

UOT: 574.2

**OLEA EUROPEA L. BİTKİSİNİN YARPAQLARINDA FLÜKTUƏ ASİMMETRİYA GÖSTƏRİCİLƏRİNƏ ƏSASƏN ƏTRAF MÜHİTİN KEYFİYYƏTİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİNİN BİOMETRİK MODELƏŞDİRİLMƏSİ****A.O.MƏMMƏDOVA, B.T.QAFAROVA***Bakı Dövlət Universiteti**m.afet@mail.ru*

*Məqalədə ekoloji monitorinqdə mühitin ekoloji çirklənmə səviyyəsinin inteqral qiymətləndirilməsində Abşeronda geniş yayılan Olea europea L. bitkisinin flüktuə asimetriya göstəricilərinin statistik işlənilməsi, nəticələrin interpretasiyası və modelin hazırlanması prosesi qısa şərh olunur. İşdə ANOVA testi və Logit modeli tətbiq edilərək analizin nəticələrinin model parametrlərinin müqayisəli təhlili aparılıb. Tətbiq edilmiş model əsasında bitki obyektinə növü üzrə analiz üçün istifadə olunacaq yarpaqların minimum sayı, flüktuə asimetriya göstəricilərinin dəyişməsinin minimum və maksimum hədlərinin interval dəyişməsi və nəhayət, mühitin qeyri-əlvərişli, çirklənmiş, riskli olması haqqında yüksək ehtimallıqla məlumat vermək olar. Məqalədə verilən məlumatlar uzun illərin təcrübə nəticələri əsasında şərh olunur.*

**Acar sözlər:** ekoloji monitorinq, biometrik modelləşmə, flüktuə asimetriya, bilateral asimetriya, dispersiya.

Ətraf mühitin mühafizəsi, vəziyyətinin qiymətləndirilməsi və davamlı inkişaf naminə idarə edilməsi qlobal prioritet məsələlərdəndir. Son onillikdə ətraf mühitə təsir göstərən kompleks amillərin zərərli təsirlərinin azaldılması, canlı orqanizmlərin davamlılığının artırılması, təbii resurslardan səmərəli istifadə, alternativ enerji mənbələrinin müəyyənləşdirilib istifadə edilməsi sahəsində uğurlu nailiyyətlər əldə edilib və bu istiqamətdə tədqiqat işlərinin aparılması aktualdır. Ekoloji problemlərin həllində daha səmərəli, daha informativ, iqtisadi cəhətdən əlvərişli, “yaşıl” texnologiya prinsiplərini qoruyan metodlardan istifadə əlvərişli və perspektivlidir. Belə hallarda biomonitorinqin metodlarından istifadə özünü doğruldur. Bioindikativ üsullarla çirklənmiş mühitin qiymətləndirilməsi dünya alimləri tərəfindən geniş istifadə edilir (5, 8, 10, 23).

Müasir dövrümüzdə ekoloji monitorinqdə fitoindikatorlardan istifadə əlvərişlidir. Antropogen təsir nəticəsində canlı orqanizmlərdə baş verən dəyişikliklərin erkən proqnozu əsasında mühitin qiymətləndirilməsi istiqamətində apa-

rılan tədqiqatlar informativdir və ekoloji monitorinqdə əhəmiyyətlidir. Erkən proqnoz mühitin idarə etməsi üçün başlanğıc siqnalıdır. Bu prosesdə ərazilər üzrə fitoindikatorların seçilməsi, əlamətlərə görə sistemli parametrlərin müəyyən edilməsi, daha informativ parametrlərin aşkarlanması çirklənmə riskinin müəyyən edilməsində vacib mərhələdir. Ədəbiyyatda indikatorlardan istifadə edərək ətraf mühitin qiymətləndirilməsi üçün müxtəlif səviyyələrdə analizlərin aparılması məlumdur (2, 8, 11, 13, 14).

