

УДК: 581.14:635.93:581.522.4(477.60)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ РОДА *AQUILEGIA* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА УКРАИНЫ

Крохмаль И.И.

*Донецкий ботанический сад НАН Украины, Донецк, Украина
E-mail: donetsk-sad@mail.ru*

Изучены биологические особенности видов рода *Aquilegia* L. при интродукции в условиях юго-востока Украины. Выявлено, что большинство видов рода *Aquilegia* не способны к естественному вегетативному размножению, но формируют жизнеспособный самосев в условиях интродукции. Выявлено, что семенная продуктивность и коэффициент семенификации равнинных и субальпийских видов довольно высокие, что обеспечивает их самовозобновление в условиях интродукции. В результате изучения физиолого-морфологических характеристик листа видов рода *Aquilegia* выявлено, что наиболее адаптированными к условиям юго-востока Украины являются равнинные виды и виды с широкой экологической амплитудой.

Ключевые слова: виды рода *Aquilegia* L., интродукция, юго-восток Украины, семенная продуктивность, лист, адаптация.

ВВЕДЕНИЕ

В практике озеленения городов юго-востока Украины виды рода *Aquilegia* L. – водосбор встречаются довольно редко, хотя в западно-европейском садоводстве они широко распространены. Водосборы отличаются красотой цветка, длительным периодом цветения, засухоустойчивостью и нетребовательностью к условиям произрастания. Важным показателем жизнеспособности вида является его способность к естественному вегетативному и семенному размножению, успешность которого определяется не только физиологической готовностью к формированию генеративных побегов, но и целым рядом специфических экологических факторов, особенно в новых условиях интродукции. Работы по изучению видов рода *Aquilegia* касаются в основном репродуктивной изоляции видов [1], генеративной и вегетативной изменчивости у европейских таксонов рода *Aquilegia* в контактных зонах [2], генетического разнообразия видов и культиваров рода *Aquilegia* [3]. Биологические особенности видов при интродукции, в частности репродуктивные характеристики, физиолого-морфологические признаки листа видов рода *Aquilegia* не изучены, поэтому цель работы – выявление биологических особенностей видов рода *Aquilegia* разного эколого-географического происхождения при интродукции в условиях юго-востока Украины и определение на основе этого адаптированных видов, довольно актуальна.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования явились 13 видов 3 разновидности рода *Aquilegia* разного эколого-географического происхождения (табл. 1). Сезонный ритм и развитие изучали согласно общепринятой методике [4, 5]. Феноритмотип определяли по И.В. Борисовой [6]. По способности к вегетативному размножению в условиях интродукции исследованные виды классифицировали согласно М.Т. Мазуренко, А.П. Хохрякову [7]. При изучении семенной продуктивности использовали общепринятые методики Т.А. Работнова [8], И.В. Вайнагия [9], В.И. Некрасова [10], а также “Методические рекомендации по семеноведению интродуцентов” [11]. Определены количество листьев на растении, размер листа, длина черешка, размер верхнего и бокового листочков, масса, периметр, площадь, сухой вес листовой пластинки, площадь и масса общего количества листовых пластинок особи. Вычислены следующие коэффициенты: k_1 – отношение периметра листа к его площади (определяет степень изрезанности листа), k_2 – отношение массы листовой пластинки к ее площади, k_3 – отношение массы листовых пластинок к листовой поверхности особи, k_4 – отношение массы листовой пластинки к длине черешка, k_5 – отношение площади листовой пластинки к длине черешка, k_6 – отношение сухого веса листовой пластинки к ее площади, k_7 – отношение сухого веса листовой пластинки к ее массе.

Таблица 1.
Эколого-географическое происхождение видов рода *Aquilegia* L.

Вид	Пункт и дата поступления	Ареал	Ценоотическая приуроченность
1	2	3	4
<i>Aquilegia buergeriana</i> var. <i>oxycerpala</i> (Trautv. & C.A. Mey.) Kitam.	Репродукция ДБС, 2007 Осло, 2006	Юг Восточной Сибири, Дальний Восток, Северо-восточной Китай, север Корейского полуострова	Лесные поля, травянистые склоны, 400 - 2700 м
<i>A. olympica</i> Boiss.	Репродукция ДБС, 2007 Берлин, 2006	Кавказ, Малая Азия, Иран, Греция	Лесной, чаще субальпийский пояса, 1200-3650 м
<i>A. einseleana</i> F.W. Schultz	Лейпциг, б/с ун-та, 2010	Эндемик Восточных Альп	Каменистые россыпи, известковые и доломитовые скалы в субальпийском поясе
<i>A. alpina</i> L.	Лейпциг, б/с ун-та	Альпийский пояс гор Западной и Центральной Европы и Италии	Лука и известковые скалы, не ниже 1200-1500 м
<i>A. flabellata</i> Siebold & Zucc. var. <i>pumila</i>	-	Япония	Горные леса
<i>A. canadensis</i> L.	2007	Восточное США	Каменистые леса до 1500 м
<i>A. aurea</i> Janka	-	Балканы, юго-восточная Европа; Болгария, б. Югославия, Греция	-
<i>A. nigricans</i> Baumg.	-	Балканы	-

<i>A. oxysipala</i> var. <i>kansuensis</i> (Brune)	-	Дальний Восток, кроме крайнего севера и северо-востока, север полуострова Корея, северо-восточный Китай	Смешанные леса, по берегам и опушкам
<i>A. rockii</i> Munz	Рейкьявик, 2008	северо-западный Юньнань (провинция Китая), юго-западный Сычуань, Тибет	Смешанные леса, 2500–3500 м над ур. моря
<i>A. flabellata</i> Sieb. et Zucc.	Осло, 2006	Сахалин, Курильские острова, север Японии	Горные леса
<i>A. sibirica</i> Lam.	Якутск, 2007	Юг Западной и Восточной Сибири, Тарбагатай, северо-западная Монголия	Лесные и субальпийские луга до 1600-1700 м
<i>A. atrata</i> W. D. J. Koch	Австрия, 2006	Альпы, Апеннины	известковые скалы в субальпийском и альпийском поясах
<i>A. nevadensis</i> Boiss. & Reut.	-	Западная Европа	Леса, луга, равнины и горы. В горах поднимаются до субальпийского пояса.
<i>A. skinneri</i> Hook.	Потсдам, 2007	Юг Северной Америки – Нью-Мексико и горы Гватемалы	Высокогорные леса
<i>A. chaplinii</i> Standley ex Paysch.	Инсбрук, 2008	Северная Америка	Скалистые места в каньонах, в основном вдоль рек

