

პ.კემპი, კ.არმსი

# ბიოლოგია

## ტომი 1

ადაპტირებული თარგმანი თსსუ–ს სამედიცინო ბიოლოგიის,  
გენეტიკისა და ეკოლოგიის კათედრის გამგის, პროფ. ელენე  
აბზიანიძის

თ ბ ი ლ ი ს ი

1997

## პ.კემპი, კ.არმსი

### ბიოლოგია

ამერიკელი ავტორების წიგნში საინტერესოდ და გასაგებად გადმოცემულია ზოგადი ბიოლოგიის საფუძვლები.

აღსანიშნავია, რომ ამერიკაში აღნიშნულ წიგნს ფართო გამოყენება აქვს როგორც ძირითად სახელმძღვანელოს სამედიცინო და საბუნებისმეტყველო პროფილის კოლეჯებისათვის. მას იყენებენ დამხმარე სახელმძღვანელოდ უნივერსიტეტებში სამედიცინო და ბიოლოგიის ფაკულტეტების დაბალ კურსებზე, აგრეთვე გამოიყენებენ სკოლის ბიოლოგიის მასწავლებლები და უფროსკლასელები.

დამტკიცებულია სახელმძღვანელოდ თსსუ-ს ცენტრალური მეთოდური საბჭოს მიერ.

# შ ი ნ ა ა რ ს ი

წინასიტყვაობა	9
I თავი. შესავალი	10
1.1. მეცნიერება და საზოგადოება	11
1.2. მეცნიერული მეთოდი	12
1.3. არის თუ არა ეს ფაქტი?	17
1.4. მეცნიერების შესაძლებლობებანი შეზღუდულია	19
1.5. რა არის სიცოცხლე?	21
პირველი თავის მოკლე შინაარსი	23
კითხვები განხილვისათვის	25
პირველი ნაწილი. ევოლუცია და ეკოლოგია	
II თავი. ევოლუცია	26
2.1. ევოლუციის გენეტიკური საფუძვლები	28
2.2. ევოლუციური თეორიის ისტორია	30
2.3. ბუნებრივი გადარჩევა	33
მცენარეთა ტოლერანტობა ტოქსიკური ლითონების მიმართ	36
მავნებლები და დაავადებები	36
2.4. მემკვიდრეობის მნიშვნელობა	38
გადარჩევის გავლენა ცვალებადობაზე	39
2.5. სხვა ევოლუციური მექანიზმები	41
2.6. სახეობათა წარმოქმნა	42
რა სიჩქარით ხდება ახალი სახეობების წარმოქმნა	44
მეორე თავის მოკლე შინაარსი	45
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა	47
კითხვები განხილვისათვის	49

**III თავი. ცოცხალ ორგანიზმთა მრავალგვარობა** 51

3.1. მონერების სამყარო	55
3.2. თუ ზღვის წყალს გაეფილტრავთ	58
3.3. ჩაძირული ტყე	60
3.4. ერთუჯრედიანობა თუ მრავალუჯრედიანობა?	61
3.5. ზღვის უხერხემლო ცხოველები	63
3.6. ზღვის ხერხემლიანები	71
3.7. ცხოვრება ხმელეთზე	73
3.8. ხმელეთის ცხოველები ხმელეთის ხერხემლიანები	75 76
3.9. ხმელეთის მცენარეები	81
3.10. სოკოები	86
მესამე თავის მოკლე შინაარსი	88
ნარკვევი. პარაზიტი ცხოველები	89
ნარკვევი. ორგანიზმების ნომენკლატურა და კლასიფიკაცია	93
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა	95
კითხვები განხილვისათვის	97

**IV თავი. ორგანიზმების გავრცელება** 98

4.1. კლიმატი და მცენარეულობა	100
4.2. ტროპიკები	102
4.3. ზომიერი სარტყელი	104
4.4. ტაიგა და ტუნდრა	106
4.5. ზღვის თანასაზოგადოებები	107
4.6. ეკოლოგიური სუქცესია	109
მეოთხე თავის მოკლე შინაარსი	111
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა	112
კითხვები განხილვისათვის	113

V თავი. ეკოსისტემები	115
5.1. ეკოსისტემის ძირითადი კომპონენტები	117
ენერჯია და ნივთიერება ეკოსისტემაში	118
5.2. კვებითი ქსელი და ენერჯის ნაკადი	122
5.3. მინერალური ელემენტების მიმოქცევა	128
5.4. ტბის ეკოსისტემები	130
ტბის დაბინძურება	133
მეხუთე თავის მოკლე შინაარსი	135
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა	137
კითხვები განხილვისათვის	139
VI თავი. პოპულაციები	140
6.1. საბინადრო გარემო და საკვები	142
6.2. პოპულაციის რაოდენობა და მის ზრდა	142
6.3. პოპულაციის რაოდენობის რეგულაცია	145
კონკურენცია	147
მტაცებლობა	149
6.4. გადაშენება	150
6.5. დემოგრაფიული აფეთქება	151
აღამიანთა პოპულაციებში სიკვდილიანობის	
შემცირება	151
აღამიანთა პოპულაციებში შობადობის შემცირება	154
მექექსე თავის მოკლე შინაარსი	158
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა	160
კითხვები განხილვისათვის	162
ნარკვევი. რა ვიღონოთ, რომ არ შეგვკვამონ?	163

VII თავი. ადამიანის ევოლუცია და ეკოლოგია	166
7.1. ადამიანის ევოლუცია	167
7.2. ნადირობა და შემგროვებლობა	174
7.3. სოფლის მეურნეობის აღმოცენება	176
7.4. სოფლის მეურნეობის მავნებლები	178
7.5. სოფლი მეურნეობის ეფექტურობა	180
7.6. მწვანე რევოლუცია	182
7.7. ნიადაგის ეროზია	184
7.8. წიაღისეული სათბობიის ნაკლებობა	186
7.9. გარემოს დაბინძურება	188
7.10. ცალკეულ პირთა ინტერესები და საზოგადოებრივი კეთილდღეობა	191
მეშვიდე თავის მოკლე შინაარსი	194
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა	195
კითხვები განხილვისათვის	197
VIII თავი. ევოლუცია და გამრავლება	198
8.1. აუცილებელია კი სქესის არსებობა?	199
8.2. რა შემთხვევაში აქვს სქესობრივ გამრავლებას უპირატესობა?	202
8.3. მდედრისა და მამრის ევოლუციური როლი	205
8.4. სქესობრივი განსხვავებანი	207
8.5. შეწყვეილების სისტემები	209
მერვე თავის მოკლე შინაარსი	214
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა	215
კითხვები განხილვისათვის	217
პასუხები განყოფილებისათვის „შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა“	219

ახალი სახელმძღვანელო „ბიოლოგია“ წარმოადგენს ამერიკელი ავტორების პ.კემპისა და კ.არმის წიგნის ადაპტირებულ თარგმანს ქართულ ენაზე, რომელიც გამოსაცემად მოამზადა თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სამედიცინო ბიოლოგიის, გენეტიკის და ეკოლოგიის კათედრამ კათედრის გამგის, პროფ. ე.აბზიანიძის ხელმძღვანელობით.

სახელმძღვანელოში ზოგიერთი პრობლემატური საკითხი შეცვლილი სახითაა. ისინი უახლესი ლიტერატურული მონაცემების საფუძველზე რამდენადმე შევსებულია. სახელმძღვანელო გამოიცემა ორ ტომად. პირველი ტომი შედგება რვა თავისაგან, რომელშიც საინტერესოდ არის განხილული ევოლუციისა და ეკოლოგიის საკითხები. მეორე ტომი შედგება ცხრა თავისაგან, რომელიც მოიცავს უჯრედის ბიოლოგიის, ზოგადი და მოლეკულური გენეტიკის ძირითად თემებს.

ყოველი თავის დასაწყისში ჩამოთვლილი საკითხები დაეხმარება სტუდენტებს, მიაქციოს ყურადღება განხილული თემის უმნიშვნელოვანეს მომენტებს. ამ საკითხთა უმრავლესობა შეიძლება გამოყენებულ იქნას საგამოცდო ბილეთების შედგენისას.

თითოეული თავი ბოლოვდება მოკლე შინაარსით, რომელიც თავისებურ მცდელობას წარმოადგენს ზაზგასმულ იქნას ცალკეული თემა და კონცეფცია, რათა უკეთ იქნას ათვისებული თავის შინაარსი. ყოველ თავში, პირველის გარდა, მოცემულია კითხვები ცოდნის დამოუკიდებლად შემოწმებისათვის. პასუხები ამ კითხვებზე მოცემულია სახელმძღვანელოს ბოლოს.

სახელმძღვანელოს ასეთი ორიგინალური ფორმით გამოცემა იმის სრულ გარანტიას იძლევა, რომ წიგნთან დამოუკიდებელი მუშაობისას ახალი მასალის ათვისება სტუდენტების მიერ უფრო სრულყოფილი იქნება.

აღსანიშნავია, რომ ქართულ ენაზე ასეთი პროგრესული ფორმის სახელმძღვანელო ბიოლოგიაში პირველად გამოიცემა და ვიმედოვნებთ, რომ მას დიდი მნიშვნელობა ექნება სტუდენტების ბიოლოგიური აზროვნების ჩამოყალიბებისათვის.

პროფ. ე.აბზიანიძე დიდ მადლობას უხდის კათედრის თანამშრომლებს, მათთან ერთად ბიოლოგებს - მ.გუგუშვილს, თ.ლალიძეს, მ.მაყაშვილს და კორექტორს ვ.პაიკიძეს სახელმძღვანელოს მომზადებაში გაწეული დახმარებისათვის.

სახელმძღვანელოში მოსალოდნელია ზოგიერთი ხარვეზის არსებობა, რომელიც გათვალისწინებული იქნება შემდგომ გამოცემაში.

---

# I თაზი

## შ ე ს ა ვ ა ლ ი

ამ თავის დამუშავების შემდეგ თქვენ უნდა შესძლოთ:

1. საკუთარი სიტყვებით განმარტოთ შემდეგი ტერმინების აზრი: ჰიპოთეზა, ექსპერიმენტი, საკონტროლო ცდა.
2. ჩამოთვალოთ მეცნიერული მეთოდის შემადგენელი სამი ეტაპი და გამოიყენოთ ისინი მაგალითისთვის მოყვანილი სამეცნიერო პრობლემის გამოსაკვლევად.
3. ჩამოთვალოთ ცოცხალი ორგანიზმის დამახასიათებელი შვიდი ნიშანი და განმარტოთ, თუ რატომ არის ძნელი სიცოცხლის ცნების განსაზღვრა.

ცოცხალი სამყაროს შესწავლა ყოველთვის იყო ადამიანის საქმიანობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მხარე. თავდაპირველად ამაზე მისი სიცოცხლე იყო დამოკიდებული. ადამიანისთვის აუცილებელი იყო სკოდნოდა, დედამიწაზე მცხოვრები მილიონობით ორგანიზმიდან – მცენარეებიდან, ცხოველებიდან, ბაქტერიებიდან და სოკოებიდან – რომელი ვარგოდა საკვებად, ტანსაცმლის დასამზადებლად, სამკურნალო საშუალებად ან საცხოვრებლის მოსაწყობად. საჭირო იყო იმის ცოდნაც, თუ რომელი მათგანი იყო საშიში ან მომშხამველი. მხოლოდ მოგვიანებით ადამიანებმა უფრო გულმოდგინედ დაიწყეს სხვადასხვა ორგანიზმის გამოკვლევა. მათ აგროვებდნენ, ახდენდნენ კლასიფიკაციას და ადგენდნენ სხვადასხვა ადგილზე მცხოვრები ცხოველებისა და მცენარეების სიებს. ამ პერიოდში ცოცხალი არსებების შესწავლას საბუნებისმეტყველო ისტორიას უწოდებდნენ და მას მეცნიერებად არ თვლიდნენ, მაგრამ



სწორედ საბუნებისმეტყველო ისტორია გახდა ბიოლოგიის წინამორბედი. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები, როგორებიცაა: ბიოლოგია, ქიმია ან ფიზიკა, განსხვავდებიან ჰუმანიტარული მეცნიერებებისაგან (მაგალითად, ხელოვნებათმცოდნეობა ან ლიტერატურისმცოდნეობა) იმით, რომ საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში დასმულ კითხვაზე პასუხის გასაცემად გამოიყენება ექსპერიმენტი.

ამ წიგნის მიზანია – მკითხველს გააცნოს ზოგიერთი მნიშვნელოვანი ბიოლოგიური კონცეფცია. ამ თავის დასაწყისში განვიხილავთ, თუ როგორ ხდება ცოცხალი ბუნების შესასწავლად საკითხის დასმა და გადაწყვეტა. ჩვენ დავრწმუნდებით, რომ მეცნიერება სამყაროს შესწავლის ერთ-ერთი საშუალებაა. შემდეგ ჩამოვყალიბებთ ცოცხალი ორგანიზმების დამახასიათებელ ნიშნებს, რაც, თავისთავად, ამ წიგნში მოცემული მასალის მოკლე მიმოხილვაც იქნება.

## 1.1. მეცნიერება და საზოგადოება

ყველა, ვისაც სურს, რომ საზოგადოების სასარგებლო წევრი იყოს, აუცილებლად უნდა იცნობდეს საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებს. ჩვენი მომავალი დამოკიდებულია სამეცნიერო აღმოჩენის სწორ ინტერპრეტაციაზე. ცხოვრება მოითხოვს, რომ საზოგადოების წევრებმა მონაწილეობა მიიღონ ისეთი პრობლემების გადაწყვეტაში, როგორებიცაა: გარემოს დაბინძურების დასაშვები დონე, მოსახლეობის რიცხოზობის რეგულაცია, ველური ცხოველების და მცენარეების დაცვა და სავალდებულო იმუნიზაცია. მეცნიერების მიერ დაგროვილი ფართო და მრავალფეროვანი ცოდნის ათვისება ერთადამიანს არ ძალუძს, მაგრამ ჩვენ, როგორც გარკვეული პასუხის-

მგებლობის მქონე მოქალაქეებმა, თვალი უნდა ვადევნოთ ზოგიერთი იმ მნიშვნელოვანი გამოკვლევის მიმდინარეობას, რომლის შედეგებსაც საზოგადოებრივი რეზონანსი აქვს და უნდა გაგვაჩნდეს მეცნიერულ განსჯაზე დაფუძნებული საკუთარი აზრი.

სამეცნიერო ექსპერიმენტებში არავითარი საიდუმლო არ იმალება. ეს მხოლოდ პრობლემების ლოგიკური გზით გადაწყვეტის ცდაა. ამას აკეთებენ ეკონომისტები, ინჟინრები, ისტორიკოსები და ასევე იქცევა თითოეული ჩვენგანი ყოველდღიურ ცხოვრებაში. იმის გადასაწყვეტად, შეესაბამება თუ არა დასკვნები არსებულ მონაცემებს, ხშირად სპეციალური მეცნიერული ცოდნა ან მომზადება არც არის საჭირო. ჩვენ შეგვიძლია მოვითხოვოთ მოცემული თეორიის შემდგომი შემოწმება, თუ მიგვაჩნია, რომ მონაცემები საკმაოდ დამაჯერებელი არ არის, შეგვიძლია დავეთანხმოთ ან არ დავეთანხმოთ ამ თეორიაში გამოთქმულ მოსაზრებებს, მაგრამ სწორად რომ განვსაჯოთ, ჯერ უნდა ვიცოდეთ, როგორ მიდიან მეცნიერები ამა თუ იმ დასკვნამდე.

## 1.2. მეცნიერული მეთოდი

დაფიქრებულხართ როდისმე იმაზე, თუ როგორ ხსნით ამოცანებს, ამოწმებთ თეორიებს, ან იღებთ სამოქმედო გეგმას? მეცნიერულ კვლევას, ჩვეულებრივ, ბუნებაზე დაკვირვებით იწყებენ. შემდეგ მკვლევრები ცდილობენ მიღებული შედეგების განზოგადებას. თუ, მაგალითად, თქვენ აგროვებთ მწერებს, აუცილებლად შეამჩნევთ, რომ ბევრ მათგანს შავი და ყვითელი ზოლები აქვს. მათი დაჭერისას თქვენ ალბათ ფიქრობთ, რომ ყველა ისინი ფუტკრები ან კრაზანებია. ამიტომაც მათ ფრთხილად ექცევით. მაგრამ თუ ზოგიერთ მათგანს

უფრო ყურადღებით დააკვირდებით, მიხვდებით, რომ საქმე ბუზებთან გკონიათ.

ჩაეთვალთ თუ არა უბრალო დამთხვევად ის, რომ ეს ბუზები განსხვავდებიან მათთან ახლო ნათესაურ კავშირში მყოფ ოთახის ბუზისაგან და ჰგვანან ფუტკრებს, რომლებიც მათ არ ენათესაებიან? თანამედროვე ბიოლოგები ფიქრობენ, რომ ამ ბუზების შეფერილობა ევოლუციის პროცესში წარმოიშვა, რადგანაც ფუტკრებთან მსგავსება მათ რაღაც გარკვეულ უპირატესობას ანიჭებდა (ევოლუციურ თეორიას ჩვენ მე-2 თავში შევისწავლით). რაში გამოიხატება ეს უპირატესობა?

ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად საჭიროა გვეკონდეს რაღაც გარკვეული იდეა, ანუ ჰიპოთეზა, რომელიც ახსნის ჩვენი დაკვირვების შედეგებს. მაგალითად, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ფუტკრებთან მსგავსება ბუზებს მტრებისგან იცავს, ანდა ამ შეფერვით მათ შეუძლიათ ფუტკრების მოტყუება, სკაში შეპარვა და თაფლის მირთმევა.

შემდეგი ნაბიჯია ექსპერიმენტების მომზადება და ჩატარება. ეს საშუალებას მოგვცემს, შევამოწმოთ წამოყენებული ჰიპოთეზები. ზოგიერთი ჰიპოთეზა მეცნიერებისთვის გამოუსადეგარია, რადგანაც მათი შემოწმება არ შეიძლება. მაგალითად, ჰიპოთეზა იმის შესახებ, რომ “მტაცებლებს ბუზები საშიში ფუტკრები ჰგონიათ“, ძნელი შესამოწმებელია, რადგანაც თქვენ ვერ დაადგენთ, რას ფიქრობს ესა თუ ის ცხოველი. ამიტომ ჯერ უნდა გვეკონდეს რაიმე მოსაზრება, რომლის შემოწმებაც შესაძლებელი იქნება.

დავუშვათ, რომ თქვენ პირველი ჰიპოთეზის საფუძველზე (რომლის თანახმადაც ბუზის შეფერილობა მას მტაცებლისგან იცავს) ასკვნით: თუ ეს მტაცებელი წინათ დაკბინეს ფუტკრებმა, ამიტომ მათ

აღარ ეკარება და ფუტკრის მსგავს ბუზებსაც გვერდს აუკლის. ამის შემოწმება შესაძლებელია.

შესაფერისი ექსპერიმენტის ჩასატარებლად საჭიროა მტაცებელი, რომელიც მწერებით იკვებება. ასეთი მტაცებელია მაგალითად, გომბეშო, რომელიც მფრინავ ან მის მახლობლად მხოხავ მწერებს იჭერს. ცდისთვის საჭიროა “გამოუცდელი” გომბეშო, ე.ი. ისეთი, რომელიც ადრე ფუტკრებს არ შეხვედრია. თუ მის ახლოს ფუტკრებს მოვათავსებთ, გომბეშო რამდენიმეს დაიჭერს და ნახავს, რომ ისინი იკბინებიან. ამის შემდეგ გომბეშო ფუტკრებზე აღარ ინადირებს. ის არც შავ-ყვითელ ზოლებიან ბუზებს მიეკარება. ამით ჩვენს მიერ გამოთქმული ჰიპოთეზა, რომ ბუზის მსგავსება ფუტკართან მას მტაცებლებისგან იცავს, დადასტურდება.

შესაძლოა, რომ ფუტკრები აქ არაფერ შუაში არიან და გომბეშოები საერთოდ არ ჭამენ ზოლებიან ბუზებს. ამ აზრის შესამოწმებლად გამოვიყენოთ კიდევ ერთი “გამოუცდელი” გომბეშო. თუ აღმოჩნდება, რომ იგი სიამოვნებით მიირთმევს შავ-ყვითელ ზოლებიან ბუზებს, ეს ნიშნავს, რომ მივიღეთ დამატებითი მტკიცება იმის თაობაზე, რომ ზოლებიანი ბუზის უპირატესობა ფუტკრის შეფერილობასთან მსგავსებით აიხსნება. ნამდვილ სამეცნიერო ექსპერიმენტს აუცილებლად უნდა ახლდეს საკონტროლო ექსპერიმენტიც, რომელიც ძირითადი ექსპერიმენტისგან ერთი (და მხოლოდ ერთი) ფაქტორით უნდა განსხვავდებოდეს. ზემოთ განხილულ შემთხვევაში აუცილებელია, რომ ორივე გამოსაკვლევი გომბეშო ერთმანეთისგან პრაქტიკულად არ განსხვავდებოდეს. ისინი უნდა მიეკუთვნებოდნენ ერთ სახეობას, იყვნენ ერთი სქესის, ერთი ასაკის, ერთი ზომის და უნდა იმყოფებოდნენ ერთნაირი განათების, ტემპერატურის, ტენიანობისა და ა.შ. პირობებში. ერთადერთი

განსხვავება უნდა იყოს ის, რომ ერთი მათგანი ბუზთან შეხვედრამდე უკვე დაკბენილი იყო ფუტკრისგან, მეორე კი – არა. საკონტროლო ექსპერიმენტის გარეშე შეიძლებოდა გვეფიქრა, რომ გომბეშო ზოლებიან ბუზზე უარს ამბობს ჩვენთვის გაურკვეველი რაიმე სხვა მიზეზის გამო. ეთქვათ, მას არ შია. ე.ი. ამიტომ თქვენ კიდეც ერთი საკონტროლო ექსპერიმენტის ჩატარებაც შეგიძლიათ – პირველ გომბეშოს მიეცით ჩვეულებრივი ოთახის ბუზი მას შემდეგ, რაც იგი უარს იტყვის ზოლიანი ბუზის ჭამაზე. ამით გაარკვეეთ, გომბეშო მამლარია თუ არა.

ამრიგად, თქვენ კარგად ჩაატარეთ მეცნიერული ექსპერიმენტი. რა დასკვნები შეიძლება გააკეთოთ? ისევ დაეუბრუნდეთ ჰიპოთეზას: „ბუზის შეფერვის მსგავსება ფუტკრის შეფერილობასთან მას მტაცებლებისგან იცავს“. შესძელით თქვენ ამის დამტკიცება? ჯერჯერობით ვერა. თქვენ მხოლოდ უჩვენეთ, რომ ერთი გომბეშო უარს ამბობს ზოლიანი ბუზის ჭამაზე მას შემდეგ, რაც იგი გაურბის ფუტკრებს, მაშინ, როცა მეორე გომბეშო, რომელსაც ფუტკრებთან საქმე არ ჰქონია, სიამოვნებით მიირთმევს ზოლიან ბუზებს, ხოლო ჰიპოთეზა დამტკიცებულად მაშინ ჩაითვლება, როდესაც თქვენს მიერ მიღებულ შედეგს სხვებიც გაიმეორებენ. შედეგების მრავალჯერ გამეორება თავიდან აგვაცილებს ორ შეცდომას: ჯერ ერთი, ექსპერიმენტის ჩატარების დროს შესაძლებელია შემთხვევითი შეცდომის დაშვება: შეიძლება ერთმანეთში აგვერიოს გომბეშოები, შეგვეცვალოს ფუტკრები და ბუზები, არასწორად აღვწინასწომთ შედეგები, დაეაფრთხოთ გომბეშო. (ასეთ მარტივ ექსპერიმენტშიც კი უამრავი შეცდომა შეიძლება მოგვივიდეს). მეორეც – თქვენს მიერ ჩატარებულ ექსპერიმენტზე შეიძლება გავლენა იქონიოს არასწორმა არჩევანმა. შეიძლება თქვენ გქონდეთ ძალიან მცირე არჩევანი – მხოლოდ ორი

გომბეშო. ეს გომბეშოები ადექვატურად ვერ ასახავენ მთელ პოპულაციას. შედეგების დამაჯერებლობა გაიზრდება, თუ ექსპერიმენტს მრავალჯონის გაიმეორებთ და ერთსა და იმავე პირობებში გამოიყენებთ გომბეშოების უფრო დიდ რაოდენობას. რამდენი გომბეშოს გამოყენება იქნება სასურველი? რაც მეტი იქნება, მით უკეთესი. მაგრამ არაპრაქტიკული (და შეუძლებელიც) იქნებოდა, თუ თქვენ დედამიწის ზურგზე არსებულ ყველა გომბეშოს გამოიყენებდით. არსებობს სტატისტიკური მეთოდები, რომელთა საშუალებითაც ირკვევა, რამდენად "საიმედოა" მოცემული რაოდენობის ცხოველებით მიღებული შედეგები. თუ ზოგიერთი გომბეშო ისე არ იქცევა, როგორც თქვენ ელოდით, სტატისტიკური მეთოდების საშუალებით დაადგენთ, გაძლევთ თუ არა ეს გამონაკლისი იმის უფლებას, რომ თქვენი ჰიპოთეზა სამართლიანად ჩათვალოთ.

გულსატკენია, მაგრამ ჰიპოთეზის აბსოლუტური სისწორის დამტკიცება შეუძლებელია. ჰიპოთეზის მხოლოდ უარყოფაა შესაძლებელი. რაშია საქმე? სწორი ჰიპოთეზა ბადებს ახალ ვარაუდებს, რომლებიც სწორი აღმოჩნდება. მაგრამ შეიძლება სწორი აღმოჩნდეს არასწორი ჰიპოთეზის საფუძველზე გაკეთებული ვარაუდიც. შესაბამისად, ვარაუდის სისწორე ჯერ კიდევ არ ამტკიცებს იმ ჰიპოთეზის სისწორეს, რომლისგანაც ეს ვარაუდები გამომდინარეობენ. თუ დავუბრუნდებით ზემოთ განხილულ მაგალითს, თქვენ ვერასდროს "დამტკიცებთ", რომ შავი და ყვითელი ზოლები ბუზებს მტაცებლებისგან იცავენ. სამაგიეროდ, შეგიძლიათ უარყოთ ბუზების ფუტკრებთან მსგავსების თაობაზე არსებული ზოგიერთი სხვა ჰიპოთეზა, რომელთაც თქვენ არასწორად თვლით. უარყოფას შეძლებთ, თუ დამტკიცებთ, რომ ამ ჰიპოთეზიდან გამომდინარე დასკვნები არასწორია. თქვენ შეგიძლიათ შეამოწმოთ აგრეთვე, აშინებს

თუ არა ბუზების შეფერვა “ფუტკრებთან გაცნობილ” მტაცებლებს. ამისთვის უნდა ჩაატაროთ დამატებითი ექსპერიმენტები, რომლებშიც გომბეშოს ნაცვლად ბაყაყებს, ფრინველებს, ხვლიკებს და მწერებით მკვებავ სხვა ცხოველებს გამოიყენებთ. რაც მეტი ალტერნატიული ჰიპოთეზის უარყოფას შესძლებთ და რაც მეტი რაოდენობის მტაცებელი არ მიეკარება ზოლებიან ბუზებს ფუტკრებთან ნაცნობობის შემდეგ, მით უფრო დამაჯერებლად დაამტკიცებთ თქვენი ჰიპოთეზის სისწორეს.

მრავალრიცხოვანი მონაცემებით დამტკიცებული ჰიპოთეზა, რომლის შედეგებიც მრავალი ექსპერიმენტით დადასტურდება, თეორიად ითვლება და საბოლოო ჯამში განიხილება, როგორც მეცნიერულად დადგენილი “ფაქტი”.

## 1.3. არის თუ არა ეს ფაქტი?

„ეს მეცნიერების მიერ დადგენილი ფაქტია“ – ასეთი განცხადება ხშირად გადამწყვეტ როლს თამაშობს ამა თუ იმ დავის დროს, მაგრამ მეცნიერთა უმეტესობა თვლის, რომ ნებისმიერი სამეცნიერო მეთოდის და შედეგის ეჭვის ქვეშ დაყენება შეიძლება. ამიტომაც არასდროს არ შეიძლება 100%–ით ვიყოთ დარწმუნებული მოცემული სამეცნიერო აღმოჩენის “სისწორეში”.

„ფაქტებს“ უწოდებენ ისეთ მოვლენებს ან საგნებს, რომლებიც კანონზომიერად მეორდებიან, ან რომელთა შესახებაც უცილობელი მონაცემები გავაჩნია. ისეთი მტკიცება, რომ “მზე ყოველ დღით ამოდის”, ანდა “ობობებს რვა ფეხი აქვთ”, ერთი შეხედვით ფაქტებად გვეჩვენება. სინამდვილეში კი ეს იმის ვარაუდია, თუ რა მოხდება ხვალ იქიდან გამომდინარე, რაც გუშინ იყო. მტკიცება “ეს მაგიდაა”

ასევე გვეჩვენება ფაქტად, მაგრამ სინამდვილეში ეს არის მხოლოდ შეთანხმება იმის თაობაზე, რომ ასეთი სახის ობიექტს მაგიდა ეწოდოს.

გარდა ამისა, ამა თუ იმ „ფაქტის“ შეფასებისას ჩვენ საკუთარ გრძნობათა ორგანოებს ვეყრდნობით. ამიტომაც ფაქტები საეჭვოდ აღარ მიგვაჩნია. დაუშვათ, რომ რამდენიმე ადამიანი ათვალეირებს ორ სურათს: ერთზე გამოსახულია მაგიდა, მეორეზე კი ტბაში მოცურავე რაიმე საგანი. თუ პირველი სურათი საკმაოდ მკაფიოა, მაშინ ყველა იტყვის, რომ მასზე მაგიდა არის გამოსახული. მაგრამ მეორე სურათის შესახებ ვიღაც იტყვის: „ეს ტბის ურჩხულია“, თუმცა დანარჩენები მას შეიძლება არ დაეთანხმონ. ჩვენმა გრძნობებმა შეიძლება შეცდომაში შეგვიყვანონ. ყველა ჩვენგანს ჰქონია ისეთი შემთხვევა, როცა საკუთარ თვალებს, ყურებს ან ცხვირს ვერ ვუჯერებდით. როცა ჩვენს გრძნობათა ორგანოებს და საგნებს შორის აღმოჩნდება ფოტოაპარატი, მიკროსკოპი, ოსცილოგრაფი ან რომელიმე სხვა ტექნიკა, როგორც ეს მეცნიერული კვლევის დროს ხდება, მაშინ ჩვენს მიერ დანახულის, გაგონილის ანდა შეგრძნობილის სწორ აღქმას უფრო საეჭვოდ მივიჩნევთ. ამრიგად, „ფაქტი“ სინამდვილეში ინფორმაციის გარკვეული ნაწილია, რომელსაც ჩვენი კონკრეტული მიზნებისთვის ფაქტს ვუწოდებთ. ეს ალბათ იმიტომ ხდება, რომ მის სისწორეში დარწმუნებული ვართ, რადგან იგი ჩვენთვის რალაცით გამოსადეგია, ანდა იმიტომ, რომ მისი განმეორება შეუცვლელი სახით მრავალჯერაა შესაძლებელი. თუმცა მეცნიერული აღმოჩენა გაცილებით უფრო ნაკლებ სარწმუნოა, ვიდრე ეს მიაჩნიათ, მეცნიერების უმეტესობა თვლის, რომ მათი მეთოდებით შესაძლებელია გარკვეული საგნების და მოვლენების ზუსტი აღწერა. მათ მიაჩნიათ, რომ გულმოდგინე გამოკვლევებით შესაძლებელია რეალურად არსებულ მოვლენებთან მიახლოება.



საზოგადოება მხარს უჭერს ე. წ. „გამოყენებით მეცნიერებებს“, რომლებიც ისეთ გადაუდებელ პრობლემებზე მუშაობენ, როგორცაა უჯრედების ავთვისებიანი ზრდა, ენერჯის სხვადასხვა წყაროები, ანდა საკვები პროდუქტების წარმოება. მაგრამ ჯერ კიდევ აუცილებელია “წმინდა“ მეცნიერული გამოკვლევების ჩატარებაც, რათა დადგენილ იქნას ის კანონზომიერებები, რომლებიც არკვევენ გამოსაკვლევად აღებული საგნების ან ორგანიზმების შინაარსს. თუმცა ეს გამოკვლევები მაშინვე არ ზრდიან კაცობრიობის კეთილდღეობას, მაგრამ აფართოებენ ჩვენს ცოდნას სამყაროს შესახებ და ადრე თუ გვიან პრაქტიკულ გამოყენებასაც ჰპოვებენ.

## 1.4. მეცნიერების შესაძლებლობანი შეზღუდულია

მეცნიერება ჩვენი გარემომცველი სამყაროს შეცნობის ერთ-ერთი გზაა. ისტორიკოსები ცდილობენ გაიგონ, თუ რა ხდებოდა წინათ, ზოგჯერ კი – თუ რა მოგველის. ბიოლოგები ხსნიან ცოცხალი სამყაროს საიდუმლოებებს, ფილოსოფოსები კი ბუნებისა და საზოგადოების განვითარების ზოგადი კანონების შეცნობას ცდილობენ. მეცნიერები ხშირად ამბობენ, რომ მეცნიერება არ შეიძლება იყოს კარგი ან ცუდი. მორალური თვალსაზრისით მთავარია, თუ ვინ გამოიყენებს მეცნიერების მიღწევებს – სწავლულები თუ საზოგადოება. ატომის ბირთვის გახლეჩის აღმოჩენა უბრალო მეცნიერული აღმოჩენა იყო, რომელიც არავითარ მორალურ პრობლემას არ წარმოადგენდა. კაცობრიობამ ბირთვული იარაღის გამოყენების ზნეობრივ მხარეზე მხოლოდ მაშინ დაიწყო საუბარი, როდესაც მეცნიერთა ნაღვაწი ამ საშინელი იარაღის დასამზადებლად გამოიყენეს.

