існування є насінна продуктивність (НП). Її величина є важливим фактором життєвої стратегії, бо свідчить не лише про умови існування популяції, й можливість поширення на інші території. Вона характеризується кількістю насіння, що утворюється на особині чи генеративному пагоні, що залежить від цілого комплексу зовнішніх і внутрішніх процесів. Із зовнішніх факторів на кількість насіння впливають погодні умови у період цвітіння і формування плодів. Від них залежить запилення й проростання пилку, а також запліднення й перетворення насінних зачатків у насіння [1]. З внутрішніх факторів на НП впливає генотип особини, що визначає кількість зачатків у гінцеї.

НП рідкісних видів роду *Allium* L., які представлені в природній флорі Західного Поділля, вивчена недостатньо, хоча наявність повноцінного насіння є вирішальним фактором для вживання рослин, підтримання оптимальної кількості та поширення виду на нові території. Окремі дані є у роботах Л. Г. Любінської [3, 4].

На особливу увагу заслуговують ендемічні, реліктові, рідкісні та зникаючі види роду *Allium* L. Вивчення насінної продуктивності проведено для семи видів (*Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L. – види включені до Червоної книги України [11], а *A. flavescens* Besser, *A. senescens* L. subsp. *Montanum* (Fr.) Holub, *A. podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib. ~ *A. paniculatum* s.l., *A. sphaerocephalon* L. занесені до переліку регіонально рідкісних видів [6-8], що є актуальним для розробки подальшої стратегії збереження і відновлення видів.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження насінної продуктивності проводили у природних умовах з використанням методики І. В. Вайнагія (1974), вивчали потенційну насінну продуктивність (ПНП) – кількість насінних зачатків на особину чи генеративний пагін; фактичну (реальну) насінну продуктивність (ФНП) – кількість насінин, що зав'язалися на генеративному пагоні, а також процентне співвідношення між цими показниками (ФНП і ПНП) – коефіцієнт НП (КНП).

Результати досліджень та їх обговорення

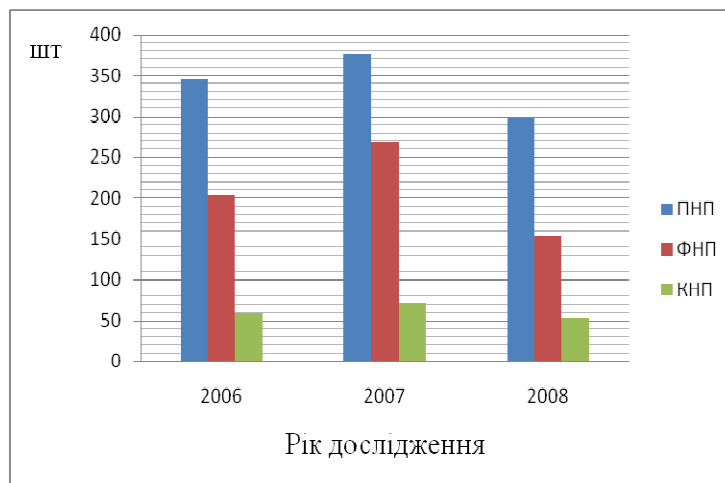
Насінна продуктивність виду залежить від особливостей генеративної сфери. Нами проаналізовано показники генеративних ознак досліджуваних видів (табл. 1.).

Загальні показники свідчать про наближеність отриманих даних до наведених у різних джерелах [5, 10]. Але кожен вид має свої особливості насінної продуктивності в умовах Західного Поділля.

Показники генеративних ознак видів роду *Allium* Західного Поділля

№п/п	Вид	Середня к-ть, шт. на 1 генеративному пагоні			
		Бутонів	Квітів	Плодів	Насіння у плоді
1.	<i>A. flavescens</i>	46±1,2	38 ±1,4	25±1,8	4,1
2.	<i>Allium senescens subsp. montanum</i>	39±1,8	32±2,1	23±1,9	4,3
3.	<i>A. obliquum</i>	98 ±1,4	91± 1,7	62± 1,5	4,9
4.	<i>A. podolicum</i>	56 ±2,5	43±0,8	32 ±1,8	4,6
5.	<i>A. sphaerocephalon</i>	286±1,7	274±2,4	165±2,1	3,9
6.	<i>A. strictum</i>	38±1,9	26±1,6	19±2,2	2,3
7.	<i>A. ursinum</i>	18±2,1	15±1,5	12±1,1	4,1

Популяція *A. obliquum* в межах Західного Поділля поширена на території заказника «Устянський» (Хмельницька обл., Кам'янець-Подільський р-н) де займає круті, місцями майже прямовисні скелі лівого берега долин р. Смотрича південної та південно-західної експозицій, складених із силурійських вапняків. Високоінсольовані схили у верхній частині досягають крутизни 45-50°, а середній та нижній – 70-80°. Умови зволоження та температурні показники спричиняють вплив на насінну продуктивність виду, які наведені на рис. 1.