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Феноритмотип видов рода *Aquilegia* весенне-летне-осеннезеленый средне-, поздневесеннего и раннелетнего цветения с периодом зимнего покоя. Фенологические особенности видов рода *Aquilegia* L. при интродукции в условиях степной зоны Украины приведены в Табл. 2. Большинство видов вступают в фазу начала вегетации в конце марта – начале апреля, другие – во второй декаде апреля. Формирование розетки листьев отмечено в конце апреля – первой декаде мая. Большинство видов вступают в фазу бутонизации в первой декаде мая. *A. flabellata* var. *pumila*, *A. canadensis* – в третьей декаде апреля. *A. aurea*, *A. nigricans*, *A. oxysipala* var. *kansuensis*, *A. rockii*, *A. flabellata* – во второй декаде мая, *A. skinneri*, *A. chaplinii* – в конце мая – первой декаде июня. Большинство видов вступают в фазу цветения во второй декаде мая. *A. flabellata* var. *pumila*, *A. canadensis*, *A. nevadensis*, *A. olympica*, *A. buergeriana* var. *oxysipala* – в первой декаде мая, *A. skinneri*, *A. chaplinii* – в первой декаде июня. По продолжительности цветения виды объединены в группы с коротким, средним, продолжительным и довольно продолжительным периодом цветения. Наибольшая продолжительность периода цветения (60 дней) отмечена у *A. aurea*, у *A. skinneri* – 45 дней. Виды *A. canadensis*, *A. alpina*, *A. nigricans*, *A. discolor*, *A. nevadensis*, *A. buergeriana* var. *oxysipala*, *A. olympica* отличаются продолжительным периодом цветения (30-35 дней),

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ РОДА AQUILEGIA L...

A. atrata, *A. einseiana*, *A. flabellata*, *A. chaplinii* – средним, *A. flabellata* var. *pumila*, *A. oxysepala* var. *kansuensis*, *A. rockii*, *A. sibirica* – коротким периодом цветения. Начало плодоношения у большинства видов отмечено в первой декаде июня, у *A. atrata* – в середине июня, у *A. skinneri*, *A. chaplinii* – в первой декаде июля. Созревание семян у большинства видов происходит в третьей декаде июня, у *A. flabellata* var. *pumila*, *A. canadensis*, *A. einseiana*, *A. atrata* – в середине июня. Позже созревают семена у *A. aurea*, *A. nigricans*, *A. flabellata* (первая декада июля) и *A. skinneri*, *A. chaplinii* (третья декада июля).

Таблица. 2.

Фенологическое развитие видов рода *Aquilegia* L. при интродукции в условиях юго-востока Украины

Вид	Даты прохождения фенофаз							Продолжительность цветения, дни
	В ₁	В ₂	Б	Ц		Пл ₁	Пл ₂	
				начало	конец			
<i>Aquilegia flabellata</i> Siebold & Zucc. var. <i>pumila</i>	04.04	20.04	27.04	04.05	23.05	05.06	15.06	20
<i>A. canadensis</i> L.	18.04	30.04	30.04	06.05	05.06	08.06	15.06	31
<i>A. aurea</i> Janka	04.04	04.05	12.05	23.05	20.07	08.06	05.07	60
<i>A. alpina</i> L.	04.04	04.05	04.05	17.05	15.06	08.06	23.06	30
<i>A. nigricans</i> Baumg.	04.04	04.05	12.05	17.05	15.06	08.06	05.07	30
<i>A. oxysepala</i> var. <i>kansuensis</i> (Brune)	04.04	04.05	12.05	17.05	08.06	08.06	23.06	23
<i>A. rockii</i> Munz	04.04	04.05	12.05	17.05	08.06	08.06	23.06	23
<i>A. einseiana</i> F.W. Schultz	18.04	04.05	04.05	12.05	08.06	08.06	15.06	28
<i>A. flabellata</i> Sieb. et Zucc.	18.04	04.05	12.05	25.05	20.06	15.06	05.07	27
<i>A. sibirica</i> Lam.	18.04	04.05	04.05	17.05	08.06	08.06	23.06	23
<i>A. discolor</i> DC.	04.04	04.05	04.05	17.05	15.06	08.06	23.06	30
<i>A. atrata</i> W. D. J. Koch	30.03	04.05	04.05	15.05	08.06	02.06	15.06	25
<i>A. nevadensis</i> Boiss. & Reut.	30.03	25.04	07.05	10.05	08.06	07.06	29.06	30
<i>A. olympica</i> Boiss.	30.03	24.04	07.05	10.05	08.06	02.06	23.06	
<i>A. skinneri</i> Hook.	20.04	05.05	21.05	02.06	15.07	10.07	20.07	45
<i>A. buergeriana</i> var. <i>oxysepala</i> (Trautv. & C.A. Mey.) Kitam.	30.03	20.04	05.05	10.05	11.06	02.06	23.06	33
<i>A. chaplinii</i> Standley ex Paysch.	20.04	05.05	02.06	10.06	10.07	10.07	23.07	29

Примечание: В₁ – начало вегетации, В₂ – разворачивание листьев, Б – бутонизация, Ц – цветение, Пл₁ – формирование плодов, Пл₂ – созревание семян

