

ДИСТРИБУЦИЈЕ $2n$ И ПРИЛАГОЂЕНОСТИ ЦВЈЕТНИЦА БАЛКАНСКОГ ПОЛУОСТРВА НА СВЈЕТЛОСТ, ТЕМПЕРАТУРУ, ВЛАГУ, КИСЕЛОСТ И АЗОТ У ТЛУ

Боро П. Павловић, Невенка Павловић, Марина Мршић

Природно-математички факултет, Универзитета у Бањој Луци, Младена Стојановића 2,
78000 Бања Лука

Abstract

PAVLOVIĆ, B. P., Nevenka PAVLOVIĆ, Marina MRŠIĆ: Distributios of $2n$ and adaptations of flower plants of Balkan peninsula on light, temperature soil mosture, acidity, and nitrogen contetn. Skup 2: 279-293. [Faculty of Natural Sciences and Matematics of Banjaluka University, 78000 Banjaluka, 2 Mladena Stojanovića Street]

Regularities in distributions of characteristic chromosome numbers ($2n$) have been investigated inside adaptational groupings of flowering plants taxa (sp, ssp. and var.) in relations to light, temperature, moisture, acidity and nitrogen contest in soil. Data referred to 2497 sp. ssp. and var. of Balkan Peninsula flowering plants: for 1773 of them data of $2n$ have been included, as well as 1570 data of adaptive groping related to include ecological factors. Every 5 adaptational groups fit the scale part inside the range of the ecological factor. The $2n$ distributions inside the considered ecological factors range from $2n=5$ to $2n=130$, they are asymmetric, with the modal $2n=16$ and they contain: 947 pair data for light, 948 for temperature, 981 for moisture, 976 for acidity, and 965 for nitrogen content in soil. Distributions of species diversity of adaptational groups (inside of the ecological factor) have been asymmetric. The adaptational groups with maximal species diversity (halfscio-heliophyte, mesotermic plants, subsciophyte, neutrophile and olgotrophe-mezotrophic plants) belong to middle or neighbor classis (in the ecological factor range) and their range of $2n$ distribution are with the most filling out. (the biggest number $2n$ variants, as the rule the widest range, and the modal $2n=16$. The species diversities decrease from the richest groups to the marginal groups in the ecological factor range as well as the filling out of the $2n$ distribution ranges decrease (as the rule, the number of the $2n$ variants and the maximal $2n$ decrease, but the modal $2n$ of some factors go up).

Keywords: taxa of flowering plants, Balkan peninsula, distribution of $2n$, adaptive groups, light, temperature, moisture, acidity, nitrogen

Сажетак

Изналажене су правилности дистрибуција карактеристичног броја хромозома ($2n$) у оквирима адаптационог груписања таксона цвјетница (sp. ssp. и var.) у односу на свјетлост, температуру, рН и количину азота у тлу. Подаци се односе на 2497 sp. ssp. и var. цвјетница Балканског полуострва: за 1773 је укључен податак о $2n$, а за 1570 подаци о адаптивном груписању у односу на обухваћене еколошке факторе. Свака од по 5 адаптационих група покрива један дио скале варирања еколошког фактора. Дистрибуције $2n$ у оквиру еколошког фактора налазе се у распону $2n=5$ до $2n=130$, асиметричне су, са модалним $2n=16$ и обухватају: 947 парова података за свјетлост, 948 за температуру, 981 за влажност, 976 за киселост, те 965 за садржај азота у тлу. Дистрибуције разноврсности адаптационих група (унутар еколошког фактора) су асиметричне. Најразноврсније адаптационе групе (полускио-хелиофите, мезотермне биљке, субксерофите, неутрофилне и олиготрофно-мезотрофне биљке) припадају средишњој или сусједној класи (у

оквиру подручја одговарајућег еколошког фактора) и имају највећу покривеност подручја дистрибуције $2n$ (највећи број различитих вриједности $2n$, по правилу најшири распон и модално $2n=16$). Разноврсност опада од најразноврсније ка рубним адаптационим групама и упоредо се (по правилу) смањује покривеност подручја дистрибуције $2n$ (број различитих вриједности $2n$ и максимално $2n$ се смањује, а за неке факторе, модално $2n$ се повећава).

Кључне ријечи: таксони цвјетница, Балканско полуострво, дистрибуције $2n$, адаптивне групе, свјетлост, температура, вода, киселост, азот

УВОД

Сложеност еколошких одлика таксона се огледа у различитој мјери и облику заступљености у нижим-припадајућим таксонима и јединкама тих таксона, у обједињеном облику испољавања основних онтогенетских, морфолошких, физиолошких, биохемијских и генетичких својстава, те у већој или мањој мјери њихове изложености процесима усклађивања током трајања таксона (у процесима надживљавања и репродукције јединки). Број хромозома у соматским ћелијама је цитолошка и генетичка одлика у основи стабилна у генерацијама ћелија јединке и генерацијама јединки, до граница промјена које могу да се појаве дуж еволуционих линија таксона. Стања повезаности дистрибуције броја хромозома са еколошким одликама таксона представљају основу за разумијевање оптимализационих процеса таксона у таксоконима (Pavlović, 1988, 1990, Павловић, Павловић, 2001) одређеног простора.

Подаци о познатим бројевима хромозома за врсте биљака стално се увећавају. У неким подручјима познавање диплоидног броја хромозома ($2n$) готово је свеобухватно на нивоу врста (чак и подврста и варијетета) заступљених у флори тог подручја. Постоје многобројни радови у којима су примарно дати подаци о хромозомским гарнитурима цвјетница Балканског полуострва. На основу њих се дају прегледи и различити аспекти анализе тих проучавања за одређене просторе (Kamari et al., 1992, 1993, Kuzmanov, 1993). Такође се подаци о карактеристичном броју хромозома (диплоидном, и/или хаплоидном) преносе у описима таксона (врста, подврста и варијетета) у оквиру флоре или одређених група биљака (Šilić, 1990, 1990a, Lakušić, 1990, Mišić, Lakušić, 1990). Израдом рачунарске базе података о флори Србије било је предвиђено употпуњавање података о нивозима карактеристика врста и таксона испод нивоа врста па и података о броју хромозома ради различитих обрада и сагледавања односа међу њима (Pavlović, 1998, Pavlović, Pavlović, 1999). Нема потпуног прегледа о проученом карактеристичном броју хромозома за цвјетнице Балканског полуострва, па се поново приступило прикупљању одговарајућих података и њиховом укључивању у рачунарске базе. Проведене упоредне анализе неких карактеристика родова сисара (старост, дужина тијела, типови станишта – животна форма, животна средина – распрострањење) и везе тих карактеристика са дистрибуцијом броја хромозома у њиховим кариотиповима (Pavlović, 1986, 1990, Pavlović, Pavlović, 1986, 1999a) указале су на могућност сличних анализа код цвјетница.