Biomonitorinqdə istifadə edilən aktual yollardan biri də orqanizmlərdə flüktuə asimetriyasının təyini (3, 5, 6, 9, 15, 24). Flüktuə asimetriyasının göstəriciləri ontogenezdə stabil inkişafın təsadüfi dəyişməsilə xarakterizə olunur və fərdin reaksiya norması çərçivəsində həyata keçir (5, 8, 20, 21, 22). Flüktuə asimetriya səviyyəsinin təcrübi dəyişməsinin tədqiqi əsas aktual məsələlərdəndir. Ədəbiyyat məlumatlarından məlumdur ki, ümumən orqanizmlərdə flüktuə asimetriya göstəricilərinin səviyyəsi yüksək olduqca inkişaf etdiyi mühitin daha çirklə, qeyri-əlvərişli olduğunu göstərir (2, 4, 8, 25, 27). Bu qanunauyğunluq empirik göstəricilərlə həmişə təsdiq olunmur. Bu səbəbdən flüktuə asimetriya göstəricilərinin analizi zamanı alınan nəticələrin ətraf mühitin vəziyyətinin qiymətləndirilməsində istifadə olunan metodlarla təsdiqi daha məqsədə uyğundur (21). Bunları nəzərə alaraq qeyd etmək olar ki, flüktuə asimetriyasının göstəricilərindən təcrübi istifadə zamanı əsas, yerində metodların və alınan nəticələrin qiymətləndirilməsi və davamlı interpretasiyası üçün metodun parametrlərinin düzgün seçilməsi və istifadəsidir (19, 26, 27).

Məqalədə ekoloji monitorinqdə mühitin ekoloji çirklənmə səviyyəsinin inteqral qiymətləndirilməsində Abşeronda geniş yayılan *Olea europea* L. (16) bitkisinin flüktuə asimetriya göstəricilərinin statistik işlənilməsi, nəticələrin interpretasiyası və modelin hazırlanması prosesi qısa şərh olunur. ANOVA testi və Logit modeli (1) tətbiq edilərək tədqiqatın nəticələrinin modelin parametrlərinin müqayisəli təhlili aparılıb.

**Tədqiqat metodu və obyektlər.** Abşeron rayonunda iki ekoloji fərqli ərazilərdə inkişaf etmiş *O. europea* L. zeytun bitkisinin yarpaqları tədqiq edilmişdir. Ekoloji optimum kimi Abşeron rayonu Goradil kəndinin təbii sənaye, tikinti, nəqliyyat sahələrindən kənar bir sahəsində 8 bitkidən 250 yarpaq toplanmışdır. II sahə Sahil qəsəbəsi, sənaye istehsal sahə ətrafı ərazidə inkişaf edən zeytun ağaclarının yarpaqları toplanmışdır. Hər bir bitkidən normal və bitkiyə adekvat yarpaqlar yığılmışdır. Yarpaqlar bitkinin 1,5-2 m hündürlüyündə eyni çətirin dörd tərəfindən toplanmışdır. Hər bir bitkidən 25-35 yarpaq yığılaraq hər sahə üçün 250 yarpaq tədqiq edilmişdir. Yarpaqlarda morfoloji əlamətləri tədqiq edilmişdir. Yarpağın maksimal eninin ana damarından sağ və sol tərəfləri ölçülərək bilateral fərq (R-L) və yarpağın uzunluğunun (l) onun diametrinə (R+L/l) nisbəti müəyyənləşdirilmişdir.

Hər iki əlamət hər bir yarpaq üzərində lupa vasitəsilə millimetrlik ölçü ilə ölçülərək statistik kəmiyyətlər məlum riyazi düsturlarla hesablanmışdır. Hər bir yarpağın əlamətlərinin flüktuə dəyişməsinin kvadratik kənarlanması, standart

səhv, t – statistik etibarlığı müəyyən edilmişdir (1, 7, 12, 17, 18).