Изучена морфология корневой системы и определена жизненная форма, способность к вегетативному размножению 11 видов 2 разновидностей рода *Aquilegia*: *A. flabellata*, *A. flabellata* var. *pumila*, *A. sibirica*, *A. chaplinii*, *A. rockii*, *A.*

olympica, *A. alpina*, *A. canadensis*, *A. oxyspala* var. *kansuensis*, *A. nigricans*, *A. aurea*, *A. einseleiana* при интродукции в условиях юго-востока Украины. Виды рода *Aquilegia* – травянистые поликарпики с многоглавым каудексом, который образован одревесневшим утолщенным гипокотилем и основаниями побегов. На каудексе формируются придаточные корни и почки возобновления. Каждая глава каудекса характеризуется наличием центрального генеративного побега и 2-4 боковых вегетативных побегов. Жизненная форма большинства видов: *A. alpina*, *A. canadensis*, *A. oxyspala* var. *kansuensis*, *A. nigricans*, *A. aurea*, *A. einseleiana*, *A. skinneri* – полурозеточный кистекорневой гемикриптофит, монофит простой. Виды не способны к естественному вегетативному размножению. Жизненная форма *A. flabellata* и *A. sibirica* – корневищно-кистекорневой гемикриптофит, монофит партикулирующий, эти виды способны к слабому вегетативному размножению в сенильный период. Жизненная форма видов *A. flabellata* var. *pumila*, *A. rockii* и *A. olympica* – кисте-стержнекорневой гемикриптофит, монофит простой, виды не способны к вегетативному размножению в условиях интродукции. Большинство видов рода *Aquilegia* дают жизнеспособный самосев при интродукции в условиях юго-востока Украины, кроме *A. canadensis*, *A. chaplinii*, *A. rockii*.

Выделены группы видов по высоте генеративного побега: низкие – 15-35 см, средние – 36-55 см, высокие – 56-75 см, очень высокие – 76-105 см. К первой группе отнесены *A. flabellata* var. *pumila*, *A. canadensis*, ко второй группе – *A. rockii*, *A. einseleiana*, *A. chaplinii*, *A. sibirica*, к третьей – *A. alpina*, *A. nigricans*, *A. flabellata*, *A. discolor*, *A. skinneri*, *A. buergeriana* var. *oxyspala*. К группе очень высоких аквилегий относятся 5 видов: *A. aurea*, *A. oxyspala* var. *kansuensis*, *A. atrata*, *A. nevadensis*, *A. olympica*. Однако, виды *A. oxyspala* var. *kansuensis*, *A. olympica*, *A. discolor*, *A. skinneri* в разные годы исследования могут быть включены в группу высоких или очень высоких, *A. alpina* – в группу средних или высоких.

Количество генеративных побегов у изученных видов варьирует от 2 до 12. Наибольшее количество генеративных побегов отмечено у видов *A. flabellata* var. *pumila*, *A. atrata*, *A. skinneri*, *A. buergeriana* var. *oxyspala*. Выделены группы с малым – 5–10, средним – 10–15, высоким – 15–20 и очень высоким – 25–30 количеством цветков в соцветии. Наибольшим количеством цветков на генеративном побеге характеризуются *A. alpina*, *A. discolor*, высоким – *A. nigricans*, *A. oxyspala* var. *kansuensis*, *A. atrata*, *A. nevadensis*, *A. olympica*, средним – *A. einseleiana*, *A. nigricans*, *A. buergeriana* var. *oxyspala*, другие виды – малым количеством. По продуктивности цветения выделены группы с низкой – 15–75 цветков на растении, средней – 76–135, высокой – 136–195 и очень высокой – 196–255 продуктивностью. *A. alpina* характеризуется наибольшей продуктивностью цветения, *A. atrata* – высокой, *A. nevadensis*, *A. discolor*, *A. buergeriana* var. *oxyspala*, *A. olympica*, *A. nevadensis*, *A. aurea* – средней, другие исследованные виды – низкой продуктивностью цветения. Диаметр цветка видов аквилегий варьирует от 2,5 см до 7,0 см, длина цветка – от 2,4 см до 6,5 см. По диаметру цветка выделены группы видов с мелкими, средними, большими и крупными цветками. *A. aurea* характеризуется очень крупными, *A. alpina*, *A. oxyspala* var. *kansuensis*, *A. skinneri* –

крупными, *A. chaplinii*, *A. canadensis*, *A. flabellata* – мелкими, остальные виды – средними по диаметру цветками.

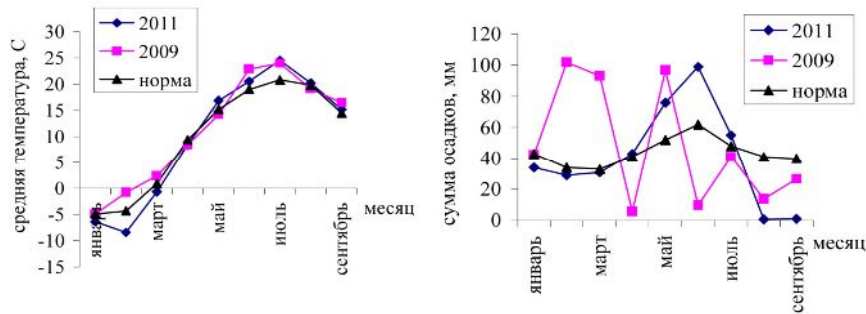


Рис. 1. Метеорологические условия города Донецка в 2009 и 2011 гг.