Рис. 1. Насінна продуктивність *A. obliquum* у заказнику «Устянський»

Коефіцієнт насінної продуктивності свідчить про хороші можливості насінного відтворення і становить 60-70%. У 2015 р. склалися аномально засушливі умови і нами виявлено, що дослідні рослини засохли в період масового цвітіння, не зав'язавши насіння.

Для *A. ursinum* насінну продуктивність вивчали у трьох модельних популяціях: 1) Хмельницька обл., Кам'янець-Подільський р-н, околиці с. Абрикосівка, Маківське лісництво; 2) Хмельницька обл., Чемеровецький р-н, неподалік с. Романівка, Сатанівське лісництво; 3) Тернопільська обл., Гусятинський р-н, с. Крутилів, заповідник «Медобори». Отримані дані представлені у табл. 2.

Таблиця 2

Насінна продуктивність *A. ursinum* у Західному Поділлі

Дослідні площі	ПНП, шт	ФНП, шт	КНП, %
1	54,9±6,6	43,8±6,7	79,0±6,2
2	55,3±6,5	44,3±7,0	79,7±6,2
3	54,8±7,5	46,8±7,9	84,8±5,5

Як видно з отриманих даних ФНП висока, але кращі показники характерні для території з більшим забезпеченням вологою («Медобори»).

Дослідження насінної продуктивності популяції *A. podolicum* проводилось на п'яти ділянках: 1) Тернопільська обл., околиці м. Заліщики. Схили Дністра від моста, мергельний схил південно-західної експозиції крутизною до 45°, ПП трав'янистого покриву 50-70 %, площа популяції приблизно складає 2 га, з щільністю до 25 особин на 1 м². 2) Тернопільська обл., Підволочиського р-н, між селами Остап'є та Городниця. Перша городницька товтра. Ділянка крутизною 10°, відслонення вапняків у вигляді плоских полицок з тонким шаром дрібнозему та продуктів руйнування породи у щілинах. 3) Хмельницька обл., м. Кам'янець-Подільський. Відслонення каньйону р. Смотрич, степовий схил південно-східної експозиції крутизною до 5°, ПП трав'янистого покриву 70-80 %, площа популяції приблизно складає 0,02 га, з щільністю до 40 особини на 1 м². 4) Хмельницька обл., Кам'янець-Подільський р-н, околиці с. Вербка. Вербецькі товтри («Чотири кавалери»), мергельний схил південно-західної експозиції крутизною до 5-10°, ПП трав'янистого покриву 35-60 %. 5) Кам'янець-Подільський район, окол. с. Субіч заказника «Наддністрянський», на крутих схилах лівого берега долини р. Дністер на схилах південно-західної експозицій, де твердо породні глинясто-вапнякові «полиці» чергуються з кам'ястим щербеним рухляком, перемішаним із дрібноземом. Загальне проективне покриття ґрунту рослинністю – 60-75 %.

Для цього виду є характерним те, що частина квітів не формують насіння. Результати дослідження насінної продуктивності, як видно з табл. 3, свідчать, що повноцінне насіння формується в межах 65%.

Таблиця 3

Насінна продуктивність *A. podolicum* у Західному Поділлі

Ділянка дослідження	ПНП, шт	ФНП, шт	КНП, %
1	422,6±64,2	292,1±69,1	69,1
2	365,8±44,3	228,2±48,7	62,4
3	240,5±30,7	137,9±28,2	57,3
4	406,8±49,4	249,8±53,5	61,4
5	461,6±13,9	345,1±12,1	74,8

Для цього виду характерні середні показники і лише одна популяція вирізняється високим коефіцієнтом. Це пояснюється умовами зростання виду. Саме в межах с. Субіч вид формує більше насіння через те, що зростає на ділянці, де багато років населення викидає органічні рештки. Це забезпечує отримання значно більшої кількості поживних речовин, ніж на природних дерново-карбонатних ґрунтах.