Постоје подаци о прилагодбеним својствима у односу на стање неколико еколошких факторе за око 1570 таксона нивоа врсте, подврсте и варијетета (Kojić et al., 1997). За већину тих таксона, на другој страни, постоје подаци о броју хромозома у њиховим соматским ћелијама (Kamari et al., 1992, 1993 Kuzmanov, 1993, Šilić, 1990, 1990a, Lakušić, 1990, Mišić, Lakušić, 1990). Обједињавање ове двије групе података (о егзофенотипу и о ендифенотипу) обављено је у циљу утврђивања облика

дистрибуције броја хромозома у кариотипу повезано са адаптацијама сваког таксона биљака (врсте, подврсте, варијетети) у односу на еколошке факторе: свјетлост, температуру, влагу, киселост и количину азота као одлике таксона.

На основу могућих мутагених дејстава свјетла и температуре, за биљке које су изложене већем освјетљењу или вишим температрама, могло би се очекивати већа издијељеност кариотипа – присуство већег броја хромозома у соматским ћелијама. Адаптација на екстремне еколошке услове, могло би се очекивати да мијења позицију и ширину подручја варијације, као и модалне вриједности карактеристичног броја хромозома.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Анализа односа унутар биљних таксона омогућена је успостављањем рачунарске базе података у коју је уписано 2497 (укључени таксони су врсте – *sp.*, подврсте – *ssp.*, варијетети – *var.*), од тога за 1773 су унесени подаци о броју хромозома у кариотипу, те различит број података о припадности адаптационој групи у односу на еколошке факторе (свјетлост, температура, влага, киселост и количина азота у земљишту). Уз сваки таксон у бази је укључен податак о аутору имена – описа таксона, као и подаци о изворима из којих су преузете карактеристике таксона. За пописане таксоне не постоје увијек подаци о припадностима адаптационим групама у односу на еколошке факторе или код извјесног броја оних код којих постоје ти подаци недостаје податак о броју хромозома.

Подаци о називима таксона преузимани су из извора о броју хромозома (Kamari et al., 1992, 1993 Kuzmanov, 1993, Šilić, 1990, 1990a, Lakušić, 1990, Mišić, Lakušić, 1990) или из извора о еколошким адаптацијама (Kojić et al., 1997), а листа у бази података се даље попуњава. У базу су такође унесени подаци о припадности хијерарахији таксона изнад нивоа врсте, али су овдје анализирани само цјелокупни подаци.

Подјела таксона у адаптационе групе у односу на еколошке факторе обухвата по пет адаптационих нивоа на скали варирања еколошког фактора (Kojić et al., 1997):

- ❖ у односу на доступну количину свјетлости биљке су подијељене на: 1. скиофите, 2. скио-полускиофите, 3. полускиофите, 4. полускио-хелиофите и 5. хелиофите;
- ❖ у односу на температуру: 1. фригорибилне, 2. фригори-мезотермне, 3. мезотермне, 4. мезо-термофилне и 5. термофилне биљке;
- ❖ у односу на влажност земљишта: 1. ксерофите, 2. субксерофите, 3. субмезофите, 4. мезофите, 5. хигро-хелофите – укључујући амфибијске и флотантне хидрофите;
- ❖ у односу на киселост земљишта: 1. ацидофилне, 2. ацидо-неутрофилне, 3. неутрофилне, 4. неутро-базофилне и 5. базофилне биљке; те,
- ❖ у односу на садржину – количину азота у земљишту: 1. олиготрофне, 2. олиго-мезотрофне, 3. мезотрофне, 4. мезо-еутрофне и 5. еутрофне биљне таксоне.

Укупан број укључених парова података (адаптациона група еколошког фактора са бројем хромозома у соматским ћелијама) је: 947 за свјетлост, 948 за температуру, 981 за влажност, 976 за киселост, те 965 за садржај азота у тлу.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Дистрибуција 2n у оквиру по пет адаптационих група у односу на количину (интензитет) еколошких фактора (свјетлост, температура, влага, киселост и количина азота у земљишту) је асиметрична. У свим поређењима једна од рубних класа има

(обухвата) мање парова података од друге, а за свјетлост, влажност и количину азота централна адаптациона група нема највећи број обухваћених таксона са паровима података. Такво стање може да се објашњава обухватношћу укупног броја постојећих цвјетница у бази, или у флори Балканског полуострва, те, ако анализирани подаци представљају право стање међу свим цвјетницама, онда би мања или већа разноврсност у адаптационом груписању указивала на карактеристике еволуционих процеса који су довели до таквог стања. Велика разноврсност адаптационе групе указује на заступљеност станишта са таквим еколошким условима и на израженији процес специјације, као и на веће трајање врсте и припадајућих таксона. За обухваћене цвјетнице Балканског полуострва највећа разноврсност је у адаптационим групама: полускиофите–хелиофите, мезотермне, субсерофите, неутрофилне, олиготрофно–мезотрофне.

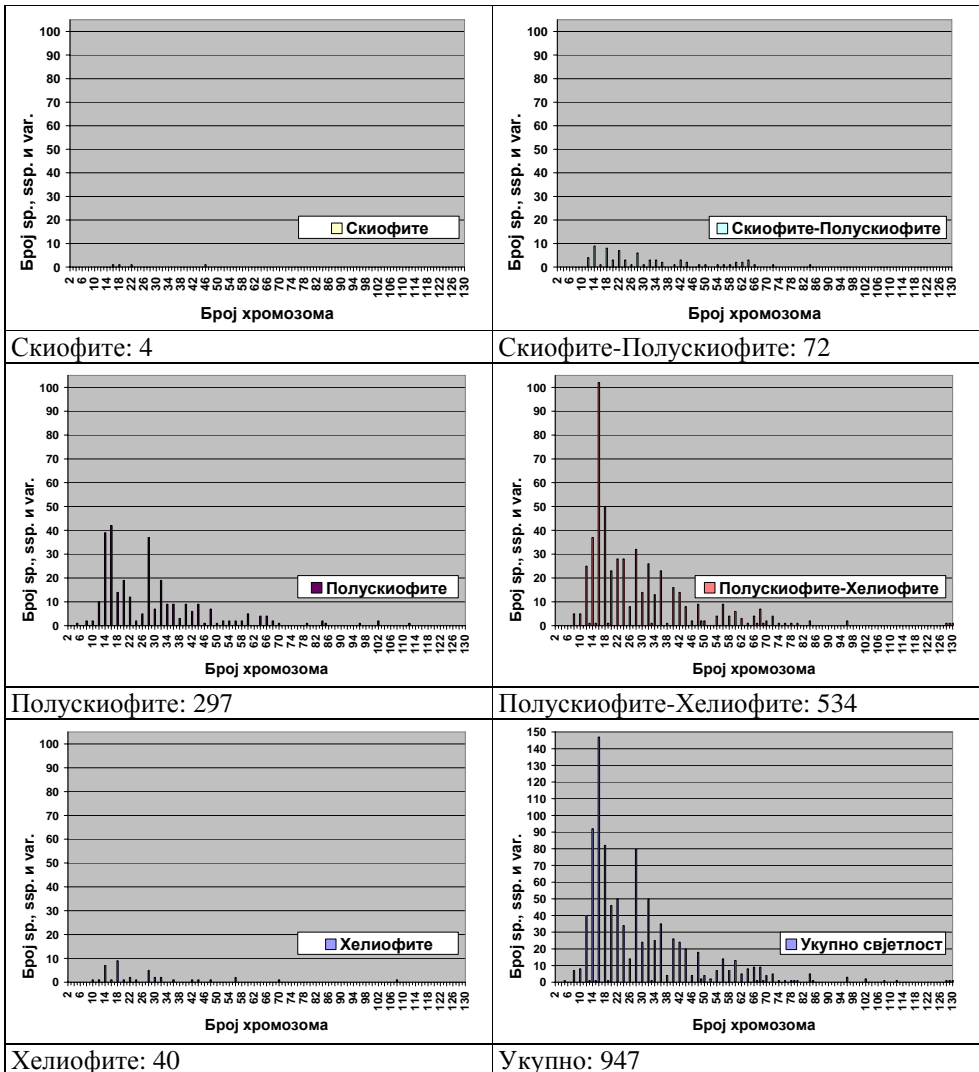
Распон броја хромозома међу укљученим таксонима износи 5 до 130. Овај распон је исти у обухваћеним подацима за све анализирани еколошке факторе. Све вриједности у овом распону нису заступљене. Поред недостајућих већине непарних, такође нису заступљени ни парни бројеви хромозома, посебно у горњем подручју дистрибуције $2n$. Заступљеност варијанти $2n$ различита је за посматране еколошке факторе, пошто није исти попис таксона укључен у анализу нивоа адаптација за пет еколошких фактора. Ипак главнина података је иста за анализирани еколошке факторе. На основу анализираних података, цвјетнице чији је карактеристични број хромозома $2n=16$ имају највећу разноврсност на Балканском полуострву. Ако се примијене поставке дате у вези са бројем хромозома код сисара (Matthey, 1973, Pavlović, 1993), $2n=16$ је оптимално стање издијељености хромозомске гарнитуре (Pavlović, 1993) и могуће полазно стање за већи и мањи број хромозома у кариотипу на основу модалне хипотезе (Matthey, 1973).