Метеорологические данные 2009, 2011 гг. и нормы среднемесячных температур и суммы осадков приведены на Рис 1. 2009 год по метеорологическим показателям сильно отличался от нормы и от 2011 года. Так март 2009 г. оказался довольно теплым, а за весенние месяцы выпало 195,9 мм осадков, что больше нормы в 1,5 раза. В более благоприятный по метеорологическим показателям 2009 г. у высокогорных лесных и видов с широкой экологической амплитудой возрастает количество цветков на генеративном побеге (рис. 2). Высокогорные лесные виды характеризуются увеличением высоты генеративного побега, размера цветка. У равнинных и высокогорных видов формируются крупные лепестки. Размер чашелистика – признак, наиболее зависимый от погодных условий. В 2009 г. у всех исследованных видов аквилегий наблюдали увеличение размера чашелистиков. При сравнении показателей семенной продуктивности видов *A. nevadensis* и *A. atrata* в 2009 и 2011 гг. отмечено, что семенная продуктивность, коэффициент семенификации и размер плода больше в 2009 году, который отличался благоприятными метеорологическими показателями в весенние месяцы. В 2011 г. в июне-июле выпало большое количество осадков, что не благоприятствовало вызреванию семян, тогда как в летние месяцы 2009 г. осадков выпало значительно меньше.

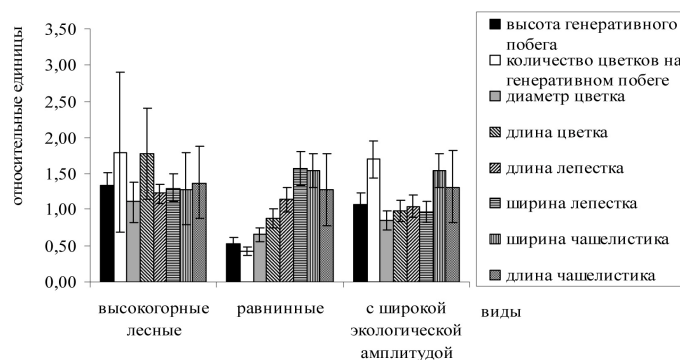


Рис. 2. Изменение морфометрических характеристик видов рода *Aquilegia* L. при интродукции в условиях юго-востока Украины в 2009 и 2011 гг.

Исследована семенная продуктивность 16 видов 2 разновидностей рода *Aquilegia*. Наибольшей семенной продуктивностью отличался *A. olympica*, произрастающий в лесном, чаще субальпийском поясе Кавказа, Малой Азии, Ирана, Греции на высоте 1200-3650 м над уровнем моря (табл. 3). Высокой семенной продуктивностью в условиях интродукции отличались также *A. oxysepala* var. *kansuensis*, *A. nigricans*, *A. atrata*, *A. nevadensis*, *A. skinneri*, *A. buergeriana* var. *oxysepala*, реальная семенная продуктивность на генеративный побег которых составила 98-121 семян. *A. flabellata* var. *pumila*, *A. aurea*, *A. alpina*, *A. einseleiana*, *A. sibirica* характеризовались средними значениями реальной семенной продуктивности на генеративный побег – 50-81 семян. Виды горных лесов *A. canadensis*, *A. flabellata* – низкими значениями реальной семенной продуктивности на побег – 15-20 семян. В условиях региона интродукции в 2011 году у видов горных лесов *A. rockii*, *A. chaplinii* отмечено формирование пустосемянных плодов. Наибольшее количество плодов на генеративном побеге и растении в целом формируется у *A. alpina*, произрастающего на лугах и известковых скалах, не ниже 1200-1500 м в Западной и Центральной Европе (табл. 2). У *A. alpina* и *A. atrata* насчитывается 108-128 плодов на растении. Наименьшее количество плодов на растении отмечено у *A. flabellata* var. *pumila*, *A. canadensis*, *A. einseleiana*, *A. flabellata*, *A. sibirica*, *A. nevadensis* – 15-42, у остальных изученных видов – 50-88 плодов. Процент плодоцветения видов рода *Aquilegia* варьирует от 45 % (*A. flabellata* var. *pumila*) до 69 % (*A. oxysepala* var. *kansuensis*). Наибольший процент плодоцветения (70 %) и коэффициент семенификации (96 %) отмечен у сивланта Дальнего Востока, севера Кореи и северо-восточного Китая *A. oxysepala* var. *kansuensis*. Для *A. olympica* характерны также высокие значения коэффициента семенификации – 96 %. Наименьшие значения коэффициента семенификации отмечены у *A. canadensis* (68 %), *A. flabellata* (77 %), средние (85-90 %) – у *A. aurea*, *A. sibirica*, *A. nevadensis*. Коэффициент семенификации остальных исследованных видов более 90 %. Длина плода видов рода *Aquilegia* варьировала от 14,2 мм (*A. canadensis*) до 28,7 мм (*A. skinneri*), толщина от 5,3 мм (*A. canadensis*) до 12,7 мм (*A. olympica*).

Анализ средних показателей семенной продуктивности видов рода *Aquilegia* по экологическому происхождению (рис. 3) показал, что высокогорные виды характеризуются низкими процентом плодоцветения, семенной продуктивностью и коэффициентом семенификации по сравнению с другими исследованными видами, исключение *A. skinneri*. Виды *A. rockii*, *A. chaplinii* не отображены на рисунке 2, так как формируют пустосемянные плоды. Коэффициент семенификации у одних высокогорных видов (*A. canadensis*, *A. flabellata*) – низкий, у других – средний (*A. skinneri*) и высокий (*A. flabellata* var. *pumila*). Равнинные же виды в условиях региона интродукции отличаются высоким процентом плодоцветения по сравнению с другими исследованными видами, что по нашему мнению, связано с достаточным количеством опылителей. Низкий процент плодоцветения отмечен у видов субальпийского и альпийского поясов, кроме *A. olympica*, который произрастает как на лесных, так и субальпийских лугах. Наибольшая семенная продуктивность и низкий процент плодоцветения характерны для видов с широкой экологической амплитудой. Некоторые виды субальпийского и альпийского поясов отличались

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ РОДА *AQUILEGIA* L...

высокими показателями семенной продуктивности (*A. olympica*, *A. atrata*), другие – средними показателями.