დღეს მეცნიერები თავიანთი გამოკვლევების მორალურ მხარეს აღარ გაურბიან და თვლიან, რომ საჭიროა უფრო აქტიური ჩარევა

საზოგადოების მიერ ამა თუ იმ გამოგონების გამოყენებაში. ზოგიერთი მეცნიერის აზრით, გარკვეული სახის გამოკვლევები არ უნდა დაიწყოს მანამ, სანამ საზოგადოება ზნეობრივ პოზიციებს არ გამოიმუშავებს მოსალოდნელი შედეგების მიმართ.

70-იან წლებში აშშ-ში აკრძალული იყო გამოკვლევები, რომლებიც დედის საშვილოსნოს გარეშე ბავშვის განვითარებას ეხებოდა, რადგანაც ნათელი არ იყო, აგებდა თუ არა მეცნიერი პასუხს ასეთი გზით განვითარებული ბავშვის გამო. დღეისათვის ზოგიერთი მეცნიერი მიხვდა, რომ მათ მორალური პასუხისმგებლობა ეკისრებათ თავიანთი ნაშრომების შედეგებზე და რომ საზოგადოებას უფლება აქვს მოსთხოვოს მას ასეთი პასუხისმგებლობა. მაგრამ გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ მსგავსმა უკიდურესობამდე მისულმა პოზიციამ შეიძლება მეცნიერების დაკნინება გამოიწვიოს. ვინ მოისურვებს მეცნიერული კვლევის ჩატარებას, თუ მას იურიდიული ან მატერიალური პასუხისმგებლობის წინაშე დააყენებენ ყველა იმ მოსალოდნელი შედეგისათვის, რომლის წინასწარ განჭვრეტა შეუძლებელია? შუა საუკუნეების დასავლეთ სამყაროში მთელი 500 წლის მანძილზე მეცნიერული აღმოჩენების რიცხვი ძალიან მცირე იყო, რადგანაც ზოგიერთი მიმართულების გამოკვლევა და მეცნიერული მონაცემები რელიგიურ შეხედულებებს ეწინააღმდეგებოდა. ალბათ, არც ერთი ჩვენგანი არ მოისურვებს ასეთი დროის დაბრუნებას.

ამ დილემის გადაწყვეტა ადვილი არ არის. მეცნიერების და საზოგადოების მშვიდობიანი თანამშრომლობა დამოკიდებულია მოქალაქეებზე, რომლებსაც ესმით, თუ რა არის მეცნიერება, რის გაკეთების ნება აქვს მას და რისი — არა.

## 1.5. რა არის სიცოცხლე?

ეს წიგნი წარმოადგენს ბიოლოგიის შესავალს. ბიოლოგია არის მეცნიერება ცოცხალი ბუნების შესახებ, მაგრამ სიცოცხლის განსაზღვრების ზუსტი გადმოცემა ძალიან ძნელია. ცოცხალ ორგანიზმებს ახასიათებთ მთელი რიგი ნიშან-თვისებებისა, რომლებითაც ისინი არაცოცხალისგან განსხვავდებიან. სიცოცხლის აღწერის ერთადერთი საშუალება არის ცოცხალი ორგანიზმების დამახასიათებელი თვისებების ჩამოთვლა.

1. ცოცხალი ორგანიზმების აგებულება შკაცრად მოწესრიგებულია. ცოცხალი ორგანიზმები შეიცავენ ძალიან რთულ ქიმიურ ნივთიერებებს, რომელთა ორგანიზაციის დონე უფრო მაღალია, ვიდრე იმ ნივთიერებებისა, არაცოცხალი ბუნების უდიდესი ნაწილი რომ შედგება. ქიმიური ორგანიზაცია აისახება ნებისმიერი ორგანიზმის სტრუქტურისა და ფუნქციების მოწესრიგებულობაში.

2. ცოცხალი ორგანიზმი ენერგიას გარემოდან იღებს და მას თავისი მოწესრიგებული არსებობის შესანარჩუნებლად და გასაძლიერებლად იყენებს. ორგანიზმების უმეტესობა პირდაპირი ან არაპირდაპირი გზით იყენებს მზის ენერგიას. მწვანე მცენარე ამ ენერგიას საკვები ნივთიერებების სინთეზირებისათვის იყენებენ. სინთეზის პროდუქტებს თვითონ მოიხმარენ მცენარეები ან ღელამიწაზე მცხოვრები სხვა ორგანიზმები.

3. ცოცხალი ორგანიზმები აქტიურად რეაგირებენ გარეგან გამღიზიანებლებზე. თუ ქვას ვუბიძგებთ, ის პასიურად დაიძვრება ადგილიდან. თუ ცხოველს ვუბიძგებთ, ის აქტიურ რეაგირებას მოახდენს: გაიქცევა, მოგვიახლოვდება ან გორგალივით დაეხევეა. მცენარეთა რეაქცია უფრო ნელია, მაგრამ არა ნაკლებ აქტიური: მათი ღერო და ფოთლები სინათლისკენ ისწრაფვიან, ფესვები კი ქვევით

იზრდებიან. გარეგან გაღიზიანებაზე რეაგირების უნარი ყველა ცოცხალი ორგანიზმის უნივერსალური თვისებაა.

4. ცოცხალი ორგანიზმები ვითარდებიან. დროთა განმავლობაში ყველაფერი იცვლება, მაგრამ განსაკუთრებით, მოწესრიგებულად და რთულად ცოცხალი ორგანიზმები იცვლებიან. მათ ასეთ ცვლილებებს განვითარებას ვუწოდებთ. კრისტალის ზრდა მასზე მისივე მსგავსი ერთეულების დამატებით ხდება. მცენარეებს და ცხოველებს უვითარდებათ ახალი ტოტები ან ახალი ორგანოები, რომლებიც სტრუქტურით და ქიმიური შედგენილობით განსხვავდებიან მათი წარმოშობი სტრუქტურების ან ქიმიური ნივთიერებებისაგან.

5. ყველა ცოცხალი მრავლდება. ახალი ორგანიზმები – ბაქტერიები, ცხოველები, მცენარეები და სოკოები – მხოლოდ თავისივე მსგავსი ორგანიზმების გამრავლების გზით წარმოიშობიან.

6. ყოველი ორგანიზმის არსებობის, განვითარების და გამრავლებისთვის საჭირო ინფორმაცია თითოეული ინდივიდისგან მის შთამომავლობას გადაეცემა. ამ ინფორმაციის მატარებელია ორგანიზმის გენეტიკური მასალა (მოთავსებული ქრომოსომებში და გენებში). გენეტიკური მასალით ხდება ორგანიზმის განვითარების ფარგლების, სტრუქტურის, ფუნქციების და გარემოზე რეაქციის განსაზღვრა. ეს მასალა ამ ორგანიზმის შთამომავლებს გადაეცემა. ამიტომაც ჰგვანან ისინი თავიანთ მშობლებს. მაგრამ გენეტიკური ინფორმაცია რამდენადმე იცვლება. ამიტომაც მშობლები და შთამომავლები ერთმანეთს ჰგვანან, მაგრამ იდენტურნი არ არიან.

7. ცოცხალი ორგანიზმები შეგუებული არიან თავიანთ საარსებო გარემოსთან. ცოცხალი ორგანიზმები (და მათი ცალკეული ორგანოები) კარგად შეესაბამებიან ცხოვრების ნირს. საკმარისია გავეცნოთ თევზის, ჭიაყელას ან ბაყაყის აგებულებას, რომ ზოგადი წარმოდგენა

ვიქონიოთ მათი არსებობის თავისებურებათა შესახებ. მოცემული ორგანიზმის აგებულების, ფუნქციის და ქცევის თავისებურებათა შესაბამისობას მისი ცხოვრების ნირთან ადაპტაციას უწოდებენ.

### პირველი თავის მოკლე შინაარსი

მეცნიერული მეთოდი ბუნების შეცნობის გონივრული და ლოგიკური საშუალებაა. მეცნიერები თავდაპირველად დაკვირვებებს ატარებენ. შემდეგ ისინი აყალიბებენ ჰიპოთეზებს, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელი გახდება ჩატარებულ დაკვირვებათა შედეგების ახსნა და ჰიპოთეზების ექსპერიმენტების საშუალებით შემოწმება. ექსპერიმენტები უარყოფენ ერთ ან რამდენიმე ჰიპოთეზას, ხოლო დარჩენილების არგუმენტებს კი აძლიერებენ. მეცნიერული აღმოჩენები და თეორიები სასარგებლოა, მაგრამ ყოველთვის შესაძლებელია მათი ეჭვის ქვეშ დაყენება. მეცნიერებაში არ არსებობს ისეთი მონაცემები, რომელთა უარყოფაც არ შეიძლებოდეს. მეცნიერების ისტორიას მრავალი შემთხვევა ახსოვს, როდესაც საყოველთაოდ აღიარებული დოგმები მცდარი აღმოჩნდა. ამჟამადაც კი მეცნიერები დაკავებულები არიან ზოგიერთი “უტყუარი” დასაბუთების უარყოფით, რომელთა ნაწილიც ამ წიგნშია გადმოცემული. ერთმა მეცნიერ-რედაქტორმა ცოტა ხნის წინ შენიშნა, რომ მისი ჟურნალის მრავალი მკითხველის აზრით, ის, რაც მათ უნივერსიტეტში ისწავლეს, სრული ჭეშმარიტებაა. ალბათ ძალიან კარგი იქნება, თუ თქვენ შეძლებთ, რომ ბიოლოგიის კურსიდან საღი სკეპტიციზმი შეიძინოთ როგორც ძველი, ისე ახალი მეცნიერული აღმოჩენების მიმართ.

მეცნიერულ კვლევებთან დაკავშირებული მრავალრიცხოვანი ეჭვების გამო, ფრთხილ ადამიანს ან საზოგადოებას არ მოხიბლავს

მეცნიერების ახალი აღმოჩენები მანამ, სანამ კარგად არ დაადგენს, რომ მოცემული თეორია დროის გამოცდას გაუძლებს. მაგრამ, ამასთან ერთად, მეცნიერების შეცდომამ შეიძლება დადებითი როლიც შეასრულოს. ზოგიერთ ძალიან მნიშვნელოვან აღმოჩენას იმ შეუპოვარ მეცნიერებს უნდა ვუმაღლოდეთ, რომელთაც არ სურდათ გაბატონებული თეორიების აღიარება და ინტუიციასზე დაყრდნობით საკუთარი დასკვნების დადასტურებას ცდილობდნენ.

ბიოლოგია არის მეცნიერება, რომელიც ცოცხალ ორგანიზმებს სწავლობს. სიცოცხლის განსაზღვრების მოცემა ძნელია, მაგრამ ცოცხალ ორგანიზმებს ახასიათებთ ზოგიერთი თვისება, რომელთა ერთობლიობითაც ისინი არაცოცხალი ბუნებისგან განსხვავდებიან. ცოცხალი ორგანიზმები გარემოდან იღებენ ენერჯიას და იყენებენ მას თავისი მკაცრად მოწესრიგებული არსებობის შესანარჩუნებლად. ისინი აქტიურად რეაგირებენ გაღიზიანებაზე, შეიცავენ მთელ ინფორმაციას, რომელიც მათ განვითარებას, არსებობის შენარჩუნებას და გამრავლებას სჭირდება და შეგუებულნი არიან თავიანთ საცხოვრებელ გარემოსთან.

*კითხვები განხილვისათვის*

1. შავი და ყვითელი ზოლები ეხმარება ბუზს, შეიპაროს ფუტკრის სკაში და მოიპაროს თაფლი. როგორ შეიძლება შემოწმდეს ამ ჰიპოთეზის სინამდვილე?
2. ბერი ბუზი ჰგავს ფუტკარს და ისევე ბუზის, როგორც ფუტკარი. რა ჰიპოთეზები შეიძლება იქნას წამოყენებული ამის ასახსნელად? როგორ შეიძლება მათი შემოწმება?
3. ძალიან ძლიერი წვიმის შემდეგ ბილიკები მოფენილია მკვდარი ჭიაყელებით. რა ექსპერიმენტების ჩატარება შეიძლება მათი სიკვდილის მიზეზის გასარკვევად?
4. ცოცხალი ორგანიზმებისათვის დამახასიათებელი თვისებებიდან თითოეული ზოგიერთ არაცოცხალსაც ახასიათებს. შეგიძლიათ თუ არა შესაბამისი მაგალითების მოყვანა?
5. თქვენი აზრით, რამდენად არის პასუხისმგებელი მეცნიერი მისი აღმოჩენის სოციალური და მორალური შედეგებისათვის?

## II თავი ევოლუცია და ეკოლოგია

### ევოლუცია

ამ თავის დამუშავების შემდეგ თქვენ უნდა შესძლოთ:

1. განმარტოთ თქვენი სიტყვებით რა არის ევოლუცია.
2. განმარტოთ, რას ნიშნავს “ევოლუციური წარმატება” კონკრეტულ ინდივიდთან მიმართებაში და რა იგულისხმება, როდესაც გარკვეული ადაპტაციის შესანარჩუნებლად მიმდინარე გადარჩევაზეა საუბარი.
3. მოყვით იმ ოთხი დაკვირვების შესახებ, რომელთა საფუძველზეც დადგინდა, რომ ბუნებრივი გადარჩევა ევოლუციის მამოძრავებელი ძალაა.
4. მოკლედ განმარტოთ, თუ როგორ შეინარჩუნებს გადარჩევა ამა თუ იმ შეგუებულობას, რა როლს თამაშობს ამაში გენები და მათი სიხშირე. რა მნიშვნელობა აქვთ გენეტიკურ ცვლილებებს, ბუნებრივ გადარჩევას და ევოლუციის პროცესის ძირითად პოლიგონს – პოპულაციას.
5. დაამტკიცოთ დარვინ–უოლესის თეორიის უპირატესობა სხვა ადრეულ თეორიებთან შედარებით.
6. განმარტოთ ქეთლუელის ექსპერიმენტის შინაარსი.
7. ახსნათ, თუ რატომ არ წარმოქმნის გადარჩევა ერთგვაროვან და უნივერსალურად შეგუებულ ინდივიდებს.
8. განმარტოთ, რა არის გენეტიკური დრეიფი, მოიყვანოთ მაგალითი, როდესაც დრეიფი მნიშვნელოვან როლს თამაშობს და ახსნათ, თუ რატომაა დრეიფი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი მცირე პოპულაციებისათვის.



ჩვენ ცოცხალი სამყაროს შესწავლას ბიოლოგიაში ყველაზე მნიშვნელოვანი – ევოლუციის კონცეფციით ვიწყებთ. ამ კონცეფციას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს, რადგან მისი საშუალებით მრავალი ფაქტის ახსნა შესაძლებელი. ერთი შეხედვით ძნელი მისახვედრია, თუ როგორ შეიქმნა სასწაულებრივად მრავალფეროვანი ბუნება, მაგრამ თუ ყველაფერს ევოლუციურ კონტექსტში განვიხილავთ, აღმოჩნდება, რომ სიცოცხლის მთელი სიმდიდრე და მრავალფეროვნება საოცრად ლამაზ და მარტივ კანონებს ექვემდებარება.

ევოლუციის თეორიის თანახმად, თანამედროვე ორგანიზმები წარმოიშვა სიცოცხლის უფრო ძველი ფორმისაგან, მათგან მემკვიდრეობით მიღებული ნიშან-თვისებების მოდიფიკაციის გზით. ბიოლოგები თვლიან, რომ ამჟამად მცხოვრები ფრინველები წარმოიშვნენ გადაშენებული ფორმებისგან, რომელთაც ფრთებზე ბრჭყალები და მრავალი კბილით აღჭურვილი პირი გააჩნდათ. უძველესი ფრინველებიდან თანამედროვეთა წარმოშობა თაობათა ათასწლოვან რიგში ცვლილებების დაგროვების შედეგად მოხდა. გარდა ამისა, ფრინველების სხვადასხვა სახეობა, ისევე როგორც ყველა სხვა ორგანიზმი, განაგრძობს ცვლილებას, მაგრამ ისე ნელა და თანდათანობით, რომ ამ ცვლილებების დიდი ნაწილი ჩვენთვის შეუმჩნეველია.

ახლა ძნელი წარმოსადგენია რამდენად რევოლუციური იყო ევოლუციის თეორია დარვინის ეპოქაში. ახალი იდეა მცდარად მიაჩნდათ, რადგან ადამიანის რწმენა ცოცხალი ბუნების უცვლელობის შესახებ მრავალ ათასწლეულს ითვლის.

ევოლუციის თეორიის თანახმად, ორგანიზმთა პოპულაციები ვითარდება და იცვლება თაობიდან თაობაში. ზოგიერთ მათგანს ახალ სახეობათა შექმნისათვის საჭირო საფუძველი გააჩნია.

ამ თავში ჩვენ განვიხილავთ ევოლუციის თანამედროვე კონცეფ-

ციის წარმოშობის ისტორიას. განვიხილავთ ასევე ევოლუციის მექანიზმს და ვიმსჯელებთ ახალი სახეობების წარმოშობის გზებზე. მაგრამ დასაწყისისათვის აუცილებელია უფრო დაწერილებით ავხსნათ, თუ რა არის ევოლუცია.

## 2.1. ევოლუციის გენეტიკური საფუძვლები

თანამედროვე და უძველეს ცხოველებსა თუ მცენარეებს შორის განსხვავება განპირობებულია მათი გენეტიკური მასალის განსხვავებით. 1.5 განყოფილებაში ლაპარაკი იყო იმაზე, რომ მოცემული ორგანიზმის გენეტიკური მასალა წარმოადგენს ინფორმაციას ამ ორგანიზმის აგებულების, მოქმედების და გამრავლების ყველა თავისებურების შესახებ. გამრავლების დროს გენეტიკური მასალის ასლი შემდეგ თაობებს გადაეცემა.

გენეტიკური ინფორმაციის ერთეულია გენი, რომელიც განსაზღვრავს მოცემული ორგანიზმის ნიშან-თვისებებს: თვალის ფერს, სისხლის ჯგუფს, კბილების განვითარებას და ა.შ. თითოეულ ორგანიზმს ათეულ ათასობით გენი გააჩნია. ცხადია, რომ სხვადასხვა სახეობა სხვადასხვა გენეტიკურ მასალას შეიცავს. მაგრამ ერთი და იმავე სახეობის ორგანიზმებიც არ არიან ამ მხრივ ერთნაირი. ადამიანებს, მაგალითად, გვაქვს სხვადასხვა ფერის თვალები. როგორ წარმოიშობა ეს განსხვავებები? ჯერ ერთი, ორგანიზმთა უმრავლესობა შეიცავს თითოეული გენის ორ ასლს (მაგალითად, ორია თვალის ფერის განმსაზღვრელი გენი) და ეს ასლები შეიძლება იყოს აბსოლუტურად ერთნაირი ან რამდენადმე განსხვავებული. გარდა ამისა, ინდივიდებს წარმოექმნებათ მუტაცია – გენეტიკური მასალის მემკვიდრული ცვლილება. მუტაციები წარმოიშობა გენების ასლის შექმნის დროს დაშვებული შეცდომის გამო ან იმ ცვლილების

შედეგად, რომელსაც იწვევს ქიმიური ნივთიერება ან დასხივება. მუტაციები მრავალგვარია: ერთი გენის შეუმჩნეველი, უმნიშვნელო ცვლილებებიდან დაწყებული – მთელი გენეტიკური მასალის შეცვლით დამთავრებული. ისინი შემთხვევითი და საკმაოდ იშვიათია. 100 000 ინდივიდიდან მხოლოდ ერთში შეიძლება შეგვხვდეს ამა თუ იმ გენის მუტაცია. ამასთან მუტაციების უმეტესობა მანეა მისი მატარებლისათვის. ამის მიუხედავად, მუტაციურ პროცესს აქვს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ევოლუციისათვის, ვინაიდან იგი წარმოადგენს გენეტიკური ცვლილებების პირველად წყაროს. ცვალებადობა წარმოიქმნება ასევე გენების შერევით სქესობრივი გამრავლების დროს. თითოეული შთამომავალი იღებს გენების ნახევარს ერთი მშობლისაგან და ნახევარს მეორისაგან. გენთა ეს ნაკრები, ცხადია, განსხვავებული იქნება იმისაგან, რაც თავად მშობლებს ჰქონდათ.

გენთა უკამი, რომელიც გააჩნია მოცემულ პოპულაციას, წარმოადგენს გენოფონდს. თუ დავითვლით მოცემული პოპულაციის გენოფონდში ამა თუ იმ გენის რიცხვს, განვსაზღვრავთ ამ გენის სიხშირეს პოპულაციაში. შემდეგ თაობაში ასეთივე გამოთვლით დაუადგენთ, შეიცვალა თუ არა გენის სიხშირე. თუ მაგალითად, ადამიანის მოცემული პოპულაციის ერთ თაობაში თვალების ცისფერი შეფერილობის განმსაზღვრელი გენი აქვს მის წევრთა ნახევარს, ხოლო შემდეგ თაობაში მხოლოდ მეოთხედს, მაშასადამე, ამ გენის სიხშირე შეცვლილა. სწორედ ასეთი გენეტიკური ცვლილებაა ევოლუცია.

ამგვარად, ჩვენ ვფლობთ ევოლუციის კიდევ ერთ განსაზღვრას: ევოლუცია – ესაა ერთი პოპულაციის თაობებში ერთი ან რამდენიმე გენის სიხშირის ცვლილება. მიაქციეთ ყურადღება, რომ დროში არსებული ევოლუციური ერთეული არის პოპულაცია, და არა რომელიმე მისი წევრი. ინდივიდებს არა აქვთ ევოლუციის უნარი. თუკი გამოვრიცხავთ მუტაციას, მოცემული ინდივიდების გენი მუდმივია

მისი ცხოვრების მანძილზე. ევოლუციაში მისი მონაწილეობა გენების შთამომავლობისათვის გადაცემით შემოიფარგლება.

გენოფონდში ზოგიერთი გენის სიხშირის ცვლილების დაგროვება თაობების მანძილზე პოპულაციების მკვეთრ ცვლილებებს იწვევს. ამას ჩვენ მივყავართ ევოლუციის ჩვეულ განსაზღვრასთან:

*ევოლუცია არის ახალ ორგანიზმთა წარმოშობა წინაპორბელი ფორმებისაგან, ამ ფორმათა ნიშან-თვისებების მემკვიდრებით მიღებისა და მათი ცვლილებების შედეგად.*

## 2.2. ევოლუციური თეორიის ისტორია

ათასწლეულთა განმავლობაში ბატონობდა აზრი, რომ სახეობები ამაჟამინდელი ფორმის სახით წარმოიშვა, ე.ი. არასდროს შეცვლილა. დაწყებული 1750 წლიდან თანდათან დაგროვდა მასალები სახეობათა თანდათანობითი ცვლილებების შესახებ და უმეტესობა დარწმუნდა, რომ ორგანიზმები ევოლუციას განიცდიან. საფრანგეთში, ინგლისში, გერმანიაში პოპულობდნენ მცენარეებისა და ცხოველების უცნაურ ნაშთებს, რომლებიც არ ჰგავდნენ დედამიწის თანამედროვე ბინადრებს. ეს აღმოჩენები მეცნიერებაში უმეცარტ ძლიერ აოცებდა. ჩარლზ ლაიელისათვის (Charles Lyell) კი ეს იმის უტყუარი საბუთი იყო, რომ დედამიწაზე სხვადასხვა დროს სხვადასხვანაირი ორგანიზმები ბინადრობდნენ. ამ აზრს იზიარებდნენ ჩარლზ დარვინი (Charles Darwin) და ალფრედ რასელ უოლესი (Alfred Russel Wallace).

ჩ.დარვინმა და ა.უოლესმა საერთო მოხსენება გააკეთეს ლონდონის კ.ლინეს საზოგადოების კრებაზე 1858 წელს. მათ გარდა ევოლუციის იდეას სხვა მომხრეებიც ჰყავდა, მაგრამ სწორედ დარვინმა და უოლესმა ახსნეს ევოლუციის მექანიზმი. საქმე ის არის, რომ მათ არა მარტო გამოთქვეს მოსაზრება რაიმე მოვლენის არსებობის

შესახებ, არამედ ახსნეს კიდევ ამ მოვლენის მიზეზი. ევოლუციის ერთ-ერთი მთავარი მიზეზთაგანი, დარვინის და უოლესის აზრით, ბუნებრივი გადარჩევა იყო.

მათი მოსაზრება ეყრდნობოდა სამ დაკვირვებას: 1. როგორც უკვე ითქვა, ერთი და იგივე სახეობის წარმომადგენლები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. სხვანაირად რომ ვთქვათ, ერთი და იგივე სახეობის ინდივიდებს შორის შეინიშნება ცვალებადობა. 2. ზოგიერთ ინდივიდებს შორის განსხვავება განპირობებულია მშობლებისაგან მიღებული მემკვიდრეობითი თვისებებით (არის ასევე განსხვავებები, რომლებიც მიიღება არა მემკვიდრეობით, არამედ გარემო პირობების ზეგავლენით. მაგალითად, მემკვიდრულად იდენტური ორი მცენარე შეიძლება სხვადასხვა ზომის გაიზარდოს, თუ ისინი სხვადასხვანაირ გარემოში იზრდებიან). 3. ბევრი ინდივიდი იბადება, მაგრამ ზრდასრულ ასაკს მხოლოდ მათი მცირე რიცხვი აღწევს. ორგანიზმთა ნაწილი ჩანასახის სტადიაში იღუპება.

ამ დაკვირვებებიდან ლოგიკურად გამომდინარეობს, რომ ზოგიერთი ორგანიზმის გენეტიკური ნიშან-თვისებები მათ გადარჩენის და გამრავლების უფრო მეტ შანსს აძლევს იმ ორგანიზმებთან შედარებით, რომელთაც ასეთი ნიშან-თვისებები არ გააჩნიათ.

თანდაყოლილი ნიშან-თვისებები, რომლებიც ზრდიან ორგანიზმის გადარჩენის ალბათობას, შემდეგ თაობებში უფრო ხშირად შეგვხვდება, ხოლო ნიშან-თვისებები, რომლებიც აქვეითებენ გამრავლების ინტენსიურობას, უფრო იშვიათად. სხვადასხვა გენი ან გენთა ნაკრები გადარჩება ან განადგურდება ბუნებრივი გადარჩევის მიერ თაობიდან თაობაში იმისდა მიხედვით, თუ როგორ გავლენას ახდენს ის პოპულაციის რეპროდუქციულ პოტენციალზე. იმისათვის, რომ პოპულაციაში მიმდინარე ბუნებრივმა გადარჩევამ თაობიდან თაობაში ცვლილებები, ანუ ევოლუცია გამოიწვიოს,

აუცილებელი არაა, ყველა გენი გადარჩენასა და გამრავლებაზე მოქმედებდეს. იგივე შედეგს მივიღებთ, თუ ზოგიერთი გენი აამაღლებს ინდივიდების მიერ ზრდასრული ასაკის მიღწევისა და გამრავლების ალბათობას. ამგვარად, შეიძლება გაკეთდეს ასეთი დასკვნები:

1. თითოეული პოპულაციის ნებისმიერ თაობაში აღინიშნება ინდივიდუალური ცვალებადობა.

2. ზოგიერთ ცვლილებას გენეტიკური საფუძველი აქვს.

3. იბადება მრავალი ინდივიდი, სქესობრივ სიმწიფესა და გამრავლებამდე კი გაცილებით ნაკლები აღწევს.

4. გარკვეული სახის გენების შემცველ ინდივიდებს გადარჩენისა და შთამომავლობის დატოვების მეტი შესაძლებლობა აქვთ, ვიდრე სხვაგვარი გენების პატრონებს.

დასკვნა: თაობიდან თაობაში პოპულაციებში უფრო ხშირად შეგვხვდება ის გენეტიკური ნიშან-თვისებები, რომლებიც გადარჩენის და შთამომავლობის მოცემის მეტ შანსს იძლევიან.

1845 წელს ჩ.დარვინმა გამოაქვეყნა ნაშრომი: „მოგზაურობა „ბიგლით““, რომელშიც საინტერესოდ აღწერა მსოფლიოს გარშემო თავისი ხუთწლიანი მოგზაურობა. ამ წიგნის წაკითხვისას ვხვდებით, რომ დარვინს უკვე მაშინ ესმოდა, თუ როგორ მიმდინარეობდა ევოლუცია და ბუნებრივი გადარჩევა. მთიულას მრავალრიცხოვან სახეობებზე, რომლებიც მხოლოდ გალაპაგოსის კუნძულებზე ბინადრობენ, იგი წერდა:

“ვაკვირდები აგებულების მსგავსებასა და მრავალფეროვნებას ამ ჩიტების პატარა, ნათესაურად მჭიდროდ დაკავშირებულ ჯგუფში და უკვე ადვილად წარმოვიდგენ, თუ როგორ წარმოიშვა ამ არქიპელაგზე ერთი საწყისი ფორმიდან მრავალი მოდიფიკაცია“.

ამავე წიგნში დარვინი წერდა ბუნებრივი გადარჩევის შესახებაც: „რალაც მუდმივად აფერხებს ნებისმიერი არსების სწრაფ გამრავლებას. ხელმისაწვდომი საკვების რაოდენობა თითქმის მუდმივი რჩება, და მიუხედავად ამისა, თითოეული ცხოველი გეომეტრიული პროგრესიით მრავლდება“.

ჩ.დარვინს ესმოდა, რომ რალაც ძალა, რომელსაც მან „შემდგომ ბუნებრივი გადარჩევა“ უწოდა, მუდმივად აკავებდა ორგანიზმთა რაოდენობის მატების პოტენციურ აფეთქებას. ეს აზრი მას გაუჩნდა კაცობრიობის მრავალრიცხოვნობის შესახებ თომას მალთუსის ნარკვევის წაკითხვის შემდეგ. ჩ.დარვინის წყალობით ფართოდ გავრცელდა თ.მალთუსის გამოთქმა “ბრძოლა არსებობისათვის”, რომელსაც თ.მალთუსიც და ჩ.დარვინიც გარდაუვალად თვლიდნენ პოპულაციების სწრაფი ზრდისა და საკვების შეზღუდული რაოდენობის გამო.

ამგვარად, ჩ.დარვინმა და ა.უოლესმა საფუძველი ჩაუყარეს მოძღვრებას ცოცხალი სამყაროს ევოლუციის შესახებ და ლოგიკური მტკიცებებით ცხადყვეს მემკვიდრული ცვალებადობისა და ბუნებრივი გადარჩევის წამყვანი როლი ევოლუციაში. რა თქმა უნდა, დარვინ—უოლესის თეორიას ჰქონდა თავისი ნაკლიც. დღეს ბევრი რამ ახლებურად გვესმის, მაგრამ თანამედროვე ევოლუციურ შეხედულებათა საფუძველი დარვინ—უოლესის თეორიაა.

### 2.3. ბუნებრივი გადარჩევა

XIX საუკუნეში ინგლისელები სიამოვნებით ერთობოდნენ ჰეპლების შეგროვებით. განსაკუთრებულ პატივში იყო არყის მზომელას შავი ეგზემპლარები, როგორც ფრიად იშვიათი ნაცრისფერ ჰეპლებ-

თან შედარებით. სულ რაღაც 50–100 წელიწადში მდგომარეობა მკვეთრად შეიცვალა. შავი ფერის მზომელა ახლა ყოველ ფეხის ნაბიჯზე ხვდებოდა კოლექციონერებს, ისინი კი გამწარებული დაეძებდნენ უკვე იშვიათობად ქცეულ ნაცრისფერ ეგზემლარებს. რა მოხდა?

იმისათვის, რომ მშვიერ ფრინველებს კარგად დაეძალოს, არყის მზომელა თავისი საცხოვრებელი გარემოს – ხეების ფერისა უნდა იყოს. მაშინ ჩიტს გაუჭირდება ხეზე მჯდომი პეპელას შემჩნევა. ღია–ნაცრისფერი ხავსით დაფარული ხეები მშვენიერი სამალავია ნაცრისფერი მზომელასათვის. მზომელას ისტორიის დასაწყისი სწორედ ის პერიოდი, როცა ნაცრისფერი ეგზემლარები თითქმის შეუმჩნეველი იყვნენ და ფრინველები ძირითადად შავ მზომელებს სპობდნენ. მაგრამ დროთა განმავლობაში ქვანახშირის წვის პროდუქტებმა ხავსები მოსპეს, ხეები კი გაჭვარტლეს. ახლა უკვე შავ მზომელებს დაუდგათ ოქროს ხანა. ახლა მათ ვეღარ ამჩნევდნენ ფრინველები და ძირითადად ნაცრისფერი არყის მზომელებით იკვებებოდნენ.

ბუნებრივი გადარჩევის ეს მშვენიერი მაგალითი შეუმჩნეველი არ დარჩენია ბერნარ კეთლუელს (Berbard Kettlewell). მან ლაბორატორიაში გამოზარდა ნაცრისფერი და შავი მზომელების დიდი რიცხვი, დანიშნა ისინი და გარემოში გაუშვა ორ ადგილას: დაუბინძურებელ სოფლის და დაბინძურებულ სამრეწველო რაიონში. შემდეგ მან სცადა დაეჭირა დანიშნული პეპლების რაც შეიძლება მეტი რაოდენობა. სამრეწველო რაიონებში დაჭერილი შავი ინდივიდები ორჯერ მეტი იყო ნაცრისფერზე, ხოლო დაუბინძურებელ რაიონებში ორჯერ ნაკლები. ამგვარად გამართლდა ვარაუდი, რომ ნაცრისფერი პეპლების რაოდენობა მეტი უნდა ყოფილიყო სოფლის გარემოში,



## II თავი. ევოლუცია

ხოლო შავ პეპლებს მეტი შანსი ჰქონდათ გადარჩენილიყვნენ ქალაქთან ახლოს.