Број хромозома и груписање цвјетница по адаптираности на свјетлост

Обухваћених 947 података за таксоне о броју хромозома, повезаном са 5 нивоа адаптација на свјетлост, неравномјерно се дистрибуира (Табла 1). Укупно је установљена изразито највећа учесталост $2n=16$ код 147 таксона, затим слиједе $2n=14$ (92 таксона), $2n=18$ (82) и $2n=28$ (80 таксона). Унутар најбогатије адаптационе групе полускиофите-хелиофите (са 534 таксона) доминира $2n=16$ који је карактеристичан за 102 таксона. Овај број хромозома доминира и код 297 полускиофита ($2n=16$ за 42 таксона, а субдоминатни су $2n=14$ и $2n=28$ код 39, односно 37 таксона). Скиофите-полускиофите са знатно мањим бројем таксона (72) имају неколико учесталијих вриједности $2n=14$ код 9, $2n=18$ код 8, $2n=22$ код 7 и $2n=28$ код 6 таксона. Рубне адаптационе групе: хелиофите са паровима података за 40 таксона, имају доминантно $2n=18$ заступљено у 9 и субдоминантно $2n=14$ код 7 таксона, а на другој страни 4 таксона скиофита имају $2n=16$, 18, 22 и 46.

Анализа веза $2n$ са адаптацијама на свјетлост обухвата 55 различитих вриједности $2n$ (у распону од $2n=5$ до $2n=130$). Највећи број, 48 различитих вриједности $2n$, установљен је код најразноврсније адаптационе групе полускиофите-хелиофите у широком распону од $2n=8$ до $2n=130$. У овој групи су три горње вриједности $2n=126$, 128 и 130. Број различитих вриједности се смањује идући од ове најповољније адаптационе групе у флори Балканског полуострва ка неповољнијим нивоима услова свјетлости, а сужава се и распон $2n$: полускиофите 38 различитих износа у распону од $2n=5$ до $2n=112$; скиофите-полускиофите 27 износа од $2n=12$ до $2n=84$; скиофите 4 вриједности од $2n=16$ до $2n=46$; те на другу страну хелиофите 18 различитих бројева од $2n=10$ до $2n=108$.

Табла 1: Заступљеност диплоидног броја хромозома код *sp.*, *ssp.* и *var.* биљака различито адаптираних на свјетлост



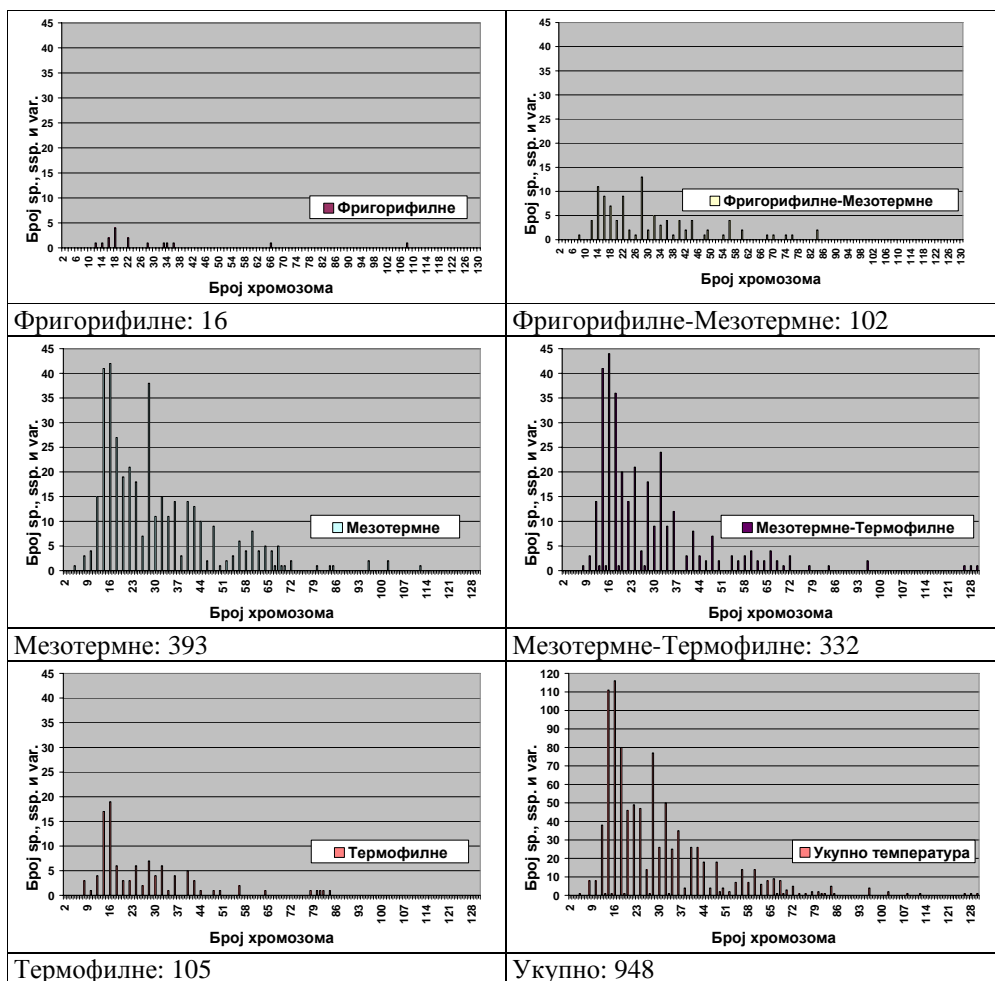
Број хромозома и груписање цвјетница по адаптираности на температуру