**Таблица 3.
Семенная продуктивность видов рода *Aquilegia* L. в 2011 г. при интродукции в условиях юго-востока Украины**

Вид	Количество плодов, шт.		Размер плода, мм		Процент плод-цветения, %	Семенная продуктивность на генеративный побег, шт.		Коэффициент семенификации, %
	на генеративном побеге	на растении	длина	толщина		потенциальная	реальная	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Aquilegia flabellata</i> Siebold & Zucc. var. <i>pumila</i>	1,6±0,27	15,2±2,63	20,3±0,26	6,5±0,17	45,0±2,95	70,7±0,94	67,1±1,16	94,9±0,64
<i>A. canadensis</i> L.	4,7±0,7	33,9±6,51	14,2±0,46	5,3±0,24	54,6±4,46	22,8±1,73	15,8±1,71	67,8±2,89
<i>A. aurea</i> Janka	14,1±2,22	88,9±12,77	27,7±1,47	7,1±0,47	66,5±5,29	58,3±5,58	50,0±5,39	85,0±2,3
<i>A. alpina</i> L.	16,9±3,78	128,6±24,42	24,0±0,78	7,6±0,31	53,4±5,84	83,9±3,72	79,5±3,92	94,6±0,78
<i>A. nigricans</i> Baumg.	15,1±0,88	59,2±6,76	28,4±1,26	11,7±0,49	68,3±4,47	121,6±3,84	113,0±3,68	93,0±1,15
<i>A. oxysepala</i> var. <i>kansuensis</i> (Brune)	13,1±1,1	50,4±6,82	24,9±0,82	9,4±0,31	69,6±3,96	102,1±6,81	98,0±6,68	95,9±0,52
<i>A. rockii</i> Munz	5,0±0,85	20,0±5,2	усыхание плодов	-	71,4±3,53	плоды пустые	-	-
<i>A. einseleana</i> F.W. Schultz	7,2±0,65	35,4±4,19	24,4±0,67	6,7±0,37	51,8±4,43	54,1±2,31	50,7±2,36	93,6±0,88
<i>A. flabellata</i> Sieb. et Zucc.	4,1±0,43	28,6±5,06	23,9±0,48	5,5±0,14	53,6±5,15	25,3±2,13	19,9±2,25	77,4±2,65
<i>A. sibirica</i> Lam.	3,0±0,42	19,1±2,84	22,7±0,62	10,2±0,62	52,3±6,27	95,3±4,36	81,4±2,76	86,3±2,93
<i>A. atrata</i> W. D. J. Koch	8,2±1,44	108,2±27,26	25,7±1,17	9,3±0,35	57,2±8,62	128,4±5,24	116,0±5,78	90,3±2,38
<i>A. nevadensis</i> Boiss. & Reut.	6,7±0,87	42,0±7,29	21,7±0,77	8,1±0,22	45,9±8,07	125,1±5,90	112,8±6,47	89,9±2,16
<i>A. olympica</i> Boiss.	11,1±2,07	62,5±13,18	23,1±0,54	12,7±0,68	63,3±5,81	146,0±7,61	139,9±7,46	95,8±0,64
<i>A. skinneri</i> Hook.	5,7±1,42	54,6±20,54	28,7±1,16	7,9±0,25	65,7±6,26	132,0±3,6	121,2±4,76	91,6±1,92
<i>A. buergeriana</i> var. <i>oxysepala</i> (Trautv. & C.A. Mey.) Kitam.	6,6±0,64	53,0±9,23	28,2±0,67	9,9±0,25	58,7±4,6	126,8±8,14	117,0±7,95	92,1±1,02
<i>A. chaplinii</i> Standley ex Paysch.	1,2±0,36	8,1±2,77	усыхание плодов	-	32,4±3,84	плоды пустые	-	-

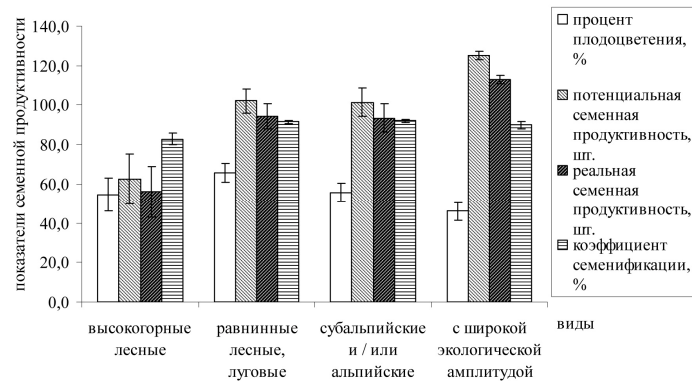


Рис. 3. Семенная продуктивность видов рода *Aquilegia L.* в 2011 г. при интродукции в условиях юго-востока Украины

Изучены морфологические признаки листа видов рода *Aquilegia* при интродукции. У *A. flabellata* и *A. sibirica*, жизненная форма которых полурозеточный корневищно-кистекарневой гемикриптофит, образуется большее количество листьев на особь – около 40 по сравнению с другими исследованными видами. Большое количество листьев формируется также у видов *A. flabellata* var. *pumila*, *A. aurea*, *A. alpina*, *A. nevadensis*, *A. skinneri*, *A. chaplinii* – 25–30, у *A. oxyssepala* var. *kansuensis*, *A. olympica*, *A. buergeriana* var. *oxyssepala* – среднее количество листьев – 20–25, у лесных видов *A. canadensis*, *A. rockii*, *A. nigricans* – малое количество листьев – 15–20. Длина листа исследованных видов варьирует от 2,9 см до 15,4 см, ширина – от 3,5 см до 17,4 см. Крупные листья характерны для *A. aurea*, мелкие – *A. chaplinii*. Длина черешка листа варьирует от 6,5 см (*A. rockii*) до 25,9 см (*A. aurea*).