ამ ექსპერიმენტში მტაცებლის როლში გამოდიოდა ადამიანი (რომელიც იჭერდა პეპლებს), ამასთან ჩვეულებრივ პირობებში ადამიანი არ წარმოადგენს არცის მზომელასთვის სერიოზულ საფრთხეს. არის თუ არა განსხვავებული შეფერვა ჭეშმარიტი მტაცებლებისგან თავის დაცვის საშუალება? ამის გასარკვევად ქეთლუელი იმალებოდა თავშესაფარში და აკვირდებოდა პეპლებს, რომლებიც ხის ტოტებზე ისხდნენ. სოფელში ჩიტებმა დაიჭირეს 164 შავი და მხოლოდ 26 ნაცრისფერი პეპელა.

ცხადია, რომ დაბინძურებულ ადგილებში გადარჩნენ და შთამომავლობა დატოვეს უფრო მეტად შავმა და არა ნაცრისფერმა პეპლებმა. რადგანაც ფერი მემკვიდრეობით გადაეცემა, შემდეგ თაობაში შავი პეპლები პროპორციულად უფრო ბევრი იქნება. სხვა სიტყვებით, შავი შეფერილობის განმსზაღვრელი გენების სიხშირე პოპულაციაში დროთა განმავლობაში იზრდება. სწორედ ეს არის ევოლუცია. ამ შემთხვევაში ევოლუციის მოქმედება აშკარაა.

ამ მონაცემების საფუძველზე შეიძლება ვიწინასწარმეტყველოთ, რომ თუ სამრეწველო რაიონებში დაბინძურება შემცირდება, შავი პეპლების რაოდენობაც დაიკლებს, ხოლო ნაცრისფერი ფორმა ჩვეულებრივზე უფრო მეტი იქნება. მართლაც, როდესაც 1952 წელს მიღებული კანონის (საჰაერო აუზის სისუფთავის შესახებ) შემდეგ ინგლისის საჰაერო აუზის დაბინძურება შემცირდა, ძალიან მალე აღინიშნა ნაცრისფერი პეპლების რიცხობობის ზრდა და შავების რაოდენობის შემცირება.

## მცენარეთა ტოლერანტობა ტოქსიკური ლითონების მიმართ

ბუნებრივი გადარჩევის კარგად დასაბუთებული მეორე მაგალითი აღმოჩენილ იქნა მცენარეებში, რომლებიც იზრდებოდნენ სპილენძის, თუთიის ან ტყვიის მადნის შემცველ ნიადაგში. ეს მეტალები ტოქსიკურია და მცენარეების დიდ ნაწილს არ შეუძლია მათი ატანა. ამავე სახეობის სხვა მცენარეები იზრდებიან მეზობელ საძოვრებზე, მაგრამ ტოლერანტულნი არ არიან ტოქსიკური მეტალების მიმართ. ერთ ექსპერიმენტში ნიადაგზე, რომელიც დაბინძურებული იყო სპილენძით, დათესეს სპილენძის მიმართ არატოლერანტული მარცვლოვნები. 7 000 თესლიდან მხოლოდ ერთმა გაძლო და გაიზარდა.

სპილენძის, როგორც გადამრჩევი ფაქტორის, მოქმედება თვალნათლივ ჩანს ჯენის ანტონოვიჩის (Janis Antonovics) ცდაში. ანტონოვიჩმა აღმოაჩინა, რომ სპილენძის მიმართ ტოლერანტული მარცვლეულის ყოველ მომდევნო თაობაში იღუპება მცენარეთა გარკვეული ნაწილი. ეს იმას ნიშნავს, რომ ყოველ ახალ თაობაში ჩნდებიან გარკვეული გენეტიკური ცვლილების მატარებელი ინდივიდები, რომელთაც ამ ცვლილების გამო სპილენძის მიმართ გამძლეობა უსუსტდებათ ან საერთოდ აღარ გააჩნიათ. ამგვარად, ნიადაგში ლითონის არსებობა თაობიდან თაობაში მხოლოდ იმ მცენარეებს გადაარჩევს, რომლებსაც სპილენძის მიმართ დიდი გამძლეობა გააჩნიათ.

## მავნებლები და დაავადებები

ბუნებრივი გადარჩევის რამდენიმე ნათელი მაგალითი დაკავშირებულია პესტიციდების და ანტიბიოტიკების მიმართ მდგრადობის ევოლუციასთან.

კალიფორნიაში გავრცელებულია მწერი ფარიანა, რომელიც ციტრუსებით იკვებება. ამ საუკუნის დასაწყისში ციტრუსების პატრონებმა დაიწყეს ხეების შეწამვლა ციანური წყალბადით, რომელიც კლავს ამ მწერს. ზოგიერთმა მწერმა მაინც გაუძლო შეწამვლას, ე.ი. შეიცავდა ისეთ ნივთიერებებს, რომლებიც შხამს შლიდნენ. შეწამვლის გაგრძელებასთან ერთად უფრო მცირე რაოდენობით გადარჩნენ ის მწერები, რომელთაც ასეთი ნივთიერებების განმსაზღვრელი გენები არ ჰქონდათ და მატულობდა საჭირო გენების მქონე ინდივიდთა რაოდენობა. ამ გენების სიხშირე პოპულაციებში თანდათან იზრდებოდა მანამ, სანამ მთელი პოპულაცია ციანწყალბადისადმი მედეგი არ გახდა. რამდენადაც ფარიანა წელიწადში ერთზე მეტ თაობას იძლევა, მისი ევოლუცია სწრაფად მიმდინარეობს. მდგრადობის განვითარების წინააღმდეგ ბრძოლისათვის რეკომენდებულია შესხურება მხოლოდ აუცილებელ შემთხვევებში, სხვადასხვა თვეში სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერების გამოყენება.

სრულიად ანალოგიური სურათია ანტიბიოტიკებით ბაქტერიებთან ბრძოლის დროს. ბაქტერიების პოპულაციებზე გარკვეული სამკურნალო პრეპარატების ზემოქმედებისას ამ წამლის მიმართ მგრძობიარე ბაქტერიული უჯრედები იღუპება. ზოგჯერ პოპულაციებში გვხვდება ერთი ან რამდენიმე ბაქტერია, რომელთაც გააჩნიათ მდგრადობა ამ პრეპარატის მიმართ. ასეთი ბაქტერიები გადარჩებიან და კონკურენციის შესუსტების შემდეგ (მგრძობიარე ბაქტერიების სიკვდილის გამო) სწრაფად მრავლდებიან. გონორეის გამომწვევი ბაქტერიების ზოგიერთი შტამი კი დღესდღეობით არსებულ ყველა ანტიბიოტიკს უძლებს. რამდენადაც ბაქტერიების წინააღმდეგ საბრძოლველად ანტიბიოტიკები ყველაზე ხშირად საავადმყოფოებში გამოიყენება, გასაკვირი არ არის, რომ ზოგიერთი საავადმყოფო ინფიცირებულია ამ პრეპარატების მიმართ გამძლე ბაქტერიებით.

ბევრ ქვეყანაში ქალებს სახლში მშობიარობას ურჩევენ, ვინაიდან სახლში ბაქტერიული ინფიცირების შანსი გაცილებით ნაკლებია.

ზოგიერთი ქვეყნის კანონმდებლობა კრძალავს ანტიბიოტიკების დამატებას საქონლის საკვებში. საქონელი წონას გაცილებით სწრაფად იმატებს, თუ მის საკვებს ანტიბიოტიკებს დაუმატებთ. მაგრამ საქონლის სხეული ხომ ბაქტერიების ზრდის შესანიშნავი გიგანტური სუბსტრატია. ამერიკაში ისევ გრძელდება საქონლის ანტიბიოტიკებით კვება, ამიტომ იქ ხშირად გვხვდება ანტიბიოტიკებისადმი მედეგი ბაქტერიები.

პათოგენური ორგანიზმები ყოველთვის როდი იმარჯვებენ. 1915 წელს პრინც ედუარდის კუნძულთან მალპეკის ყურეში ინფექციურმა დაავადებამ თითქმის ყველა ხამანწკა გაწყვიტა. რამდენიმე ხამანწკა გადარჩა და პოპულაციის აღდგენაც დაიწყო. 15 წლის შემდეგ, 1930 წელს, პოპულაციებში კიდევ იყო პათოგენური ორგანიზმები, მაგრამ ხამანწკების დიდ ნაწილს უკვე დაავადებისადმი გენეტიკური მდგრადობა გააჩნდა. 1000-დან მხოლოდ ერთი ხამანწკა აღმოჩნდა ინფექციისადმი მგრძობიარე. 1938 წელს ხამანწკების მოსავალი უფრო მაღალი იყო, ვიდრე კატასტროფამდე. როდესაც ინფექციამ სხვა ადგილას იფეთქა, იქ ხამანწკები მალპეკის ყურედან (კანადა) ჩაასახლეს. ისინი ადგილობრივი პოპულაციის წარმომადგენლებს ეჯვარებოდნენ და ახალი თაობა ინფექციისადმი მდგრადი ხდებოდა

## 2.4. მემკვიდრეობის მნიშვნელობა

როდესაც ვაზობთ, რომ მოხდა რომელიღაც პოპულაციის უკეთ შეგუებულ ინდივიდთა გადარჩევა, ფაქტიურად ვგულისხმობთ, რომ ორგანიზმთა ეს ჯგუფი ცოცხალი დარჩა და შეძლო ახალი თაობის

## II თავი. ევოლუცია

შექმნა. ამგვარად, ბუნებრივმა გადარჩევამ შეარჩია ის ინდივიდები, რომლებმაც თავისი ნიშან-თვისებები (გენები) უნდა გადასცეს მომავალ თაობას. ახლა ვნახოთ, არის თუ არა ახალი თაობის წარმოქმნის შესაძლებლობა ევოლუციაში წარმატების მოპოვების გარანტია. შოშიებში, მაგალითად, ზრდასრულ ასაკს უმეტესად იმ ფრინველის ბარტყები აღწევენ, რომელიც ნაკლებ კვერცხს დებს (4-5 კვერცხს ნაცელად 9-10 კვერცხისა). გამოდის, რომ ახალი თაობის საწყისი სიმრავლე დამლუპველია. ეს იმიტომ ხდება, რომ შოშიას არ შეუძლია გამოკვებოს 5 ბარტყზე მეტი. ამიტომ თუ ბუდეში ამაზე მეტი ბარტყია, მათ საკვები აღარ ჰყოფნით და იღუპებიან. ამგვარად, საკვების სიმცირის პირობებში გადარჩებიან ის შოშიები, რომლებსაც ცოტა კვერცხის დადების განმაპირობებელი გენები გააჩნიათ. ეს გენები პატარა შოშიებსაც გადაეცემა მშობლისაგან. ცხადია, რომ საკვების საკმაო რაოდენობის პირობებში გადარჩებიან ისინიც, ვინც ბევრ კვერცხს დებს. ამგვარად, ბუნებრივი გადარჩევა აძლიერებს გამრავლების ეფექტურობას. ამიტომაც არის, რომ მცენარეებს და ცხოველებს გამრავლების უზრუნველყოფი მრავალფეროვანი შეგუებულობები გააჩნიათ.

### გადარჩევის გავლენა ცვალებადობაზე

თუ გადარჩევის მოქმედებით წარმოიქმნება პოპულაციები, რომლებიც კარგადაა შეგუებული არსებობის პირობებს, მაშინ რატომ არ არის სახეობის ყველა წარმომადგენელი ერთმანეთის მსგავსი? იმიტომ ხომ არა, რომ ევოლუცია არ დამთავრებულა? მაგრამ ევოლუცია ხომ არასოდეს დამთავრდება, სანამ არსებობენ ცოცხალი ორგანიზმები? ორგანიზმების საარსებო პირობები მუდმივად იცვლება და როგორც არ უნდა იყოს ისინი, გადარჩევა ხელსაყრელია

გენტა მხოლოდ მცირე რიცხვისათვის. გენი, რომელიც გაუძლებს გადარჩევას ამა თუ იმ გარემოში, გადარჩევის უარყოფით გავლენას სხვა გარემოში განიცდის. ამგვარად პოპულაცია ინარჩუნებს გენეტიკურ ცვალებადობას. გარდა ამისა, სასარგებლოა სხვადასხვანაირი გენეტიკური ინფორმაციის მქონე შთამომავლობის წარმოქმნა იმისათვის, რომ ვიღაც მაინც გადარჩეს.

ინგლისში ზოგიერთი მთიულა მიფრინავს სამხრეთში, ზოგი რჩება. თუ მკაცრი ზამთარი დადგა, მაშინ გადარჩება გადაფრენილი ფრინველები. თუ ზამთარი თბილია, მაშინ გადარჩება მობინადრე დარჩენილი ფრინველების უმეტესობა. გადარჩევის გავლენა მიმომფრენ და მობინადრე ფრინველებზე სხვადასხვა წელს სხვადასხვაა. ამიტომ "ინგლისელ" მთიულას შენარჩუნებული აქვს შეგუების ორივე სახე.

ასევე, რომელიმე მცენარის პოპულაციაში შეიძლება შეეხვედეთ გვალვის და ნესტის ამტან ფორმებს იმ შემთხვევაში, თუ პოპულაციის საცხოვრებელში კლიმატური პირობები ხშირად მკვეთრად იცვლება.

ბუნებრივ გადარჩევას შეუძლია არა მარტო გაზარდოს პოპულაციის გენეტიკური ცვალებადობა, არამედ შეამციროს კიდევ მაგალითად, იხვის კვერცხსაც და ჭუკსაც გადარჩენის მეტი შესაძლებლობა აქვთ, როდესაც ისინი საშუალო ზომისანი არიან. ე.ი. გადარჩევა ხელს უწყობს ჩანასახის ან გამორჩევილი იხვის ასეთ ზომებს. ამგვარად, სტანდარტიდან გადახრა „იხვება“ გადარჩევის მიერ. ამ შემთხვევაში ყველაფერი იქით არის მიმართული, რომ ცვალებადობა რაც შეიძლება ნაკლები იყოს. გადარჩევის ამ მიმართულებით მოქმედება ხანდახან მეტად საინტერესო სახეობებს ქმნის. მაგალითად, ბაბუაწვერას ყველა თაობა მშობლის ზუსტი ასლია, ვინაიდან ბაბუაწვერა განაყოფიერების გარეშე მრავლდება

და ახალი თაობის გენეტიკური ინფორმაცია მშობლის ინფორმაციის იდენტურია (ცხადია, აქ არ იგულისხმება მუტაციები. იხ.თ.8).

შეიძლება ითქვას, რომ გადარჩევით ან იზრდება, ან მცირდება მოცემული პოპულაციის გენეტიკური ცვალებადობა. გარემო პირობების ცვალებადობის დროს გენეტიკურად განსხვავებული პოპულაციების ზოგიერთ წევრს გადარჩენის მეტი შესაძლებლობა აქვს. თუ მათ ყველა წევრს ერთნაირი გენები აქვთ, მაშინ გარემო პირობების შეცვლამ შეიძლება მთელი პოპულაციის მოსპობა გამოიწვიოს.

### 2.5. სხვა ევოლუციური მექანიზმები

ბუნებრივი გადარჩევა ევოლუციის ყველაზე მნიშვნელოვანი ფაქტორია. მაგრამ არსებობს სხვა ფაქტორებიც. შემთხვევითობის გამო ზოგიერთი არსება შეიძლება დაიღუპოს ან მოგვცეს თაობა თავისი გენეტიკური სტრუქტურის მიუხედავად.

შემთხვევითი მოვლენები (ხანძარი, წყალდიდობა, მასობრივი ინფექციები, პოპულაციის ზოგი წარმომადგენლის სხვა ადგილას გადასახლება) განსაკუთრებით საგრძნობ დაღს ასვამს მცირე პოპულაციებს. ცხადია, რომ რაც უფრო მცირერიცხოვანია პოპულაცია, მით უფრო მეტად მერყეობს გენთა სიხშირე თაობიდან თაობაში. გენთა სიხშირის მკვეთრი შეცვლა ასეთ შემთხვევებში ერთ-ორ თაობაში ხდება. ამას გენეტიკური დრეიფი ეწოდება. დრეიფის კარგი მაგალითია ეგრეთწოდებული “ფუძემდებლის ეფექტი”. დაევშვათ, რომ პოპულაციას თავისი ნებით ტოვებს რამდენიმე ინდივიდი და სხვაგან სახლდება. მოსალოდნელია, რომ არ გააჩნდეთ საწყისი პოპულაციისათვის დამახასიათებელი ყველა გენი. ასეთ შემთხვევაში, ახალმოსახლეთაგან წარმოშობილი ახალი პოპულაციის

გენოფონდი ძველი პოპულაციის გენოფონდისაგან განსხვავებული იქნება. საცხოვრებელი ადგილის გამოცვლა შეიძლება მოხდეს ქარიშხლის დროსაც, როდესაც ფრინველთა ნაწილს ძლიერი ქარი ერთი ადგილიდან საკმაოდ შორს გადაისვრის. ახალი საცხოვრებელი ძველისაგან კლიმატურად განსხვავებული იქნება. ე.ი. ძველი და ახალი პოპულაცია გადარჩევის სხვადასხვა პირობებში აღმოჩნდება და სხვა მიმართულებით განვითარდება.

## 2.6. სახეობათა წარმოქმნა

სახეობად, პირობითად, მიჩნეულია იმ ორგანიზმთა ჯგუფი, რომელიც სხვა სახეობის წარმომადგენლებს არ ეჯვარება. ეს განსაზღვრება გვაფიქრებინებს, რომ თუ რაღაც მიზეზის გამო ერთი სახეობის პოპულაციის ინდივიდთა ორი შემთხვევით შექმნილი ჯგუფი ერთმანეთს აღარ შეეჯვარება, ამ ჯგუფებიდან შეიძლება ორი დამოუკიდებელი სახეობა ჩამოყალიბდეს. ეს მართლაც შესაძლებელია.

შოტლანდიასთან ახლოს, ერთ-ერთ კუნძულზე, ცხოვრობს ჭინჭრაქას სახეობა, რომელიც საკმაოდ ჩამოგავს შოტლანდიაში მცხოვრებ ჭინჭრაქის სახეობას. როგორც ჩანს, ოდესღაც შოტლანდიიდან კუნძულზე ჭინჭრაქების ერთი ჯგუფი გადმოსახლებულა და მათ კუნძულზე მცხოვრებ თანამედროვე სახეობისათვის მიუციათ დასაბამი. აქ მთავარი ის არის, რომ გეოგრაფიული ზღუდის გამო კონტინენტზე და კუნძულზე ჭინჭრაქები ვეღარ ხვდებოდნენ ერთმანეთს, მაშასადამე, ვეღარც ეჯვარებოდნენ .ე.ი.მათ შორის აღარ ხდებოდა ნიშან-თვისებების გაცვლა—გამოცვლა. მოხდა ე.წ. რეპროდუქციული იზოლაცია, რამაც ერთი სახეობიდან ორი სახეობის ჩამოყალიბებას შეუქმნა საფუძველი. კუნძულზე განვითარდა კუნ-



ძულის პირობებთან შეგუებული ნიშან-თვისების მქონე ჭინჭრაქის სახეობა, შოტლანდიაში დარჩენილებს კი იქაური პირობებისთვის გამოსადეგი გენები შერჩათ. მათ შორის შეჯვარება რომ მომხდარიყო, ისინი გაუცვლიდნენ ამ გენებს ერთმანეთს და მაშინ ერთი სახეობის ორი პოპულაციიდან ორ განსხვავებულ სახეობას კი არ მივიღებდით, არამედ იქნებოდა ერთი სახეობის ჭინჭრაქის შოტლანდიაში მცხოვრები და კუნძულზე მცხოვრები ორი პოპულაცია.

ხანდახან სხვადასხვა სახეობის ინდივიდები შეიძლება შეეჯვარონ კიდევ ერთმანეთს (ცხენი და ვირი, ლომი და ვეფხვი), მაგრამ ამით პოპულაციები მაინც ვერ მოახერხებენ გენების გაცვლას, რადგან ასეთი შეჯვარებისას მიღებული თაობა სტერილურია.

რეპროდუქციული იზოლაციისათვის ზოგ შემთხვევაში აუცილებელი არაა პოპულაციის წარმომადგენლების გეოგრაფიული გამოიჯენა. პოპულაციაში შეიძლება მოხდეს მუტაცია და ზოგიერთ ინდივიდს გენების რაოდენობა გაუორმაგდეს. ამას პოლიპლოიდია ეწოდება. პოლიპლოიდები ველარ შეეჯვარებიან პოპულაციის დანარჩენ წევრებს გენთა რაოდენობრივი შეუთავსებლობის გამო, მაგრამ ერთმანეთს კი შეეჯვარებიან და მათი თაობებიც პოლიპლოიდური იქნება. ამგვარად, პოპულაციის ინდივიდთა შორის რეპროდუქციული იზოლაცია მოხდება “შორს წასვლის” გარეშე. პოლიპლოიდიის გზითაა წარმოშობილი მცენარეთა თითქმის ყველა კულტურული სახეობა, ზოგიერთი მწერი და პრიმიტიული თევზი.

რეპროდუქციული იზოლაცია შეიძლება მოხდეს შედარებით უმნიშვნელო მუტაციის შედეგადაც. მაგალითად, ალუბლის ყვავილის წვენიტ მკვებავი მწერების პოპულაციაში ზოგიერთ ინდივიდს გაუჩნდა მუტაცია, რომლის გამო ისინი მგრძნობიარენი გახდნენ ვაშლის ყვავილის სუნის მიმართ. ცხადია, ეს მწერები მაშინვე ვაშლის ხეზე

გადასახლდნენ. პოპულაცია ორად გაიყო, ხოლო იზოლაციას ხელი შეუწყო არა მარტო იმან, რომ ეს მწერები სხვადასხვა ხის ყვავილის წვენით იკვებებიან, არამედ იმანაც, რომ სადაც იკვებებიან, იქვე მრავლდებიან და ღებენ კვერცხს. ამასთანავე მოხდა დროში იზოლირებაც, ვინაიდან მწერების მომწიფების პერიოდი ესადაგება მათი მკვებავი ხის ყვავილობის პერიოდს, ვაშლის ყვავილობა კი ალუბალზე გვიან იწყება. ყოველივე ამის შედეგად, ერთი პოპულაციის ორი დაჯგუფებიდან საფუძველი ჩაეყარა ორი განსხვავებული სახეობის წარმოქმნას.

### რა სიჩქარით ხდება ახალი სახეობების წარმოქმნა

მართალია, ევოლუციური თეორია საკმაოდ ლოგიკურია და მაგალითებით განმტკიცებული, მაგრამ ბევრი რამ მაინც ბუნდოვანი და საეჭვოა. უკვე დარეინს მოსვენებას არ აძლევდა ის ფაქტი, რომ მცენარეთა და ცხოველთა ნამარხ ფორმებს შორის ვერ ვპოულობთ გარდამავალ ფორმებს. ყოველი ახალი ჯგუფი ძველისგან ჩნდება და ერთი შეხედვით ეჭვსგარეშეა, რომ პალეონტოლოგიური გათხრებისას დედამიწის შრეებში უნდა ვპოულობდეთ ბევრ ისეთ გარდამავალ ნამარხ ფორმას, რომელიც შეავსებდა ძველიდან ახალი სახეობის ჩამოყალიბებას შორის არსებულ ხანგრძლივ პერიოდს. ერნსტ მაირმა (Ernst Mayr) და ჯორჯ გეილორდ სიმფსონმა (George Gaylord Simpson) ივარაუდეს, რომ ზოგიერთ შემთხვევებში ახალ სახეობათა წარმოქმნას დიდი დრო არ სჭირდება. სახეობები არსებობენ გარკვეულ პერიოდში, შემდეგ კი რაიმე მკვეთრი მუტაცია ან გარემო პირობების ცვლილება იწვევს ევოლუციური გაგებით მცირე დროში (რამდენიმე ათასწლეულში)

## II თავი. ევოლუცია

ახალი სახეობის წარმოქმნას. ამ თეორიას წყვეტილი წონასწორობის თეორიას უწოდებენ, ვინაიდან ძველი სახეობის და გარემოს წონასწორობა, მაირის და სიმფსონის თანახმად, უეცრად წყდება და ახალი სახეობის წარმოქმნასთან ერთად აღდგება.

ახალ სახეობათა წარმოქმნა ყოველთვის ასე წყვეტილად და სწრაფად ვერ ხდება, მითუმეტეს რომ თავად მუტაციებიც უფრო ხშირად მკვეთრი არ არის და მხოლოდ მცირე ცვლილებებს იწვევს. ე.ი. პოპულაციის გენების სიხშირის შეცვლაც ძალიან ნელა ხდება. საეარაუდოა, რომ ევოლუცია ორივე გზით მიმდინარეობს – წყვეტილად, როგორც ამას მაირი და სიმფსონი ამტკიცებენ, და თანდათანობით, ერთი ფორმიდან მეორეზე ხანგრძლივი გადასვლით.

### მეორე თავის მოკლე შინაარსი

ევოლუციური თეორიის თანახმად, სახეობები უცვლელი კი არ რჩებიან, არამედ მათი წინამორბედი სახეობებისაგან წარმოიშობიან. ამასთან ერთად, ისინი მემკვიდრეობით ღებულობენ ნიშან-თვისებებს და მათ მოდიფიცირებას ახდენენ. ბუნებრივი გადარჩევა შეიძლება მიმდინარეობდეს რომელიმე ფაქტორის მოქმედების შედეგად, რომელიც იმ ინდივიდების გამრავლების ალბათობას ზრდის, რომლებიც განსაზღვრულ გენებს ან გენთა კომბინაციას შეიცავენ იმ ინდივიდებთან შედარებით, რომლებსაც სხვა გენები ან გენთა სხვა კომბინაციები გააჩნიათ. ბუნებრივი გადარჩევა იწვევს ევოლუციას მოცემულ პოპულაციაში თაობიდან თაობამდე გენების სიხშირის ცვლილების გზით. თუმცა დარვინმა და უოლესმა ეს თეორია 1858 წელს წამოაყენეს, მაგრამ ბუნებრივი გადარჩევის გზით პოპულაციის ევოლუციის დამაჯერებელი მტკიცებანი მხოლოდ მე–20 საუკუნეში იქნა მიღებული. მეცნიერები დღესაც აგროვებენ ფაქტობრივ მასალას, რომელიც დაამტკიცებს ბუნებრივი გადარჩევის გზით მიმ-

დინარე ევოლუციური პროცესების არსებობას.

გადარჩევის ზეწოლამ შეიძლება განსხვავებული მოქმედება გამოიწვიოს: ზოგიერთი მათგანი იწვევს პოპულაციის გენეტიკური ცვლილებების გაზრდას მაშინ, როდესაც სხვები მათ ამცირებენ. გენეტიკურ ნიშნებს, რომლებიც გადარჩევის პროცესს უძლებს, ადაპტაციას უწოდებენ. ადაპტაციის წყალობით ორგანიზმს შეუძლია იმ გარემოში გამრავლება, რომელთანაც იგი შეგუებულია.

ადაპტაცია მრავალრიცხოვანი და მრავალფეროვანია. ბუნებრივი გადარჩევის ერთადერთი რეალური პროცესი იმ გენების სიხშირის გაზრდაში მდგომარეობს, რომლებიც მოცემული ინდივიდის წარმატებით გამრავლებას უზრუნველყოფენ.

მთლიანობაში ბუნებრივი გადარჩევა წარმოადგენს ევოლუციის ყველაზე არსებით, მაგრამ არა ერთადერთ ფაქტორს. რაც შეეხება მუტაციებს, მათ მოცემული პოპულაციის გენოფონდში ახალი გენები შეაქვთ, მაგრამ ეს იმდენად იშვიათად ხდება, რომ საბოლოოდ მათი როლი ევოლუციაში არცთუ დიდად მნიშვნელოვანია. თუმცა აღსანიშნავია ისიც, რომ იგი იმ მასალას იძლევა, რომელზედაც ბუნებრივი გადარჩევა მოქმედებს. მცირე პოპულაციებში გენეტიკურმა დრეიფმა სულ ერთი ან რამდენიმე თაობის მანძილზე შეიძლება გენეტიკური სიხშირის მკვეთრი ცვლილებები გამოიწვიოს.

სახეობა არის თავისუფლად შეჯვარებად იმ ორგანიზმთა ერთობლიობა, რომლებიც სხვა ჯგუფის ინდივიდებს არ ეჯვარება. ახალი სახეობები მას შემდეგ შეიძლება წარმოიქმნას, როცა ერთი სახეობის ორი პოპულაცია ერთმანეთისაგან იმდენად იზოლირებული აღმოჩნდება, რომ გენების გაცვლა მათ შორის შეწყვეტილია. შემდეგ თითოეული პოპულაცია გადარჩევის ლოკალურ მოქმედებას განიცდის. საბოლოო ჯამში, პოპულაციები ერთმანეთისაგან იმდენად განსხვავებული აღმოჩნდება, რომ მათ განიხილავენ, როგორც დამოუკიდებელ სახეობებს. ახალი სახეობები ერთი პოპულაციის ფარგლებშიც შეიძლება წარმოიქმნას.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

იმ შემთხვევაში, როცა გეძლევათ რამდენიმე პასუხი, აირჩიეთ საუკეთესო.

1. მოცემულ თავში მოტანილი ევოლუციის განმარტებიდან გამომდინარე, აღნიშნეთ, ქვემოთ ჩამოთვლილი ობიექტებიდან და ნიშნებიდან რომლები ვერ განიცდიდნენ ევოლუციას:

ა) თაგვები.

ბ) პეპლების პოპულაციის შეფერილობა.

გ) თქვენი ბიოლოგიის მასწავლებელი.

დ) ცხვრების ფარა.

ე) ბაქტერიები, რომლებიც მსხვილ ნაწლავში ბინადრობენ.

2. ბ.კეთლუელი მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ მუქი ფერის პეპლები უფრო ხშირად გვხვდებიან, ვიდრე ღია ფერისა. ეს ხდება იმიტომ, რომ:

ა) სამრეწველო რაიონებში მუქი ფერის პეპლები უფრო მეტ კვერცხებს დებენ, ვიდრე ღია ფერისა.

ბ) მუქი ფერის პეპლები უფრო გამძლენი არიან გაჭუჭყიანების მიმართ.

გ) გაჭუჭყიანების შედეგად ზოგიერთი პეპელა უფრო მუქ შეფერილობას იღებს.

დ) გაჭუჭყიანებულ რაიონებში მუქი ფერის პეპლებს უფრო სწრაფად შეუძლიათ თავი აარიდონ მტაცებლებს.

3. რომელი ფრინველები მიაღწევენ მეტ ევოლუციურ შედეგს:

ა) დებენ 9 კვერცხს, გამოიჩეკება 8 ბარტყი, გამრავლდება – 2.

ბ) დებენ 2 კვერცხს, გამოიჩეკება 2 ბარტყი, გამრავლდება – 2.

გ) დებენ 5 კვერცხს, გამოიჩეკება 5 ბარტყი, გამრავლდება – 3.

დ) დებენ 9 კვერცხს, გამოიჩეკება 9 ბარტყი, გამრავლდება – 3.

ე) დებენ 7 კვერცხს, გამოიჩეკება 5 ბარტყი, გამრავლდება – 4.

4. როგორ ახსნიდა დარვინი ჟირაფის გრძელი კისრის ევოლუციას?
5. ქვემოთ ჩამოთვლილი პოპულაციებიდან რომლისთვის იქნებოდა ყველაზე ნაკლებად მნიშვნელოვნი გენეტიკური დრაიფი?
  - ა) ლომების ჯგუფი ზოოპარკში.
  - ბ) ტარაკანები ქალაქის ნაგავსაყრელზე, რომელიც პესტიციდებით არის დამუშავებული.
  - გ) პოლიპლოიდური მცენარეების შთამომავლები, რომლებიც არაპოლიპლოიდური მშობლებისაგან წარმოიშვნენ.
  - დ) ამერიკული წეროები – იშვიათი სახეობა, რომელსაც გადაშენება ემუქრება.
6. ახალი სახეობა შეიძლება წარმოიშვას:
  - ა) გენეტიკური მასალის გაორმაგებით (ყვავილოვან მცენარეებში).
  - ბ) იმ ცვლილებების თანდათანობითი დაგროვებით, რომლებიც მოცემულ ლოკალურ პირობებში ინახება გადარჩევის შედეგად.
  - გ) მუტაციებით, რომლებიც ხელს უშლიან გამრავლებას
7. მოცემული სახეობის ინდივიდთა უმეტესობასთან შეწყვილების დროს.
  - დ) ყველა შემოჩამოთვლილი პირობით.
  - ე) მხოლოდ ა და ბ პირობით.

### კითხვები განხილვისათვის

1. იმ მონაცემების საფუძველზე, რომელიც მოცემულია 2.4 პარაგრაფში, ახსენით, თუ რატომ არ შეუძლიათ შოშიებს ძალიან დიდი რაოდენობით კვერცხის დადება?
2. 2.4 პარაგრაფში მოცემული მდებრი შოშიებიდან რომელი დატოვებს პოპულაციაში უფრო დიდი რაოდენობის შთამომავლობას და შეიტანს გარკვეულ წვლილს შემდეგი თაობის გენოფონდში?
3. დადებული კვერცხების რა რაოდენობიდან გადარჩებიან უფრო მეტად ბარტყები? შეესაბამება თუ არა ეს რიცხვი უფრო ხშირად არსებულ ოჯახებს (დაეუშვათ, რომ ექსპერიმენტატორმა მონიშნა ყველა ის ფრინველი, რომლის აღმოჩენაც შეძლო).
4. დაეუშვათ, რომ გარემოს ცვლილების შედეგად შოშიების საკვები ორჯერ შემცირდა. შეიძლება თუ არა ამ შემთხვევაში მოველოდეთ იმ ოჯახების სიდიდის თანდათანობით ცვლილებებს, რომლებიც განსაკუთრებით ხშირად გვხვდება? როგორ მოხდება ეს ცვლილება?
5. შეიძლება თუ არა ჩაითვალოს ორგანიზმის სიკვდილის ყველა მიზეზი ბუნებრივ გადარჩევად? მიწისძვრის დროს ორგანიზმების დაღუპვა ნიშნავს თუ არა იმას, რომ ისინი უარყოფით გადარჩევას დაექვემდებარენ?
6. გენტიנגტონის ქორეა – ადამიანის მემკვიდრული დაავადებაა, რომლის დროსაც თავის ტვინის ზოგიერთი განყოფილების უჯრედების დეგენერაცია ხდება. ეს უკანასკნელი ცეკვის მსგავსი მოძრაობების სახით ვლინდება. დაავადება

ვლინდება 40 წლის ასაკში, ე. ი. პერიოდში, როდესაც ადამიანების უმეტესობას დამთავრებული აქვს რეპროდუქტიული ფუნქციები. მოექცევა თუ არა ეს ნიშანი უარყოფითი გადარჩევის ქვეშ?