Дистрибуције броја хромозома у соматским ћелијама повезане са адаптацијама цвјетница Балканског полуострва у односу на топлотне услове (Табла 2) обухватају 948 парова података, унутар тога је $2n=16$ најчесталији карактеристичан број за 116 таксона (субмодално $2n=14$ заступљено је у 111 таксона). Средишња адаптациона група мезотермних цвјетница заступљена је са највише парова података: за 393 таксона међу којима 42 имају $2n=16$ (модална вриједност), затим слиједи $2n=14$ за 41, те $2n=28$ за 38 таксона. Модално $2n=16$ карактеристично је за 44 од укупно 332 мезотермна-термофилна таксона (субмодална вриједност $2n=14$ за 41, $2n=18$ за 36 таксона). Такође и 105 термофилних цвјетница има модално $2n=16$ за 19 таксона (субмодално $2n=14$ присутно је код 17 таксона). Адаптациона група фригорифилне-мезотермне цвјетнице

представљена је са 102 члана код којих је најзаступљенији $2n=28$ код 13 таксона, затим $2n=14$ код 11, те $2n=16$ и $2n=22$ код по 9 таксона. Најмање су заступљени фригорифилни таксони свега 16 од којих 4 имају $2n=18$.

У адаптационим групама у односу на температуру укупно је присутно 57 различитих бројева хромозома у соматским гарнитурима укључених цвјетница Балканског полуострва. Распон износи од $2n=5$ до $2n=130$. Број различитих диплоидних бројева хромозома расте од рубних ка централној адаптационој групи: фригорифилне 11 износа у распону од $2n=12$ до $2n=108$; фригорифилне-мезотермне 28 износа од $2n=8$ до $2n=84$; мезотермне 42 износа од $2n=5$ до $2n=112$; мезотермне-термофилне 41 износ у распону од $2n=8$ до $2n=130$; те термофилне 27 износа од $2n=8$ до $2n=84$.

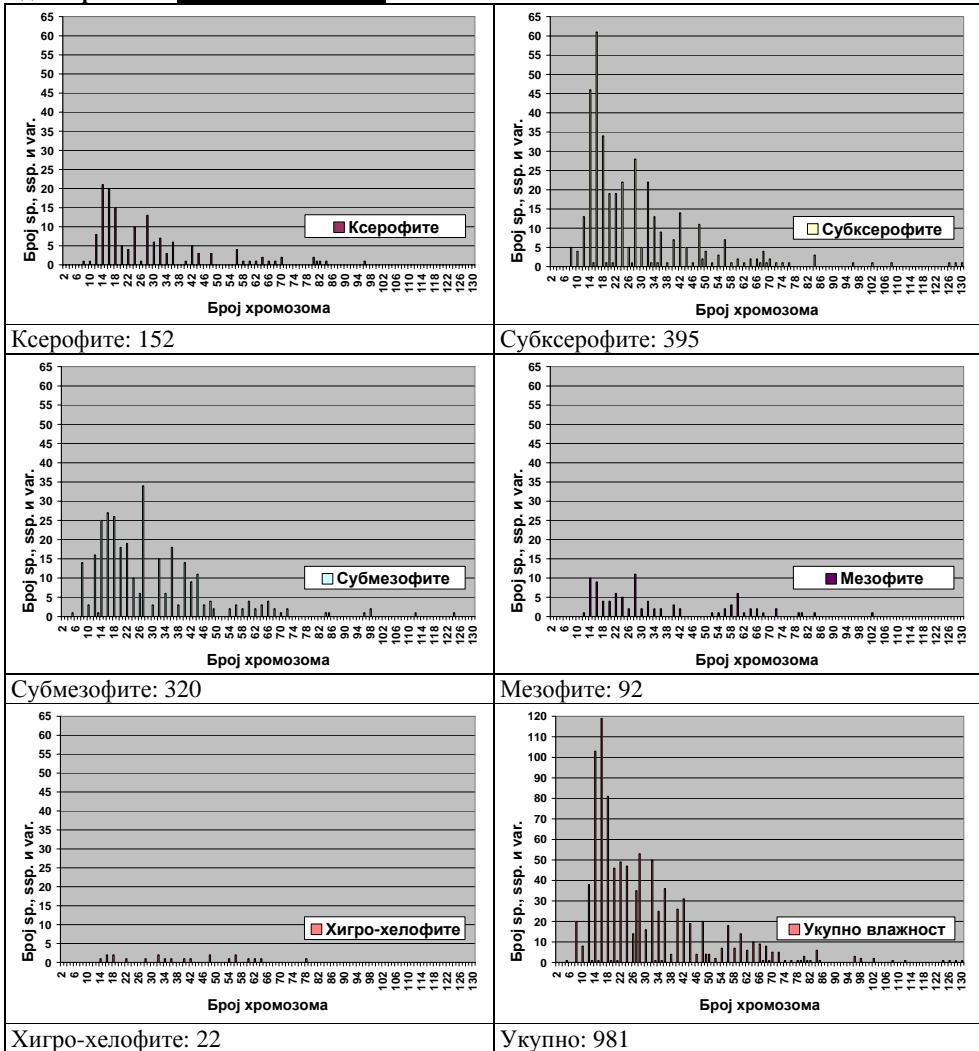
Табла 2: Заступљеност диплоидног броја хромозома код *sp.*, *ssp.* и *var.* биљака различито адаптираних на температуру



Број хромозома и груписање цвјетница по адаптираности на влажност земљишта

Сагледавање повезаности броја хромозома са адаптираношћу цвјетница Балканског полуострва на влажност (Табла 3) обављено је на основу 981 пара података.