Популяції *Allium senescens subsp. montanum* вивчалися на чотирьох ділянках: 1) Тернопільська обл., Підволочиського р-н, с. Вікно. На вапнякових оголених товтрах «Гостра скеля». Схил південно-західної експозиції крутизною до 35°, ПП трав'янистий покрив неоднорідний, 15-55 %, (площа популяції приблизно складає 0,5 га, з щільністю до 29 г особин на 1 м². 2) Хмельницька область, Кам'янець-Подільський район, окол. с. Субіч заказник «Наддністрянський», на крутих схилах лівого берега долини р. Дністер на схилах південно-західної експозицій. 3) Кам'янець-Подільський р-н, с. Устя заказник «Устянський», на крутих схилах лівого берега долини р. Смотрич. Загальне проективне покриття – 40-65 %. Вид зростає на дні висохлого струмка, площа популяції приблизно складає 0,01 га. 4) Кам'янець-Подільський р-н, «Товтра безіменна» між с. Нігин та с. Залуччя. Загальне проективне покриття ґрунту рослинністю – 60-75 %.

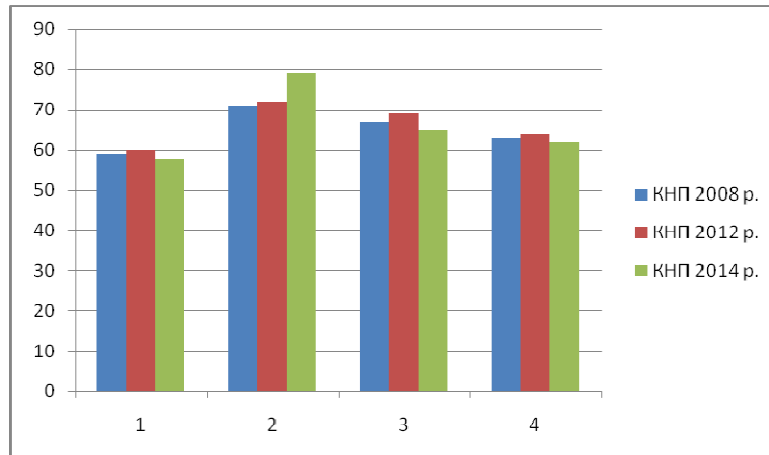


Рис. 2. Показник коефіцієнта насінної продуктивності *Allium senescens subsp. montanum* у Західному Поділлі.

Як видно з отриманих даних, насінна продуктивність на ділянках 2, 3 з підвищеною інсоляцією на території з меншою кількістю опадів, вища. На ділянках 1 і 4 насінних зачатків і повноцінного насіння формується менше, на що вказує КНП. Різниця показників по роках корелює з кліматичними показниками по кількості опадів та днів з високими температурами (25-32 °С). Показники продуктивності вищі середнього показника, хоча вид добре розмножується вегетативно.

Allium strictum на Західному Поділлі виявлено лише в одному заказнику «Устянський». Насінну продуктивність визначали на двох ділянках (перша – на схилі р. Смотрич, друга – на схилі струмка). Отримані дані (табл. 4.) показують, що повноцінного насіння у порівнянні з насінними зачатками формується на 35-44 % менше.

Таблиця 4

Насінна продуктивність *Allium strictum* у Західному Поділлі

№ діл.	Рік	ПНП, шт	ФНП, шт	КНП, %
1	2009	45,2±2,2	25,3±2,71	56,0±2,8
2	2009	49,1±3,1	30,5±1,9	62,0±1,7
1	2012	46,1±1,8	26,8±2,1	58,2±2,1
2	2012	50,3±2,0	33,1±1,7	66,0±1,4
1	2012	39,3±2,0	23,1 ±1,5	58,9±1,5
2	2012	47,3±1,82	29,8±2,2	63,2±2,1

Коефіцієнт насінної продуктивності свідчить про середню спроможність формування повноцінного насіння. У 2015 р. суцвіття засохли і насіння не зав'язалося.