7. ექვემდებარება თუ არა ადამიანის ევოლუცია გადარჩევის ისეთივე ზეწოლას, როგორსაც სხვა სახეობების ევოლუცია? რატომ ხდება ან რატომ არ ხდება ეს?



## III თავი

### ცოცხალ ორგანიზმთა მრავალგვარობა

ამ თავის დამუშავების შემდეგ თქვენ უნდა შესძლოთ:

1. შემდეგი ჯგუფების ნიშნების ჩამოთვლა და განსხვავება: ბაქტერიების, უმარტივესების, ღრუბლების, ნაწლავღრუიანების, ბრტყელი, მრგვალი და რგოლოვანი ჭიების, მოლუსკების, ფეხსახსრიანების, მწერების, კანეკლიანების, ხრტილოვანი და ძვლოვანი თევზების, ამფიბიების, რეპტილიების, ფრინველების, ძუძუმწოვრების, ხავსების, გვიმრების, წიწვიანების, ყვავილოვანი მცენარეების და სოკოების. მოცემული ნიშნების მიხედვით დაასახელოთ ჯგუფი, რომლისთვისაც ისინია დამახასიათებელი.
2. დასახელება თევზების სამი და ხმელეთის ხერხემლიანთა ოთხი ჯგუფისა. ყოველი ჯგუფის წარმომადგენლების მაგალითების მოყვანა ან მათი ამოცნობა. ამ ჯგუფების წარმომადგენლების შედარება სხეულის აგებულებისა და გამრავლების თავისებურებათა მიხედვით.
3. ჩამოყალიბება ზოგიერთი უპირატესობისა, რომლებიც გააჩნია ერთუჯრედიანობასა და მრავალუჯრედიანობას, ორმხრივ სიმეტრიას, თავისუფლად მცურავ ლარვულ სტადიას და მჯდომარე ცხოვრების ნირის მქონე ზრდასრულ ფორმას.
4. იმ სიძნელეების ჩამოთვლა და ახსნა, რომლებიც დაკავშირებულია წყალში მცხოვრები ორგანიზმების ხმელეთზე ცხოვრებასთან, მცენარეთა, მწერებისა და სხვა უხერხემლოების ადაპტაციის იმ მაგალითების მოყვანა, რომელთა გამოც მათ ხმელეთზე ცხოვრება შეუძლიათ.

5. განმარტება, რამ გამოიწვია მწერების, როგორც ჯგუფის, გამრავლება.
6. ახსნა, როგორ აისახა ყვავილოვან მცენარეებზე ის გარემოება, რომ მათი ევოლუცია მიმდინარეობდა ხმელეთის ცხოველთა დიდი მრავალგვარობის პირობებში.
7. ბაქტერიების, უმარტივესების, წყალმცენარეების, სოკოების, წიწვიანებისა და ყვავილოვანი მცენარეების ეკონომიკური მნიშვნელობის მითითება.
8. სწორად გამოყენება ისეთი ტერმინებისა, როგორიცაა: ერთ-უჯრედიანი, მრავალუჯრედიანი, ზღვის, ხმელეთის, ფოტო-მასინთეზებელი, პლანქტონი, წყალმცენარეები, ლარვები, სხივური და ორმხრივი სიმეტრია, უხერხემლო, ხერხემლიანი, სპორა.

ცოცხალი არსებები დედამიწაზე გაჩნდნენ დაახლოებით 3,5 მილიარდი წლის წინ. მათმა შთამომავლობამ ისეთ მრავალფეროვნებას მიაღწია, რომ დღეისათვის დედამიწაზე სახეობათა რიცხვი რამდენიმე მილიონს აღწევს. მეორე მხრივ, მთელი ეს მრავალფეროვნება საერთო წინაპრისაგან არის წარმოშობილი და თითოეული დღეს არსებული სახეობა სიცოცხლის მამოძრავებელი საერთო კანონების მოქმედებითაა შექმნილი. ამიტომ ყველა ორგანიზმს, რაგინდ განსხვავებულნიც არ უნდა იყვნენ, ბევრი საერთო აქვს. ყველა მათგანის აგებულების საფუძველს, ჰქმნის უჯრედი.

ცოცხალი მატერიის პატარა, მაგრამ მაღალორგანიზებული ნაწილს, რომელიც ითვისებს საკვებს და იყენებს მას თავისი არსებობისა და ზრდისათვის, შეუძლია გაყოფა ორ უჯრედად, რომელთაგან თითოეული შეიცავს დედისეული უჯრედის იდენტურ გენე-

### III თავი. ცოცხალ ორგანიზმთა მრავალგვარობა

ტიკურ მასალას. ზოგიერთი ორგანიზმი (მაგალითად, ბაქტერიები ან საფუარები) ერთი უჯრედისაგან შედგება, ე.ი. ეკუთვნის ერთუჯრედიან ფორმებს და ჩვეულებრივ, მიკროსკოპული ზომის არის. მსხვილი ორგანიზმები, რომლებსაც ვხედავთ ჩვენს გარშემო, მრავალუჯრედიანია, მაგალითად, ადამიანის სხეული მრავალი მილიარდი უჯრედისაგან არის აგებული.

ცხადია, რომ პირველი ცოცხალი ორგანიზმები ცალკეული უჯრედები იყვნენ, რომელთაც ძალიან მარტივი აგებულება ჰქონდათ და ბევრი რამით წააგავდნენ ახლანდელ ბაქტერიებს. მოგვიანებით გაჩნდა უფრო რთული ერთუჯრედიანი ფორმები და ბოლოს ზოგმა მათგანმა მრავალუჯრედიან ორგანიზმებს მისცა დასაბამი. ამ წიგნში ჩვენ ორგანიზმებს ეყოფთ ხუთ დიდ სამყაროდ.

1. მონერები, ანუ ბაქტერიები – ერთუჯრედიანი ორგანიზმები, რომელთა უჯრედებს მარტივი აგებულება აქვთ.
2. პროთისტები – ერთუჯრედიანი ორგანიზმები უფრო რთული სტრუქტურით.
3. მცენარეები
4. ცხოველები } ძირითადად მრავალუჯრედიანი ორგანიზმები.
5. სოკოები.

მცენარეთა და სოკოთა სამყაროში ერთუჯრედიანი ფორმებიც გვხვდება. ვირუსი არ ითვლება ცოცხალ ორგანიზმად, რადგან სიცოცხლისათვის დამახასიათებელი ყველა თვისება არ გააჩნია. ვირუსები განიხილება მე-14 თავში.

ეს თავი ეძღვნება ორგანიზმთა ფართო ჯგუფების აღწერას. ყველა ჯგუფს აქვს აგებულების განსაკუთრებული საერთო გეგმა, რომელიც ცხოვრების გარკვეულ ნირს შეესაბამება, ხოლო ყოველ სახეობას, რომელიც მოცემულ ჯგუფს ეკუთვნის, ევოლუციის პრო-

ცესში ჩამოყალიბდა ამ გეგმის საკუთარი ნაირსახეობა. ამგვარად მიიღება ადაპტაციური რადიაცია, რაც გარემოს სხვადასხვა პირობებთან შეგუებულ სახეობებს აძლევს დასაბამს. ნიშან-თვისებებს, რომელთა დახმარებითაც მიიღწევა შესაბამისობა ორგანიზმსა და მის ცხოვრების ნირს შორის, ადაპტაცია ეწოდება.

ადაპტაციური რადიაცია და ადაპტაცია განვიხილოთ ჩვენთვის კარგად ცნობილი ჯგუფის – ძუძუმწოვრების მაგალითზე. ძუძუმწოვრები (აღამიანის ჩათვლით), ის ცხოველებია, რომელთა სხეულიც თმით ან ბალნით არის დაფარული (ეს ადაპტაცია ორგანიზმს სითბოს უნარჩუნებს), ხოლო მათი სარძევე ჯირკვლები გამოიმუშავენ სპეციალურ სეკრეტს – რძეს – შეილების საკვებად. პირველი ძუძუმწოვრები პატარა (ვირთაგვას მსგავსი) ცხოველები იყვნენ, შემდეგ კი ამ ჯგუფმა ადაპტაციური რადიაცია განიცადა, სხვადასხვა ადგილსამყოფელი დაიკავა და შეეგუა ცხოვრების სრულიად განსხვავებულ პირობებს. ვეშაპებმა უზარმაზარ ზომას მიაღწიეს, მათი წინა კიდურები და კუდი გლუვ ფარფლებად გადაიქცნენ, უკანა კიდურები კი ატროფირდა. ღამურებმა დაიწყეს ფრენა ფრთების საშუალებით, რომლებიც ელასტიური აპკისაგანაა წარმოქმნილი და წინა კიდურების თითებს, სხეულის გვერდებს, უკანა კიდურებსა და ზოგ შემთხვევაში კუდს შორისაა გადაჭიმული. ცხენებსა და კატებს სწრაფი სირბილისათვის გრძელი კიდურები განუვითარდათ. სხვადასხვა ძუძუმწოვართა ჩონჩხის დათვალიერებისას შენიშნავთ, რომ მათ ძვლების ერთნაირი შემადგენლობა გააჩნიათ, მაგრამ თავად ამ ძვლების ფორმა და ზომა იცვლება პატრონის ცხოვრების ნირის მიხედვით.

სიცოცხლეზე დაკვირვება დავიწყოთ ბაქტერიებით, შემდეგ ზღვის ნაპირს ვესტუმროთ და მრავალფეროვანი ზღვის სამყარო

გავიცნოთ, ბოლოს კი განვიხილავთ ხმელეთის ორგანიზმებს, რომლებმაც ზღვიდან ხმელეთზე გადმოსვლის ურთულესი გზა გაიარეს.

#### 3.1. მონერების სამყარო

მონერების უჯრედები ძლიერ მარტივი აგებულებისაა. ვარაუდობენ, რომ ისინი ცოცხალი ორგანიზმების სხვა ჯგუფებზე ადრე გაჩნდნენ. ამ აზრს ამტკიცებს ის, რომ ჩვენთვის ცნობილი უძველესი ნამარხი ორგანიზმები ძალიან ჰგვანან ზოგიერთ ამჟამად არსებულ მონერებს. მონერები მცირე ზომის მიკროსკოპული ორგანიზმებია, რომელთა შესწავლა დაიწყო XIX საუკუნის შუა პერიოდში.

**ბაქტერიები.** ბაქტერიული უჯრედები სამი ტიპისაა: სფეროსებრი, ჩხირისებრი და სპირალური. ყოველ ამ ტიპს საარსებო გარემოს შესაბამისი თავისებური ქიმიური შედგენილობა გააჩნია. ზოგიერთი ბაქტერია თავად ასინთეზებს საკვებს ნახშირორჟანგისაგან. სინთეზისათვის აუცილებელია ენერგია. ფოტომასინთეზებელი ბაქტერიები იყენებენ მზის სხივების ენერგიას, ხოლო ქემოსინთეტიკოსები სხვადასხვა ქიმიური რეაქციის, მაგალითად, გოგირდწყალბადის დაჟანგვის დროს გამოყოფილ ენერგიას იყენებენ.

ეს ბაქტერიები თავს იყრიან ოკეანის სიღრმეში იმ ცხელი წყაროების ირგვლივ, რომლებიც გოგირდწყალბადს აფრქვევენ. ამ სიღრმეზე მზის სხივები თითქმის არ ატანს, ამიტომ მცენარეები ცოტაა და ბაქტერიები იქ მცხოვრები ცხოველების პრაქტიკულად ერთადერთი საკვებია. ზოგიერთი ბაქტერია თვითონ ვერ ქმნის საკვებს და ამის გამო სხვა ცოცხალ ორგანიზმებზეა დამოკიდებული. ასეთებია, მაგალითად, ცოცხალ ორგანიზმებში მცხოვრები ბაქტე-

რიები. სხვანი ცხოველებისა და მცენარეთა გამონაყოფით ან ლეშით იკვებებიან.

ზოგიერთი ბაქტერიისათვის აუცილებელია ჟანგბადი, სხვანი მხოლოდ უჟანგბადო გარემოში არსებობენ, ხოლო მესამენი ჟანგბადთან ან უჟანგბადოდაც კარგად გრძნობენ თავს. ბაქტერიების ზოგიერთი სახეობა ცხოვრობს ცხელ წყაროებში 80°C ტემპერატურაზე, სხვები – თოვლში. არის სახეობები, რომელთათვისაც მხოლოდ ადამიანის სხეულის ტემპერატურაა ხელსაყრელი.

ბაქტერიების ინტენსიური გამრავლება განაპირობებს მათ სწრაფ ევოლუციას, რაც თავის მხრივ უსაზღვრო ადაპტაციური რადიაციის შესაძლებლობას იძლევა. ბაქტერიები ადვილად აღწევენ ახალ ადგილსამყოფელს, სადაც ისინი გადააქვთ ცხოველებს, წყლის ან ჰაერის დინებას.

ბაქტერიების უმრავლესობა სასარგებლოა ადამიანისათვის. ბაქტერიები მკვდარი ცხოველების და მცენარეების რთულ ქიმიურ ნაერთებს უფრო მარტივ კომპონენტებად შლიან. შემდეგ ამ კომპონენტებს ცოცხალი მცენარეები კვლავ შეითვისებენ და ისინი თავიდან ერთვებიან ნივთიერებათა წრებრუნვაში. ბაქტერიები ბინადრობენ ადამიანის ორგანიზმშიც: კანის ზედაპირზე, ცხვირისა და პირის ღრუში, მსხვილ ნაწლავში და საშოში. ეს ბაქტერიები გვიცავენ ინფექციური დაავადებებისაგან, რადგან ზღუდავენ პათოგენური ბაქტერიების მოქმედებას.

ჩვენ არასასურველად მიგვაჩნია საკვებში ბაქტერიების არსებობა. ამავე დროს ისინი სრულიად აუცილებელია სხვადასხვა საკვები პროდუქტის საწარმოებლად, ხოლო ზოგიერთი ბაქტერია კონსერვანტადაც გამოიყენება. ბაქტერიული დუღილი წარმოქმნის მაწონს, მჟავე კომბოსტოს, მარინალებს, ძმარს და სხვადასხვანაირ

ყველს. ბაქტერიული დუდილის საშუალებით პროდუქტები შეიძლება ხანგრძლივად შეეინახოს, რაც დიდად მნიშვნელოვანია, თუ მაცივარი არ გვაქვს.

ნებისმიერი საკვები შეიცავს ბაქტერიებს. ახლად მოწველილი ჯანმრთელი ძროხის რძე სტერილურია, მაგრამ სანამ სახლში შემოვიტანთ, რძეში უკვე ჩასახლდება რამდენიმე სახის ბაქტერია. ზოგიერთი ბაქტერია აფუჭებს საკვებს, ზოგიერთი კი, მაგალითად, *Salmonella* და *Clostridium botulinum*, გამოიძუშავენ ჯანმრთელობისთვის საშიშ ტოქსინებს. *Clostridium*-ის ტოქსინი ("ძეხვის შხამი") გამოიყოფა ბაქტერიული უჯრედიდან და ინარჩუნებს თავის აქტიურობას უჯრედის სიკვდილის შემდეგაც. ამ შხამით გამოწვეული დაავადების – ბოტულიზმის შემთხვევები გახშირდა ბოლო წლებში ოჯახში პროდუქტების დაკონსერვებასთან დაკავშირებით. *Clostridium* მხოლოდ უეანგბადო არეში იზრდება და ვერ იტანს მჟავე ნიადაგს. ბოტულიზმის თავიდან ასაცილებლად დაკონსერვებული პროდუქტები ხმარების წინ 15 წუთი უნდა ვადულოთ, რადგანაც სითბოს მოქმედებით ბოტულინის ტოქსინი იშლება. სასურველია, რომ კონსერვად გამოვიყენოთ მხოლოდ მარინადი და არ ვჭამოთ ისეთი კონსერვები, რომელთა ქილის სახურავი ამოიბერა კონსერვში წარმოქმნილი გაზების გამო (ქილა, რომელსაც გააჩნია ჩაჭყლელის ადგილი, არ წარმოადგენს საშიშროებას, თუ იგი მთელია). საკვებში არსებული ყველა არასასურველი ბაქტერიების მოსპობა შეუძლებელია. შეგვიძლია მხოლოდ მათი გამრავლების შეფერხება. ბაქტერიების გამრავლება ფერხდება გაყინვისა და ძლიერი გაცხელების შედეგად, რაც შესაძლებელს ხდის საკვების კულინარულ დამუშავებას. ბაქტერიების გამრავლებას აფერხებს საკვებ პროდუქტებში ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერების დამატებაც.

ზოგიერთი პათოგენური ბაქტერია აზიანებს მასპინძელი ორგა-

ნიშმის უჯრედებს, უმრავლესნი კი გამოიმუშავენ ტოქსინებს და აავადებენ მასპინძელს. დიფტერიის, ტეტანუსის, ქოლერის, დიზენ-ტერიის, შავი ჭირის და ბოტულიზმის გამომწვევი ბაქტერიების მიერ გამოყოფილი ტოქსინები ორგანიზმში ვრცელდება. ხანდახან ტოქსინები რჩებიან ბაქტერიული უჯრედის გარეთა კედელზე. ისინი იწვევენ ტემპერატურის მომატებას და აზიანებენ მასპინძლის სისხლის მიმოქცევის სისტემას.

ციანობაქტერიები. ციანობაქტერიები ფოტოსინთეზს აწარმოებენ. ისინი დიდად მნიშვნელოვანია ოკეანესა და მტკნარ წყალსაცავებში საკვებ ნივთიერებათა სინთეზისათვის. ზოგიერთი ამ ბაქტერიათაგანი იზრდება დაბინძურებულ ტბებში და გამოყოფს შხამებს, რომლებიც კლავენ თევზებს, ხოლო წყალს სასმელად უეარგისს ხდიან.

პალეონტოლოგები კარგად იცნობენ ციანობაქტერიების ბალიშისმაგვარ გროვებს, რომლებიც ფართოდ იყვნენ გავრცელებული უძველეს წყალმარჩხ ზღვებში. ზოგიერთმა მონერმა დასაბამი მისცა პირველ პროტისტებს, ხოლო მოგვიანებით პროტისტების სხვადასხვანაირი პროტისტებისგან წარმოიქმნენ მრავალუჯრედიანი ორგანიზმები. გვეცნოთ ამ ჯგუფების ზღვებში გავრცელებულ თანამედროვე წარმომადგენლებს.

### 3.2. თუ ზღვის წყალს გაეფილტრავთ...

ზღვის ზედაპირზე გადასროლილ თხელ ბადეს მოჰყვება პლანქტონი – წყლის ზედა ფენებში მოტივტივე მიკროსკოპული ორგანიზმები. ამათგან ზოგიერთი მიეკუთვნება პროტისტებს და შედგება მხოლოდ ერთი უჯრედისაგან, სხვები კი მრავალუჯრედიანი მცენარეები და ცხოველებია.



მიკროსკოპში კარგად ჩანს პლანქტონური ორგანიზმების მწვანე ან ყვითელი სხეულაკები – ქლოროპლასტები, რომლებიც ფოტოსინთეზს ახორციელებენ. ფოტომასინთეზებელ უმარტივესებს და მარტივ მრავალუჯრედთან მცენარეებს ხშირად მოიხსენიებენ ხოლმე საერთო სახელით – წყალმცენარეები. ისინი ცხოვრობენ წყალში ან ხმელეთის ნესტიან ადგილებში. ფოტომასინთეზებელი პროტისტების ერთ-ერთ მსხვილ ჯგუფს წარმოადგენს დიატომური წყალმცენარეები. დიატომების თითოეული ცალკეული ინდივიდი შემოსაზღვრულია ნაზი უჯრედული მემბრანით. მემბრანა გაუღენთილია კაჟმიწით, რომლისგანაც შედგება სილა და მინა. კაჟმიწა არ ექვემდებარება ბიოქიმიურ დაშლას. ამიტომ მკვდარი დიატომური წყალმცენარეების გარსი არ იშლება და ილექება ზღვის ფსკერზე. მიწის ქერქში მიმდინარე სხვადასხვა პროცესების გამო დიატომების დიდი ფენები გადაადგილდნენ ზედაპირისკენ და წარმოქმნეს ე.წ. დიატომური მიწა, რომელსაც გამოიყენებენ აბრაზიულ მასალად და ჰაერისა და წყლის ფილტრების შესავსებად. პროტისტების მეორე მრავალრიცხოვან ჯგუფს დინოფლაგელატები უწოდეს, რადგან თითოეული მათი უჯრედი აღჭურვილია ორი შოლტით, რომლებითაც უჯრედები მოძრაობენ. ზოგიერთი მათგანი დაფარულია ჯავშნით, ზოგიერთი კი ლუმინესცენციის (ნათების) უნარით არის დაჯილდოებული. ამ სახის დინოფლაგელატებს *Conyaulax*-ს უწოდებენ. *Conyaulax*-ის ზოგიერთი ფორმები გამოიმუშაებენ ნეიროტოქსინს, რომელიც შეიძლება ადამიანისთვის სასიკვდილო აღმოჩნდეს. უფრო მეტიც, თუ მოლუსკი ბევრ *Conyaulax*-ს შეჭამს, თავად მოლუსკიც საშიში ხდება ადამიანისათვის. სითბო ხელს უწყობს *Conyaulax*-ის ზრდასა და გამრავლებას. ამიტომ ამ დროს განსაკუთრებით უნდა ვერიდოთ *Conyaulax*-ით გაძლარი მოლუსკების ჭამას. ამიტომაც

ამბობენ, რომ არ გამოვიყენოთ საკვებად მოლუსკები იმ თვეებში, რომელთა სახელწოდებაშიც არ ურევიაო ასო "რ", ე.ი. თბილ თვეებში (მაისიდან აგვისტომდე).

ზღვის ზედაპირზე მრავლადაა მრავალრიცხოვანი პროტისტები, რომლებსაც არ გააჩნიათ ფოტოსინთეზის უნარი და იკვებებიან სხვა ორგანიზმებით. ზოგიერთი მათგანი მოძრაობს ერთი ან რამდენიმე შოლტით, სხვები უფრო მოკლე ციტოპლაზმური გამონაზარდებით – წამწამებით. არსებობენ უმარტივესები, რომლებსაც არ გააჩნიათ მოძრაობის მუდმივი ორგანოები. მათ ნაცვლად უჯრედებს უჩნდებათ გამონაზარდები – ფსევდოპოდები (ცრუფეხები). ბევრ სახეობას აქვს ნიჟარები, რომელიც შედგება ცილის, კაჟის ან კალციუმის კარბონატისაგან. ეს ნიჟარები შეიძლება დაგროვდეს დიდი რაოდენობით. მრავალუჯრედოვან პლანქტონურ ორგანიზმებს შორის მრავლადაა სხვადასხვა ცხოველების ლარვები. ლარვა ჯერ კიდევ უმწიფარი ორგანიზმია, რომელიც გარეგნულად ძლიერ განსხვავდება მოცემული სახეობის ზრდასრული ინდივიდისაგან. ლარვებია, მაგალითად, თაეკომბალა და მუხლუხოები. ზღვის ცხოველების მრავალი სახეობა ზრდასრულ მდგომარეობაში უმოძრაოა, ლარვას კი ადვილად გადაიტანს ზღვის დინება, რაც სახეობის გავრცელებისათვის არის აუცილებელი. პლანქტონი შეიცავს აგრეთვე მრავალი სახეობის წვრილ, მოძრავ, ზრდასრულ ცხოველებს.

### 3.3. ჩაძირული ტყე

ზღვის უკუქცევის დროს შიშვლდება სანაპირო ზოლის კლდეები. აქ ბინადრობს ზოგიერთი მსხვილი მრავალუჯრედოვანი წყალმცენარე, რომელიც მოქცევა—უკუქცევის ზონაში კლდეებს სხვადასხვა

ფერის ფენებად ედება. ამ მცენარეებს სჭირდებათ სინათლე. სინათლეს წყალი შთანთქავს და განათება კლებულობს სიღრმესთან ერთად. ოკეანის სიღრმეში მეფობს მუდმივი სიბნელე. ამიტომ წყალმცენარეების დიდი ნაწილი ბინადრობს ნაპირთან ახლოს, ცურავს თავთხელში ან ემაგრება მზით განათებულ კლდეებს. ყველაზე მსხვილი და რთულად აგებული წაბლისფერი წყალმცენარეები კლდეებს ფესვის მსგავსი რიზოიდებით ემაგრებიან, ზოლო წყლის ზედაპირზე საჰაერო ბუშტების წყალობით ტივტივებენ მათი ფოტომასინთეზებელი ფირფიტები. მოქცევა—უკუქცევის ზონაში წყალმცენარეები დღის ნაწილს წყლის გარეშე ატარებენ. მრავალი მათგანი დაფარულია ლაბისებრი ნივთიერებით, რომელიც ამცირებს მათში არსებული წყლის აორთქლებას და იცავს მათ გამოშრობისაგან. მრავალუჯრედიანი წყალმცენარეებით იკვებებიან ცხოველები. წყალმცენარეები მაღალხარისხოვანი საკვებია, რადგან აგროვებენ დიდი რაოდენობით აზოტს, კალიუმს და იოდს. ისინი უძველესი დროიდან გამოიყენება ადამიანისა და ცხოველის საკვებად. მსხვილი წაბლისფერი წყალმცენარეებიდან გამოყოფილი ალგინატი გამოიყენება ნაყინის დასამზადებლად. წყალმცენარეებს შორის ცნობილი ირლანდიური ხავსისაგან მიიღება კარაგენანი, რომელიც გამოიყენება საკონდიტრო წარმოებაში. სხვა წყალმცენარეებიდან გამოყოფენ აგარს ლაბორატორიებში ბაქტერიებისა და სოკოებისათვის საკვები არეს შესაქმნელად.

#### 3.4. ერთუჯრედიანობა თუ მრავალუჯრედიანობა?

სხეულის დიდი ზომა და ორგანიზაციის სირთულე, ჩვეულებრივ, მცირე ზომის მარტივ ფორმებთან შედარებით “წინ გადადგმულ

ნაბიჯად“ ითვლება. სინამდვილეში ერთუჯრედიან ორგანიზმებს საკმაოდ ბევრი უპირატესობა გააჩნიათ. მაგალითად, ცალკეულ უჯრედს სჭირდება გაცილებით ნაკლები საკვები და პატარა არეალი იმისათვის, რომ მიაღწიოს გამრავლებისათვის აუცილებელ ზომას. მეორე მხრივ, ერთუჯრედიან თანამოძმეთა შორის სწორედ ის იწყებდა “ლალად ცხოვრებას“, ვინც განსაკუთრებით დიდი ზომისა ზდებოდა და ამით სხვების საკვებად გამოყენებას აქტიურად შესძლებდა. თუმცა ცალკეულ უჯრედს არ შეუძლია უსასრულოდ მოიმატოს ზომაში თუნდაც იმიტომ, რომ გარემოდან შესულმა საკვებმა დროულად მიაღწიოს უჯრედის შუა ნაწილს. დიდი ზომის ორგანიზმების შემადგენელი პატარა უჯრედები სხვადასხვა ფუნქციებს ასრულებენ (იხ. ცხრილი 3.1). მაგალითად, მსხვილი წყალმცენარეების უჯრედებიდან ზოგი ემსახურება საყრდენზე მიმაგრებას, ზოგი ფოტოსინთეზს, ე.ი. საკვები ნივთიერების წარმოქმნას, ზოგი საჭაერო ბუშტებს ქმნის, ან საკვებ ნივთიერებას ატარებს რიზოიდებისაკენ. და ბოლოს, უჯრედების ნაწილი სპეციალიზდება წყალმცენარის გასამრავლებლად.

ზღვის ცხოველებს შორის ყველაზე მარტივნი მცირე ზომისანი არიან. ამიტომ მათს თითქმის ყველა უჯრედს პირდაპირი კონტაქტი აქვს ზღვის წყალთან, უშუალოდ იღებენ მისგან საკვებს და წყალშივე გამოყოფენ ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტებს. ევოლუციის პროცესში ცხოველთა ზომები იზრდებოდა და უჯრედები, რომლებიც წარმოქმნიდნენ ორგანიზმის შიგნითა ნაწილებს, სულ უფრო მეტად შორდებოდნენ წყლის მკვებავ გარემოს. ამიტომ სხეულის ზომების გაზრდა მხოლოდ მათ შეძლეს, ვისაც საშუალება გაუჩნდა ამ უჯრედებისათვის მიეწოდებინა საკვები ნივთიერება და ჟანგბადი, გამოეტანა დაშლის პროდუქტები. ხოლო ფორმები, რომლებსაც ეს სისტემები არ ჰქონდათ პატარა ზომის უნდა დარჩენილიყო.

#### ცხრილი 3.1. ძირითადი ფუნქციები, რომელიც უნდა შეასრულოს ცალკეულმა ორგანიზმმა

---

საკვები ნივთიერებების გარემოდან მიღება ან მათი სინთეზი;  
აირთა ცვლა;  
დაშლის პროდუქტების გამოყოფა;  
ორგანიზმში საკვები ნივთიერებების, აირებისა და ა.შ. გადატანა;  
გარეგან გაღიზიანებათა მიღება;  
განსახლება (გადაადგილება, თესლებისა და ლარვების გაერელება);  
საყრდენი და დამცველი;  
ყველა ფუნქციის კოორდინაცია (ნერვული სისტემა, ჰორმონები და ა.შ.);  
გამრავლება

#### 3.5. ზღვის უხერხემლო ცხოველები

ცხოველებს, რომელთაც არ გააჩნიათ ხერხემალი, უხერხემლოები ეწოდებათ. უხერხემლოთა მრავალრიცხოვანი ჯგუფები ერთმანეთისაგან ზომითა და აგებულებით განსხვავდებიან (ცხრილი 3.2).

ღრუბელები. ღრუბელები მრავალუჯრედოვანი ცხოველთაგან ყველაზე მარტივნი და იმდენად უმოდრადონი არიან, რომ ძველი ბერძნები მათ მცენარეებად მიიჩნევდნენ. მაგრამ მცენარისაგან განსხვავებით მათი ზოგიერთი უჯრედი აღჭურვილია შოლტებით და გააჩნიათ მოძრავი ნამცეცა ლარვა. ფორმით ღრუბელი რამდენადმე ჰგავს ლარნაკს ფორებიანი კედლებით. შოლტებით აღჭურვილი უჯრედები განლაგებულია კედლის შიგნითა ზედაპირზე კვების ტიპის მიხედვით ღრუბელი გამფილტრავეს მიეკუთვნება: ისინი დიდი რაოდენობით წყალს ატარებენ და მისგან ფილტრავენ საკვებს. შოლტის მოძრაობა წყლის ნაკადს სხეულის კედლის ფორებში მიმართავს, ხოლო ღრუბლის შიგნითა ზედაპირის უჯრედები იტაცებენ და ინელებენ

ცხრილი 3.2. უხერხემლო ცხოველთა ძირითადი ჯგუფები

ქართული სახელწოდება	ლათინური სახელწოდება	დახასიათება
ღრუბლები	Porifera	მარტივად ორგანიზებული ცხოველები, ხშირად უფორმო სხეულით, რომელიც დაქსელილია არხებით. მათი საშუალებით ხდება წყლის ცირკულაცია. მიმაგრებული არიან სუბსტრატთან. უმეტესად ზღვის ფორმები.
ნაწლავ-ღრუიანები	Coelenterata (Cnidaria)	მგდომარე ან თავისუფლად მცურავი ფორმები. რადიალურ-ღერძული სიმეტრია. პირი შემოსაზღვრულია საცეცებით, რომელიც შედგება მსუსხავი უჯრედებისაგან, აქვს გასტრალურ - ცირკულატორული ღრუ. ცალკეული ან კოლონიებად. უმეტესად ზღვის ფორმები.
ბრტყელი ჭიები	Plathelminthes	თავისუფლად მცხოვრები ან პარაზიტულად მცხოვრები ფორმები, ორმხრივი სიმეტრია. უმეტესად გვხვდება ზღვაში ან მტკნარ წყლებში: პლანარიები, თასმა ჭიები, მწოველები.
მრგვალი ჭიები	Nemathelminthes	თავისუფლად მცხოვრები ან პარაზიტული ფორმები. გააჩნიათ პირის და ანალური ხვრელი. სხეულის ღრუ ავსებულია სითხით. ბინადრობენ ზღვებში, მტკნარ წყლებში და ნესტიან ნიადაგში.
რგოლოვანი ჭიები	Annelides	სხეული სეგმენტირებულია ან მთლიანი, სითხით ავსებული. გააჩნიათ ცირკულატორული სისხლის მიმოქცევის სისტემა (წურბლების გამოკლებით). არსებობს ზღვის, ხმელეთის და მტკნარი წყლის ფორმები.
მოლუსკები	Mollusca	რბილი სხეული, ხშირად დაფარულია კირიანი ნიჟარით. ჩვეულებრივ გააჩნიათ კუნთოვანი ფეხი. არსებობს ზღვის, მტკნარი წყლის და ხმელეთის ფორმები: მიდია, ხამანწკა, უკბილო, კალმარი, რვაფეხა და სხვა.
ფეხსახსრიანები	Arthropoda	სეგმენტირებული სხეული გარეგანი ჩონჩხი, დასახსრული კიდური. არსებობს ზღვის, მტკნარი წყლის და ხმელეთის ფორმები: კიბო, ლანგუსტი, ობობა, მწერები, მრავალფეხა, კიბორჩხალა და სხვ.
კნელონები	Echinodermata	ხუთსხვიანი სიმეტრია, სხეული დაფარულია ეკლებით, გააჩნიათ ამბულაკრული სისტემა. ზღვის ფორმებია. ზღვის ვარსკვლავა, ზღვის ზღარბი, პოლოთურია, ოფიურა, ზღვის შროშანი.