Табла 3: Заступљеност диплоидног броја хромозома код *sp.*, *ssp.* и *var.* биљака различито адаптираних на влажност земљишта



Унутар тога $2n=16$ најчешћи је карактеристичан број хромозома у соматским ћелијама. Заступљен је код 119 таксона. По заступљености даље слиједи кариотипови са $2n=14$ (код 103 таксона) и $2n=18$ (заступљен код 81 таксона). У односу на влажност, тежите адаптационог подручја цвјетница Балканског полуострва налази се на групи субксерофите и оно је помјерено ка мањој влажности. Субксерофите су представљене у овој анализи са 395 парова података. Унутар тога $2n=16$ је модални број хромозома у кариотипу, карактеристичан је за 61 таксон. По заступљености слиједи кариотипови са $2n=14$ (код 46) и $2n=18$ (код 34 таксона). Субмезофите су представљене са 320 таксона

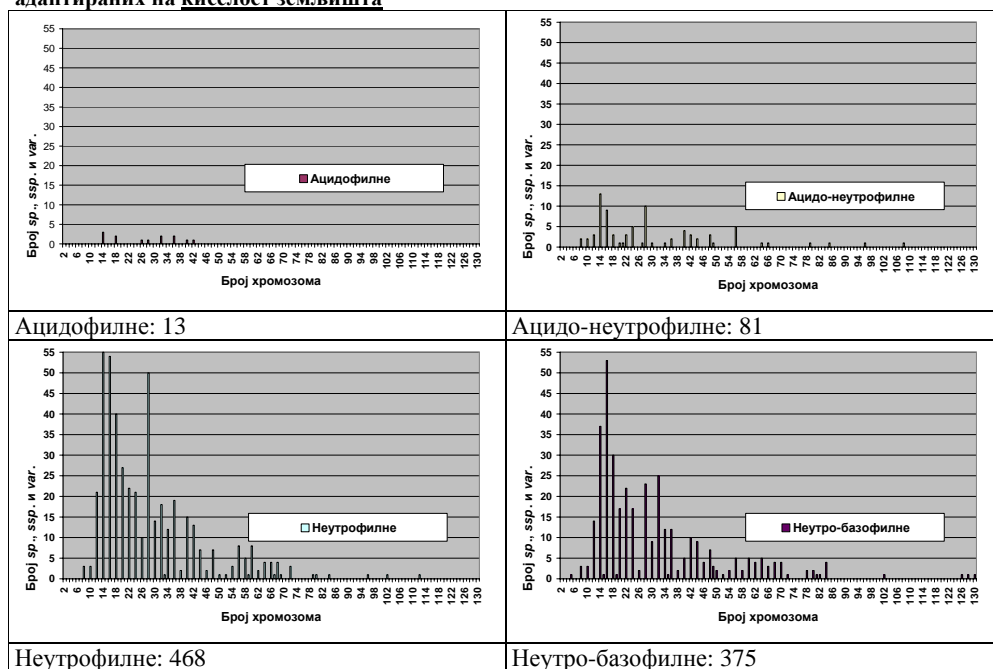
који најчешће имају $2n=27$ (код 34 таксона), даље слиједи: $2n=16$ (27 таксона), $2n=18$ (26 таксона) и $2n=14$ (25 таксона). Међу 152 ксерофите, највише их је са $2n=14$ (21 таксон) и $2n=16$ (20 таксона). Као и код субмезофита, модална вриједност $2n$ за 92 укључене мезофите је помјерена ка вишем нивоу код 11 таксона $2n=28$, али су наредне субмодалне вриједности са мањим бројем хромозома у кариотипу $2n=14$ код 10, $2n=16$ код 9 таксона. Међу 22 обухваћена таксона у адаптационој групи хигро-хелофите, по 2 таксона имају $2n=16$, $2n=18$, $2n=32$, $2n=48$ и $2n=56$.

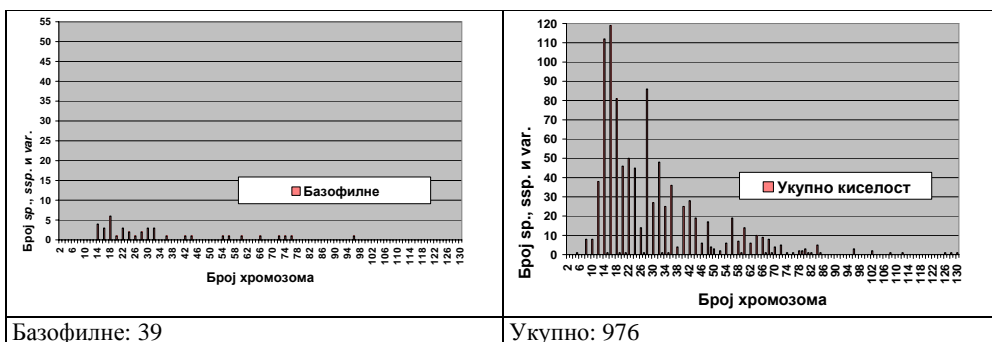
Установљена су 62 нивоа издијељености кариотипа у цвјетница Балканског полуострва које су груписане по адаптационим групама у односу на влагу. Ове 62 различите вриједности $2n$ налазе се у распону од $2n=5$ до $2n=130$. Највећи број различитих износа $2n$ присутан је код субксерофита 51 и то у распону од $2n=8$ до $2n=130$. Све три највеће констатоване вриједности ($2n=126$, $2n=128$ и $2n=130$) су у овој адаптационој групи. По броју различитих износа $2n$ слиједи: субмезофите 40 од $2n=5$ до $2n=124$; ксерофите 32 од $2n=8$ до $2n=96$; мезофите 29 од $2n=12$ до $2n=102$; те хигро-хелофите са различитих 17 вриједности у распону од $2n=14$ до $2n=78$.

Број хромозома и груписање цвјетница по адаптираности на киселост земљишта

Укупно је установљена највећа учесталост (119 таксона) за $2n=16$, затим слиједи $2n=14$ (112 таксона), $2n=28$ (86) и $2n=18$ (81 таксон) (Табла 4).

Табла 4: Заступљеност диплоидног броја хромозома код *sp.*, *ssp.* и *var.* биљака различито адаптираних на киселост земљишта





Модални број хромозома у соматским хелијама различито се истиче: $2n=14$ са 3 таксона за ацидофилне, са 13 таксона за ацидофилно-неутрофилни ниво адаптација, са 55 таксона за неутрофилне (а слиједе $2n=16$ за 54 таксона, те $2n=28$ за 50 таксона), затим се повећава на $2n=16$ заступљен код 53 неутро-базофилна таксона и на $2n=18$ код 6 базофилних таксона.

У распону од $2n=5$ до $2n=130$ укупно се јавља 60 различитих диплоидних бројева, а по адаптационим групама биљака углавном је ужи распон и мањи је број различитих модалитета $2n$: ацидофилне 8 вриједности $2n$ (од $2n=14$ до $2n=42$); ацидо-неутрофилне 27 различитих $2n$ (од $2n=8$ до $2n=108$); неутрофилне 42 вриједности $2n$ (од $2n=8$ до $2n=112$); неутро-базофилне 47 вриједности $2n$ (од $2n=5$ до $2n=130$); те базофилне 21 вриједност $2n$ (од $2n=14$ до $2n=96$). Неутро-базофилни таксони су централна адаптациона група у односу на киселост земљишта (на основу обухваћеног узорка) у оквиру Балканског полуострва. Она представља оптимално подручје. У њој је највећа развијеност и остварена су различита еволуциона рјешења и са становишта броја таксона и са становишта броја хромозома. Посебно се истиче појава највећих износа $2n=126$, 128 и 130, који се не јављају у оквиру других нивоа адаптација на рН вриједност.