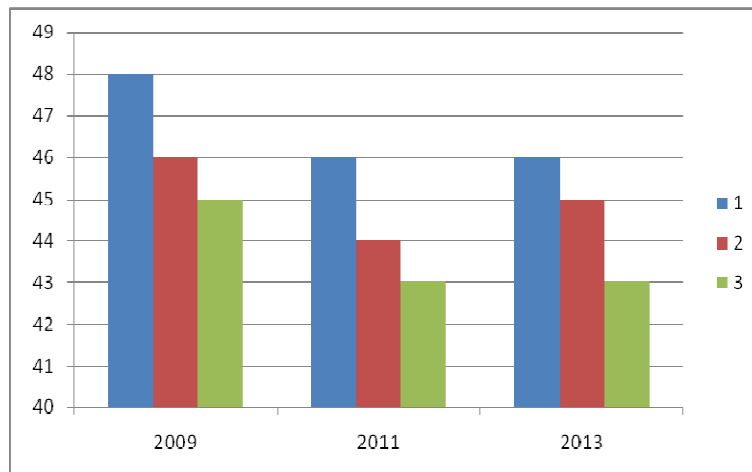
Allium sphaerocephalon поширений по всій території Західного Поділля і має широку екологічну та ценотичну амплітуду. Також зростає на мікросхилах різної орієнтації. Дослідження проведені на трьох ділянках. 1) Тернопільська обл. Борщівський р-н, лучно-степовий кальцепетрофітний схил р. Нічлава (лівий берег, західний схил) неподалік с. Пилипче. 2) Тернопільська обл., Чортківський р-н в околицях с. Росохач (східний схил). 3) Хмельницька обл., Кам'янець-Подільський р-н лівий берег р. Збруч на північ від с. Шустівці (західний схил). Отримані дані наведені у табл. 5.

Насінна продуктивність виду у різних популяціях має показник фактичної насінної продуктивності вищий середнього (КНП 64,5-70,1%). Різниця по роках залежить від кліматичних показників.

Показники насінної продуктивності *Allium sphaerocephalon* у Західному Поділлі

Ділянка дослідження	Рік	ПНП, шт	ФНП, шт	КНП, %
1	2006	542,4 ± 4,8	364,4 ± 3,2	67,2
	2011	571,2 ± 3,5	388,9 ± 2,4	68,1
2	2006	616,5 ± 5,1	249,8 ± 3,1	64,5
	2011	648,4 ± 3,9	397,6 ± 2,9	66,4
3	2006	561,8 ± 4,2	345,1 ± 2,7	68,3
	2011	582,5 ± 3,8	408,5 ± 2,52	70,1

Allium flavescens – регіонально рідкісний вид. НП вивчалася на двох ділянках: 1) Смотрицький каньйон біля с. Смотрич Кам'янець-Подільського р-ну. Вапнякова «поличка» північно-східної орієнтації (площа популяції 0,3 га); 2) правий берег р. Збруч навпроти с. Збруч, східний схил крутизною до 35°, (площа популяції біля 0,5 га). Результати оцінки спроможності насінного відтворення представлені на рис. 3.

Рис. 3. Показник коефіцієнта насінної продуктивності *Allium flavescens*.

Нами встановлено, що рослини, які зростають на більш прогрітих західних схилах, формують більше насіння. Але показники в середніх межах нижчі, ніж в інших видів. Це пояснюється тим, що вид розмножується краще вегетативно.

Висновки

Таким чином, для переважної більшості рідкісних видів роду *Allium* у Західному Поділлі насінна продуктивність забезпечує їх відтворення. Проглядається кореляція сезонних умов року та мікроклімату на виживання рослин і формування насіння. Особливим є вплив високих температур (28-35° С) та відсутність опадів тривалий час (2015 р.), що призводить до загибелі молодих вегетативних особин, всихання квітів і бутонів.

1. Вайнагий І. В. О методике изучения семенной продуктивности растений / И. В. Вайнагий // Ботанический журнал. — 1974. — Т. 59, № 6. — С. 826—831.
2. Зеленчук Т. К. Насінневе розмноження та поновлення *Carlina cirsioides* Klok. на Західному Поділлі / Зеленчук Т. К., Зеленчук А. Т. // Укр. ботан. журн. 1987. — Т. 44, № 2. — С. 17—20.
3. Любінська Л. Г. Еколого-біологічні особливості цибуль в Кам'янецькому Придністров'ї та охорона рідкісних видів / Л. Г. Любінська // Тези доповідей наук. конф. професорсько-викладацького складу. — Кам'янець-Подільський, 1993 — С. 80—81.
4. Любінська Л. Г. Стан популяцій деяких рідкісних видів Кам'янецького Придністров'я та охорона фітогенотопу / Л. Г. Любінська // Український ботанічний журнал. — 1987. — Т. 44, № 4. — С. 46—48.
5. Омельчук-Мякушко Т. Я. Род лук – *Allium* / Т. Я. Омельчук-Мякушко // Флора европейской части СССР. — Л.: 1979. — Т. 4. — С. 261—275.