Высокогорные лесные виды *A. flabellata*, *A. flabellata* var. *pumila*, *A. canadensis*, а также субальпийский вид *A. einseleana* отличаются меньшими значениями периметра, площади, сырым и сухим весом листа, степени изрезанности листа по сравнению с другими исследованными видами. Для других высокогорных лесных видов *A. rockii*, *A. skinneri* характерны малые значения периметра, площади и сухого веса листа, однако большие значения сырого веса. Изрезанность листа *A. rockii* очень большая, *A. skinneri* – средняя. Виды *A. aurea*, *A. alpina* характеризуются большими значениями размера, периметра, площади, сырого и сухого веса и малой степенью изрезанности листа по сравнению с другими исследованными видами. Виды *A. nigricans*, *A. oxyssepala* var. *kansuensis* отличаются средними значениями выше перечисленных параметров и малой степенью изрезанности листа. У *A. sibirica* средние значения периметра и площади листа, меньшие – степени изрезанности, сырого и сухого веса листа. У *A. olympica* отмечены средние значения периметра, сырого и сухого веса и изрезанности листа, меньшее – площади листа. Сырой вес листа равнинных видов больше, чем у высокогорных и субальпийских и/или альпийских в 1,3-1,4 раза (рис. 4). Периметр и площадь листовой пластинки высокогорных лесных видов меньше в 3 раза по сравнению с равнинными и

субальпийскими, длина черешка – в 1,2-1,3 раза, однако степень изрезанности листа в 2 раза больше. Большая изрезанность края листа способствует увеличению теплоотдачи, что важно в аридных условиях произрастания и является адаптивным признаком [12]. Листовая поверхность особей высокогорных видов меньше в 2,3 раза по сравнению с равнинными и 2,5 раза – с субальпийскими. Отношение сырого веса к площади листовой поверхности больше у высокогорных лесных видов, т.е. эти виды накапливают большее количество воды в листьях по сравнению с другими исследованными видами. Причем *A. rockii* и *A. skinneri* накапливают большее количество воды по сравнению с другими высокогорными видами, тогда как зависимость сухого веса листовой пластинки от ее площади имеет одинаковый характер у всех высокогорных видов (рис. 5). В условиях интродукции в степной зоне Украины как раз эти виды и являются наименее устойчивыми. *A. rockii* и *A. skinneri* произрастают в местах, где разность осадков и испарения в год составляет 800-1200 мм, в отличие от других высокогорных видов, где разность равняется 400 мм [12]. Отношение сухого веса листовой пластинки к сырому наибольшее у равнинных видов, которые более приспособлены к условиям степной зоны Украины по сравнению с другими видами рода *Aquilegia*.

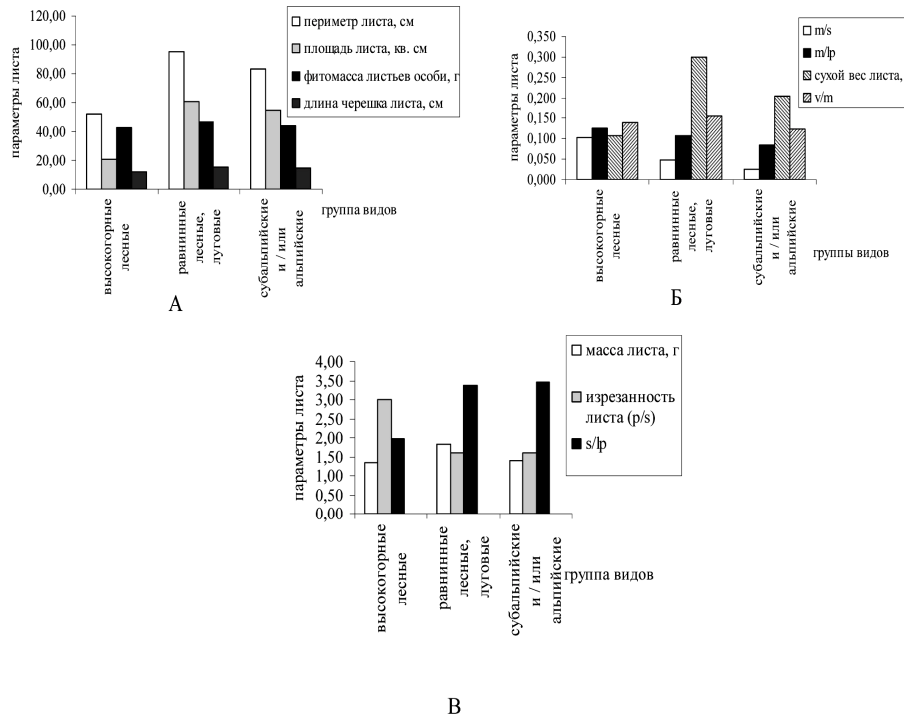
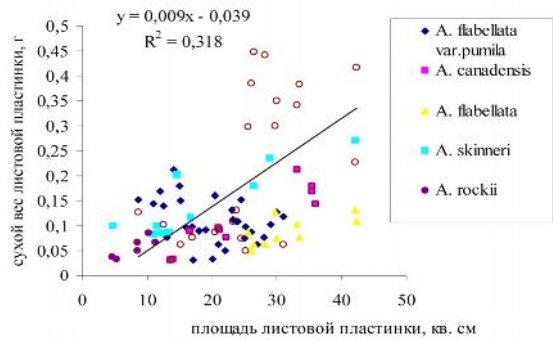
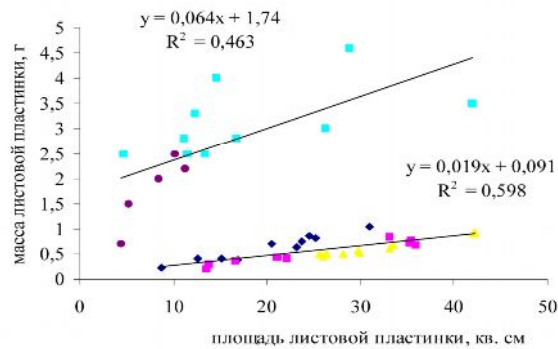