Број хромозома и груписање цвјетница по адаптираности на количину азота у тлу

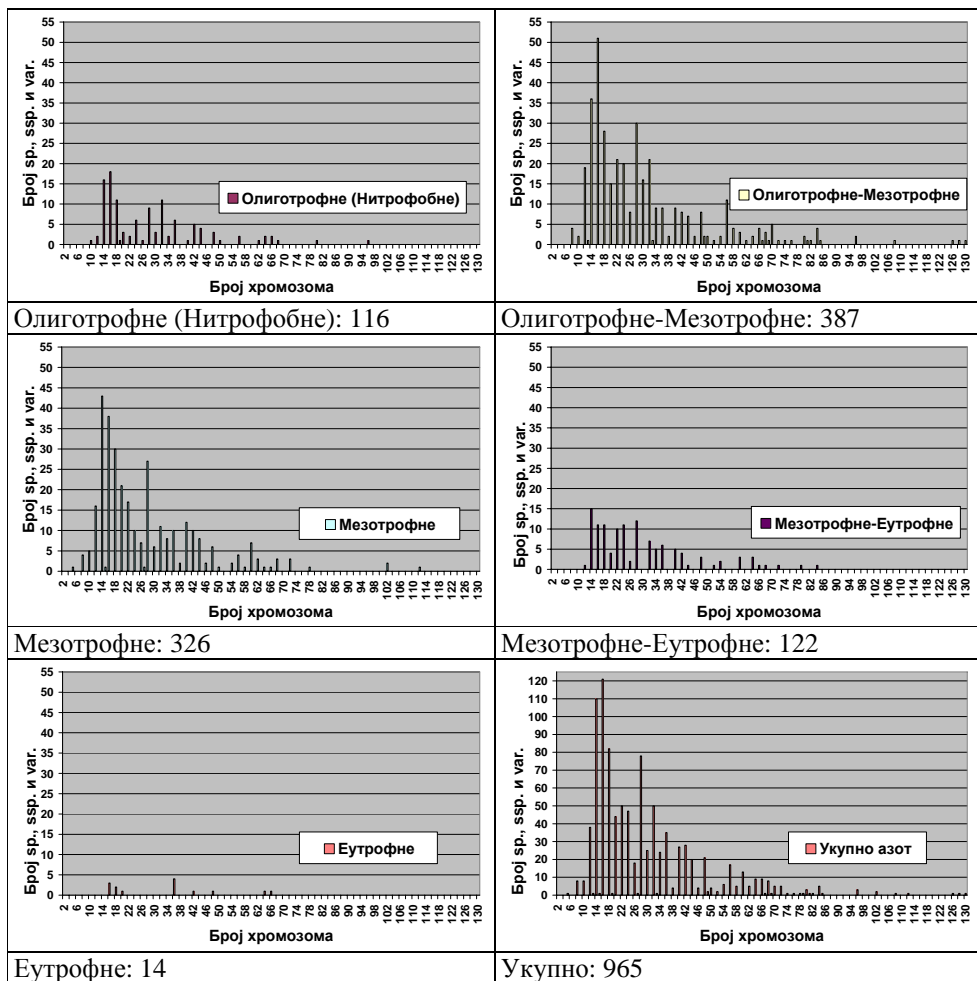
Неравномјерна дистрибуција је констатована код 965 таксона за везу диплоидног броја хромозома са 5 нивоа адаптација на присутну количину азота у земљишту (Табла 5). Укупно је установљена изразита највећа учесталост $2n=16$ код 121 таксона, затим слиједе $2n=14$ (110 таксона), $2n=18$ (82) и $2n=28$ (78 таксона). Унутар најбогатије адаптационе групе олиго-мезотрофне биљке (са 387 таксона) доминира $2n=16$ који је карактеристичан за 51 таксон, субмодалне су $2n=14$ (36 таксона), $2n=28$ (30) и $2n=18$ (28 таксона). Доминантно $2n=16$ је и у адаптационој групи олиготрофне (нитрофобне) биљке карактеристичан за 18 таксона, субмодално је $2n=14$ (16 таксона). Међу мезотрофним биљкама најчешће $2n=14$ констатовано је за 43 таксона, субмодални су $2n=16$ (38 таксона), $2n=18$ (30) и $2n=28$ (27 таксона). Исто модално $2n=14$ је и у адаптационој групи мезотрофно-еутрофне биљке код 15 таксона, субмодални су $2n=28$ (12 таксона), те $2n=24$, 18 и 16 (са по 11 таксона). Међу 14 еутрофних таксона 4 имају $2n=36$, 3 су са $2n=16$ и 2 са $2n=18$.

Анализа веза $2n$ са адаптацијама на присутну количину азота у земљишту обухвата 58 различитих вриједности $2n$ (у распону од $2n=5$ до $2n=130$). Највећи број (50 од различитих вриједности $2n$) установљен је код најразноврсније адаптационе групе олиготрофне-мезотрофне биљке у широком распону од $2n=8$ до $2n=130$. У овој групи су три горње вриједности $2n=126$, 128 и 130. Број различитих вриједности $2n$ се смањује

идући од ове најповољније адаптационе групе у флори Балканског полуострва ка групама адаптираним на мањи или већи садржај азота у тлу. Међу биљкама адаптираним на земљишта сиромашна азотом, олиготрофне (нитрофобне), установљено је 27 различитих карактеристичних бројева хромозома у кариотипу, од $2n=10$ до $2n=96$. На другој страни ка групама адаптираним на већи садржај азота у тлу, број различитих вриједности $2n$ се постепено смањује а распон се сужава: мезотрофне биљке 37 вриједности од $2n=5$ до $2n=112$; мезотрофне-еутрофне 25 од $2n=12$ до $2n=84$; те еутрофне 8 различитих вриједности од $2n=16$ до $2n=66$.

Распон броја хромозома најужи је за еутрофне биљке (живе на земљишту које обилује минералним материјама) и повећава се како расте број обухваћених врста: мезо-еутрофне (12-84), олиготрофне (10-96), мезотрофне (5-112), олигомезотрофне (8-130). Највећи број таксона је међу олиго-мезотрофним цвјетницама, тј. оним цвјетницама које оптималне услове за раст и развој проналазе на земљишту које је сиромашно до средње богато минералним материјама.

Табла 5: Заступљеност диплоидног броја хромозома код *sp.*, *ssp.* и *var.* биљака различито адаптираних на присуство азота



Поређења броја варијанти, модалних вриједности и распона 2n у адаптационим групама одговарајућих нивоа разноврсности

Поређења броја варијанти, модалних вриједности и распона броја хромозома обављено је међу укљученим еколошким факторима унутар адаптационих група са истим рангом разноврсности. Ниво разноврсности адаптационе групе, унутар сваког еколошког фактора, иде од ранга 1 за групу која обухвата највише таксона са паровима података, до ранга 5 за групу која има најмањи број таксона.