წყალში მყოფ საკვების ნაწილაკებს, მათ შორის მცირე ორგანიზმებსაც. წყალი გარეთ გამოდის ცხოველის ზედა ნაწილში არსებული დიდი ხვრელით. კვების ასეთი წესი ამართლებს მხოლოდ საკმარისად სუფთა წყალსატევებში. ღრუბელს არ შეუძლია იცხოვროს სხვადასხვა ნარჩენებით დაბინძურებულ წყალში, სადაც მისი ფორები იხშობა.

“ნამდვილი“ (“ბერძნული“) ღრუბლები, რომლებსაც ბანაობის დროს ვხმარობთ, სინამდვილეში ღრუბლის ჩონჩხია, რომელიც შედგება ელასტიური ცილისაგან. ჩონჩხის შემოქმედველი ცოცხალი უჯრედები გაშრა და დაიშალა. სხვა ღრუბლების ჩონჩხი მაგარი და ეკლებიანია, კიროვანია ან კაეისაა. ნაწლავღრუიანებიც (ანუ კნიდარიები) ძალიან მარტივნი არიან, მაგრამ მათი აგებულება და ცხოვრების ნირი ნამდვილი ცხოველურია. მათ მიეკუთვნება თითქმის გამჭვირვალე მედუზები, მარჯნის პოლიპები და აქტინიები. ყველა მათგანი აგებულია ერთი და იგივე ძირითადი გეგმით: პირის ხვრელს რკალად არტყია საცეცები. ეს ერთადერთი ხვრელია, რომელიც პარაგასტრალურ ღრუს გარემოსთან აკავშირებს. იგი ერთდროულად ცირკულატორულ სისტემასაც ემსახურება. სხეულის აგებულების ეს ძირითადი სქემა გვხვდება სუბსტრატთან მიმაგრებულ მჯდომარე ფორმებში და აგრეთვე თავისუფლად მცურავ მედუზებში. მარჯნის პოლიპები და პორტუგალური გემი (Physalia) შედგებიან მრავალი ინდივიდებისაგან, რომლებიც აგებულია და გაერთიანებულია ამ ჯგუფისათვის დამახასიათებელი საერთო გეგმით. ეს არის ე.წ. ნაწლავღრუიანთა კოლონია.

ყველა ნაწლავღრუიანი მტაცებელია. მათი პირის შემოქმედველი საცეცები შეიცავს შხამს. შხამი მსხვერპლს ადამბლავებს. საცეცების საშუალებით ნაწლავღრუიანები მსხვერპლს

წებოვან ბადეში ხლართავენ და პირის ხვრელით საჭმლის მომნე-  
ლებელ ღრუსაკენ აგზავნიან. საკვების გადაუმუშავებელი ნაწილები  
ისევ პირის საშუალებით გამოიდევნება გარეთ. ნაწლავლრუ-  
იანებისათვის დამახასიათებელია რადიალურ-ღერძოვანი (სხიეურ-  
ღერძოვანი) სიმეტრია. ეს იმას ნიშნავს, რომ ცხოველის სხეულის  
ნებისმიერი მიმართულების ორი განაჭერი აბსოლუტურად მსგავსია.

ბრტყელი ჭიები (Plathelminthes). ჭიისმაგვარობა ბუნების ერთ-  
ერთი კლასიკური მოდელია. არსებობს ჭიების სამი ძირითადი,  
ერთმანეთისაგან განსხვავებული ჯგუფი, აგრეთვე რამდენიმე ჯგუ-  
ფი, რომელთაც ჩვენ აქ არ განვიხილავთ. ჭიების სხეული ორმხრივ-  
სიმეტრიულია, ე.ი. სხეულის მხოლოდ ერთ გარკვეულ სიბრტყეში  
გაჭრა გვაძლევს ორ იდენტურ ნახევარს. მათ მკაფიოდ აქვთ გამო-  
ხატული მარჯვენა და მარცხენა მხარე, ზედა და ქვედა ზედაპირი,  
სხეულის წინა და უკანა ბოლოები. ორმხრივ სიმეტრიულ სხეულს  
კარგად აქვს გამოხატული ცენტრალური ღერძი, რაც უკავშირდება  
ფორმის დენადობისა და აქტიური ლოკომოციის განვითარებას.  
ნერეული ქსოვილი და გრძნობათა ორგანოები (ორგანოები, რომ-  
ლებიც რეაგირებენ სინათლეზე, ქიმიურ გამლიზიანებლებზე, ბგე-  
რაზე) კონცენტრირებულია სხეულის თავის განყოფილებაში. ამის  
წყალობით ცხოველი წინასწარ იქმნის წარმოდგენას სივრცის იმ  
მონაკვეთზე, რომლისკენაც გეზი აქვს აღებული.

ბრტყელი ჭიები უმეტეს წილად ზღვის ცხოველებია, თუმცა  
ყველაზე კარგად შესწავლილი ფორმები – პლანარიები – ძირითადად  
მტკნარ წყლებში ცხოვრობენ. ბრტყელ ჭიებს მიეკუთვნება პარაზი-  
ტული მწოველები და თასმა ჭიებიც (იხ. ნარკვევი პარაზიტებზე ამ  
თავის ბოლოს). ბრტყელ ჭიებს ცხოველთა შორის ყველაზე ადრე  
გაუჩნდათ ორმხრივი სიმეტრია. მათ გააჩნიათ აგრეთვე გამომყოფი  
სისტემა და კარგად განვითარებული კუნთოვანი შრე.



მრგვალი ჭიები (Nemathelminthes). მრგვალ ჭიებს ჩვენ იშვიათად ვამჩნევთ. სინამდვილეში მათ ყოველ ფეხის ნაბიჯზე შეიძლება შეეხვდეთ: ახლად დაჭერილ თევზში, ლეკვის ან კნუტის ნარწყევში თუ ბალის ნიადაგში.

ბრტყელ ჭიებთან შედარებით მრგვალ ჭიებს ორი უპირატესობა გააჩნიათ: მათ საჭმლის მომნელებელ არხსა და სხეულის კედელს შორის გაუჩნდათ სითხით სავსე სივრცე, რამაც საჭმლის მომნელებელი არხის მოძრაობა სხვა ორგანოების მოძრაობისგან დამოუკიდებელი გახადა. გარდა ამისა, მრგვალ ჭიებს გაუჩნდათ ანალური ზერელი. ცალკეული "შესასვლელისა" და "გამოსასვლელის" არსებობამ საჭმლის მომნელებელი ტომსიკი გარდაქმნა საჭმლის მომნელებელ მილად, რომელიც გაცილებით უფრო ეფექტურად აქუცმაცებს და ინელებს საკვებს.

რგოლოვანი ჭიები (Annelides). რგოლოვანი ჭიების სხეული მრავალი მსგავსი რგოლისაგან არის შექმნილი. რგოლები სითხითაა სავსე და მეზობლისგან ხარიხითაა გამოყოფილი. თითოეული რგოლის კუნთების შეკუმშვით სხეული სწრაფად მოკლდება ან გრძელდება. ამის წყალობით რგოლოვანი ჭიები სწრაფად თხრიან მიწას და სწრაფადვე გადაადგილდებიან. ისინი ცხოვრობენ ზღვის ფსკერზე, ცოცავენ დანალექ მასაში და იკეთებენ საცხოვრებელს არხების და სოროების სახით. ზოგიერთი მათგანი აქტიურად ცურავს და პლანქტონის შემადგენლობაში შედის. რგოლოვანი ჭიები ხმელეთზეც ცხოვრობენ, მაგალითად, წვიმის ჭია (ჭიაყელა) და წურბელები, რომლებიც ძირითადად მტკნარ წყლებში გვხვდებიან. რგოლოვან ჭიებს გააჩნიათ სისხლის მიმოქცევის სისტემა და მფეთქავი "გული", რომელიც სინამდვილეში სქელკედლიანი მსხვილი სისხლძარღვია. სისხლის მიმოქცევის სისტემის განვი-

თარება შესაძლებელი გახდა ცელომის წარმოშობამ. ცელომი სითხით ავსებული ღრუა, რომელიც მოთავსებულია საჭმლის მომწელებელ არხსა და სხეულის კუნთოვან კედელს შორის. ცელომის არსებობის გამო შინაგან ორგანოებს შეუძლიათ მოძრაობა ერთმანეთისგან და სხეულის კედლისგან დამოუკიდებლად (მსგავსი სივრცე, რომელიც მრგვალ ჭიებს გააჩნიათ, არ არის ნამდვილი ცელომი).

მოლუსკები (Mollusca). მოლუსკებს რბილ სხეულზე აქვთ კუნთოვანი ფეხი, რომელიც მოძრაობის ორგანოს წარმოადგენს. მოლუსკების უმრავლესობას დამცავი გარეგანი ჩონჩხი ნიჟარის სახით გააჩნია. ნიჟარა მნიშვნელოვანი შენაძენია. ზოგიერთ ჭიას და ნაწლავლრუიანს სხეულის გარშემო მკერივი დამცველი მილები აქვს, მაგრამ ეს მილები მიმაგრებულია სუბსტრატთან და ამიტომ მათი პატრონები უძრავ ცხოვრებას ეწევიან. ასევე უძრავია ზოგიერთი მოლუსკიც, მაგრამ უმრავლესობას ნიჟარას თან ატარებს. ერთი კია, რომ ნიჟარა მძიმეა და ამიტომ მოლუსკები ნელა მოძრაობენ. უწყლო გარემოში მოხვედრისას, მაგალითად, ზღვის უკუქცევის დროს, მოლუსკები მჭიდროდ ხურავენ ნიჟარებს, რაც მათ შემდგომ მოქცევამდე გამოშრობისგან იცავს. წყალში მცხოვრები მოლუსკები ძირითადად ლაყურებით სუნთქავენ. ლაყურის ზედაპირი დიდია და მისი საშუალებით წყალში არსებული ჟანგბადი ხვდება სხეულის სითხეში. მიდიებს და ხამანწკებს ლაყურები სჭირდებათ არა მარტო სუნთქვისათვის, არამედ წყლიდან საკვები ნაწილაკების გასაფილტრადაც. ლოკოკინები მეტწილად იკვებებიან მცენარეული საკვებით. თავის მაგარ ენას საფხეკად იყენებენ. ზოგიერთი ლოკოკინა იკვებება სხვა მოლუსკებით, ხოლო რვაფეხა – თევზებით და სხვა აქტიურად მოძრავი ცხოველებით.

ფეხსახსრიანები (Arthropoda). მათთვის დამახასიათებელია დანაწევრებული გარეთა ჩონჩხი. კარგად ცნობილ ზღვის ფორმებს

### III თავი. ცოცხალ ორგანიზმთა მრავალგვარობა

შორის შეიძლება დავასახელოთ კიბო, კიბორჩხალა და ზღვის რკო. ფეხსახსრიანთა ჯავშნის ნაწილები ერთმანეთთან სახსრითაა დაკავშირებული, რაც ცხოველის მოქნილობას განაპირობებს. ფეხსახსრიანთა გარეთა ჩონჩხი შედგება უფრო მსუბუქი მასალისაგან, ვიდრე მოლუსკების ნიჟარა. გარეთა ჩონჩხი არ იზრდება. ამიტომ ფეხსახსრიანებს ზრდასთან ერთად უწევთ მისი გამოცვლა. ბიოლოგები თვლიან, რომ თავდაპირველად ფეხსახსრიანთა სხეული ძალიან ჰგავდა რგოლოვანი ჭიების სხეულს, რომელთა თითოეული სეგმენტი აღჭურვილია წყვილი დასახსრული წარმონაქმნით. ევოლუციის პროცესში ზოგიერთი ეს წანაზარდი გარდაიქმნა მარწუხებად, სხვები – სასიარულო ფეხად, საცურაო ფირფიტებად, ანტენებად და პირის სხვადასხვა ნაწილებად. ზოგიერთი ფეხსახსრიანის რამდენიმე სეგმენტი შეერთდა და წარმოიქმნა თავი, მუცელი და სხვა ნაწილები. ფეხსახსრიანთა აგებულების საერთო გეგმამ განიცადა ძალიან მნიშვნელოვანი ადაპტაციური რადიაცია სხეულის ფორმების, ზომების და ცხოვრების პირობების ნაირფეროვნების სახით. დღეისათვის ფეხსახსრიანები მრავალრიცხოვნებით, ნაირფეროვნებითა და გარემოსთან საუცხოო შეგუებით ყველა სხვა ცხოველს აჭარბებს.

კანეკლიანები (Echinodermata). მოქცევა-უკუქცევის ზონის გუბებში ქვებსა და წყალმცენარეებს შორის შეიძლება ვნახოთ ზღვის ვარსკვლავა, ზღვის ზღარბები, ხანდახან კოლოთურია. ისინი მიეკუთვნებიან კანეკლიანთა ჯგუფს, გააჩნიათ ვარსკვლავის, ბოთლის თუ ბალიშის, ან სხვა რაიმე საკვირველი ფორმა, რითაც ისინი ფანტასტიკური მოთხრობის პერსონაჟებს მოგვაგონებენ.

მრავალ კანეკლიანს აქვს ღრუიანი ფეხები ბოლოზე მისაწოვრებით (ამბულაკრული ფეხები). ზღვის ვარსკვლავს შეუძლია

ცხრილი 3.3. ხერხემლიანთა ძირითადი ჯგუფები

უცხოები	თევზისმაგვარი ხერხემლიანები, რომლებსაც არ გააჩნიათ ყბა და წყვილი ფარფლი, აქვთ ზურგისა და კუდის კენტი ფარფლი.
ზრტილოვანი თევზები	ზრტილოვანი ჩონჩხით, კუდის ფარფლი ყოველთვის თევზები ასიმეტრიულია, ლაყურების ხერხელები გაყოფილია. ზვიგენი და სკაროსი.
ძვლოვანი თევზები	თევზები ძვლოვანი ჩონჩხით. ლაყურის ყველა ხერხელი დაფარულია ერთი საერთო სახურავით, კუდის ფარფლი, ჩვეულებრივ, სიმეტრიულია. ბევრ ფორმას გააჩნია საცურაო ბუშტი. არსებობს ზღვის და მტკნარი წყლის ფორმები: ქაშაყი, კალმახი, გველთევზა, ზღვის ცხენი, ზუთხი.
ამფიბიები	ოთხფეხა ცხოველები, ღებენ კვერცხს ნაჭუჭის გარეშე. სუნთქვა კანით და ფილტვებით. ქერცლი არ გააჩნიათ. სალამანდრა, ტრიტონი, ბაყაყი და გომბეშო.
რეპტილიები	ცხოველები, რომლებიც ნაჭუჭიან კვერცხს ღებენ. კანი დაფარული აქვთ ქერცლით. გველები, ქვეწარმავლები, ზღვის და ხმელეთის კუ, ნიანგები, ალიგატორები.
ფრინველები	ცხოველები დაფარული არიან ბუმბულით და გააჩნიათ სხეულის მაღალი ტემპერატურა. სახეობათა უმრავლესობას ახასიათებს გადაადგილების რამდენიმე საშუალება. წინა კიდურები ჩვეულებრივ გადაქცეულია ფრთებად. წარმომადგენლები: ბელურა, პინგვინი, სირაქლემა და სხვ.
ძუძუმწოვრები	ცხოველები თავიანთ შვილებს კვებავენ რძით, რომელსაც გამოყოფს სარძევე ჯირკვლები. შვილები ჩვეულებრივ ვითარდებიან დედის ორგანიზმში დაბადებამდე. შემთხვევათა უმრავლესობაში დაფარულნი არიან ბეწვით.

მისაწოვრების საშუალებით გახსნას ორსაგდულიანი მოლუსკების ნიჟარა და მისი მაცხოვრებელი შესანსლოს. პირი ჩვეულებრივ მოთავსებულია სხეულის ქვედა მხარეზე და აღჭურვილია მაგარი კბილებით, რომლებიც კლდიდან წყალმცენარეების მოსაფხეკადაც კი გამოიყენება. მრავალი კანეკლიანისათვის დამახასიათებელია ხუთი სხივური სიმეტრია. ცენტრალური დისკის ირგვლივ განლაგებული სხივების რიცხვი უფრო ხშირად ხუთს უდრის. სხივური სიმეტრიის გამო შეიძლება მოგვეჩვენოს, რომ კანეკლიანები ახლო ნათესავად ეკუთვნიან ნაწლავრუიანებს, მაგრამ კანეკლიანთა და ხერხემლიანთა ჩანასახების მსგავსება განვითარების ადრეულ სტადიებზე კანეკლიანებს ევოლუციის გაცილებით უფრო მაღალ საფეხურზე აყენებს.

#### 3.6. ზღვის ხერხემლიანები

ხერხემლიანი ცხოველებისათვის დამახასიათებელია ზურგის ქედი – მალეების გრძელი რიგი, რომელიც ქმნის სხეულის ღერძს – ხერხემალს. მალეების უმრავლესობას აქვს მორჩები, რომლებზეც კუნთებია მიმაგრებული. თევზს კანს თუ მოვაცილებთ, კუნთებს დავინახავთ. ისინი ქმნიან ე.წ. თევზის ხორცს, რომელსაც ჩვენ საჭმელად ვიყენებთ. კუნთების დიდი რაოდენობის და ხერხემლის მოქნილობის გამო თევზს შეუძლია იცუროს ყველა მიმართულებით, დინების საწინააღმდეგოდაც კი.

უყბოები. პირველი ხერხემლიანები უყბოები იყვნენ. ამჟამად ისინი მხოლოდ მიკსინებით და მინოგებით არიან წარმოდგენილნი. მინოგები თევზებზე მონადირე პარაზიტები არიან. ისინი მისაწოვრების მაგვარი პირის საშუალებით ემაგრებიან მსხვერპლს.

ხრტილოვანი თევზები. სანაპირო წყლებში ბინადრობს ძალღის-  
მაგვარი ზვიგენი. მის სხეულზე თვალში საცემია ლაყურის ხვრე-  
ლები, რომლებიც თავის უკან, სხეულის ორივე მხარესაა განლა-  
გებული. ზვიგენის უხეში ქერცლი ფაქტიურად პატარა ზომის  
კბილია, რომელიც პირის ღრუში უკვე დიდი და საშინლად ბასრია.  
ევოლუციამ უხვად დაასაჩუქრა ზვიგენი. მისცა მას ძლიერი ყბები,  
დამატებითი წვეილი ფარფლები (გარდა კენტი ზურგის და კუდის  
ფარფლისა, რაც უყბობსაც აქვთ) და საოცარი მგრძობიარობა –  
კარგად გამოხატული ყნოსვის ორგანოები და რეცეპტორები, რომ-  
ლებიც წყლის წნევას აღიქვამენ. ზვიგენს შეუძლია შეიგრძნოს ის  
ელექტრული იმპულსები, რომლებსაც წყალში მყოფი სხვა ცხოვე-  
ლები გამოსცემენ. ყოველივე ამან ზვიგენი ერთ-ერთ ყველაზე საშიშ  
მტაცებლად აქცია. ზვიგენი იმდენად გაუმადლარია, რომ ყველაფერს  
ყლაპავს, რაც გზაზე შეხვდება. მოკლული ზვიგენების კუჭში ნახუ-  
ლობენ როგორც ცხოველების სხეულის ნარჩენებს, ასევე ზღვაში  
გადაყრილ ათასნაირ საგნებს – ტანსაცმელს, მანქანის ნაწილებს,  
თოკებს. ზვიგენის მონათესავე ხრტილოვანი თევზი – სკაროსიც  
მტაცებელია, მაგრამ, ზვიგენისგან განსხვავებით, ძირითადად  
წვრილ უხერხემლო ცხოველებს ეტანება.

როგორც ზვიგენის, ისე უყბოთა ჩონჩხი ხრტილოვანია. ხრტილი  
რბილი და ელასტიური ნივთიერებაა, რომელიც თქვენი ცხვირის  
წვერს ქმნის. სხვა ხერხემლიანთა ჩონჩხის მთავარი შემადგენელი  
ნაწილია ძვალი.

ძვლიანი თევზები. თევზების უმრავლესობას ძვლიანი ჩონჩხი  
აქვს. თავის ორივე მხარეს განლაგებულ ლაყურებს მთლიანად  
ფარავს საერთო სახურავი. ლაყურები ერთი ხვრელით უკავშირდება  
გარემოს, მაშინ როდესაც ხრტილოვან თევზებს რამდენიმე სალაყურე

ხვრელი აქვთ. ძელიანი თევზების ქერცლი უმეტესწილად გლუვია. მათი უმრავლესობა ცურავს მხოლოდ კუდის საშუალებით. ზოგიერთს ჰაერით სავსე საცურავი ბუშტიც გააჩნია, რომელიც უზრუნველყოფს თევზის გადაადგილებას წყლის როგორც მაღალ, ისე ღრმა შრეებში. ზვიგენს საცურაო ბუშტი არა აქვს და წყლის სისქეში გადაადგილებაში ღვიძლის ცხიმის სქელი ფენა უწყობს ხელს.

ძელიანმა თევზებმა მნიშვნელოვანი ადაპტაციური რადიაცია განიცადეს ზღვისა და მტკნარი წყლის მრავალფეროვან გარემოში. მათი საოცარი მრავალგვარობა ხერხემლიანთა აგებულების იმ ევოლუციურ ცვლილებათა შედეგია, რომლებიც ხელსაყრელი აღმოჩნდა წყალქვეშ ცხოვრებისათვის.

### 3.7. ცხოვრება ხმელეთზე

ზღვის ორგანიზმების ევოლუციის პროცესში მათ შორის კონკურენცია სულ უფრო ძლიერდებოდა: წყალმცენარეებში – ადგილისათვის მზის ქვეშ, ცხოველებში – საკვების მოპოვებისა და მტაცებელთაგან თავდაცვისათვის. მრავალი ცხოველი სახლდებოდა მტკნარ წყლებში. მაგრამ მდინარეებისა და ტბების საერთო ფართობი ძალიან მცირეა და, გარდა ამისა, ისინი პერიოდულად შრებიან. ხმელეთი, თუნდაც უნიადაგო, ცხოველებსა და მცენარეებს სთავაზობდა ულევ სინათლეს, მინერალური ნივთიერებებით სავსე მთის ქანებს და, რაც მთავარია, უზარმაზარ საცხოვრებელ ფართს. მეორე მხრივ, ხმელეთზე იყო პრობლემები, რომლებიც ართულებდნენ მის ათვისებას. უმთავრეს სირთულეს სხეულის სწრაფი გამოშრობა წარმოადგენდა, ვინაიდან ჰაერში წყალი ადვილად ორთქლდება. ხმელეთზე ორგანიზმებს თანადათანობით განუვითარდათ სხვადა-

სხვაგვარი წყალგაუმტარი საფარველი, მაგრამ ამ შენაძენმა მათ ახალი საფიქრალი გაუჩინა. წყალგაუმტარი საფარველი აირსაც არ ატარებს, ხოლო გარემოსთან აირთა ცვლა ყოველი ორგანიზმისათვის აუცილებელია.

ჟანგბადი სუნთქვისათვის სჭირდებათ როგორც მცენარეებს, ისე ცხოველებს. სუნთქვაში ვგულისხმობთ ჟანგბადის მონაწილეობით უჯრედში საკვები ნივთიერებების დაშლას, რომლის დროსაც ენერგია გამოიყოფა. გარდა ამისა, ორგანიზმიდან გამოძევებულ უნდა იქნას ნახშირორჟანგი, რომელიც სუნთქვის პროცესში წარმოიქმნება. მცენარეებს ნახშირორჟანგი სჭირდებათ ფოტოსინთეზისათვის. ხმელეთის ორგანიზმების უმრავლესობას აირთა ცვლისათვის გაუვითარდა შიდა ზედაპირები, რამაც წყლის დანაკარგიც შეამცირა.

ხმელეთზე ცხოვრება კიდევ იმიტომ იყო ძნელი, რომ ჰიდროსტატიკური ძალა, რომელიც წყალში ცხოველის წონას აწონასწორებდა, ჰაერში გაცილებით ნაკლებია. ამიტომ ორგანიზმებს, რომლებიც ჰაერის გარემოში იმყოფებიან, ესაჭიროებათ მტკიცე ჩონჩხი, რომ მიწას უფორმო მასად არ განერთხან.

ხმელეთი პირველად ალბათ იმ მცენარეებმა და ცხოველებმა აითვისეს, რომლებიც ცხოვრობდნენ ზღვის მოქცევის და უკუქცევის ზონებში, ან ისეთ წყალსატევებში, რომლებიც პერიოდულად შრებოდნენ. ეს ცხოველები შეგუებულნი იყვნენ გარკვეული დროით წყლის გარეშე არსებობას და მოსალოდნელია, რომ სწორედ მათ გაუჩნდათ უწყლო გარემოში მუდმივად არსებობის უნარი.

რა თვისებები უნდა ჰქონოდათ ხმელეთის პირველ ბინადრებს? წყლის დაკარგვას გაანეიტრალებდა ლორწოვანი შრე, რომელიც სხეულს ფარავდა და აორთქლებას უშლიდა ხელს. ამავე მიზანს ემ-



სახურებოდა გარეგანი ჩონჩხი, მაგალითად, ლოკოკინას ნიჟარა ან კიბოსნაირთა ჯავშანი. ასეთივე ფუნქცია შეიძლება ჰქონდეს თევზის რამდენადმე გამკვრივებულ ქერცლს. ცნობილია თევზის რამდენიმე გადაშენებული და ამჟამად მცხოვრები სახეობა, რომლებსაც ჰქონდათ (და აქვთ) ფილტვი – შინაგანი ზედაპირი, რომელიც ემსახურება გაზთა ცვლას ორგანიზმსა და ატმოსფერულ ჰაერს შორის. ფილტვით სუნთქვის დროს ორგანიზმი გაცილებით ნაკლებ წყლის ორთქლს გამოჰყოფს, ვიდრე ლაყუჩით სუნთქვისას. იმ თევზებს, რომლებიც ფილტვით სუნთქავენ, ჩვეულებრივ, ძალიან მტკიცე ფარფლი აქვთ. ამიტომ მათ ერთი წყალსატევიდან მეორემდე ხმელეთით გადასვლა და მიწაზე საკვების მოპოვებაც კი შეუძლიათ. სრულიად ადვილი შესაძლებელია, რომ მათი მსგავსი ფორმებია მიწაზე დღეს არსებულ ხერხემლიანთა წინაპრები.

#### 3.8. ხმელეთის ცხოველები

წყალში მობინადრე ცხოველთა ჯგუფებს თავისი წარმომადგენელი ხმელეთზეც ჰყავთ. მაგალითად: ბრტყელი ჭიები, რომლებიც წაქცეულ ხეებქვეშ ცხოვრობენ, მრგვალი და რგოლოვანი ჭიები – ნიადაგში, მოლუსკები – ტანდაბალ მცენარეულში, ხოლო ფეხსახსრიანები – ქვების ქვეშ. მხოლოდ ხერხემლიანებსა და ფეხსახსრიანებს შეუძლიათ თავისუფლად გადაადგილება მზიან ამინდში, დანარჩენები დღისით ნესტიან ადგილებში იმალებიან და მხოლოდ გრილ პერიოდში გამოდიან საფარიდან.

## ხმელეთის ხერხემლიანები

**ამფიბიები.** ამფიბიები ხერხემლიანი ცხოველებია, რომლებიც ცხოვრებას ხან წყალში, ხან კი ხმელეთზე ატარებენ. მათ ეკუთვნის: ბაყაყი, გომბეშო, სალამანდრა, ტრიტონი და ა.შ. ამფიბიის კვერცხი თხელი გარსითაა დაფარული, რომელიც მას ვერ იცავს გამომშრობისაგან. ამიტომ ამფიბია კვერცხს ნესტიან ადგილას დებს. ამისათვის ჩვეულებრივ გუბებს ან ჭაობს ირჩევს. ზოგიერთი კვერცხს ათავსებს ტენიან ჩანთაში, რომელიც ერთ-ერთი მშობლის ზურგზე ყალიბდება, სხვანი კი კვერცხებს გამოჩეკამდე პირში ინახავენ.

ამფიბიის ლარვა, ანუ თავკომბალა ჰგავს თევზს. მას აქვს კუდის-მაგვარი ფარფლი და კიდურები არ გააჩნია. ზრდის პროცესში ლარვას კიდურები უვითარდება, ხოლო კუდი, თუ ეს ბაყაყის ან გომბეშოს ლარვაა, ქრება. მოზრდილი ამფიბიების უმრავლესობა ცხოვრების ნაწილს ხმელეთზე ატარებს, ტენიან ბალახში ან სოროებში, სადაც მათ გამომშრობა არ ემუქრებათ. ფილტვები ამფიბიებს სუსტად აქვთ განვითარებული. აირთა ცვლა მეტწილად თხელი და ტენიანი კანის საშუალებით ხორციელდება. მოზრდილი ამფიბიების უმრავლესობა მტაცებელია – იკვებება მწერებით, სხვა წვრილი ფეხსახსრიანებით, ჭიებითა და თევზებით.

**რეპტილიები.** პირველი ნამდვილი ხმელეთის ხერხემლიანები რეპტილიები – ქვეწარმავლები იყვნენ. დღეს მათი წარმომადგენლებია ხვლიკები, გველები, კუ და ნიანგი. რეპტილიების წარმატების საიდუმლო იმაში მდგომარეობს, რომ მათ კვერცხში, რომელსაც ისინი ხმელეთზე დებენ, განვითარდა ამნიონი. მისი წყალობით ქვეწარმავლების გამრავლება წყალზე აღარ იყო დამოკიდებული, ხოლო ჩანასახი დაცული იყო წყლის მტაცებლებისაგან. ამნიონი

### III თავი. ცოცხალ ორგანიზმთა მრავალგვარობა

გარსია, რომლის შიგნით, ე.წ. ამნიონურ ღრუში წყალია და მასში ჩანასახი, როგორც საკუთარ აუზში, ისე ცურავს. სხვა ჩანასახოვანი გარსები დაშლის პროდუქტების დაგროვებას და ატმოსფერულ ჰაერთან აირთა ცვლას ემსახურება. გაზთა ცვლა ხორციელდება მკერივი, დამცველი ნაჭუჭის ფორების საშუალებით.

რეპტილიის სხეული კარგადაა შეგუებული ხმელეთზე ცხოვრებას. იგი დაფარულია ერთმანეთთან მჭიდროდ მიჯრილი ქერცლებით, რომლებიც წყლის დაკარგვას ეწინააღმდეგებიან. ამასთან ერთად ქვეწარმავლებს კარგად განუვითარდათ ფილტვები, რომლებიც გაზთა ცვლის მარეგულირებელ ერთადერთ ორგანოდ იქცა. რეპტილიის ჩონჩხი მტკიცეა და უძლებს ცხოველის წონას წყლის დახმარების გარეშე. ფეხები განლაგებულია სხეულის ქვეშ და არა ამფიბიებივით – გვერდებზე, ხოლო თითები შეიარაღებულია ბრჭყალებით. ყოველივე ეს რეპტილიებს სწრაფი გადაადგილების საშუალებას აძლევს.

ქვეწარმავლებმა ფართო ადაპტაციური რადიაცია განიცადეს. რეპტილიები დედამიწაზე ბატონობდნენ 130 მილიონი წლის განმავლობაში. ისინი იმთავითვე გამოირჩეოდნენ დიდი მრავალგვარობით: დინოზავრით დაწყებული წყალში მცხოვრები ვეშაპის მსგავსი ცხოველებით და მფრინავი ფორმებით დამთავრებული. დღემდე გაურკვეველმა მიზეზებმა გამოიწვია გიგანტური რეპტილიების გადაშენება 65 მილიონი წლის წინათ.

რეპტილიების უმრავლესობა დღის განმავლობაში სხეულის საკმაოდ მაღალ ტემპერატურას ინარჩუნებს. ტემპერატურის რეგულაცია ძირითადად მზეზე ყოფნის ხანგრძლივობასთანაა დაკავშირებული. ამის გამო ქვეწარმავლები გაცილებით მეტია თბილი კლიმატის რეგიონებში. ძველმა რეპტილიებმა, რომლებსაც

სხეულის მაღალი ტემპერატურის შენარჩუნების უნარი ჰქონდათ, შესაძლოა, დასაბამისი მისცეს ფრინველებსა და ძუძუმწოვრებს.

ფრინველები. ბიოლოგთა უმრავლესობა დარწმუნებულია, რომ ფრინველები წარმოიშვნენ უძველესი რეპტილიების – დინოზავრებისაგან. მოზრდილი ფრინველების მფარავი ბუმბული, როგორც ჩანს, რეპტილიების ქერცლისგან განვითარდა. უკანა კიდურებზე ფრინველებს შეუნარჩუნდათ კიდეც ქერცლი და ბრჭყალები, ხოლო წინა კიდურებმა ბრჭყალები დაკარგეს და ფრთებად იქცნენ. კიდურების ასეთი ორნამირი სპეციალიზაცია საშუალებას აძლევს მათ ორი გზით მაინც იმოძრაონ – იფრინონ, იცურაონ ან იარონ, თუმცა არამფრინავ ხმელეთის ფრინველებს მხოლოდ სიარული შეუძლიათ.

ყველა ფრინველს მსგავსი აგებულება აქვს, რადგანაც ფრენა სხეულის სიმსუბუქეს და მოკვერცხილობას მოითხოვს. წინაპრების – რეპტილიების მასიური კბილები გარქოვანებულმა მსუბუქმანისკარტმა შეცვალა. ჰაერით სავსე (პნევმატური) ღრუიანი ძვლები სხეულის წონას ამცირებს. კიდურების დანარჩენ ჩონჩხთან შესასაბსრებელი ძვლები და აგრეთვე ხერხემლის განყოფილებები (ფრთებსა და ფეხებს შორის შორის) ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად არ მოძრაობს და შეზრდილია ერთ დრეკად სისტემად. რათა სხეულმა გაუძლოს დატვირთვას აფრენისა და დაჯდომის დროს. ბუმბულოვანი საფარი სხეულს მოკვერცხილობას აძლევს, კუდი კი საჭის მოვალეობას ასრულებს. საჰაერო პარაკების სისტემა დამატებით ამწევ ძალას ქმნის და აძლიერებს აირთა ცვლას ჰაერის ფილტვებში გავლის დროს.