**Tədqiqatın nəticələri və müzakirəsi.** İşdə hər iki sahədən toplanmış yarpaq materialları analiz edilmiş, 500 yarpağın bilateral fərqi, uzunluğu və eni ölçülmüşdür. Hər ölçülən əlamət üzrə mütləq orta qiymət müəyyən edilmişdir. Əldə olunan nəticələr əlamət daxili dəyişikliyi, mühitin kompleks amillərinin təsiri altında yaranan dəyişikliyin mənzərəsini tam açmır. Əlamətin morfo-metrik göstəricilərinin dəyişməsinin fenotipik təzahürünün mütləq qiymətlərinin riyazi düsturlarla statistik işlənməsi əlamət daxili dəyişmənin parametrləri haqqında daha dəqiq məlumatların toplanılması mümkünlüyünü verir. Təcrübənin dəqiqliyi və alınan nəticələrin etibarlığı üçün reprezentativliyinin statistik təhlilini aparmalıyıq (1).

Region üzrə təbiətdə yayılan tədqiq olunan bitki obyektini ümumi ana kütlə götürsək, onun standart səhvi kəmiyyət əlamətinin mütləq orta qiymətindən standart kənarlaşmasını xarakterizə edən bir göstəricidir və o aşağıdakı düstur vasitəsilə hesablanır.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{N}}. \quad (1.1)$$

Bitki yarpaqlarının kəmiyyət əlamətlərinin ana kütlədəki mütləq ortası

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}. \quad (1.2)$$

Aparılan təcrübənin müşahidənin standart səhvi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \quad (1.3)$$

Bitki yarpaqlarının kəmiyyət əlamətlərinin seçmə təcrübənin mütləq ortası

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}. \quad (1.4)$$

Bitki yarpaqlarının kəmiyyət əlamətləri üzrə seçmə müşahidənin reprezentativliyinin təhlil olunması üçün təcrübədə bilateral fərqi orta qiyməti (seçmə orta) və bu kəmiyyətin son hədd səhvinin köməyi ilə inamlı intervallar müəyyən edilir və əvvəlcədən qəbul edilmiş ehtimalla ana kütlədə tədqiq olunan əlamətin mütləq orta qiymətinin bu intervala düşdüyü söylənilir. Bu bizə ana kütlədə mövcud olan ortanın müəyyən edilmiş intervalda qiymətləndirməyə kifayət qədər imkan verir. Bəzi qərb ədəbiyyatlarında seçmə ortanın standart səhvinin hesablanması iki istiqamətdə aparılır. Birinci istiqamət ana kütlənin qeyri-məhdud olduğu halda tətbiq edilir. İkinci istiqamət isə ana kütlənin məhdud olduğu halda tətbiq edilir (25). Biz təhlili ana kütlədə standart səhv

( $\sigma$ ) məlum olmadığı halda davam etdirəcəyik. Bitki yarpaqlarının flüktuə asimetriya göstəriciləri üzrə təcrübədə müşahidənin reprezentativliyinin statistik təhlilinə bilateral fərqin orta qiymətini, standart səhvi və son hədd səhvinə müəyyənləşdirməklə başlayacağıq.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = 0,67. \quad (1.5)$$

Burada,  $\bar{x}$  – bilateral fərqin mütləq orta qiyməti,  $x_i$  – müşahidədən toplanmış yarpaqların flüktuə asimetriya qiymətləri,  $n$  – analiz olunan yarpaqların sayıdır.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{26,11}{100-1}} = \sqrt{0,2637} = 0,5135 \quad (1.6)$$

Bu nəticələr ekoloji təmiz götürülən ərazidə inkişaf etmiş *O. europea* bitkisinin yarpaqlarında olan göstəricilərdir.