Број различитих вриједности 2n унутар најразноврснијих група (ранг 1) исти је и најмањи за температуру и рН, док је већи број варијанти 2n констатован за влагу и садржај азота (

Таб. 6). Модално $2n=16$ карактеристично је за највиши ниво разноврсности (само за рН модално је $2n=14$). Најмањи број хромозома у четири групе је $2n=8$, а у једној групи $2n=5$. Највећи број хромозома у кариотипу је 130 за три, а 112 за двије адаптационе групе.

Таб. 6: Модалне вриједности и распони 2n у најразноврснијим адаптационим групама – ранга разноврсности 1

Ниво	Адаптациона група	Број таксона	Број варијанти 2n	Најчешће 2n	Најмање 2n	Највеће 2n
4	Полускиофите-Хелиофите	534	48	16	8	130
3	Мезотермне	393	42	16	5	112
2	Субксерофите	395	51	16	8	130
3	Неутрофилне	468	42	14	8	112
2	Олиготрофне-Мезотрофне	387	50	16	8	130

Унутар група са рангом разноврсности 2 (Таб. 7), број варијанти 2n се смањује у односу на највиши ниво разноврсности, са изузетком неутро-базофилне групе, гдје је број различитих вриједности 2n повећан. Број варијанти 2n, осим овог изузетка, је уједначен (37 до 41). За три групе модално је $2n=16$, а крајности су $2n=14$ и $2n=28$. Најмањи број хромозома у четири групе је $2n=5$, а у једној групи $2n=8$. Највећи број хромозома у кариотипу је $2n=130$, или $2n=112$ за по двије, односно $2n=124$ за једну адаптациону групу овог ранга разноврсности.

Таб. 7: Модалне вриједности и распони 2n у адаптационим групама – ранга разноврсности 2

Ниво	Адаптациона група	Број таксона	Број варијанти 2n	Најчешће 2n	Најмање 2n	Највеће 2n
3	Полускиофите	297	38	16	5	112
4	Мезотермне-Термофилне	332	41	16	8	130
3	Субмезофите	320	40	28	5	124
4	Неутро-базофилне	375	47	16	5	130
3	Мезотрофне	326	37	14	5	112

Унутар група са рангом разноврсности 3 (Таб. 8), број варијанти је снижен и налази се у распону 25 до 32. Модално је $2n=14$ за четири групе, а за једну $2n=16$, док је најмањи број хромозома у три групе $2n=8$, а у двије $2n=12$. Највећи број хромозома у кариотипу у три групе је $2n=84$, а у по једној $2n=96$, односно $2n=108$.

Таб. 8: Модалне вриједности и распони 2n у адаптационим групама – ранга разноврсности 3

Ниво	Адаптациона група	Број таксона	Број варијанти 2n	Најчешће 2n	Најмање 2n	Највеће 2n
2	Скиофите-Полускиофите	72	27	14	12	84
5	Термофилне	105	27	16	8	84
1	Ксерофите	152	32	14	8	96
2	Ацидо-неутрофилне	81	27	14	8	108
4	Мезотрофне-Еутрофне	122	25	14	12	84

Унутар група са рангом разноврсности 4 (Таб. 9), постоје одступања испољене правилности опадања броја варијанти 2n са снижењем разноврсности за температуру и садржај азота у тлу. Тако је број варијанти унутар овог нивоа разноврсности проширен на распон од 18 до 29. Модално 2n се повећава у односу на више нивое разноврсности: за по двије групе је 2n=18, односно 2n=28, а за једну 2n=16. Најмањи број хромозома у двије групе је 2n=10, а у по једној 2n=8, 2n=12, односно 2n=14. Највећи број хромозома у кариотипу у двије групе је 2n=96, а у по једној 2n=84, 2n=102, или 2n=108.

Таб. 9: Модалне вриједности и распони 2n у адаптационим групама – ранга разноврсности 4

Ниво	Адаптациона група	Број таксона	Број варијанти 2n	Најчешће 2n	Најмање 2n	Највеће 2n
5	Хелиофите	40	18	18	10	108
2	Фригорифилне-Мезотермне	102	28	28	8	84
4	Мезофите	92	29	28	12	102
5	Базофилне	39	21	18	14	96
1	Олиготрофне(Нитрофобне)	116	27	16	10	96

Унутар најсиромашнијих група, са рангом разноврсности 5 (Таб. 10), број варијанти хромозома је најмањи, али у широком распону од 4 до 17, близак или једнак броју таксона. Тако у двије групе нема издвојене модалне вриједности, а у преостале три групе модално је 2n=14, 2n=18, односно 2n=12. Најмањи број хромозома за по двије групе је 2n=16, односно 2n=14, а за једну 2n=12. Највећи број хромозома различит је у свим групама 2n=42, 2n=46, 2n=78, 2n=66, или 2n=108.

Таб. 10: Модалне вриједности и распони 2n у адаптационим групама – ранга разноврсности 5

Ниво	Адаптациона група	Број таксона	Број варијанти 2n	Најчешће 2n	Најмање 2n	Највеће 2n
1	Скиофите	4	4	—	16	46
1	Фригорифилне	16	11	18	12	108
5	Хигро-хелофите	22	17	—	14	78
1	Ацидофилне	13	8	14	14	42
5	Еутрофне	14	8	36	16	66

Како опада ниво разноврсности долази до наизмјеничног повећања и опадања модалног броја хромозома у кариотипу цвјетница Балканског полуострва. Разноврсније адаптационе групе цвјетница Балканског полуострва имају шире интервале броја хромозома у соматским ћелијама: карактерише их најмањи број хромозома 2n=5 или 2n=8, те већи максимални број укључујући 2n=130. У мање разноврсним адаптационим

групама, у оквиру посматраних еколошких фактора, расте минимално 2n, а смањује се максимално 2n.

Испољене одлике дистрибуција 2n повезане су са дистрибуцијом еколошких услова у којима се одржава и који су довели до формирања флоре Балканског полуострва. Сагледавање веза условљено је степеном обухваћености доступних података и постојањем одговарајућих података о карактеристикама таксона. Потребна су шира и обухватнија проучавања за разумјевање еволуције веза између одлика егзо- и ендоефенотица у различитим нивоима таксокона. Ниво разноврсности различит је у различитим биогеографским цјелинама. Он проистиче из обједињавања различитих нивоа таксона у ценоконе (Pavlović, 1988, 1990b, Павловић, Павловић, 2001). Један дио одлика дистрибуције 2n може да одговара узорцима који обухватају већи или мањи број чланова скупа. Други дио повезан је са путањама унутар разгрананавања таксона исходишни и изведени карактеристични бројеви хромозома повезани су са одређеним типовима промјена кариотица. Тако се унутар дијаграма дистрибуције запажа присуство модалних и субмодалних вриједности које одговарају дуплирању 2n (2n=14 и 2n=28; 2n=16 и 2n=32; 2n=18 и 2n=36). У овој групи налазе се и други начини и комбинације начина настанка кариотица. Испољене везе одлика дистрибуције 2n са анализираним адаптацијама могу да проистичу из утицаја еколошког фактора на појаву различитог броја хромозома у кариотиповима, а такође кроз оптимализовање учесталости таксона са различитим бројем хромозома. Поред потребе разумјевања ценоконских (предачко-потомачких) оквира издијељености кариотица, даљња истраживачка пажња треба да се прошири на разумјевање оквира који проистичу из ценоконских интеграција. У ценоконским интеграцијама таксони не само да пролазе кроз предачко потомачка стања него и кроз исходишно-долазна стања еколошких чинилаца у окружењима.