ფრინველის კვერცხის ნაჭუჭი უფრო მაგარია, ვიდრე რეპტილიისა. მშობლები, ჩვეულებრივ, კრუხობენ, შემდეგ ათბობენ წიწილებს, სანამ მათ არ განუვითარდებათ იზოლირებული ცხიმოვანი შრე და ბუმბული, რაც აუცილებელია ორგანიზმში სითბოს შენარჩუნებისათვის.

ძუძუმწოვრები. რეპტილიებისაგან წარმოშობილი ხმელეთის ხერხემლიანთა მეორე ჯგუფი არის ძუძუმწოვრები. ფრინველების მსგავსად, ძუძუმწოვრებიც თბილსისხლიანი ცხოველებია, მაგრამ ისინი სითბოს ბეწვის საშუალებით ინარჩუნებენ. ადრეული ძუძუმწოვრების ერთი შტო რეპტილიების მსგავსად კვერცხის მდებელი იყო, მაგრამ ჩვენამდე მხოლოდ ორმა მათგანმა – იქედნემ და იხენვისკარტამ მოაღწია. სხვა ძუძუმწოვრების ჩანასახი ვითარდება მშობლის სხეულის შიგნით, სადაც იგი დაცულია სიცივისა და მტაცებლებისაგან. იგი წყალს, საკვებს და ჟანგბადს იღებს დედის სისხლიდან და დედის სისხლსავე გადასცემს დაგროვილ ნივთიერებათა ცვლის ნარჩენ პროდუქტებს. ახალშობილები იკვებებიან დედის სარძევე ჯირკვლებიდან გამოყოფილი რძით. დედ-მამა შთამომავლებს გამოცდილებასაც უზიარებს. ისინი ასწავლიან საკვების მოპოვებას ან სოროს თხრას. შთამომავლობაზე განსაკუთრებულმა ზრუნვამ განაპირობა დედამიწაზე ძუძუმწოვრების გაბატონება.

მათი სიძლიერის მეორე მიზეზია სითბოს შენარჩუნების დახვეწილი მექანიზმი, რის გამოც ცხოველს შეუძლია სწრაფად გადაადგილდეს ნებისმიერ ამინდში. ე.ი. მას უკეთ შეუძლია საკვების მოპოვებაც და მტაცებლისაგან გაქცევაც. ძუძუმწოვრების ჩონჩხი კარგად არის განვითარებული და ცხოველს ძალას და სისწრაფეს სძენს. მათი წყალობით ძუძუმწოვრები მრისხანე მტაცებლებად იქცნენ. დასახსრული და მტკიცე კიდურები მოთავსებული აქვთ სხეულის ქვემოთ. კუნთები, რომლებიც უკანა კიდურებს ამოძრავებენ, ემაგრება არა კუდს, როგორც რეპტილიებში, არამედ მენჯის სარტყელს. ამიტომ კუდი გამსუბუქდა და მოქნილი გახდა. ძლიერი ყბები წარმოქმნილია მცირე რაოდენობის ძვლებით, ე.ი. თავისთავად მცირეა იმ შესახსრებათა რაოდენობაც, რომლებიც შეიძლება დაზიანდეს მსხვერპლთან ბრძოლისას.

ძუძუმწოვრებში მოხდა კბილების დიფერენცირება და სპეციალიზაცია. წინა მჭრელი კბილები განკუთვნილია საკვების დასანაწილებლად. მათ მოსდევს ბასრი ეშვები მსხვერპლის დასაგლეჯად და შემდეგ ძირითადი კბილები, რომლებითაც ცხოველი საკვებს ღეჭავს.

პირველი ძუძუმწოვრები მტაცებლები იყვნენ, მაგრამ მათი აგებულების საერთო გეგმა იმდენად მოქნილია, რომ მტაცებლების გარდა გაჩნდნენ ბალახისმჭამელი სახეობებიც. ძუძუმწოვრები განსახლდნენ მთელს დედამიწაზე – უდაბნოდან ოკეანემდე და ტროპიკული ჯუნგლებიდან ყინულოვან ზონამდე.

მწერები. ფეხსახსრიანები ხმელეთზე ცხოვრებასთან კარგად შეგუებულ ცხოველთა კიდევ ერთი ჯგუფია. მილიონამდე სხვადასხვა სახის მწერების უმრავლესობა ტიპური ხმელეთის ცხოველია. მიუხედავად იმისა, რომ ადამიანი უკვე რამდენიმე ათასწლეულია ებრძვის მწერებს, გამარჯვება ფეხსახსრიანებს რჩებათ. ბევრი იმასაც კი ამბობს, რომ ადამიანი მალე სრულ მარცხს განიცდის და მწერები გახდებიან დედამიწის ბატონ-პატრონი.

მწერების წარმატება მრავალი ფაქტორითაა განპირობებული. მათთვის დამახასიათებელი გარე ჩონჩხი წყალგაუმტარია და ტენს აკავებს. გარდა ამისა, მწერები თითქმის ყველაზე უკეთ უძლებენ გამოშრობას. მცირე ზომები საშუალებას აძლევთ ცოტა საკვებით დაკმაყოფილდნენ და მტაცებლებს ყველგან დაემალონ (ფოთლის ქვედა ზედაპირზე, ცხოველის ბეწვებში და ა.შ.). მოზრდილი მწერების უმრავლესობას ფრთები აქვს და ფრენა შეუძლია. დაბოლოს, მწერები ინტენსიურად მრავლდებიან. მათი კვერცხი უძლებს გამოშრობას. ახალგაზრდა ინდივიდები სწრაფად ვითარდებიან და მოკლე დროში მოზრდილი მწერის ზომებს აღწევენ. ადამიანს არ

შეუძლია მწერების გარეშე არსებობა. ისინი უზრუნველყოფენ ბევრი სასარგებლო მცენარის დამტვერვას, იძლევიან ისეთ სასარგებლო პროდუქტებს, როგორცაა თაფლი, აბრეშუმი და ა.შ. ბევრი მწერი მანებელ მწერებს ანადგურებს, რის გამოც ადამიანი საგანგებოდ ამრავლებს კიდევ მათ.

მწერებს დიდი ზიანის მოტანაც შეუძლიათ. მათ გადააქვთ დაავადებები, ანადგურებენ მოსავალს, ზიანს აყენებენ ტყეებს. ეს სულაც არ ნიშნავს იმას, რომ მწერები ხელაღებით უნდა გავანადგუროთ. ბუნებაში არსებული ყველა ცხოველი და მცენარე აუცილებელია სასიცოცხლო წონასწორობის შესანარჩუნებლად.

### 3.9. ხმელეთის მცენარეები

მცენარეებიც კარგად არიან შეგუებული ხმელეთზე ცხოვრებას. ფუნქციების განაწილება მათ უჯრედებს შორის უფრო მკვეთრადაა გამოხატული, ვიდრე წყალმცენარეებში. ეს იმის გამო მოხდა, რომ ხმელეთის მცენარისათვის აუცილებელი რესურსები სხვადასხვა ადგილას არის გაფანტული: მზის სინათლე, ჟანგბადი და ნახშირორჟანი მიწის ზევითაა, წყალი და მინერალური ნივთიერებები კი – მიწის ქვეშ. ამიტომ მაფოტოსინთეზირებელი უჯრედები განლაგებულია მცენარის მიწისზედა ნაწილში, ხოლო მიწისქვეშა ნაწილი წყალსა და მინერალურ ნივთიერებებს შეიწოვს. ხმელეთის მცენარეთა უმრავლესობას აქვს სატრანსპორტო სისტემა გამტარი ქსოვილის სახით, რომელსაც სწრაფად გადააქვს წყალი და საკვები ნივთიერებები მცენარის ერთი ნაწილიდან მეორეში. გამტარ ქსოვილებს სპეციალური ნივთიერება აძლევს სიმტკიცეს. წყალგაუმტარი, ცვილისმაგვარი კუტიკულა ფარავს მცენარის მთელ მიწისზედა ნაწილს და აფერხებს წყლის აორთქლებას.

ცხრილი 3.4. ძუძუმწოვრების ძირითადი ჯგუფები

ერთგასავლიანები	კვერცხმდებელი ძუძუმწოვრები. იქედნე და იხენისკარტა.
ჩანთოსნები	ძუძუმწოვრები, რომლებიც შვილებს ატარებენ სპეციალური ჩანთებით. კენგურუ, ოპოსუმი, კოალა.
მწერიჭამიები	მცირე ზომის ცხოველები, იკვებებიან მწერებით. თხუნელა, ბიგა.
ხელფრთიანები	ლამურა
პრიმატები	ადამიანი, მაიმუნი, ლემური.
არასრულკბილიანები	ჯავშნოსნი, ჭიანჭველაჭამია, ზარმაცა.
კურდღლისნაირები	კურდღელი, ბოცვერი.
მღრღნელები	თაგვი, ვირთაგვა, ზღვის გოჭი, ზაზუნა, მიწის კურდღელი, თახვი, მაჩვზღარბი.
ვეშაპისნაირნი	ვეშაპი, დელფინი, ზღვის ღორი
მტაცებლები	ძაღლი, კატა, აფთრი, დათვი, ენოტი, პანდა, მანგუსტი.
ფეხფარფლიანები	სელაპი, ზღვის ღომი, ზღვის ღორი
ხორთუმიანები	სპილო
კენტჩლიქიანები	ცხენი, ზებრა, ვირი, მარტორქა, ტაპირი.
წყვილჩლიქიანები	ღორი, ბეჭემოტი, აქლემი, ირემი, ჟირაფი, კამეჩი, ხარი, თხა, ანტილოპა, ცხვარი, ლამა.



ხავსები. ხავსები ხმელეთის უმარტივესი მცენარეებია. მოკლე, ძაფისებრი სტრუქტურები ამაგრებენ მათ სუბსტრატზე და შეიწოვენ წყალს. ვინაიდან ამ მცენარეებს არ გააჩნიათ გამტარი ქსოვილები, წყლის ტრანსპორტირება ნელა ხორციელდება. ამიტომაც ხავსები ვერ აღწევენ დიდ ზომებს, ხოლო მათი გავრცელების არეალი ტენიანი ადგილებით იფარგლება.

ხავსებს წყალი აუცილებლად სჭირდებათ სქესობრივი გამრავლებისათვისაც. მათი სპერმატოზოიდი ისევე, როგორც წყალმცენარეებისა, წყლით უნდა გადაადგილდეს კვერცხუჯრედამდე. წვიმა, ცხადია, ხელს უწყობს ამ პროცესს. განაყოფიერებული კვერცხიდან ვითარდება არა ახალი მცენარე, არამედ პატარა ღერო, რომელიც მთავრდება ასევე პატარა “კოლოფით”. ამ კოლოფში არსებული რამდენიმე უჯრედი ქმნის სპორებს – გამრავლების (რეპროდუქციის) უჯრედებს. მათ სქელი კედლები გამოშრობისაგან იცავს. სპორები იყრება კოლოფიდან და ჰაერით გადაიტანება ახალ ადგილზე. ხელსაყრელ პირობებში მოხვედრილი სპორიდან ვითარდება ახალი მცენარე.

უმაბლესი ჭურჭლოვანი მცენარეები. გვიმრები მიეკუთვნებიან ჭურჭლოვან მცენარეთა პრიმიტიულ ჯგუფს. გამტარი ქსოვილების არსებობამ ამ მცენარეებს აქტიური ზრდისა და დიდი ზომების მიღწევის საშუალება მისცა. ამიტომ დღევანდელი გვიმრების წინაპრები დიდი ზომის ხეები იყო. ზოგი მათგანი ახლაც შემორჩენილია ტროპიკებში.

უმაბლესი ჭურჭლოვანი მცენარეებიც წარმოშობენ სპორებს, რომლებიც ჰაერით ვრცელდებიან. მათგან ახალი პატარა მცენარეები ვითარდება, რომლებიც თავის მხრივ წარმოქმნიან კვერცხუჯრედებს და თავისუფლად მცურავ სპერმატოზოიდებს. განაყოფიერებული

კვერცხუჯრედიდან ვითარდება მცენარე, რომელიც ჰგავს საწყის, სპორის წარმომშობ ფორმას, ანუ სპოროფიტს. რადგანაც სპერმატოზოიდს სჭირდება წყალი კვერცხუჯრედთან შესახვედრად, გვიმრებს არსებობა შეუძლიათ მხოლოდ მაღალი ტენიანობის პირობებში.

შიშველთესლოვნები. შიშველთესლოვნები ეწოდებათ მცენარეებს, რომლებსაც არა აქვთ ყვავილი, მაგრამ თესლს წარმოშობენ. მათგან კარგადაა ცნობილი წიწვოვანი მცენარეები – ნაძვი, ფიჭვი, ურთხელი, და აგრეთვე გინგკო, რომელსაც ხშირად რგავენ გაჭვარტლულ ქალაქებში, რადგან მდგრადია ჰაერის დაბინძურების მიმართ.

წიწვოვან მცენარეებს აქვთ ხმელეთის მკაცრ პირობებთან შეგუებისათვის საჭირო ორი თვალსაჩინო ნიშანი – ხის მძლავრი ზრო და წვრილი ფოთლები. ძლიერი ზროს წყალობით ისინი საოცრად მაღლები იზრდებიან. ამჟამად არსებული წიწვოვანებიდან ყველაზე დიდია კალიფორნიული მამონტის ხე. ნემსისებრი ფოთლები დაფარულია ცვილის მსგავსი კუტიკულით, რაც წყლის დანაკარგს ამცირებს. ამიტომ წიწვოვანთა მრავალი სახეობა საკმაოდ მშრალ ნიადაგებზეც ხარობს.

წიწვოვნებმა პირველებმა შეიძინეს მამრობითი სასქესო უჯრედების ჰაერით და არა წყლით გავრცელების უნარი. შიშველთესლოვნებს პირველად გაუჩნდათ თესლიც. ესაა მცენარის მრავალუჯრედიანი ჩანასახი, რომელიც გარემოცულია საკვები ნივთიერებებითა და წყალგაუმტარი კანით. თესლი კარგად ვრცელდება როგორც ჰაერით, ისე ხმელეთით. საკვები ნივთიერებების მარაგი მცენარის ჩანასახს უზრუნველყოფს განვითარების ადრეულ სტადიებზე, სანამ მისი ფესვები არ მიადწევენ ნიადაგში არსებულ წყალს, ფოთლები კი მზის სინათლეს არ იხილავენ.

ყვავილოვანი მცენარეები. ეს მცენარეთა ყველაზე ახალგაზრდა ჯგუფია, რომელიც დედამიწაზე 70 მილიონი წლის წინათ გამოჩნდა. ადაპტაციური რადიაციის შედეგად ხეების, ბალახების და ბუჩქების დიდი მრავალფეროვნება წარმოიშვა, რომელიც ჯამში 5–ჯერ აღემატება სხვა მრავალუჯრედიანი მცენარეების სახეობათა რაოდენობას.

ყვავილოვანი მცენარეების კარგად განვითარებულ გამტარ ქსოვილებს სწრაფად გადააქვთ წყალი და საკვები ნივთიერებები. ამიტომ სწრაფადვე ივსება ფოთლების მიერ აორთქლებული წყლის მარაგი. ეს საშუალებას აძლევს მცენარეს იქონიოს ფართო ფოთლები და ამით აქტიურად აწარმოოს ფოტოსინთეზი. ინტენსიური ფოტოსინთეზი კი, თავის მხრივ, მცენარის სწრაფ ზრდას უწყობს ხელს.

განსაკუთრებით საოცარი ევოლუციური სიახლე – ეს არის გამრავლების ახალი საშუალება – ყვავილი, რომელიც სქესობრივი გამრავლების ორგანოებს და თესლის გარშემო განვითარებულ ნაყოფს შეიცავს. ბევრ ყვავილოვან მცენარეს გაუჩნდა ადაპტაცია, შეგუებულობა მწერების მიერ ყვავილის დამტვერვისა და თესლის გავრცელებისათვის. ცხოველებით დასამტვერი ყვავილები, ჩვეულებრივ, მკაფიო ფერისაა და ძლიერ სურნელებას გამოსცემენ, რათა ცხოველმა იოლად მიაგნოს მათ. დამტვერავი ცხოველი შრომისათვის “საჩუქარსაც“ ღებულობს ტკბილი წვენის – ნექტრის სახით. ცხადია, რომ ცხოველი ყვავილში სწორედ ნექტარისათვის მიძვრება. ზოგი ნაყოფი ან თესლი მიეკრობა ცხოველის ბეწვს, ბუმბულს ან ადამიანის ტანისამოსს და ასე ვრცელდება. ცხოველი, რომელიც შეჭამს ნაყოფს, გადმოაგდებს მსხვილ და მაგარ თესლს. თუ თესლი პატარაა, იგი მას გადაყლაპავს, მაგრამ თესლი მკერივი კანის წყალობით უვნებლად გაივლის საჭმლის მომნელებელ არხს. ისეთი

თესლებიც არსებობს, რომლებიც იზრდებიან მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც მათი კანი დარბილებულია ამ არხში “მოგზაურობის” შედეგად.

ყვაელების და ნაყოფის ზემოთ ჩამოთვლილი ადაპტაციები გვიჩვენებს, რომ პირველი ყვაელოვანი მცენარეები გაჩნდა იმ გარემოში, სადაც უკვე ფართოდ იყო გავრცელებული სხვადასხვა ცხოველები, რომლებმაც მცენარეთა გადარჩენასა და ევოლუციაში მნიშვნელოვანი როლი შეასრულეს.

### 3.10. სოკოები

ცოცხალი ბუნების ამ მეხუთე სამყაროს მიეკუთვნება ზღვისა და მტკნარი წყლის ზოგიერთი ფორმა, თუმცა სოკოების უმრავლესობა ხმელეთის ორგანიზმებია. ისინი ნებისმიერ ნესტიან ტყეში შეგვხვდება.

საფუარები ერთუჯრედიანი სოკოებია, რომლებიც გამოიყენება პურის ასაფუებლად და ღვინისა თუ ლუდის დასადუღებლად. სოკოების დიდი ნაწილი დიდი ზომებით ხასიათდება და მათი სხეული შედგება ძაფისებრ სტრუქტურათა ერთობლიობისაგან.

სოკოები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მკვდარი ორგანიზმების დაშლაში. ისინი ათავისუფლებენ ბიოგენურ ელემენტებს და კვლავ ჩართავენ მათ ნივთიერებათა წრებრუნვაში. სოკოს ვეგეტატიური სხეული იმყოფება იმ სუბსტრატში, რომლითაც იგი იკვებება. აქ სოკო გამოჰყოფს ფერმენტებს, რომელთა მიერ გადამუშავებულ საკვებ პროდუქტებს შეიწოვს სხეულის კედლის საშუალებით. ჩვეულებრივ, ჩვენ სოკოს მხოლოდ რეპროდუქციულ ორგანოებს ვხედავთ, რომლებიც სუბსტრატის ზედაპირზე იზრდება: შავი,

მწვანე, თეთრი ან ვარდისფერი ნაფიფქი დაობებულ საკვებზე, აბედს წანაზარდები ხეზე ან ქუდისებრი სოკოები ხის გამხმარ ტოტებზე და ფოთლებზე. ყველა ეს სტრუქტურა ქმნის სპორებს, რომლებიც, როგორც წესი, ჰაერით გადაიტანება და ხვდება ახალ საკვებ ნიადაგზე. სოკოები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ როგორც ნიუთიერებათა დამშლელები, მაგრამ ზოგი მათგანი ზიანის მომტანიცაა. სოკო აზიანებს კანს, თმას, პლასტიკურ მასალებს. ინგლისსა და ესპანეთს, მათი ზღვებზე ბატონობის ხანაში, ხის დამაზიანებელმა სოკოებმა უფრო მეტი ზომადი გაუნადგურა, ვიდრე მტერმა.

სოკოები ხშირად კონკურენციას უწევენ ბაქტერიებს საკვებისათვის, თუმცა ამ ჯგუფებს შორის არსებული სხვაობა ამცირებს კონკურენციას. მაგალითად, სოკოების უმრავლესობისათვის აუცილებელია ჰაერში ჟანგბადის მაღალი კონცენტრაცია, მაშინ როდესაც ბაქტერიები ჟანგბადის მცირე რაოდენობის პირობებშიც არსებობენ. ამიტომაც არის, რომ ადამიანის ყველა სოკოვანი დაავადება მხოლოდ ჰაერთან უშუალო შეხებაში მყოფ სხეულის ნაწილებში ვითარდება. ამავე მიზეზით სოკო ადვილად ვრცელდება მცენარეთა ზედაპირულ შრეებში. ბაქტერიებისაგან განსხვავებით, სოკოები კარგად ეგუებიან მჟავე გარემოს. ამიტომ ისინი ძმარშიც გვხვდებიან.

ლიქენები. ლიქენა წარმოადგენს არა ერთ ორგანიზმს, არამედ სოკოსა და ერთუჯრედიანი წყალმცენარის ან ციანბაქტერიის ერთობლიობას, რომლებიც დაკავშირებული არიან ორმხრივ სასარგებლო ურთიერთობებით, რაც “მუტუალიზმის” სახელითაა ცნობილი. მუტუალიზმს ხშირად განიხილავენ, როგორც სიმბიოზის — თანაცხოვრების ნაირსახეობას (სიმბიოზი გულისხმობს ორი სახე-

ობის წარმომადგენლის მჭიდრო კავშირს). მაფოტოსინთეზირებელი წყალმცენარე აწარმოებს საკვებს როგორც თავისთვის, ისე სოკოსათვის, სოკო კი წყლითა და მინერალური ნივთიერებებით უზრუნველყოფს მას. ლიქენები ძალიან ლამაზებია და ფერად ნახატს მოგვაგონებენ. ისინი ნელა იზრდებიან, მაგრამ მათ ბევრ ისეთ ადგილას შეუძლიათ არსებობა, სადაც ვერც ერთი სხვა მაფოტოსინთეზირებელი მცენარე ვერ ხარობს. მეორეს მხრივ, ჰაერის დაბინძურებისას ლიქენები სწრაფად იღუპებიან. ამიტომ ამა თუ იმ რეგიონში ლიქენების მდგომარეობის მიხედვით შეიძლება განისაზღვროს ამ ადგილას ჰაერის გაჭუჭყიანების ხარისხი.

## მესამე თავის მოკლე შინაარსი

ბიოლოგები ორგანიზმთა კლასიფიკაციას ახდენენ მათი ევოლუციური მსგავსების მიხედვით. ყველა ჯგუფში არის წევრები, რომლებიც მრავალნაირ ადგილსამყოფელსა და ცხოვრების წესს ეგუებიან. ამასთან არცთუ იშვიათია მნიშვნელოვანი გადახრა ამ ჯგუფის აგებულების ძირითადი გეგმიდან. ევოლუციის პროცესში ზოგიერთი ჯგუფის წარმომადგენლებმა დასაბამი მისცეს სხვა დიდ ჯგუფებს. მიუხედავად იმისა, რომ ნაწილი გადაშენდა, მრავალი ჯგუფი არ გამქრალა მთლიანად და დღემდე არსებობს ისეთი ფორმებით, რომლებიც ძალიან ჰგავს მათ წინაპრებს. ეს ორგანიზმები და აგრეთვე ნამარხი ფორმები დიდად ეხმარება მეცნიერებს ცოცხალი ორგანიზმების ევოლუციური “ხის” აგებაში.

ზოგმა უძველესმა მონერამ – მარტივი უჯრედის მქონე ბაქტერიამ – დასაბამი მისცა პირველი პროტისტების – უფრო დიდი და ორგანიზებული უჯრედის მქონე ერთუჯრედიანების განვითარებას.

მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების – მცენარეების, ცხოველების და სოკოების სამყარო წარმოშობილია პროტისტების სხვადასხვა ევოლუციური ხაზიდან.

ჩვენ მიგვაჩნია, რომ სიცოცხლე წარმოიშვა ზღვაში, სადაც წყალი ორგანიზმებს ამარაგებს აირით, მინერალური ნივთიერებებით, აშორებს დაშლის პროდუქტებს, ხელს უწყობს მათი სხეულის მუდმივი მდგომარეობის შენარჩუნებას. ზოგმა ჯგუფმა წარმატებით გაუძლო ხმელეთზე გადასვლის სელექციურ პროცედურას. მათ განუვითარდათ წყალგაუმტარი საფარველი, მტკიცე ჩონჩხი, შინაგანი ზედაპირი აირთა ცვლისათვის, გამოშრობამედეგი კვერცხი, თესლი, მტკვარი ან სპორები. სპოროვანი მცენარეები, მწერები, ობობები, რეპტილიები, ფრინველები და ძუძუმწოვრები ის ძირითადი ჯგუფებია, რომლებსაც შეუძლიათ გაუძლონ მშრალ ჰაერსა და მზეს. ამფიბიები და მრავალი უხერხემლო ცხოვრობენ ხმელეთზე, მაგრამ მათთვის ჯერ კიდევ აუცილებელია ტენიანი ადგილსამყოფელი და თავშესაფარი.

#### ნარკვევი. პარაზიტი ცხოველები

ჩვენთვის ცნობილი ცხოველების უმრავლესობა ბალახისმჭამელი, ხორცისმჭამელი (მტაცებელი) ან შერეულად მკვებავია (რომელიც იკვებება როგორც მცენარეებით, ისე ხორცით). მეოთხე დიდ ჯგუფს შეადგენენ პარაზიტები. პარაზიტის საცხოვრებელი ადგილია სხვა ორგანიზმი, ე.წ. მასპინძელი, რომლის ხარჯზეც არსებობს პარაზიტი. პარაზიტების ასეულ ათასობით სახეობაა ცნობილი. მასპინძელთან ურთიერთობის ხასიათის მიხედვით ისინი შეიძლება დაიყოს ორ ძირითად ჯგუფად: ენდოპარაზიტებად და ექტოპარაზი-

ტებად. ენდოპარაზიტებს მიეკუთვნებიან ბრტყელი ჭიები (მაგალითად, მწოველები), თასმა ჭიები, მრგვალი ჭიები (ასკარიდები, ტრიქინელები), უმარტივესები (მალარიის პლაზმოდუმი). ისინი ცხოვრობენ მასპინძელი ორგანიზმის სხეულში. ექტოპარაზიტები ცხოვრობენ მასპინძლის სხეულის ზედაპირზე მუდმივად ან დროგამოშვებით. მათ მიეკუთვნება რწყილები, ტილები, წურბელები და ა.შ.

პარაზიტებისთვის ძნელია მასპინძლის პოვნა, რადგან მასპინძლები ხმელეთზე გაფანტული და არც ისე ბევრნი არიან. სამაგიეროდ ბევრი პარაზიტი ღებს დიდი რაოდენობით კვერცხს, რომელთა რიცხვი ზოგ შემთხვევაში მილიონსაც კი აღწევს. ეს იმის ალბათობას ზრდის, რომ კვერცხიდან გამოჩეკილ უამრავ პარაზიტს შორის რამდენიმე მაინც იპოვის თავის მასპინძელს, უმრავლესობა კი იღუპება. ბევრი პარაზიტული ჭიის შთამომავლობა შუალედური მასპინძლის ორგანიზმში ვითარდება. ამ დროს მასპინძლის როლს, მაგალითად, მწოველებისთვის, ასრულებს მოლუსკები. ასეთ შემთხვევაში პარაზიტების წინააღმდეგ ბრძოლა მოლუსკების განადგურებით იწყება.

მდებარე რწყილს ერთი მეტად საინტერესო ადაპტაცია გააჩნია: მას განსაკუთრებით იზიდავს ფენხმძიმე ძუძუმწოვრები და მათი სისხლით იკვებება. რწყილი კვერცხებს ღებს ძუძუმწოვრებისავე სოროში, ხოლო გამოჩეკილი ლარვები მკვიდრდებიან მასპინძლის მიერ გაჩენილი ახალი თაობის სხეულზე.

საჭმლის მომნელებელ არხში მობინადრე პარაზიტი ცხოვრობს უკვე გადამუშავებული საკვების გარემოში, სხვა პარაზიტები კი უბრალოდ შეიწოვენ საკვები ნივთიერებებით მდიდარ სისხლს. ამიტომ ზოგიერთი ნაწლავური პარაზიტის საჭმლის მომნელებელი სისტემა გამარტივდა და ისინი მთელი სხეულით შეიწოვენ საკვებს.



პარაზიტებიდან ძალიან ცოტა თუ იწვევს მასპინძლის სიკვდილს. ასეთ შემთხვევაში ისინი საკუთარი კვების წყაროს მოისპობდნენ. მართალია, შავი ჭირის ჩხირი ან მკრთალი სპიროქეტა იწვევდა დიდი რაოდენობით ხალხის დაღუპვას, მაგრამ დაღუპულ მასპინძელს თავად პარაზიტებიც “მიჰყვებოდნენ საიქიოს”. სიცოცხლეს ინარჩუნებდნენ მხოლოდ ის პარაზიტები, რომლებიც მასპინძლის ორგანიზმს ნაკლებ ზიანს აყენებდნენ.

ექტოპარაზიტებსაც შეუძლიათ მასპინძლის დაღუპვა, მაგალითად, ბუბულის მჭამელებს. როგორც კი ბარტყს ბუბული წამოეზრდება, პარაზიტები შეუდგებიან მის ჭამას. ამიტომ ბარტყი ვეღარც სითბოს ინარჩუნებს და ვეღარც დაფრინავს.

სიცოცხლე დევიზით: “ნუ მოკლავ შენს მასპინძელს“ ახასიათებთ ე.წ. პარაზიტოიდებს – მწერებს, რომელთა ლარვა ეწვევა პარაზიტულ ცხოვრებას, ხოლო ზრდასრული ფორმა (იმავთ) კი დაფრინავს და აღარ პარაზიტობს. მდედრი პარაზიტოიდი დებს კვერცხს მასპინძლის ორგანიზმში. ჩვეულებრივ, მწერს მასპინძლობს სხვა მწერის, უფრო ხშირად პეპლის, მუხლუხო, ჭუპრი ან კვერცხი. კვერცხისაგან იჩეკება ლარვა, რომელიც მასპინძელს იყენებს საკვებად თავისი განვითარებისათვის. პარაზიტოიდი სწრაფად არ კლავს თავის მასპინძელს. მასპინძელი მაშინ კვდება, როდესაც “სტუმარი“ ზრდას დაამთავრებს და გარეთ გამოდის. ზოგიერთი პარაზიტოიდი მხოლოდ მაშინ ჩაასახლებს თავის კვერცხს მასპინძლის სხეულში, როდესაც დარწმუნდება, რომ “სახლი თავისუფალია“ და იქ სხვისი კვერცხი არ დევს.

მაკნებელი მწერების გამანადგურებელ პარაზიტოიდებს სპეციალურადაც ზრდიან და ამრავლებენ, როგორც მაკნებლებთან ბიოლოგიური ბრძოლის ერთ-ერთ საშუალებას.

**ცხრილი 3.5. ადამიანის ავადმყოფობის გამომწვევი ზოგიერთი პარაზიტული ჭია**

პარაზიტის დასახელება	სიმპტომები	დასნებოვნების გზები
ლორის სოლიტერი	სიგამხდრე, სისხლნაკლებობა ნაწლავის დისფუნქცია (აშლილობა), მუცლის და თავის ტკივილები, თავბრუსხვევა.	საკვებად არასაკმარისად შემწვარი ან მოხარშული ღორის ხორცის გამოყენება.
განიერი სოლიტერი	მსგავსია ღორის სოლიტერით დასნებოვნების დროს არსებული სიმპტომებისა	საკვებად უმი ან ნაკლებ მოხარშული თევზის გამოყენება.
ექინოკოკის ლარვა (ზრდასრული ფორმა პარაზიტობს ძაღლებში) სისხლის მწოველა	ფორთოხლის ზომის ან ოდნავ დიდი ბუშტები. დაავადების სიმპტომები განსხვავდება იმის მიხედვით თუ რომელ ორგანოში ლოკალიზდება პარაზიტი (ღვიძლში, ტვინში). სისხლნაკლებობა, შარდსასქესო სისტემისა და შარდის ბუშტის დაავადებანი, სიგამხდრე, ღვიძლისა და ელენთის გადიდება. შებერილი მუცელი.	დასნებოვნებულ ძაღლთან ურთიერთობა. გადაუღულებელი სასმელი, წყალი.
მახვილა	უპირატესად ავადდებიან ბავშვები. ქავილი ანალური ხერხელის მიდამოში.	ლარვების მოხვედრა სისხლში კანში შეღწევის გზით (ცურვისა და ფეხების დაბანის დროს). ლარვების შემტველი წყლის დალევა. დასნებოვნებულია დაახლ. 200 მლნ ადამიანი ტროპიკებსა და სუბტროპიკებში. კვერცხები გადაიტანება პირში ანალური ხერხელიდან დაბინძურებული ხელებით (აუტონინვაზია).
ასკარიდა	დასნებოვნების დროს პირველად გადის ფილტვებში, იწვევს რა ბრონქიტს და პნევმონიას. შემდეგ ლოკალიზდება წერილ ნაწლავში, იწვევს ფაღარათს, სისხლნაკლებობას, ძლიერი დასნებოვნებისას შესაძლებელია განვითარდეს ნაწლავის გაუვალობა, პარაზიტის შეღწევა ღვიძლში, რასაც მძიმე შედეგები მოჰყვება.	დასნებოვნება ხდება კვერცხის გადაყლაპვით, რომელიც გაფანტულია გარემოში (ბოსტნეულზე, გადაუღულებელი წყლის მიღებისას და ა. შ.). ასკარიდებით დასნებოვნებულია დაახლოებით 1 მლნ ადამიანი ყველა კონტინენტზე.