Рис. 4. Параметры листа (А, Б, В) видов рода *Aquilegia* L. разной экологии при интродукции в условиях юго-востока Украины: р – периметр листа, s – площадь листа, lp – длина черешка, m – сырой вес листа, v – сухой вес листа



А



Б

Рис. 5. Зависимость веса листовой пластинки высокогорных лесных видов рода *Aquilegia* L. от ее площади при интродукции в условиях юго-востока Украины (А – сухого веса, Б – сырого веса)

Анализ накопления воды в листьях субальпийских видов показал, что *A. olympica* накапливает меньшее количество воды на единицу площади листовой пластинки по сравнению с другими видами этой экологии. По-видимому это связано с тем, что разность осадков и испаряемости в год в местах естественного произрастания *A. olympica* составляет (– 400 мм), тогда как у других субальпийских видов (– 200 мм). Для *A. olympica* и *A. sibirica* характерно образование меньшего количества пластических материалов на единицу площади листовой пластинки (меньший сухой вес) по сравнению с другими субальпийскими видами. Анализ физиолого-морфологических особенностей листа равнинных видов показал, что у *A. oxysepala* var. *kansuensis* накапливается большее количество воды и сухого вещества на единицу площади листовой пластинки. *A. oxysepala* var. *kansuensis* произрастает в более увлажненных регионах (разность осадков и испарения составляет 400 мм) по сравнению с местами естественного произрастания других равнинных видов (– 400 мм). Выявлено, что у высокогорных лесных видов менее

прочный черешок по сравнению с другими исследованными видами, так как отношение сырого веса листовой пластинки к длине черешка у высокогорных видов больше в 1,2 раза по сравнению с равнинными и в 1,5 раз – с субальпийскими видами (рис 6). У равнинных и субальпийских видов рода *Aquilegia* L. при увеличении сырого веса листовой пластинки увеличивается длина черешка листа. У высокогорных *A. rockii*, *A. flabellata*, *A. canadensis* при увеличении сырого веса листовой пластинки длина черешка уменьшается, эти виды обладают менее прочными черешками по сравнению с другими высокогорными видами.

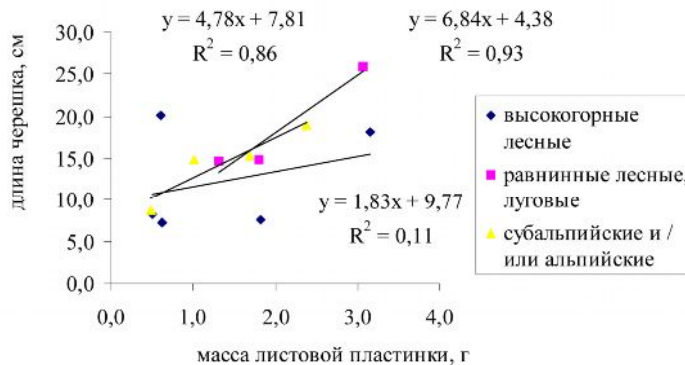


Рис. 6. Зависимость длины черешка листа видов рода *Aquilegia* L. от сырого веса листовой пластинки

Выявлено наличие прямых линейных зависимостей отношения сырого и сухого веса листа к площади у высокогорных лесных видов (рис. 7 А, Б) и обратной зависимости отношения сухого веса листа к площади у субальпийских видов (рис. 7 Б) с суммой осадков в местах их естественного произрастания. У высокогорных лесных видов при увеличении разницы суммы осадков и испарения в местах их естественного произрастания наблюдается увеличение отношения сырого и сухого веса листа к площади при интродукции в условиях юго-востока Украины (рис. 7 В, Г). Выявлена обратная зависимость отношения сухого веса листа к площади у равнинных и субальпийских видов с разницей суммы осадков и испарения в местах их естественного произрастания (рис. 7 Г).

Таким образом, большинство видов рода *Aquilegia* не способны к естественному вегетативному размножению, их приспособление к условиям региона интродукции заключается в образовании жизнеспособного самосева. Выявлено, что высокогорные виды в условиях юго-востока Украины характеризуются низкими процентом плодоцветения, семенной продуктивностью и коэффициентом семенификации по сравнению с другими исследованными видами. Равнинные виды отличаются высоким процентом плодоцветения, виды субальпийского и альпийского поясов – низким. Отмечено, что семенная продуктивность и коэффициент семенификации видов с широкой экологической амплитудой, равнинных и субальпийских довольно высоки, что обеспечивает их

самовозобновление самосевом в условиях региона интродукции и свидетельствует об их высокой адаптивной способности.