İndi isə təcrübənin mütləq orta standart səhvinə və son hədd səhvinə müəyyənləşdirək. Ümumi ana kütlədə kəmiyyət əlamətinin standart səhvi məlum olmadığına görə (1.1) bərabərliyində  $\sigma$  -nın  $S$  ilə əvəzlənməsi vasitəsilə hesablanır.

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{0,5135}{10} = 0,0513 \quad (1.7)$$

Yuxarıda göstərilən proseduralar vasitəsilə ana kütlədəki bilateral fərqin mütləq orta qiymətinin hansı inam intervalına düşdüyünü müəyyənləşdirmək mümkündür. Yəni biz əvvəlcədən qəbul edilmiş inam əmsalı (məsələn, 95%) ilə əminliklə ana hesab etdiyimiz kütlədəki orta qiyməti tapılmış intervalda olduğunu söyləyə bilirik. Lakin bu intervalın özü nə dərəcədə etibarlıdır? Bu müəyyənləşdirilməsi vacib olan bir istiqamətdir. Hər hansı bir parametrin statistik olaraq etibarlılığının yoxlanılması  $t$  statistikası vasitəsilə aparılır.

$$t_{\bar{x}} = \frac{\bar{x}}{\sigma_{\bar{x}}} \quad (1.8)$$

Bilateral fərqin orta qiymətinin  $t$  statistik qiymətini müəyyən etdikdən sonra onun hesablamadan alınmış qiymətinin  $t$  paylanması kritik qiyməti ilə müqayisəsi aparılır. Kritik qiymət  $t$  paylanmasının məlum sərbəstlik dərəcəsi və inam əmsalı məlum cədvəl qiymətləri əsasında müəyyən edilir (1, 12). Müqayisə nəticəsində əgər ki,  $t$  statistikasının alınmış qiyməti onun kritik qiymətindən böyük olması müəyyən edilsə ( $t_{al} > t_{kr}$ ), onda bu parametrlər verilmiş inam əmsalı, sərbəstlik dərəcəsi və inam intervalında etibarlıdır.

Qarşıya qoyulmuş məqsədə uyğun olaraq müvafiq intervallarda reprezentativliyin ödənilməsi üçün analiz ediləcək minimum yarpaqların sayı əvvəlcədən müəyyən edilə bilər. Yəni ilkin olaraq analiz edilmək üçün daxil edilmiş

vahidlər üzərində hesablanan mütləq orta qiymətdən istifadə etməklə lazım olan inamlı intervalda reprezentativliyin ödənilməməsi aşkarlandıqda aşağıdakı ifadə vasitəsilə reprezentativliyin təmin olunduğu tədqiq olunması vahidlərin sayını müəyyənləşdirmək mümkündür.

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 (\sigma)^2}{E^2} \quad (1.9)$$

və ya

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 (S)^2}{E^2}. \quad (1.10)$$

$E$  – seçmə ortanın son hədd səhvidir. Seçmə ortanın son hədd səhvi aşağıdakı düstur vasitəsilə hesablanır.

$$E = \frac{Z_{\alpha/2} \sigma}{\sqrt{n}}. \quad (1.11)$$

Burada  $Z_{\alpha/2}$  – Standart normal ehtimal paylanmanın qrafikində  $Z$ -in  $\alpha/2$ -ə uyğun olan qiymətidir.

$t$  statistikasının (1.8)-də verilmiş ifadəsi vasitəsilə (1.5)-də müəyyənləşdirilmiş bilateral fərqi ortası nə dərəcədə etibarlı olmasını təhlil edək.  $t$  statistikasının 99% inamlı intervalda ( $\alpha = 0,01$ ) 99 sərbəstlik dərəcəsi ilə kritik qiyməti 2,626-a bərabərdir. Eyni zamanda (1.8)-ə görə,

$$t_{al} = \frac{0,67}{0,051} = 13,05 \quad (1.12)$$

olduğunu alarıq. Alınmış qiymətlə kritik qiyməti müqayisə etsək,  $t_{al} = 13,05 > t_{kr} = 2,626$  olduğunu alarıq. Deməli, seçmə müşahidədən tapılmış seçmə orta 99% inamla etibarlıdır.