ნარკვევი: ორგანიზმების ნომენკლატურა და კლასიფიკაცია

ცოცხალი ორგანიზმების კლასიფიკაცია, რომლითაც ჩვენ ამჟამად ვსარგებლობთ, შექმნა შვედმა მეცნიერმა კარლ ლინემ XVIII საუკუნეში. მან ყველა სახეობის ორგანიზმს მისცა ბინარული, ანუ ორი სიტყვისაგან შემდგარი სახელწოდება და გააერთიანა სხვადასხვა სახეობა უფრო მსხვილ კატეგორიებად. ლინეს კლასიფიკაციის სისტემა ემყარებოდა აგებულების მსგავსებას. როდესაც გაჩნდა ევოლუციის თეორია და ბიოლოგებმა აღმოაჩინეს, რომ ორგანიზმები წარმოიშვნენ სიცოცხლის ერთი ან რამდენიმე ადრეული ფორმიდან, უფრო მისაღები გახდა ორგანიზმების კლასიფიკაცია ევოლუციური მსგავსების მიხედვით. ცხადია, დიდი ყურადღება ეთმობა აგებულების მსგავსებასაც, როგორც ნათესაური კავშირის დამადასტურებელს.

კლასიფიკაციის ძირითადი ერთეულია სახეობა. ეს არის იმ ინდივიდთა ერთობლიობა, რომელთაც ახლო ნათესაობა შეეჯვარების საშუალებას აძლევს. ყოველი სახეობა ამა თუ იმ გვარს ეკუთვნის, რომელსაც სხვა მსგავსი სახეობებიც ეკუთვნიან. გვარები გაერთიანებულია ოჯახებად, ოჯახები რაზმებად. ამგვარად, კლასიფიკაციის ყოველ მომდევნო ჯგუფში ვხვდებით სახეობათა სულ უფრო მეტ რაოდენობას. ამასთანავე რაც უფრო დიდია სისტემატიკური ერთეული, მით ნაკლებია მასში შემავალ სახეობათა მსგავსება. ქვემოთ ნაჩვენებია სისტემატიკაში ცხოველთა და მცენარეთა სამყაროების თითო წარმომადგენლის მდგომარეობა.

როცა ამა თუ იმ სახეობაზე ვლაპარაკობთ, უნდა მიუთითოთ მისი სახეობრივი და გვარის სახელწოდება. მაგალითად, *Homo sapiens*, *Rudbeckia hirta*. გვარის მითითება აუცილებელია, ვინაიდან სახეობრივი სახელწოდება ბევრ ორგანიზმს შეიძლება ერთი და იგივე ჰქონდეს.

### III თავი. ცოცხალ ორგანიზმთა მრავალგვარობა

---

	ადამიანი	რუდბეკია
სამყარო	Animalia	Plantae
ტიპი	Chordata	Tracheophyta
კლასი	Mammalia	Angiospermae
რაზმი	Primates	Asterales
ოჯახი	Hominidae	Compositae
გვარი	Homo	Rudbeckia
სახეობა	sapiens.	hirta

---

არსებობს ცოცხალ ორგანიზმთა სამი საერთაშორისო კომისია: ერთი ცხოველების, მეორე მცენარეების და მესამე ბაქტერიებისათვის, რომლებიც სახელს არქმევენ თითოეულ ინდივიდს და უზრუნველყოფენ დამტკიცებული სახელის საერთაშორისო ზმარებას. საერთაშორისო ენად ლათინურია აღებული.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. თუ რომელიმე გუბურის წყლის წვეთს ლუპით დავათვალიერებთ, დავინახავთ მრავალრიცხოვან ცალკეულ უჯრედებს, რომლებიც შეიცავენ ქლოროფილს და სწრაფად გადაადგილდებიან წვეთის შიგნით. რომელ სამყაროს მიეკუთვნებიან აღნიშნული ორგანიზმები: ცხოველებს, სოკოებს, მონერებს, მცენარეებს, პროტისტებს?
2. ყურადღება მიაქციეთ ქვემოთ ჩამოთვლილ ნიშნებს და ამოარჩიეთ მარჯვენა მხარეზე დასახელებული ორგანიზმებიდან ის ცხოველი, რომელსაც აღნიშნული ნიშანი გააჩნია:
  - 1) ნიჟარა და კუნთოვანი ფეხი. ა) ფეხსახსრიანები
  - 2) საცეცები მსუსხავი უჯრედებით. ბ) ნაწლავლრუიანები
  - 3) ამბულაკრული ფეხები და ნემსებით დაფარული სხეული. გ) კანეკლიანები
  - 4) ორმხრივი სიმეტრიის, პირის ზერელის არსებობა და ანალური ზერელის უქონლობა. დ) ბრტყელი ჭიები
  - 5) სეგმენტირებული გარეგანი ჩონჩხი. ე) რბილტანიანები
  - 6) სხეული დაყოფილია ნაწევრებად, რომელიც სითხითაა ამოვსებული. ვ) მრგვალი ჭიები
3. მიუთითეთ, მარჯვენა მხარეზე დასახელებულთაგან რომელ ჯგუფს მიეკუთვნებიან ქვემოთ ჩამოთვლილი ცხოველები:
  - 1) შაში. ა) ამფიბიები.
  - 2) ოქროს თევზი. ბ) ფრინველები.

- |                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| 3) მინოგები.      | გ) ძელოვანი თევზები.   |
| 4) ჩხრიალა გველი. | დ) ხრტილოვანი თევზები. |
| 5) ზვიგენი.       | ე) უყბოები.            |
| 6) ბაყაყი.        | ვ) ძუძუმწოვრები.       |
| 7) ზღვის ცხენი.   | ზ) ქვეწარმავლები.      |

- დასახელეთ არანაკლებ ორ-ორი განმასხვავებელი ნიშანი ამფიბიებისა და ქვეწარმავლების სხეულის აგებულებასა და გამრავლებას შორის.
- დასახელეთ ორი შეგუებულობა ხმელეთზე გამრავლებასთან დაკავშირებით, რომელიც გააჩნიათ როგორც შიშველთესლოვნებს, ისე ყვავილოვან მცენარეებს.
- დასახელეთ წყალმცენარეების სამი სახეობა, რომელთაც პრაქტიკული მნიშვნელობა გააჩნიათ.
- დასახელეთ, ქვემოთ ჩამოთვლილი საკვები პროდუქტებიდან რომლის წარმოება ხორციელდება ბაქტერიებისა და სოკოების მონაწილეობის გარეშე.
  - ძმარი.
  - ზეფირი.
  - ყველი.
  - ღვინო.
  - პური.

კითხვები განხილვისათვის

1. რომელ ადაპტაციურ უპირატესობას განაპირობებს ბაქტერიების მიერ ტოქსინების გამომუშავების უნარი?
2. მტკნარი წყლის უხერხემლოების უმრავლესობამ დაკარგა მოძრავი მატლის სტადია, რომელიც მათ მონათესავე ზღვის ფორმებს გააჩნიათ. შეგიძლიათ თუ არა ამ ფაქტის ადაპტაციური უპირატესობის ახსნა?
3. მრავალი ყვავილოვანი მცენარის და მწერის ევოლუცია ისე მიმდინარეობდა, რომ ამჟამად ისინი ერთმანეთზე არიან დამოკიდებულნი. მოიყვანეთ მწერებზე დამოკიდებული მცენარეების და მცენარეებზე დამოკიდებული მწერების მაგალითები.

## IV ტაზი

### ორგანიზმების ბამრავლება

ამ თავის დამუშავების შემდეგ თქვენ უნდა შესძლოთ:

1. დაასახელოთ სამი ძირითადი ფაქტორი, რომლებიც განაპირობებენ კონკრეტულ ადგილას არსებული ორგანიზმების თანასაზოგადოების ტიპს, განმარტოთ ორგანიზმებზე ამ ფაქტორების მოქმედების ხასიათი.
2. აღწეროთ ცოცხალი ორგანიზმების განაწილება ოკეანეებში და ახსნათ, რომელ ფიზიკურ და ქიმიურ ფაქტორებზეა ის დამოკიდებული.
3. ახსნათ, რატომ ცხოვრობენ მსგავსი სახეობები ერთმანეთისგან დაშორებულ, მაგრამ მსგავსი კლიმატის მქონე ადგილებში.
4. განმარტოთ ტერმინი “ეკოლოგიური სუქცესია”, აღწეროთ სუქცესია საწყისი სტადიიდან და ჩამოთვალოთ თანმიმდევრულად აქ მოსალოდნელი მცენარეთა ნაირსახეობა.
5. განმარტოთ ტერმინი “კონვერგენტული ეკოლუცია” და მოიყვანოთ მისი მაგალითები.
6. სწორად ისარგებლოთ სიტყვებით: თანასაზოგადოება, ბიომი, ტროპიკული სარტყელი, ზომიერი სარტყელი, სავანა, ფოთლომცვენი ტყე, ჩაპარალი, ტაიგა და ტუნდრა.

წინა სამი თავი ეძღვნება ეკოლოგიას – ბიოლოგიის დარგს, რომელიც შეისწავლის ორგანიზმებსა და გარემომცველ გარემოს შორის ურთიერთდამოკიდებულებას. გარემოში იგულისხმება ფიზიკური (მზის სინათლე, ტემპერატურა, წყლის არსებობა ან არარსე-



ბობა, ნიადაგის ფენის სისქე და ნიადაგის სტრუქტურა), ქიმიური (ჰაერის, ნიადაგის და წყალში გახსნილ ნივთიერებათა შედგენილობა) და ბიოლოგიური (მოცემულ ადგილებში მობინადრე სხვა ორგანიზმები) ფაქტორები. ჩვენი საუკუნის 60-იან წლებამდე ადამიანთა უმეტესობას ეკოლოგიაზე წარმოდგენა არ ჰქონდა, თუმცა იმ დროისათვის ეს მეცნიერება არსებობის 100 წელს ითვლიდა. ეკოლოგია განვითარდა უკვე ჩამოყალიბებული ბუნებისმეტყველების ისტორიისაგან, რომელიც ბუნებაში ორგანიზმებზე დაკვირვებას და მათ აღწერას გულისხმობს.

კაცობრიობა კარგა ხანს იყო დარწმუნებული, რომ ადამიანმა უნდა დაიმორჩილოს ბუნება. მაგრამ უკანასკნელ წლებში ადამიანმა შეიგნო, რომ ის ბუნების და არა ბუნებაზე მაღლა მდგომი არსებაა, ცივილიზაციის შენარჩუნება კი იმაზეა დამოკიდებული, გადარჩებიან თუ არა გარემომცველი მცენარეები და ცხოველები, ბაქტერიები და სოკოები. ხშირად ადამიანის საქმიანობა მისივე გადარჩენას ემუქრება და დღეისათვის ჩვენს წინაშე დგას ამოცანა, რომ არ დავუშვათ დედამიწის ეკოსისტემის ძლიერი დარღვევა. ვიდრე გადაწყდებოდეს, თუ როგორ უნდა ვიმოქმედოთ მასზე, უნდა დავადგინოთ ბუნებაში ორგანიზმების ურთიერთქმედების კანონები. ეს არის ეკოლოგიის ძირითადი მიზანი, რომლის შესწავლაც იწყება დაგროვილი მონაცემების მიმოხილვით.

არსებობს თანასაზოგადოებათა რამდენიმე ძირითადი ტიპი — ორგანიზმთა ჯგუფები, რომლებიც ერთსა და იმავე ადგილზე არსებობენ. ხმელეთის მსხვილ თანასაზოგადოებებს, რომელთაც უდიდესი სივრცე უკავიათ, ბიომები ეწოდებათ. თითოეულ ბიომს ახასიათებს თავისი სტრუქტურა და მცენარეულობის ძირითადი ნაირსახეობა.

სამხრეთ ამერიკის ტროპიკულ წვიმიან ტყეებში იზრდება დიდი ზომის ხეები დიდი ფოთლებითა და ნაყოფებით, რომელთაც შემოხვეული აქვთ გიგანტური ლიანები. დაბინდულ ჩრდილში უხმაუროდ დაფრინავენ მკვეთრი ფერის პეპლები და ფრინველები. თითქმის ასევე გამოიყურება აფრიკის ტროპიკული წვიმიანი ტყეები, მაგრამ აქ გავრცელებულია ხე-მცენარეებისა და ლიანების სხვა სახეობები, ბინადრობენ სხვა პეპლები და ფრინველები. ასევეა სხვა ბიომებშიც – უდაბნოებში, ბუჩქნარებში, ველებსა და ტუნდრაში. მიუხედავად მათი ადგილმდებარეობისა, ისინი ზოგადად ერთგვაროვნად გამოიყურებიან. რატომ ვხვდებით ორგანიზმთა მსგავს თანასაზოგადოებებს დედამიწის სხვადასხვა ადგილებში?

#### 4.1. კლიმატი და მცენარეულობა

ერთნაირი კლიმატის მქონე ოლქებისათვის დამახასიათებელია ერთნაირი სახის ბიომები. კლიმატი განსაზღვრავს მოცემული ადგილის მცენარეულობის ტიპს, ხოლო მცენარეულობა თავის მხრივ განსაზღვრავს თანასაზოგადოების სახეს. კლიმატი ძირითადად დამოკიდებულია მზის სინათლეზე. ეკვატორის მახლობლად დედამიწაზე მზის სხივები თითქმის ვერტიკალურად ეცემა. ამიტომ ტროპიკული მცენარეები ღებულობენ გაცილებით მეტი რაოდენობით მზის ენერგიას, ვიდრე ტროპიკების საზღვრებს გარეთ მყოფნი, რომლებიც მზის ირიბი სხივებით ნათდება. დედამიწის ღერძის დახრილობის გამო არატროპიკულ ოლქებში ამინდი წელიწადის სხვადასხვა დროს სხვადასხვაგვარია მაშინ, როდესაც ტროპიკებში დღის ხანგრძლივობისა და ტემპერატურის სეზონური ცვლილებები უმნიშვნელოა. მზის სინათლე უზრუნველყოფს როგორც ფოტოსინთეზს, ასევე გარემოს ტემპერატურას.

რამდენადაც ტროპიკული ოლქები თითქმის მთელი წლის განმავლობაში ღებულობენ მზის ვერტიკალურ სხივებს, იქ მუდმივად მაღალი ტემპერატურაა. სხვაგან ჰაერის ტემპერატურა იცვლება წელიწადის სხვადასხვა დროს მზის სინათლის ინტენსივობის მიხედვით. რაც უფრო მაღალია ტემპერატურა, მით უფრო სწრაფად იზრდება მცენარეები.

ტემპერატურის მერყეობა განსაზღვრავს ამა თუ იმ ოლქში ორგანიზიმების სახეობრივ მრავალგვარობას.

მეორე მნიშვნელოვანი კლიმატური ფაქტორია ტენიანობა, რომელიც ნაწილობრივ დამოკიდებულია მზის სინათლესა და ტემპერატურაზე. თბილი ჰაერი ადის ზევით და გარდა ამისა, უფრო მეტ წყლის ორთქლს აკავებს, ვიდრე ცივი ჰაერი. ჰაერის გაცივებისას მასში არსებული ტენის ნაწილი კონდენსირდება და ჩამოდის წვიმის, თოვლის ან ნამის სახით. ეკვატორის რაიონებში გამთბარი ჰაერი ადის ზევით, გადაადგილდება ატმოსფეროს მაღალ ფენებში, ხდება ჰაერის გაუზშოება, გაგრილება და მასში არსებული წყლის ორთქლის გამოთავისუფლება. ამის შედეგად ეკვატორის მახლობლად განლაგებულ მრავალ ოლქში ნალექების დიდი რაოდენობა მოდის. ასეთ ადგილებში, მაგალითად, მდინარე კონგოს აუზში აფრიკაში და ამაზონის აუზში სამხრეთ ამერიკაში, სადაც უხვი ნალექები შესაძლებელს ხდის ტროპიკული ტყეების არსებობას, დიდ სიმაღლეზე ჰაერის მასები გადაადგილდება როგორც ეკვატორის ჩრდილოეთით, ასევე სამხრეთით. ბოლოს და ბოლოს, ჰაერი საკმაოდ გრილდება და ხელახლა ეშვება დედამიწაზე. გზადაგზა იგი თბება და შთანთქავს წყლის ორთქლის დამატებით რაოდენობას. სწორედ დედამიწის ამ ოლქებშია ფართოდ გავრცელებული უდაბნოები. უფრო შორს, ჩრდილოეთით და სამხრეთით, ზომიერ განედებზე, სადაც

მდებარეობს აშშ-ის, ევროპისა და აზიის უმეტესი ნაწილი, ძლიერ ქარებს მოაქვთ ხან ცივი პოლარული, ხან კი თბილი ჰაერის მასები, რაც ცვალებად ამინდს ქმნის. ამგვარად, მცენარეულობისთვის ტენიანობას ისეთივე დიდი მნიშვნელობა აქვს, როგორც ტემპერატურას. დიდი ზომის ხეების ზრდისათვის აუცილებელია უხვი წვიმები. რაც უფრო მცირეა ნალექები, მით ღარიბია მცენარეულობა. ამიტომ დედამიწაზე ნალექების რაოდენობის გადანაწილების მიხედვით თანმიმდევრულად იცვლება თანასაზოგადოებებიც, რომლებშიც დომინირებენ ჯერ ხე-მცენარეები, შემდეგ ბუჩქები, ბალახები და ბოლოს აქა-იქ გაბნეული კაქტუსები და უდაბნოს სხვა მცენარეები. ზოგიერთ ადგილებში ნალექები ისე მცირეა, რომ იქ მცენარეები საერთოდ არ იზრდება.

ორგანიზმების განაწილებაზე გავლენას ახდენს ნიადაგიც. ნიადაგი იქმნება დედაქანების, მცენარეთა ფესვების ან სხვა მკვდარი ნაწილების დაშლის შედეგად წარმოქმნილი ორგანული და მინერალური ნივთიერებებისგან. ამრიგად, ამა თუ იმ მინერალური ნივთიერების შედგენილობა ნიადაგში დამოკიდებულია ქანების შედგენილობაზე. ნიადაგში არსებული ორგანული შენაერთები ქმნიან ბიოგენური ელემენტების მარაგს, რომლებიც ჩაბმულნი არიან ნივთიერებათა მიმოქცევაში. გარდა ამისა, ისინი იწოვენ წვიმის წყალს და ინახავენ მას ნიადაგში. აქედან წყალი მისაწვდომია მცენარეებისათვის.

## 4.2. ტროპიკები

ბიომებს შორის ყველაზე მდიდარია ტროპიკული წვიმიანი ტყეები. ისინი გამოირჩევა სახეობათა დიდი მრავალფეროვნებით. ეს

#### IV თავი. ორგანიზიმების გამრავლება

ტყეები გავრცელებულია იქ, სადაც ნალექების რაოდენობა და ტემპერატურა მთელი წლის განმავლობაში უმაღლეს დონეზეა, რაც მაღალტანიანი მცენარეების ზრდისათვის იდეალურ პირობებს ქმნის. ამ ხეთა ვარჯი ისეთი ხშირია, რომ მიწამდე მზის სინათლის 0,1%—ზე ნაკლები აღწევს. ამიტომ ხეების ქვეშ თითქმის არც ერთი მცენარე არ იზრდება. ხშირი ბარდები გვხვდება მხოლოდ მდინარეების ნაპირებზე და ნათელ ველებზე, სადაც მაღალი ხეები არ იზრდება.

ტროპიკულ წვიმიან ტყეებში მობინადრე ცხოველთა უმეტესობას ახასიათებს მკვეთრი შეფერილობა. ისინი ძირითადად იკვებებიან ხეებზე, სადაც ყველაზე მეტია საკვები. ნიადაგი დაფარულია თხელი საფარით — ლპობადი ფოთლებით, ექსკრემენტებითა და სხვადასხვაგვარი ნარჩენებით. მაღალი ტემპერატურა და ტენი ბაქტერიებისა და სოკოების ზრდისათვის ქმნის იდეალურ პირობებს. ისინი შლიან ამ საფარს, ისე რომ ტყეებში თითქმის არ რჩება გადაუშუშავებელი ჩამონაცენი. ხეების ფესვები მაშინვე შთანთქავენ დაშლის შედეგად წარმოქმნილ მინერალურ ნივთიერებებს. დანარჩენს ძლიერი წვიმები სწრაფად გამორეცხავენ ნიადაგიდან და მდინარეებში ჩაიტანენ. ე. ი. ხეები რომ არა, წვიმა მიწას ძალიან სწრაფად გამოფიტავდა. ასე ხდება ხოლმე იმ ადგილებში, სადაც მოსახლეობა ტყეს ჩეხავს დიდ ფართობზე.

ეკვატორიდან უფრო დაცილებული უბნებისათვის დამახასიათებელია მკვეთრად გამოხატული წვიმიანი და მშრალი პერიოდების არსებობა. ტენის მცირე რაოდენობისას ხეები უფრო ნელა იზრდებიან. გვალვის დროს, ზაფხულში, ფოთოლცვენაც კი იწყება. უფრო მშრალ ოლქებში არსებობს საენა, სადაც იზრდება ბალახები და მეჩხერი ტყე. საენები განლაგებულია მატერიკების შიგნითა ნაწილებში. საენას დიდი ტერიტორია უჭირავს აფრიკაში. აქ გავრცე-

ლებულია ბალახისმჭამელი ძუძუმწოვრების: გაზელების, გნუების და ზებრების დიდი პოპულაციები. მშრალი უდაბნოები მოთავსებულია ძირითადად დედამიწის 30 გრადუსიან განედზე, სადაც გამთბარი მშრალი ჰაერია. აქ მთელი დღე უღრუბლო ცაა, მაგრამ შებინდებისთანავე საკმაოდ აცივდება, რადგან სითბო სწრაფად იფანტება. მშრალი სეზონის დროს უდაბნოში გავრცელებული მრავალი მცენარე ქსოვილებში წყალს იმარაგებს ან ფოთოლცვენა ეწყება. უდაბნოს ცხოველთა უმეტესობა დღეს გრილ მიწისქვეშა სოროებში ატარებს. დამით, როდესაც ტემპერატურა კლებულობს, ცხოველები ზევით ამოდიან, წყლით სავსე მცენარეებით იკვებებიან და აუცილებელ ტენს ამით ღებულობენ. გარდა ამისა, ისინი ტენს ინარჩუნებენ კონცენტრირებული შარდისა და მშრალი ექსკრემენტების გამოყოფით.

#### 4.3. ზომიერი სარტყელი

ეს სარტყელი მდებარეობს ტროპიკების ჩრდილოეთით და სამხრეთით. ზომიერი იმიტომ დაარქვეს, რომ ტემპერატურა იშვიათად აღწევს უკიდურეს საზღვარს. ტყეები გავრცელებულია ზომიერი სარტყლის იმ რაიონებში, სადაც მათი ზრდისთვის საკმარისი ნალექების რაოდენობაა. აღსანიშნავია სამხრეთ ამერიკის წყნარი ოკეანის სანაპიროს წვიმიანი ტყეები, სადაც ზამთრის უხვი წვიმები და ზაფხულის ღრუბლიანობა უზრუნველყოფს სექვიოას მაღალი ხეების ზრდას. კალიფორნიის ჩრდილოეთით, ოლიმპის ნახევარკუნძულზე, შედარებით დაბალი მარადმწვანე ტყეები იზრდება. ზომიერი სარტყლის ფოთლოვანი ტყეები ძირითადად შედგება ფოთოლმცვენი ხეებისაგან. ამერიკის ჩრდილო-აღმოსავლეთის ნაწილში გავრცე-

ლებულია ფოთოლმცვენი ტყეები. სამხრეთ—აღმოსავლეთით და დასავლეთის ზოგიერთ რაიონში გავრცელებულია ზომიერი სარტყლის მარადმწვანე ტყეები, რომლებიც ძირითადად ფიჭვის სხვადასხვა სახეობისაგან შედგება. ფიჭვი შეგუებულია უნაყოფო ნიადაგზე, გვალვაში და ნახანძრალზე ზრდას.

ცენტრალური კალიფორნიის და სამხრეთ—დასავლეთის შტატების ზოგიერთ უფრო მშრალ ოლქში გავრცელებულია ტყეები დაბალი ტანის ხეებით, ბუჩქები და ბალახოვანი მცენარეები. უფრო მშრალ ოლქებში, როგორცაა კალიფორნიის განაპირა ნაწილი, გავრცელებულია ჩაპარალები, რომელთაც ბუჩქოვან თანასაზოგადოებებსაც უწოდებენ. ჩაპარალები შედგება მარადმწვანე და ფოთოლმცვენია ბუჩქებისაგან, დაბალი ტანის ხეებისაგან, რომელთაც შეუძლიათ აიტანონ ამ ოლქისათვის ტიპური გვალვები და ხანძრები. ხანძრის დროს ამ ბუჩქების მიწისზედა ნაწილი იწვეება მთლიანად, მაგრამ შემოდგომით, როდესაც წვიმები იწყება, ნიადაგში დარჩენილი ფესვებიდან ახალი აღმონაცენი ვითარდება. ფართო ჩრდილო—ამერიკულ პრერიებს შეესატყვისება ევროპისა და აზიის სტეპები, სამხრეთ ამერიკის პამპასები და სამხრეთ აფრიკის ველდამები. ამ მცენარეულ ზონებს უკავიათ მატერიკის შუა ნაწილის საკმაოდ მშრალი ოლქები (სავანები გავრცელებულია მსგავს, მაგრამ უფრო ცხელ ოლქებში). დედამიწის ზომიერი სარტყლის პრერიებისა და სტეპების მნიშვნელოვანი ნაწილი ნაყოფიერი ნიადაგის სქელი ფენის გამო გადაქცეულია მდიდარ ბელლად, სადაც გავრცელებულია მარცვლოვანი და პარკოსანი კულტურები. პრერიისა და სტეპის მხოლოდ მცირე ნაწილია შენარჩუნებული პირველადი სახით.

ზომიერი სარტყლის უდაბნოები გავრცელებულია იმ ადგილებში, სადაც დიდი სიმშრალეა, სტეპებშიც კი, მაღალმთიანი ქედების

თხემზე. მაგალითად, ჩრდილო ამერიკის დიდ აუზში არსებობს ფართო ოლქები, სადაც თითქმის არაფერი იზრდება გარდა აბზინდას, წერილი კაქტუსებისა და ზოგიერთი სხვა გვალვამძლე ბალახოვანი მცენარეებისა.

ზომიერი ოლქის ცხოველთა სამყარო ნაკლებად მრავალფეროვანია და ნაკლებად შეფერილია ტროპიკების ცხოველებთან შედარებით. აქ ბევრია ფრინველები და ძუძუმწოვრები, მაგრამ ამფიბიები და ქვეწარმავლები, რომელთა სხეულის ტემპერატურა დამოკიდებულია გარემოს ტემპერატურაზე, მცირე რაოდენობითაა. ფრინველების მრავალი სახეობა ზამთარში ტროპიკებში მიფრინავს.

#### 4.4. ტაიგა და ტუნდრა

ტაიგა ანუ ჩრდილოეთის ტყე, როგორც მას ზოგჯერ უწოდებენ, გადაჭიმულია თითქმის დაუსრულებელ ერთგვაროვან სარტყლად მთელ კანადასა და ციმბირში, ერთგვაროვანია, რადგანაც აქ მხოლოდ უკიდურესად ცივ კლიმატთან შეგუებული მცენარეები (ნაძვი, ფიჭვი, სოჭი) იზრდება. აქ მკვეთრადაა გამოხატული სეზონთა ცვლა. ძალიან გრძელი ზამთრის გამო ნალექების უმეტესობა თოვლის სახით მოდის. ზამთარში, როდესაც ნიადაგი იყინება, ხეები ვერ ავსებენ აორთქლებით დაკარგული წყლის მარაგს, თუმცა ნემსისებური ფოთლები და მათი სქელი ცვილისებური კუტიკულა ამცირებენ წყლის აორთქლებას.

ტაიგაში ცხოვრობენ ლოსები, სამურავეები, მგლები, ფოცხვრები, ზაზუნები, ციყვები, გუგულები და მრავალი გადამფრენი ფრინველი.

ტაიგის ჩრდილოეთით არის უტყეო ტუნდრა, სადაც ხარობს დაბალი ბალახოვანი მცენარეები, ჯუჯა ბუჩქები და მღიერები. კლიმატი



ხელს არ უწყობს ხეების ზრდას, ხოლო ნიადაგის ფენა ღრმა არ არის და ხშირად მუდმივად გაყინულია. ზაფხულში საკმაოდ თბილა და ნიადაგი სიღრმეში რამდენიმე ათეულ სანტიმეტრამდე ლღვება. ტუნდრაში ვეგეტაციური სეზონი ძალიან მოკლეა. ამიტომ მცენარეული საფარის დაზიანებისას იგი ძალიან ნელა აღდგება.

ტუნდრის ყველაზე მსხვილი ცხოველებია კანადური ირმები, ხარვერძები და ჩრდილოეთის ირმები, ლემინგები, პოლარული ბუები, ყარსალები. საძურავეები ასევე ტიპიურია ტუნდრისათვის. ზაფხულობით აქ ბინადრობენ მრავალრიცხოვანი გადამფრენი ფრინველები. ჰაერს ავსებენ სხვადასხვაგვარი მწერები.

ტაიგა და ტუნდრა გავრცელებულია არა მხოლოდ უკიდურეს ჩრდილოეთში, არამედ მთებშიც დიდ სიმაღლეზე.

#### 4.5. ზღვის თანასაზოგადოებები

ტერმინი “ბიომი” გამოიყენება მხოლოდ ხმელეთის თანასაზოგადოებებისათვის, მაგრამ არსებობს მრავალი სხვადასხვაგვარი – როგორც ზღვის, ასევე მტკნარი წყლების თანასაზოგადოებები, რომლებიც ბიომს იმით ჰგვანან, რომ ერთნაირები არიან ადგილმდებარეობის მიუხედავად. განვიხილოთ ზღვის ზოგიერთი თანასაზოგადოება.

როგორც ხმელეთის, ასევე ზღვის ორგანიზმების გავრცელება დამოკიდებულია ფიზიკურ და ქიმიურ ფაქტორებზე. ტემპერატურა და მზის სინათლე ზღვაშიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ. ზღვის ორგანიზმები წყლის უკმარისობას არ განიცდიან, მაგრამ ზოგიერთ ადგილებში მინერალური მარილები არასაკმარისი რაოდენობითაა წყალში გახსნილი, რაც სიცოცხლეს ზღუდავს.

ღია ოკეანეში კარგად გამოირჩევა სიცოცხლის ორი ზონა. ზედაპირის მაზლობლად ბინადრობს პლანქტონი, რომელიც შედგება წვრილი, წყალში შეტივტივებული ორგანიზმებისაგან. ფოტომასინთეზებელი, ე.ი. მცენარეული პლანქტონი წარმოადგენს პლანქტონისავე წვრილი ცხოველების საკვებს, რომელთაც თავის მხრივ საკვებად იყენებენ მსხვილი, აქტიურად მოძრავი თევზები და ვეშაპები. როდესაც ზედა შრის წარმომქმნელი ორგანიზმები იღუპებიან, მათი სხეულები ოკეანის ფსკერზე ეშვება, რაც საკვებით უზრუნველყოფს ფსკერის თანასაზოგადოებას – ბენტოსს. მის შემადგენლობაში შედის ორგანული ნივთიერების დამშლელი ცხოველები და ბაქტერიები. ასეთ სიღრმეზე არსებობა არც ერთ მცენარეს არ შეუძლია, რადგან იქამდე მზის სინათლე ვერ აღწევს. ზღვის ფსკერზე მობინადრე ორგანიზმებმა უნდა გაუძლონ უზარმაზარ წნევას, რომელსაც წყლის ზედა ფენა ავითარებს.

წყლის ზედაპირზე გავრცელებული თანასაზოგადოებები უხვად მარაგდებიან მზის სინათლით, რაც აუცილებელია მცენარეებში ფოტოსინთეზისათვის. მაგრამ მცენარეებისათვის ასევე აუცილებელია მინერალური მარილებიც, რომლებიც ოკეანის ზედა შრეებში მცირე რაოდენობითაა. ცოცხალი ორგანიზმები ძირითადად თავმოყრილია აპველინგის რაიონებში – სიღრმიდან ამოსულ წყალს თან საკვები ნივთიერებებით მდიდარი დანალექები მოჰყვება.

წყალმარჩხ ადგილებში ბინადრობენ სხვადასხვა მცენარეები და ცხოველები. მცენარეები ემაგრებიან ფსკერზე არსებულ ქვებს და ლებულობენ ფოტოსინთეზისათვის აუცილებელ მზის სინათლეს. ეს მცენარეები წარმოადგენენ მრავალი ცხოველის თავშესაფარსა და საკვებს. ცოცხალი ორგანიზმებით უფრო მდიდარია წყალსარჩხი ტროპიკული ზღვების მარჯნის რიფები, სადაც მზის სინათლის

სიუხვე და მაღალი ტემპერატურა უზრუნველყოფს მცენარეთა სწრაფ ზრდას. ისინი თავის მხრივ უზრუნველყოფენ ბალახის-მჭამელი ცხოველების მრავალფეროვნებას.

#### 4.6. ეკოლოგიური სუქცესია

ზღვის სანაპიროს დიდი ნაწილი უკავია არა ბუნებრივ თანასაზოგადოებებს, არამედ ფერმებს, გზებსა და სხვადასხვაგვარ მშენებლობებს. ყველასათვის ცნობილია, თუ რატომ მივყავართ თანამედროვე ადამიანების საქმიანობას ბუნებრივი საარსებო გარემოს დარღვევამდე. ადამიანი ანადგურებს მცენარეულობას, რომ გაათავისუფლოს ადგილი თავისი საჭიროებისათვის. ამიტომ როდესაც ამბობენ, რომ მოცემულ ადგილას თანასაზოგადოების ტიპი განისაზღვრება კლიმატით, მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული ის თანასაზოგადოება, რომელიც იარსებებდა ამ ადგილას, თუ მასზე არ იმოქმედებდნენ ზანგრძლივი დროის განმავლობაში და არა ის, რაც ამჟამად არსებობს. თანასაზოგადოებას, რომელიც არსებობს გარკვეულ ადგილზე გარედან ჩარევის გარეშე და რჩება უცვლელი, ვიდრე რაიმე დარღვევა არ მოხდება, კლიმაქსური თანასაზოგადოება ეწოდება.