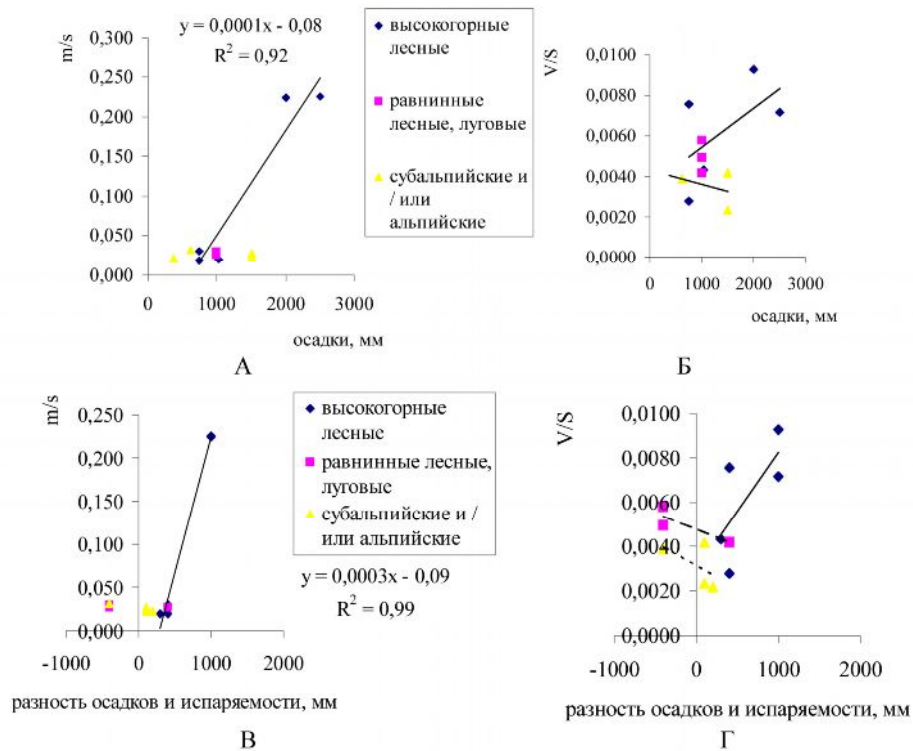


Рис. 7. Зависимость коэффициентов листа видов рода *Aquilegia* L. от агроклиматических показателей в местах их естественного произрастания: А – отношение сырой массы листа к площади (m/s) от количества осадков; Б – отношение сухого веса листа к площади (V/S) от осадков, В – m/s от разности осадков и испарения, Г – V/S от разности осадков и испарения

ВЫВОД

В результате изучения физиолого-морфологических характеристик листа видов рода *Aquilegia* выявлено, что наиболее адаптированными к условиям юго-востока Украины являются равнинные виды, а также виды с широкой экологической амплитудой. Высокогорные лесные виды отличаются менее прочным черешком и накапливают большее количество воды на единицу площади листовой пластинки по сравнению с другими исследованными видами, однако отличаются большей изрезанностью листа. Выявлены прямые линейные зависимости отношения сырого и сухого веса листа к его площади у высокогорных лесных видов и обратная зависимость отношения сухого веса листа к площади у равнинных и субальпийских видов от разницы суммы осадков и испарения в местах их естественного произрастания.

Список литературы

1. Fulton M. Floral isolation between *Aquilegia formosa* and *A. pubescens* / M. Fulton, S.A. Hodges // The Royal Society. – 1999. – P. 2247–2252.
2. Medrano M. Comparative floral and vegetative differentiation between two European *Aquilegia* taxa along a narrow contact zone / M. Medrano, M.C. Castellanos, C.M. Herrera // Plant Systematics and Evolution. – 2006. – P. 209–224.
3. Genetic diversity of *Aquilegia* (Ranunculaceae) species and cultivars assessed by AFLPs / R.R. Zhu, Y.K. Gao, L.J. Xu, Q.X. Zhang // Genetics and Molecular Research. – 2011. – 10 (2). – P. 817–827.
4. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Методики интродукционных исследований в Казахстане. – Алма-Ата : Наука, 1987. – 136 с.
5. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М., 1975. – 136 с.
6. Борисова И.В. Сезонная динамика растительного сообщества / И.В. Борисова // Полевая геоботаника. – Л. : Наука, 1972. – Т. 4. – С. 5–136.
7. Мазуренко М.Т. Вегетативное размножение растений в связи с интродукцией / М.Т. Мазуренко, А.П. Хохряков // Бюл. Гл. ботан. сада АН СССР. – 1971. – Вып. 79. – С. 26–33.
8. Работнов Т.А. Методы изучения семенного размножения в сообществах // Полевая геоботаника. – М., Л. – Т.2. – 1960. – С. 20–40.
9. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений / И.В. Вайнагий // Ботан. журнал. – 1974. – С. 826–831.
10. Некрасов В.И. Роль семенной репродукции в оценке степени акклиматизации растений / В.И. Некрасов // Ритм роста и развития интродуцентов. – М. : Б.и. – 1973. – С. 90–93.
11. Методические указания по семеноведению интродуцентов. – М. : Наука, 1980. – 64 с.
12. Агроклиматический атлас мира. – М., Л. : Гидрометеиздат, 1972. – 115 с.

Крохмаль І.І. Біологічні особливості видів роду *Aquilegia* L. при інтродукції в умовах південного сходу України / І.І. Крохмаль // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2012. – Т. 25 (64), № 1. – С. 118-131.

Вивчені біологічні особливості видів роду *Aquilegia* L. при інтродукції в умовах південного сходу України. Виявлено, що більшість видів роду *Aquilegia* не здатні до природного вегетативного розмноження, але утворюють життєздатний самосів в умовах інтродукції. Виявлено, що насіннева продуктивність і коефіцієнт семеніфікації рівнинних і субальпійських видів досить високі, що забезпечує їх самовідтворення в умовах інтродукції. В результаті вивчення фізіолого-морфологічних характеристик листка видів роду *Aquilegia* виявлено, що більш адаптованими до умов південного сходу України є рівнинні види та види з широкою екологічною амплітудою.

Ключові слова: види роду *Aquilegia* L., інтродукція, південний схід України, насіннева продуктивність, лист, адаптація.

Krokhmal I.I. The biological features species of the genus *Aquilegia* L. leaves introduced in south-east of Ukraine / I.I. Krokhmal // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2012. – Vol. 25 (64), No 1. – P. 118-131.

The biological features were studied in the *Aquilegia* L. species introduced in south-east of Ukraine. It was found out that the abundance species of the genus *Aquilegia* are impotent natural vegetative propagate, but form viable self-seeding in condition of introduction. . It was found out that seed production and coefficient of seedfication flat and subalpine species very high, that supported their selfreproduction in condition of introduction. In results study physiologo-morphological characteristics of leaf of species of *Aquilegia* it was found that most adapted in conditions south-east of Ukraine are flat species and spicies whith wide ecological amplitude.

Keywords: species of the genus *Aquilegia* L., introduction, south-east of Ukraine, seed production, leaf, adaptation.

Поступила в редакцію 15.02.2012 г.