Təbiətdə ana kütlədə standart səhvi ( $\sigma$ ) məlum olmadığı halda tədqiq olunan əlamətin kəmiyyətinin mövcud olan orta qiymətinin inamlı intervalını müəyyənləşdirək. İnamlı intervalını 99% qəbul edək, onda  $1 - \alpha = 0,99$ , buradan inam əmsalı  $\alpha = 0,01$  olar. Sərbəstlik dərəcəsi  $n-1 = 100-1=99$  olacaqdır.  $t$  paylanmasının qrafikində  $t$ -in 99 sərbəstlik dərəcəsi ilə  $\frac{0,01}{2} = 0,005$ -ə uyğun olan qiymətinin  $t_{\alpha/2} = 2,626$  olduğu müəyyənləşdirilmişdir.

(1.12) bərabərliyini və  $t_{\alpha/2}$ -nin qiymətini aşağıdakı ifadədə nəzərə alsaq seçmə ortanın son hədd səhvinin,

$$E = t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} = 2,626 \cdot \frac{0,5135}{10} = 0,135 \quad (1.13)$$

olduğunu alarıq.

İnamlı intervalın qurulması.

$$\bar{x} - t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (1.14)$$

(1.19), (1.14)-da verilmiş ikiqat bərabərsizlikdə (1.18), (1.13) və (1.14)-ü nəzərə alsaq, onda ekoloji təmiz hesab etdiyimiz mühitdə *O. europea* bitkisinin yarpaqlarının flüktuə asimetriyası üzrə inamlı interval

$$0,67 - 0,135 < \mu_{olea}^d < 0,67 + 0,135, \quad (1.15)$$

$$0,535 < \mu_{olea}^d < 0,805$$

şəklində olacaqdır.

Təhlilin dolğun şəkildə tamamlanması məqsədilə son olaraq nəzarət variantda bitki yarpaqlarının flüktuə asimetriya göstəricilərinin orta representativliyinin təmin edilməsi üçün tədqiqat zamanı analiz edilməsi zəruri sayının müəyyənləşdirilməsini də müəyyən etmək mümkünlüyü cəhdini etdik. Bunun üçün verilmiş (1.10) bərabərliyindən istifadə edildi. Bu bərabərlikdə inam intervalının 99% olması şərtində  $Z_{\alpha/2}$ -nin cədvəl qiymətinin 2.5 olduğunu və (1.6) bərabərliyinin qiymətini nəzərə alsaq, tədqiqatda zəruri sayın

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 (S)^2}{E^2} = \frac{(2,5)^2 (0,5135)^2}{(3177,7)^2} = 90,63 \quad (1.16)$$

təxminən 90 olmasını alarıq. Deməli, bitki yarpaqlarında tədqiq olunan əlamətlər üzrə alınmış kəmiyyətlər orta qiymətlərinin 99% inamlı intervalda representativliyinin təmin edilməsi üçün ən azı 90 yarpağın qiymətinin təhlilə daxil edilməsi zəruridir.

Ekoloji riskli sahədə inkişaf etmiş *O. europea* bitkisinin yarpaqlarında morfoloji əlamətlərin parametrləri ölçülmüşdür. Ekoloji optimum sahədə aparılan statistik təhlil qaydasında ekoloji riskli sahədən toplanmış yarpaqların flüktuə asimetriya göstəriciləri də təhlil edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, yarpaqlarda bilateral fərqin orta qiyməti 2,25 (bax: (1.4)) olmuşdur. (1.3) ifadəsinə əsasən təcrübədə bilateral fərqin standart səhvi 0,9235-ə bərabər olmuşdur. Məlum hesablamalara görə  $\sigma_{\bar{x}} = 0,065$  alınmışdır. Göründüyü kimi ekoloji çirklə sahədə alınmış nəticələr ekoloji optimum sahədə inkişaf etmiş bitkinin yarpaqlarında flüktuə asimetriya göstəricilərindən çox fərqli (bax (1.5), (1.6), (1.7)) nəticələr alınmışdır. Ekoloji çirklə sahədə aparılan tədqiqatın