ЗАКЉУЧАК

1. Анализирана је дистрибуција 1773 обухваћена литературна података о броју хромозома (2n) повезано са 1570 података о 5 нивоа адаптивних груписања за 2497 sp. ssp. и var. цвјетница Балканског полуострва у односу на 5 еколошких фактора (свјетлост, температуру, влагу, киселост и присуство азота у тлу).
2. Установљена је асиметрична дистрибуција обухваћених таксона по адаптивним групама за свих 5 еколошких фактора са помјереним тежиштем од централне адаптивне групе.
3. Унутар свих обухваћених парова података 2n са еколошким фактором (947 за свјетлост, 948 за температуру, 981 за влажност, 976 за киселост, те 965 за садржај азота у тлу), укупне дистрибуције 2n су асиметричне: у распону од 2n=5 до 2n=130, најчешће је 2n=16.
4. Различите вриједности 2n (55 за свјетлост, 57 за температуру, 62 за влагу, 60 за киселост, те 58 за садржај азота у тлу) потпуније попуњавају доњу половину распона 2n (претежно су парни бројеви од 2n=12 до 2n=48).
5. Адаптивне групе са максималном разноврсношћу, унутар сваког еколошког фактора (полускио-хелиофите, мезотермне биљке, субсерофите, неутрофилне и олиготрофно-мезотрофне биљке), потпуније покривају шире подручје дистрибуције, имају модално 2n=16, или 2n=14. Са смањењем разноврсности адаптивне групе смањује се број варијанти, сужава подручје и у већини случајева повећава мадално 2n.

6. Стања дистрибуција 2n повезано са адаптивним групама цвјетница (у односу на свјетлост, температуру, влажност, киселост и садржај азота у тлу) резултанте су оптимализационих процеса током интеграције биотичких система у проучаваном простору Балканског полуострва.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kamari, G., Felber, F. & Garbari, F. (ed): Mediterranean chromosome number reports-2. *Fl. Medit.* 2: 223-278. 1992.
2. Kamari, G., Felber, F. & Garbari, F. (ed): Mediterranean chromosome number reports-3. *Fl. Medit.* 3: 323-373. 1993.
3. Kojić, M., Popović, Ranka, Karadžić, B.: **Vaskularne biljke Srbije kao indikatori staništa**. Institut za istraživanja u poljoprivredi "Srbija", Institut za biološka istraživanja "Siniša Stanković", Beograd. 1997.
4. Kuzmanov, B.: Chromosome numbers of bulgarian angiosperms: An introduction to a chromosome atlas of the Bulgarian flora. *Fl. Medit.* 3: 19-163. 1993.
5. Lakušić, R.: **Planinske biljke**. "Svjetlost", Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1990.
6. Matthey, R. (1973): The chromosome formulae of eutherian mammals. In **Cytotaxonomy and vertebrate evolution**. (A. B. Chiarelli, E. Cappana ed.), Academic Press, London - New York: 531-616.
7. Mišić, LJ., Lakušić, R.: **Livadske biljke**. "Svjetlost", Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1990.
8. Pavlović, B.: Varijacija diploidnog broja hromosoma i dužina tijela sisara. *VII Kongres biologa Jugoslavije, Plenarni referati i izvodi saopštenja, Budva*: H-21, 345. 1986.
9. Pavlović, B.: Ekološki sistemi - vrijeme integracije i postojanja. *Četvrti kongres ekologija Jugoslavije, Plenarni referati i izvodi saopštenja, Ohrid*: 389. 1988.
10. Pavlović, B.: Frekvencija diploidnog broja i stanište (životna forma) rodova Eutheria. *Naučni skup "Populacija, vrsta i biocenoza", povodom 80 godina, rođenja profesora dr Živka Slavnića, Rezimej referata, Sarajevo*: 105. 1990.
11. Pavlović, B.: Povezanost distribucije frekvencija diploidnog broja sa starošću i staništem (životnom formom) rodova Eutheria. *Bilten Društva ekologija Bosne i Hercegovine, Ser. B, Naučni skupovi i savjetovanja, Br.5*: 231-242. 1990.
12. Pavlović, B.: Uvod - Osnovne postavke o integraciji ekona. Introduction - Basic premises about ecointegration. U **Integracija zagađene i zamrzavane hrane u ekološkim sistemima - Ispitivanja na gubaru**. In: **Integration of polluted and frozen food within ecological systems - Investigation on gipsy moth** (B. Pavlović). *Bilten Društva ekologija Bosne i Hercegovine, Ser A, Ekološke monografije, Br. 6*: 1-3. 1990.
13. Pavlović, B.: **Mere, oblici i faktori optimalne izdajenosti hromozomske garniture sisara i riba. Doktorska disertacija**. Univerzitet u Beogradu, Prirodno-matematički fakulteti, Biološki fakultet, Beograd. 1993.
14. Pavlović, B. P.: Intraspecijski diverzitet dendroflora Srbije i mogućnosti njene upotrebe i zaštite. *Zbornik radova, Institut za šumarstvo, Beograd, 42-43*: 27-38. 1998.
15. Pavlović, B., N. Pavlović: Geološka starost rodova sisara i varijabilnost hromosomskog broja. *VII Kongres biologa Jugoslavije, Plenarni referati i izvodi saopštenja, Budva*. H-12, 340. 1986.
16. Pavlović, B. P., N. Pavlović: Distribucija diploidnih brojeva hromosoma nekih redova Eutheria zastupljenih u faunama kontinenata i okeana. Distribution of the known diploid chromosome numbers of some Eutherian genera presented in the faunas of continents and oceans. *Drugi Kongres genetičara Srbije. Program – izvodi – spisak učesnika, Soko Banja. Društvo genetičara Srbije*: 85-86. 1999.
17. Pavlović, B., N. Pavlović: Number of valid and nonvalid names of taxa, parameter of logometric analysis. *Acta Biologica Jugoslavica, Serija D: Ekologija, 34(1-2)*: 13-17. 1999a.

18. Павловић, Б. П., Н. Павловић (2001): Научни потенцијали за праћење стања разноликости живог свијета и екона подручја Балканског полуострва. У: **Положај науке у Републици Српској**. Министарство науке и културе, Универзитет у Бањој Луци, Универзитет у Српском Сарајеву, Бања Лука: 115-130. 2001.
19. Šilić, Č.: **Šumske zeljaste biljke**. "Svjetlost", Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1990.
20. Šilić, Č.: **Endemične biljke**. "Svjetlost", Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1990a.

Примљено: 28.9.2006.

Одобрено: 17.7.2007.