6. *Перелік* видів рослин, внесених до Червоної книги України, що зростають на території Тернопільської області. — Тернопіль, 2002. — С. 3.
7. *Перелік* заповідних територій та об'єктів рідкісних та зникаючих тварин і рослин Хмельниччини. — Хмельницький, 2002. — 73 с.
8. *Рубановська Н. В.* Охрана видов рода *Allium* L. в Западной Подолии. Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика Н. В. Смольского. (7–9 октября 2015, Минск, Беларусь). В 2 ч. Ч. 1 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: В. В. Титок [и др.]. — Минск: Конфидо, 2015. — С. 178—181.
9. *Удра І. Х.* Особливості стратегії розмноження рідкісних видів рослин – основа для рекомендації щодо їх охорони / І. Х.Удра, Н. І. Батова // Заповідна справа в Україні. — 1999. — Т. 5., Вип. 1.— С. 25—31.
10. *Флора* УРСР. — К.: Вид-во АН УРСР. — 1950. — Т. 3. — С. 91—146.
11. *Червона книга України. Рослинний світ* / за ред. Я. П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — С. 51—61.

Н. В. Рубановская

Каменец-Подольский национальный университет имени Ивана Огиенко

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ВИДОВ РОДА *ALLIUM* L. ЗАПАДНОГО ПОДОЛЬЯ

Проведено дослідження семенної продуктивності популяцій видів роду *Allium* L. (*Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L., *A. flavescens* Besser, *A. senescens* L. subsp. *Montanum* (Fr.) Holub, *A. podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib. ~ *A. paniculatum* L., *A. sphaerocephalon* L.) в умовах Западного Подолья. Результати дослідження показали, що семенна продуктивність залежить від погодних умов, від кількості опадів і температури. Середній показник коефіцієнта семенної продуктивності характерен для *A. strictum*, вище середнього показателя в *A. podolicum* та *A. sphaerocephalon*. Високий показник присущий *A. ursinum*, для якого умови Западного Подолья являються, найбільш сприятливі. Нижче середнього показателя в *A. flavescens*. Неблагоприятні умови, в частині високі температури повітря і незначительне кількість опадів в літній період (2015) викликають усування рослин і генеративних органів. Як результат - відсутність плодів і насіння. Показательно кореляція семенної продуктивності і погодних умов року в весняно-літній період для *Allium obliquum* та *A. strictum*.

Ключевые слова: *Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L., *A. flavescens* Besser, *A. senescens* L. subsp. *Montanum* (Fr.) Holub, *A. podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib., *A. sphaerocephalon* L., популяція, семенна продуктивність

N. V. Rubanovska

Kamianets-Podilsky Ivan Ohienko National University, Ukraine

SEED PRODUCTIVITY OF GENUS *ALLIUM* L. IN WESTERN PODILLIA

The paper reports on research into the seed productivity of *Allium* L. (*Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L., *A. flavescens* Besser, *A. Podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib., *A. sphaerocephalon* L., *A. ursinum* L.) of Western Podillia. The given region is characterized by specific landforms and soils conditioning the growth of species. Such a microtopographic relief determines the environmental factors, moisture supply, temperature and lighting above all. The study of plant growth parameters (bud, flower and fruit count) features the potential generative production of a given species.

The study focused on 2-5 populations of a species. The environmental factors conditioning the growth of *Allium obliquum* and *A. Strictum* are alike since the species coexist on the steep (45-70°) limestone slopes of Smotrych river and are represented by one population, *A. flavescens* *A. senescens* L. subsp. *montanum*, *A. podolicum*, *A. sphaerocephalon* cover both steep and gentle river slopes, as well as vast areas of tovtry hills. *A. ursinum* L. is common for woodlands, plains and gentle slopes of tovtry hills. The weather conditions typical of southern and south-eastern parts of Western Podillia are characterized by an arid climate and less rainfall as compared to northern and north-western parts.

The seed productivity depends largely on climatic conditions, the amount of rainfall and a temperature range in particular. A rhizomatous species *A. flavescens* can be very well vegetatively propagated. The seed productivity of *A. strictum* species is of average level, while for *A. podolicum* and *A. sphaerocephalon* it is above average. *A. ursinum* is characterized by a high productivity due to the favourable environmental conditions of the region. The seed productivity of *A. flavescens* is below average. Adverse conditions such as hot weather and insufficient rain in summer of 2015 caused plants in general and their generative organs in particular to wilt. As a result, it led to the loss of fruit and seeds. Another example to illustrate the case is the correlation between seed productivity and weather conditions in spring and summer months typical of *Allium obliquum* and *A. strictum*.

Key words: *Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L., *A. flavescens* Besser, *A. senescens* L. subsp. *montanum* (Fr.) Holub, *A. podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib., *A. sphaerocephalon* L., population, the seed production

Рекомендує до друку
М. М. Барна

Надійшла 12.04.2016