-kritik əmsalı 34.45-ə, son hədd səhvi 0,168-ə bərabər olmuşdur. Ekoloji çirklə mühitdə tədqiq olunan əlamətin inam intervalı (1.14) ifadəsi ilə hesablanaraq  $0,082 < \mu_{olea}^{pd} < 2,418$  aralıqda dəyişir.

Təhlilin dolğun şəkildə tamamlanması məqsədilə ekoloji riskli variantda bitki yarpaqlarının flüktuə asimetriya göstəricilərinin orta representativliyinin təmin edilməsi üçün tədqiqat zamanı analiz edilməsi zəruri sayın müəyyənləşdirilməsi üçün (1.10) bərabərliyindən istifadə edilərək yerinə yetirilmişdir. Bu bərabərlikdə inam intervalının 99% olması şərtində tədqiqatda zəruri sayın təxminən 188 olmasını müəyyən edirik.

Beləliklə, ekoloji riskli mühitdə *O. europea* bitki yarpaqlarının flüktuə asimetriya göstəricilərinin analizinin kəmiyyət qiymətlərini, 99% inamlı intervalda reprezentativliyinin təmin edilməsi üçün ən azı 188 yarpağın qiymətinin təhlilə daxil edilməsi zəruridir.

Tədqiqat zamanı yarpaqlarda flüktuə asimetriya göstəricilərinin dəyişməsi analiz edilmiş və ANOVA testi tətbiq edilmişdir. Məqsəd ekoloji optimum, yəni nəzarət və ekoloji riskli ərazilərdə inkişaf etmiş bitkilərin yarpaqlarında flüktuə asimetriya göstəricilərinə əsasən mühitin çirklənməsi haqqında hipotezin irəli sürülməsini təsdiq etməkdən ibarət olmuşdur.

Ekoloji cəhətdən fərqli dərəcədə çirklənən ərazilərdə inkişaf etmiş bitkinin yarpaqlarında flüktuə asimetriya göstəricilərinin ANOVA təhlili göstərir ki, variantlar üzrə qeyd edilən göstəricilər çox fərqli nəticələr göstərmişdi. F əmsalın qiyməti 61.13, kritik qiymətdən böyükdür.

Cədvəl

***Olea europea* L. bitkisinin flüktuə asimetriya göstəricilərinin ANOVA təhlili**

Variasiya	Kvadratların cəmi	Sərbəstlik dərəcəsi	Orta kvadratik	F əmsal_ Δd
Çirklənmə səviyyəsi ilə izah edilmiş (sütunlar arasında)	SSA=172.91	Sütun sayı - 1=2	MSA=172.91/2= 86.45	MSA/MSE = 61.13
İzah edilməyən və ya səhv (sütun daxili)	SSE=420.04	(sətir sayı-1)*sütun sayı=297	MSE=420.04/297=1.4142 6	61.13
<b>CƏMİ</b>	<b>SST=592.94</b>	<b>299</b>		
F_ kritik(1000) = 3				

Beləliklə, tədqiq edilən bitki yarpaqlarının flüktuə asimetriya göstəricilərinin sahələr üzrə çox fərqli nəticələri alınmışdı. ANOVA testini tətbiq etməklə *Olea europea* L. bitkisinin yarpaqlarında morfoloji əlamətlərin flüktuə asimetriya göstəricilərinin dəyişmə səviyyəsinə əsasən mühitin qeyri-əlvərişli, çirklənmiş riskli olması haqqında məlumat vermək olar. Tətbiq edilmiş model əsasında bitki obyektinə növü üzrə analiz üçün istifadə olunacaq yarpaqların minimum sayı, flüktuə asimetriya göstəricilərinin dəyişməsinin minimum və maksimum hədlərinin interval dəyişməsi müəyyən edilmişdir. Bu ərazi üzrə mühitin idarə edilməsi üçün qiymətləndirilməsində çox vacib və əlvərişlidir. Ekoloji monitorinqdə yeni imkanların açılması üçün perspektivlidir.

**ƏDƏBİYYAT**

1. Həsəni Y. Statistika, Bakı, 2014, 674 s.
2. Məmmədova A.O. Bitki bioindikatorları və ətraf mühitin qiymətləndirilməsi. Bakı, 2008, 176s.
3. Məmmədova A.O. Ətraf mühitin çirklənmə dərəcəsinin müəyyən edilməsi üsulu. İxtira: № 2008.01.

4. Баранов С.Г. Изучение признаков для оценки флуктуирующей асимметрии листовой пластины липы мелколистной: Автореф. дис...канд. биол. наук. М., 2010, 24 с.
5. Гелашвили Д.Б., Логинов В.В., Мокров И.В., Силкин А.А. Структурно-информационные показатели флуктуирующей асимметрии организмов в биоиндикационных исследованиях // Методы популяционной биологии. Матер. VII Всерос. Популяционного семинара, Сыктывкар, 2004. ч. 2. с. 52-62.
6. Гилева Э.А., Ялковская Л.Э., Бородин А.В., Зыков С.В., Кшнясев И.А. Флуктуирующая асимметрия краниометрических признаков у грызунов (*Mammalia: Rodentia*): межвидовые и межпопуляционные сравнения: interspecific and interpopulation comparisons] // Журнал общей биологии. 2007, т. 68, № 3, с. 221–230.
7. Животовский Л. А. Популяционная биометрия. М.: Наука, 1991, 271 с.
8. Захаров В.М. Онтогенез и популяция (стабильность развития и популяционная изменчивость) // Экология, 2001, №3, с. 177-191
9. Зорина А. А., Коросов А.В. Изменчивость показателей и индексов асимметрии признаков листа в кроне *Betula pendula (Betulaceae)* // Ботанический журнал. 2009, т. 94, №8, с. 1172–1192.
10. Крюкова К.А. Изменчивость морфологических признаков листовой пластинки *tiliacordatamill.* в городе Томске / Материалы конференции Ботаника и природное многообразие растительного мира Казань, Декабрь, 2013, с.103
11. Ковалёва С.В. Зависимость морфометрических параметров листовой пластины *Malus baccata* от уровня загрязнения воздуха // Экология в современном мире: взгляд научной молодежи. Улан-Удэ: ГУЗ РЦМП МЗ РБ, 2007, с.43-45
12. Лакин Т.Ф. Биометрия // М.: Высшая школа, 1990, 349 с.
13. Неверова О.А. Применение фитоиндикации в оценке загрязнения окружающей среды // Междисциплинарн. научн. и приклад, журн. «Биосфера», 2009, т.1, №1, с. 82-92.
14. Николаевский В.С. Экологический мониторинг зеленых насаждений в крупном городе. Методы исследований: практическ. пособие. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008, 67 с.
15. Соколова Г.Г., Камалтдинова Г.Т. Флуктуирующая асимметрия листовой пластинки клевера ползучего при оценке стабильности развития / Известия Журнал теоретических и прикладных исследований, АГУ, 2011, 3, с.40-45
16. Флора Азербайджана. Баку: АН Азерб., 1957, т.VII, s.75-78
17. Тьюки Дж. Анализ результатов наблюдений. М.: Мир, 1981. 694 с
18. Урбах В. Ю. Биометрические методы. М.: Наука, 1964, 415с.
19. Dongen S.V. Fluctuating Asymmetry and Developmental Instability Inevolutionary Biology: Past, Present and Future. Journal of Evolutionary Biology, 19, 2006, p.1727-1743.
20. Graham J. H., Freeman D. C., Emlen J. M. Antisymmetry, Directional Asymmetry, and Dynamic Morphogenesis // Genetica. 1993, No 89, p. 121–137.
21. Kellner J. R., Alford R. A. The Ontogeny of Fluctuating Asymmetry // Amer. Natur. 2003, v. 161, No 6, p. 931–947.
22. Hagen S.B.; Ims R.A. & Yoccoz N.G. Fluctuating Asymmetry as an Indicator of Elevation Stress and Distribution Limits in Mountain Birch (*Betula pubescens*) // Plant Ecology, 2008, v.195, p.157-163.
23. Neverova O.A. Phytoindication in Assessing of Environmental Pollution // Academic Journal Biosphere, 2009, v. 1, Issue 1, p.82
24. Palmer A.R., Strobeck C. Fluctuating Asymmetry Measurement, Analysis, Patterns // Ann. Rev. Ecol. Syst., 1986, v. 17, p. 391-421
25. Salvatore D., Derrick Reagle. Theory and Problems of Statistics and Econometrics, Second Edition. USA, Schaum's Outline Serie, "McGraw-Hill companies", 2002, 328p.
26. Van Valen L. A Study of Fluctuating Asymmetry // Evolution, 1962, v.16, No 2, p. 125-142
27. Whitlock M. The Repeatability of Fluctuating Asymmetry: a Revision and Extension // Proceedings R. Soc., 1998, v. 265, No 8, p. 1429-1431

**БИОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ *OLEA EUROPEA L.***

**А.О.МАМЕДОВА, Б.Т.ГАФАРОВА**

**РЕЗЮМЕ**

В статье дано краткое описание статистической обработки показателей флуктуирующей асимметрии листьев *Olea europea L.*, произрастающих на территории Абшерна, а также описана интерпретация результатов и процесс подготовки модели с целью интегральной оценки степени экологической загрязненности среды. В работе был произведен сравнительный анализ результатов с применением теста ANOVA и модели Logit. Для вида растительного объекта, на основе примененной модели, можно получить информацию с высокой степенью вероятности о минимальном количестве листьев, используемых для анализа, также об интервальном изменении минимальных и максимальных пределов оценки показателей флуктуирующей асимметрии и наконец, о информации неблагоприятности, загрязненности и рискованности изучаемой среды. Информация, данная в статье основана на результатах многолетних экспериментальных исследований.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, биометрическое моделирование, флуктуирующая асимметрия (ФА), билатеральная асимметрия.

**BIOMETRIC MODELING OF ENVIRONMENTAL ASSESSMENT ACCORDING  
TO THE FLUCTUATION ASYMMETRY PARAMETERS  
ON THE LEAVES OF *OLEA EUROPEA L.***

**A.O.MAMMADOVA, B.T.GAFAROVA**

**SUMMARY**

The abstract gives a brief review of the statistic analysis of the fluctuation asymmetry parameters of *Olea europea L.* which is widely spread in Absheron peninsula and used for integral assessment of environmental pollution level, as well as the interpretation of the results and preparation process of the model. The model parameters of the analysis results are considered comparatively by applying ANOVA test and the Logit model. According to the applied model it's possible to make a prediction about the minimum amount of leaves to be tested as floral objects; interval changes of minimum and maximum levels of fluctuation assessment parameters. Consequently, that makes it quite possible to give info about how suitable, risky or polluted the environment is. The information given in the article is based on the results of longterm experimental studies.

**Key words:** ecological monitoring, biometric modeling, fluctuation asymmetry (FA), bilateral asymmetry.

*Redaksiyaya daxil oldu: 09.06.2015-ci il*  
*Çapa imzalandı: 04.12.2015-ci il*