ადამიანის საქმიანობის ან სტიქიური უბედურების (როგორცაა წყალდიდობა ან ხანძარი) შედეგად თანასაზოგადოების დარღვევის შემთხვევაში იწყება მისი აღდგენის პროცესი – სუქცესია. სუქცესია წარმოადგენს ცვლილებათა თანმიმდევრობას, რასაც საბოლოოდ კლიმაქსური თანასაზოგადოების წარმოქმნამდე მივყავართ (იმ პირობით, რომ შემდგომი დარღვევები არ მოხდება). სუქცესიის მაგალითს წარმოადგენს კლიმაქსური ფოთოლმცენი ტყეების

აღდგენა მიტოვებულ ველებზე, რომლებსაც აღარ ამუშაებენ. აქ იზრდება ერთწლოვანი ბალახოვანი მცენარეები, როგორიცაა შავი მდგოგვი, ამბროზია, ბაბუაწვერა. ეს მცენარეები ახალ ადგილსამყოფელში სწრაფად იზრდებიან, იძლევიან დიდი რაოდენობით თესლს, რომელიც დიდ ფართობზე ვრცელდება ქარის ან ცხოველების საშუალებით. მალე აქ გაჩნდება უფრო მაღალი მცენარეები, როგორიცაა ოქროწყებლა და მრავალწლოვანი ბალახები. რადგანაც ეს მცენარეები ჩრდილავენ ნიადაგს, ხოლო მათი ფესვთა სისტემა ნიადაგიდან მთელ ტენს იღებს, აქ პირველად მოხვედრილი სახეობების ზრდა ფერხდება. მაღალ მცენარეებს თავის მხრივ ჩრდილავენ და წყალს ართმევენ ხე-პიონერების ისეთი აღმონაცენები, როგორიცაა შოთხვი და ვერხვი. სუქცესია აქ არ ხდება, რადგან ხე-პიონერები ვერ წარმოქმნიან ზრდასრულ კლიმაქსურ ტყეებს, რადგან მათ ახალგაზრდა აღმონაცენს ჩრდილავენ მუხა, წიფელი და ნეკერჩხალი. დაახლოებით 100 წლის შემდეგ ამ უბანზე აღდგება საწყისი კლიმაქსური თანასაზოგადოების შემადგენლობა. სუქცესიას ქალაქის ქუჩებშიც შეიძლება დავაკვირდეთ. ხავსები, მღიერები და სარეველები სახლდებიან ტროტუარის ნაპრალებში, სადაც გროვდება ჩამოცვენილი ფოთლები და ნაგავი. აქ შეიძლება ამოვიდეს საკმაოდ მსხვილი მცენარეები, ხოლო შესაკეთებელ სახურავებზე – ხავსები. თუ შეწყვეტენ ქუჩის დასუფთავებას და შეკეთებას, რუსთაველის პროსპექტიც შეიძლება ტყიან ადგილად გადაიქცეს.

რატომ ბინადრობენ ორგანიზმები სახელდობრ იქ, სადაც ბინადრობენ?

1. ყოველი ორგანიზმისთვის აუცილებელია განსაკუთრებული გარემო: ფიზიკური (კლიმატი, ნიადაგი), ქიმიური (მაგალითად, ნიადაგის ქიმიური შედგენილობა) და ბიოტური (სხვა სახეობის

ორგანიზმები) პირობები არ უნდა არღვევდნენ მოცემული სახეობის ტოლერანტობის საზღვრებს.

2. ორგანიზმების გავრცელება დამოკიდებულია მათ უნარზე — დამკვიდრდნენ მათთვის ხელსაყრელი პირობების მქონე ოლქში.

3. ორგანიზმების გავრცელებაზე ასევე გავლენას ახდენს მათი ევოლუციური ისტორია.

#### მეოთხე თავის მოკლე შინაარსი

ორგანიზმების გავრცელება განისაზღვრება შესაფერისი ადგილმდებარეობით და მასში შეღწევის უნარით. ადგილმდებარეობის ვარჯისიანობა ძირითადად დამოკიდებულია კლიმატზე: სინათლის ინტენსივობაზე, ტემპერატურაზე, რაც თავის მხრივ დამოკიდებულია მზის სინათლის ინტენსივობასა და ტენზე. დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ნიადაგსა და ზღვის წყალში საკვები ნივთიერებების შედგენილობას.

მოცემული ოლქის კლიმაქსური თანასაზოგადოების შედგენილობა განისაზღვრება მისი კლიმატით, მაგრამ ამ ოლქის ცალკეული უბნები ყოველთვის იმყოფებიან ეკოლოგიური სუქცესიის სხვადასხვა სტადიაზე, გარემოს სხვადასხვაგვარი დარღვევის გამო. ორგანიზმებს, რომლებიც ადაპტირებული არიან არასტაბილურ თანასაზოგადოებებში ცხოვრებასთან, რაც დამახასიათებელია სუქცესიის ადრეული სტადიისათვის, გააჩნიათ ეფექტური შეგუებულობები განსახლებისათვის, მუდმივად მკვიდრდებიან ახალ-ახალ ადგილებში და იცავენ თავის არსებობას. განსახლებისადმი შეზღუდულობა ორგანიზმების უმეტესობას არ აძლევს საშუალებას, დაიკავონ

ყველა შესაძლებელი ადგილი. ამიტომ დედამიწის სხვადასხვა ნაწილში არსებობენ მსგავსი თანასაზოგადოებები, რომლებიც მსგავსი სახეობებითაა წარმოდგენილი. ისინი გავრცელდნენ კონვერგენტული ევოლუციის – მსგავს საარსებო პირობებთან ორგანიზმების ადაპტაციის შედეგად.

## შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

ამოარჩიეთ საუკეთესო პასუხი მოცემულ კითხვებზე:

1. მცენარეულობის მსგავსების ერთ-ერთი მიზეზი – ზღვის დონიდან სიმაღლის მომატებისას განედზე განსახლება მდგომარეობს იმაში, რომ:
  - ა) როგორც განედის, ასევე სიმაღლის მატებასთან ერთად გარემოს ტემპერატურა ეცემა.
  - ბ) მთის ფერდობებზე მზის სხივების დაცემა ნაკლებია.
  - გ) მთის წვეროვებზე ყოველთვის არის ღრუბლები.
  - დ) მცენარეებს უძნელდებათ მთის კალთებზე განსახლება.
2. ღია ოკეანის ზედაპირულ შრეებში სიცოცხლე ხშირად შეზღუდულია
  - ა) ტემპერატურით.
  - ბ) საკვები ნივთიერებების რაოდენობით.
  - გ) ჟანგბადის უკმარისობით.
  - დ) წყლის არსებობით.
  - ე) არც ერთი ჩამოთვლილი ფაქტორით.
3. ფოთოლმცვენ ტყეში არსებული პატარა ტბა თანდათან ივსება მინერალური წარმოშობის ნაწილაკებით და ჩამოცვენილი ფოთლებით, რასაც ნიადაგის წარმოქმნამდე მივყავართ. თანმიმდევრობით ჩამოთვალეთ მცენარეების ტიპები, რომლებიც გამოჩნდებიან ამ უბნებში ეკოლოგიური სუქცესიის შემდეგ და დაასახელეთ ის კლიმაქსური საზოგადოება, რომელიც საბოლოოდ ჩამოყალიბდება აქ.

## IV თავი. ორგანიზმების გამრავლება

4. ქვემოთ ჩამოთვლილი ორგანიზმების წყვილიდან რომელი წარმოადგენს კონვერგენტული ევოლუციის მაგალითს?
- ა) თეთრი დათვი და პანდა.
  - ბ) მუხა და ნეკერჩხალი.
  - გ) მგელი და ავსტრალიური ჩანთოსანი მგელი.
  - დ) ამერიკული ბიზონი და თეთრკუდა ირემი.
  - ე) სკუნსი (მყრალა) და ენოტი.

### კითხვები განხილვისათვის

1. როგორი კლიმაქსური თანასაზოგადოებაა დამახასიათებელი ჩვენი პირობებისათვის?  
ადგილობრივ მცენარეებში კლიმატისადმი როგორი ადაპტაციები შეიმჩნევა?  
როგორ იყენებს ადამიანი თავისი მიზნებისათვის ამ ადგილის თავისებურებებს?
2. ახდენს თუ არა ადამიანი გარემოში მოცემული ადგილისათვის დამახასიათებელი კლიმატისა და მცენარეულობისათვის შეუთავსებელ ცვლილებებს? თუ ახდენს, რაში მდგომარეობს იგი?  
ლუიზიანას შტატის სამხრეთი ნაწილი და ფლორიდის ჩრდილოეთი ნაწილი ეკვატორიდან ისეთსავე მანძილზე მდებარეობენ, როგორც მექსიკისა და ტეხასის უდაბნოები. ლუიზიანასა და ფლორიდის ეს რაიონები რატომ არ წარმოადგენენ უდაბნოს იმავე განედზე არსებული მექსიკისა და ტეხასის რაიონების მსგავსად?
3. ზომების მიხედვით ტუნდრის მცენარეულობა რატომ არის ნაკლებად მრავალგვარი, ვიდრე ტროპიკული ოლქის მცენარეულობა?

4. თქვენი აზრით, როგორ უნდა იქნას გამოყენებული მიქცევა-მოქცევის ზონა? შეიძლება თუ არა იგი დარჩეს ბუნებრივ
5. მდგომარეობაში, თუ უნდა გაშენდეს და გადაიქცეს საკურორტო ზონად?
6. მიტოვებულ მდელოებზე სუქცესია თანდათან ნელდება. ახსენით, რატომ ხდება ეს?

მცირე ველებზე რატომ ბინადრობენ ზოგიერთი სახეობის ორგანიზმები, რომლებიც განსხვავდებიან მათ ირგვლივ არსებულ კლიმაქსურ ტყეებში გავრცელებული სახეობებისაგან?



---

## V თავი

### ეკოსისტემა

ამ თავის დამუშავების შემდეგ თქვენ უნდა შესძლოთ:

1. განმარტოთ, რა არის ეკოსისტემა, ჩამოთვალოთ მისი ძირითადი და მეორეხარისხოვანი კომპონენტები და აღწეროთ თითოეული მათგანის როლი.
2. მიუთითოთ ეკოსისტემათა უმრავლესობის ენერჯის წყარო.
3. შეადგინოთ მარტივი კვებითი ქსელის სქემა და აღწეროთ ბიოგენური ელემენტებისა და ენერჯის მიმოქცევა ნაკადში. ზუსტად განსაზღვროთ ამ ეკოსისტემის ყოველი კომპონენტის ტროფიკული დონე.
4. განმარტოთ, რა არის ეკოსისტემის პროდუქტიულობა. ჩამოთვალოთ ფაქტორები, რომლებიც სხვადასხვა თანასახოგადობის პროდუქტიულობას ზღუდავენ.
5. განმარტოთ დებულება, რომლის თანახმადაც ეკოსისტემა “ღია თერმოდინამიკური სისტემაა“ და მასში საკვები ელემენტების უწყვეტი წრებრუნვა მიმდინარეობს. შეაფასოთ ყოველ ტროფიკულ დონეზე შთანთქმული ენერჯის ის რაოდენობა, რომელიც უშუალოდ ზრდაზე იხარჯება.
6. შეადგინოთ საკვების რომელიმე ელემენტის მიმოქცევის მარტივი სქემა.
7. ჩამოაყალიბოთ განსხვავება ოლიგოტროფულ და ევტროფულ ტბებს შორის.
8. აღწეროთ ოლიგოტროფული ტბის საკვები ელემენტებითა და სითბური დაბინძურების სურათი.
9. აღწეროთ, რამდენადაა შესაძლებელი დაბინძურებული წყალსატევის “გასუფთავება“.

ჩვენი პლანეტის ტენიანი ტროპიკული ტყეები და პრერიები ათასობით კილომეტრზეა გადაჭიმული. ასეთი მასშტაბის სივრცეების ეკოლოგიის შესწავლა პრაქტიკულად შეუძლებელია. უფრო მოსახერხებელია შევისწავლოთ შედარებით მცირე ტერიტორიები, მაგალითად, რომელიმე ფერდობი, ტბა ან ველი. ასეთი გამოკვლევის მიზანშეწონილობა ეკოლოგებმა დიდი ხნის წინ გააცნობიერეს. 1887 წელს ბიოლოგი სტეფან ფორბსი წერდა:

“ტბა პატარა, ჩაკეტილი სამყაროა, რომელიც ყველა ძირითადი ფაქტორის გავლენას განიცდის. აქ სიცოცხლისათვის ჩვეული მოვლენები მთელი სიცხადით იშლება იმდენად მცირე მასშტაბში, რომ ადამიანის გონება მათ ბოლომდე აღიქვამს. თუკი ვინმე შავი ქორჭილას შესწავლას მოისურვებს, მხოლოდ ამ სახეობით ვერ შემოიფარგლება. ნათელია, რომ საჭიროა იმ სახეობების შესწავლაც, რომლებზეც შავი ქორჭილაა დამოკიდებული და ასევე იმ ფაქტორებისა, რომლებიც ამ სახეობათა არსებობის საფუძველია“.

ფორბსისეულ ტბას ან სხვა მეტ-ნაკლებად შემოსაზღვრულ და დეტალურად შესწავლისათვის ხელსაყრელ ერთეულს ეკოსისტემას ეწოდება.

ეკოსისტემას სხვა მახასიათებლებიც აქვს. ის მოცემულ რაიონში მობინადრე ყველა ორგანიზმისა და მათი გარემომცველი ფიზიკური და ქიმიური გარემოსაგან შედგება. ეკოსისტემის კომპონენტებს ურთიერთგავლენისა და ურთიერთდამოკიდებულების რთულ ქსელს ქმნიან. ამის გამო მისი შესწავლა ადვილი როდია. სიმარტივისთვის ეკოსისტემა განიხილება, როგორც იზოლირებული ერთეული მაგრამ სინამდვილეში მისი კომპონენტები მუდმივად გადაადგილდებიან ერთი ეკოსისტემიდან მეორეში (მაგალითად, ნიადაგისა და ფოთლების ტბაში ჩარეცხვა, ფრინველების მიმოფრენა და ა.შ.

გარდა ბუნებრივისა, არსებობს ხელოვნური ეკოსისტემებიც. ასეთია მაგალითად, კოსმოსური სადგური, აკვარიუმი ან ქოთანის, რომელშიც ოთახის მცენარეები იზრდება. ეკოლოგები ფერმერულ მეურნეობებსაც ეკოსისტემებს აკუთვნებენ. მართლაც, პლანტაციები და ნათესები კულტურულ მცენარეებს, პესტიციდებს, სასუქებს, კლიმატს, ადგილობრივ ფლორასა და ფაუნას შორის არსებული ურთიერთკავშირების რთული სისტემაა. ამის გაუთვალისწინებლად მეურნეობის ეფექტური წარმართვა ძნელია.

ამ თავში ჩვენ ეკოსისტემის ცოცხალ და არაცოცხალ კომპონენტებს დავახასიათებთ. შევეხებით, აგრეთვე, მათ შორის არსებულ რთულ კავშირებს და საბოლოოდ ტბის ეკოსისტემას განვიხილავთ.

### 5.1. ეკოსისტემის ძირითადი კომპონენტები

წყალი, ნახშირორჟანგი, სხვადასხვა არაორგანული ნივთიერება, ჟანგბადი (უმეტეს შემთხვევაში) და ცოცხალ ორგანიზმთა სახეობები ეკოსისტემის ძირითადი კომპონენტებია. გარდა ამისა, ეკოსისტემები საჭიროებენ ენერგიას.

ენერგია. ჩვენი საუკუნის სამოცდაათიან წლებში მრავალ ქვეყანას ენერგეტიკული კრიზისის გადატანა მოუხდა (ამგვარ კრიზისს ამჟამად ჩვენი ქვეყანაც განიცდის). კრიზისმა ნათელყო, რომ ორგანიზმის, ადამიანთა საზოგადოების თუ ეკოსისტემის ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია ენერგია. ენერგია სხვადასხვა სახით არსებობს და ერთი ფორმიდან მეორეში გადასვლის უნარი შესწევს. მაგალითად, ნავთობსა და ქვანახშირში არსებული ქიმიური ენერგია ელექტროსადგურებში ელექტრულ ენერგიად, ხოლო ჩვენს სახლებში – ნათურის სინათლის ენერგიად გარდაიქმნება. ენერგიის

ამგვარი გარდაქმნები ფიზიკის კანონებით აღიწერება, რომლებიც თერმოდინამიკის კანონების სახელწოდებითაც ცნობილი.

თერმოდინამიკის პირველი კანონის თანახმად ენერგია ერთი ფორმიდან მეორეში გარდაქმნისას არც ჩნდება და არც იკარგება. ენერგიის საერთო რაოდენობა უცვლელია. მაგრამ თერმოდინამიკის მეორე კანონის თანახმად, ამგვარი გარდაქმნებისას სასარგებლო ენერგიის ნაწილი უსარგებლო სითბოში გადადის. მაგალითად, ჩართვის შემდეგ ნათურა ხურდება, ხოლო ელექტროსადგურის ტურბინების გასაცივებლად ნახმარ წყალს თან სითბოს უზარმაზარი რაოდენობა მოაქვს. ამიტომ, ყოველი გარდაქმნისას სასარგებლო ენერგიის რაოდენობა იკლებს. შენარჩუნებულია მხოლოდ მისი ნაწილი, რის გამოც სულ რამდენიმე გარდაქმნის შემდეგ სასარგებლო ენერგიის რაოდენობა მნიშვნელოვნად მცირდება.

მარტივად თუ ვიმსჯელებთ, თერმოდინამიკის კანონები შემდეგში მდგომარეობს: პირველი კანონი: ვერ მოიგებ იმაზე მეტს, რაც დახარჯე. მეორე კანონი: კუთვნილიც “არ შეგრჩება“. ამ კანონებით შესაძლებელია როგორც ცოცხალი, ისე არაცოცხალი სისტემების აღწერა.

ენერგია და ნივთიერება ეკოსისტემებში.

მზე ყოველი ცოცხალისათვის ენერგიის პირველი წყაროა. მზის ენერგია ორგანიზმთა თანასაზოგადოებაში მწვანე მცენარეებს მოაქვთ. მცენარეებს, უმარტივესებსა და ზოგიერთ ბაქტერიას ფოტოსინთეზის უნარი აქვთ. მწვანე მცენარეები ფოტოსინთეზისას ენერგიით ღარიბი ნივთიერებებიდან (ნახშირორჟანგიდან და წყლიდან) ენერგიით მდიდარ ნაერთებს ქმნიან. ამ პროცესში მზის ენერგია

## V თავი. ეკოსისტემები

მონაწილეობს, რომლის ნაწილიც მიღებული ნაერთების ქიმიურ ბმებში გროვდება. ფოტოსინთეზის თანაპროდუქტია ჟანგბადი. პროცესის მიმდინარეობისათვის აუცილებელია არა მარტო მზის ენერგია, წყალი და ნახშირორჟანგი, არამედ წყალში გახსნილი მინერალური მარილების მცირე რაოდენობაც.

მიღებული ორგანული ნივთიერებები ენერგიის წყაროა იმ ორგანიზმებისთვისაც, მცენარეებით რომ იკვებებიან. საკვებში დაგროვილი ენერგიის გამოთავისუფლება სუნთქვის პროცესში ხდება. სუნთქვისათვის აუცილებელია ჟანგბადი. შედეგად მიიღება ნახშირორჟანგი, წყალი და ენერგია – ფოტოსინთეზის საწყისი პროდუქტები. გამოყოფილი ენერგიის ნაწილი სასარგებლო მუშაობას ხმარდება, ხოლო დანარჩენი სითბოს სახით იფანტება. ამრიგად, როგორც ვნახეთ, ფოტოსინთეზი და სუნთქვა ერთმანეთს ავსებენ. სხვა სიტყვებით, ეს ორი პროცესი კომპლემენტურია:

### ფოტოსინთეზი:

ნახშირორჟანგი + წყალი + ენერგია → ორგანული ნივთიერებები + ჟანგბადი

### სუნთქვა:

ორგანული ნივთიერებები + ჟანგბადი → ნახშირორჟანგი + წყალი + ენერგია

(ამ პროცესების ქიმიზმი დაწვრილებით მე-11 და მე-12 თავებშია აღწერილი).

ორგანული ნივთიერებები მხოლოდ ენერგიის წყარო როდია. ორგანიზმები მათ საკუთარი ქსოვილების შესაქმნელადაც იყენებენ. ფოტოსინთეზის საბოლოო პროდუქტები მწვანე მცენარეებიდან ეკოსისტემის სხვა ორგანიზმებში გადადიან. შემდეგ, სუნთქვის დროს,

ისინი იშლებიან, ხოლო გამოყოფილი ენერგია ქვემოთ ჩამოთვლილ პროცესში იხარჯება:

ცხრილი 5.1. ორგანიზმთა აქტიურობის სახეები, რომლებიც ენერგიის ხარჯვას მოითხოვენ

საკვები ნივთიერებებისა და ენერგიის მიღება  
ორგანიზმის მთლიანობისა და ფუნქციების შენარჩუნება  
ორგანიზმის ფარგლებში ნივთიერებათა გადაადგილება  
რეაქცია გარეგან გამლიზიანებელზე  
მოძრაობა  
განვითარება  
ზრდა  
გამრავლება

წყალს, ნახშირორჟანგსა და მინერალურ ნივთიერებებს კვლავ მწვანე მცენარეები შთანთქავენ და ყველაფერი მეორდება. ეკოსისტემაში ნივთიერებები უსასრულო წრებრუნვაშია. აღნიშნული არ ეხება ენერგიას, ვინაიდან ის ნაბიჯ-ნაბიჯ უსარგებლო სითბოში გადადის. ამის გამო ეკოსისტემას ენერგია განუწყვეტლივ უნდა მიეწოდებოდეს.

ეკოსისტემათა უმრავლესობაში საკვების ძირითადი წყარო ცოცხალი მწვანე მცენარეებია. ასეთებია, მაგალითად, ყველასათვის კარგად ცნობილი საძოვრის ეკოსისტემა. ზოგიერთი ეკოსისტემა თითქმის ან მთლიანად მოკლებულია მზის სინათლეს (ზღვის ფსკერი დიდ სიღრმეებში, უღრანი ტე, ტყის ტბები და ნაკადულები და ა.შ.). ამგვარ დეტრიტულ ეკოსისტემებში საკვების წყაროა განათებული

ადგილების მცენარეები. ზღვის ფსკერზე მობინადრე სახეობები წყლის ზედა ფენებიდან დაშვებული მკვდარი ორგანიზმებით იკვებებიან, მაგრამ მათთვისაც ენერჯის პირველი წყარო მზეა. ის რომ ჩამქრალიყო, სიცოცხლე საკმაოდ მალე არსებობას შეწყვეტდა.

სხვადასხვა ორგანიზმის ეკოლოგიური როლი. მწვანე მცენარეები თვითონ ქმნიან საკვებს და ამიტომ მათ პროდუცენტები ეწოდებათ. მცენარეები, ერთი შეხედვით, სხვა ორგანიზმებისაგან დამოუკიდებელნი არიან, მაგრამ ასე არ არის. დედამიწაზე მართო პროდუცენტი მცენარეები რომ არსებობდნენ, მინერალური ნივთიერებების მარაგი მალე გამოილეოდა. მცენარეები მას მთლიანად შთანთქავდნენ. ეს არ ხდება იმის გამო, რომ სხვა ორგანიზმები — რედუცენტები მკვდარი მცენარეების ორგანულ ნივთიერებებს მარტივ ნაერთებადღე შლიან. რედუცენტებს მიეკუთვნებიან ბაქტერიები, სოკოები, ზოგიერთი ლეშის მჭამელი მწერი და ჭია.

ეკოსისტემა მხოლოდ პროდუცენტებისა და რედუცენტებისაგან შემდგარი რომ ყოფილიყო, უსასრულოდ დიდხანს იარსებებდა, მაგრამ პროდუცენტების საკვები ნივთიერებები და ენერჯია კონსუმენტების მიერაც მოიხმარება. კონსუმენტებს განეკუთვნებიან ბალახის მჭამელი, მტაცებელი, ყველაფრის მჭამელი ცხოველები და პარაზიტები.

## 5.2. კვებითი ქსელი და ენერჯის ნაკადი

ეკოსისტემის ცოცხალი ორგანიზმების კვების თავისებურებების შესწავლა საშუალებას გვაძლევს წარმოდგენა შევიქმნათ კვებითი ქსელის შესახებ. კვებითი ქსელი ნათლად გვიჩვენებს, როგორ გადაეცემა საკვები ელემენტები და ენერჯია ერთი ორგანიზმიდან მეორეს. ენერჯია და საკვები ელემენტები ერთად ზვდებიან კვებით ქსელში. ეს ფოტოსინთეზის დროს ხდება, როდესაც მწვანე მცენარე რთული ორგანული ნივთიერებების სახით მზის ენერჯიას იმარაგებს. მცენარეები ბალახის მჭამელთა საკვებია, ხოლო ეს უკანასკნელნი – მტაცებლების მსხვერპლი. ასე გადაადგილდება ენერჯია კვებით ქსელში. ყოველი ორგანიზმი საკვებში არსებული ენერჯიის უდიდეს ნაწილს თვითონ იყენებს და ამიტომ მტაცებლის წილად მცირე რაოდენობა რჩება.

ეკოსისტემის სხვადასხვა კვებით ღონეებს ტროფიკულ ღონეებს უწოდებენ (ბერძნულად “ტროფე” – საკვები, კვება). პროდუცენტები (მცენარეები) პირველ ტროფიკულ ღონეს ქმნიან, პირველი რიგის კონსუმენტები (ბალახის მჭამელები) – მეორეს, მეორე რიგის კონსუმენტები (მტაცებლები) – მესამეს და ა.შ. ზოგიერთი ორგანიზმი რამდენიმე ტროფიკულ ღონეზე იკვებება. ამის მაგალითია ცხოველი, რომელიც მცენარეებითა და პირველი რიგის კონსუმენტებით საზრდოობს.

ეკოსისტემაში მოძრავი ენერჯიის სხვადასხვა წერტილში გაზომვით შესაძლებელია დადგინდეს: მზის ენერჯიის ის რაოდენობა, რომელიც თანასაზოგადოების წილად მოდის. ფოტოსინთეზის შედეგად მიღებული ორგანული ნაერთების ენერგომცველობა. მცენარეულ საკვებში არსებული ენერჯიის ის ნაწილი, რომელიც



ბალახის მჭამელის მიერ მოიხმარება. საკვების ენერჯის ის ნაწილი, რომელსაც ბალახის მჭამელი მოიხმარს მანამდე, ვიდრე მსხვერპლი გახდებოდეს. განვიხილოთ ზოგიერთი შესაძლებლობა.

ჯამურ სიჩქარეს, რომლითაც ეკოსისტემის მწვანე მცენარეები მზის ენერჯიას იმარაგებენ, ამ ეკოსისტემის საერთო პირველადი პროდუქტიულობა ეწოდება. ფოტოსინთეზის შედეგად დაგროვილი ენერჯის ნახევარს მცენარე მაშინვე, სუნთქვის პროცესში ხარჯავს. დარჩენილი ენერჯია თანასაზოგადოების სუფთა პირველადი პროდუქციაა.

სუფთა პროდუქცია = საერთო პროდუქცია – სუნთქვითი დანახარჯები

რადგან ცოცხალ ორგანიზმებში ენერჯია და საკვები ერთად ხვდება, ამიტომ სუფთა პირველადი პროდუქტიულობა შესაძლებელია განისაზღვროს როგორც მცენარის მასის ზრდის სიჩქარე (ე.ი. როგორც მასის ნამატი დროის ერთეულში. ის ენერჯის ეკვივალენტურია, მაგრამ გასაზომად უფრო ადვილია). სუფთა პირველადი პროდუქცია ანუ ახლადწარმოქმნილი მცენარეული მასალა ბალახის მჭამელთათვის ხელმისაწვდომი საკვებია. მისი რაოდენობა სხვადასხვა თანასაზოგადოებაში განსხვავებულია (იხ. ცხრილი 5.2).

რითია განპირობებული პროდუქტიულობის გეოგრაფიული განსხვავებები? როგორც ითქვა, მცენარეებს ზრდისათვის სხვადასხვა რესურსები ესაჭიროებათ. თუ რომელიმე მათგანი არასაკმარისია, ის შემზღუდველი ხდება და ზრდის პროცესს აფერხებს. მაგალითად, უდაბნოში შემზღუდველი ფაქტორი წყლის უკმარისობაა, ხოლო ტუნდრაში – დაბალი ტემპერატურა (ტემპერატურას დიდი მნიშვნელობა აქვს, ვინაიდან ორგანიზმთა უმრავლესობაში

ფოტოსინთეზის, სუნთქვისა და ზრდის პროცესები ყველაზე ეფექტურად 20°C–დან 40°C–მდე ინტერვალში წარიმართება). ოკეანეების პროდუქტიულობა სითბოს, მზის სინათლისა და საკვები ელემენტების არსებობაზეა დამოკიდებული. მარჯნის რიფები მხოლოდ წყალმარჩხ და თბილ ზღვებში წარმოიქმნება. ისინი უხვად მარაგდება მათზე ოდესღაც მცხოვრები და ახლა მკვდარი ორგანიზმების დაშლის შედეგად წარმოქმნილი ბიოგენური ელემენტებით. ღია ოკეანის უდიდესი ნაწილი კი, თბილიც რომ იყოს, საკვები ელემენტებით ღარიბია. კონტინენტების გარემომცველი შელფები უფრო პროდუქტიულია. მათში ბიოგენური ელემენტები მდინარეებს მოაქვს.

ცხრილი 5.2. ზოგიერთი მსხვილი თანასაზოგადოების სუფთა პირველადი პროდუქტიულობა (R.H. Whittaker, *Communities and Ecosystems*, N.Y., 1975)

თანასაზოგადოების ტიპი*	პროდუქტიულობა, მშრალი მცენარეული მასალა (გრამი მ <sup>2</sup> /წელიწადში)
მარჯნის რიფები	2 500
ტენიანი ტროპიკული ტყე	2 200
ზომიერი სარტყლის ტყე	1 250
საუანა	900
ტაიგა (ჩრდილოეთის ტყე)	800
სახნავე მიწები	650
კონტინენტური შელფი	360
ტუნდრა	140
ღია ოკეანე	125
უდაბნო	3

\* ცხრილში ჩამოთვლილი თანასაზოგადოებები დახასიათებულია მე-4 თავში

სტატისტიკის მოყვარულთა საყურადღებოდ ვიტყვით, რომ დედამიწის ყოველწლიური სუფთა პირველადი პროდუქტიულობა დაახლოებით 170 მილიარდი ტონაა (მშრალი მასით). აქედან ხმელეთი 115 მილიარდ ტონას იძლევა, ოკეანე კი “მხოლოდ” 55 მილიარდს, მიუხედავად იმისა, რომ მას პლანეტის ფართობის 70% უკავია. აღნიშნული ბევრს გააკვირვებს, მაგრამ საჭიროა გვახსოვდეს, რომ ფოტოსინთეზი მზის ენერჯის მხოლოდ 0,5%—ს იმარაგებს. გარდა ამისა, თერმოდინამიკის მეორე კანონიდან გამომდინარე, კონსუმენტებს და რედუცენტებს ამ 0,5%—ის მცირე ნაწილი გადაეცემათ. ყოველთვის, როდესაც ენერჯია სახეს იცვლის და სინათლის ენერჯიიდან ქიმიურში, ხოლო ქიმიურიდან ცხოველქმედებისათვის აუცილებელ სხვადასხვა ფორმაში გადადის, მისი ნაწილი სითბოს სახით იკარგება. ამასთან ერთად, ადგილი აქვს ენერჯის ხარჯვას კვებით ჯაჭვში გავლისას: ყოველი ორგანიზმი მას საკუთარი არსებობის შენარჩუნების, განმტკიცებისა და ზრდისათვის იყენებს.

ამრიგად, ყოველ მომღევენო ტროფიკულ დონეს წინასთან შედარებით ენერჯის ნაკლები რაოდენობა გადაეცემა.

მცენარეები მათ მიერ შთანთქმული და სუნთქვის პროცესში გათავისუფლებული ენერჯის ნახევარს საკუთარი სიცოცხლის შესანარჩუნებლად იყენებენ. მიღებული ენერჯის მეორე ნახევარი ზრდასა და გამრავლებაზე (ე.ი. ახალი მცენარეული მასალის შექმნაზე) იხარჯება. მცენარის მჭამელი ორგანიზმები მცენარეული მასალის ყოველწლიური ნამატის 10%—ს იყენებენ, მაგრამ მიღებული საკვები მთლიანად როდი გამოიყენება ახალ მცენარის მჭამელთა შესაქმნელად. მაგალითად, მუხლუხი, რომელიც ფოთლებით იკვებება, მიღებული საკვების მხოლოდ ნახევარს ითვისებს, მეორე ნახევარს კი ექსკრემენტების სახით გამოჰყოფს. შეთვისებული საკვების

უდიდესი ნაწილი სუნთქვის პროცესში იხარჯება და მხოლოდ 15% გადადის ახლად წარმოქმნილი ქსოვილების შემადგენლობაში. სხვა ცხოველები საკვებს მეტი ან ნაკლები ეფექტურობით ამუშავენ. საშუალოდ ზრდაზე შეთვისებული მასალის 0,5–12% იხარჯება.

ყოველ ტროფიკულ დონეზე ენერჯიის გარდაუვალი კარგვა იმაზე მიუთითებს, რომ უმაღლეს დონეებზე მისი რაოდენობა მცირეა. ამიტომ კვებითი ქსელი 4 – 5 რგოლზე მეტს იშვიათად შეიცავენ. ტიპური კვებითი ჯაჭვი მცენარეების, მცენარის მჭამელების და მტაცებელთა ორი ან სამი დონისაგან შედგება. მაგალითად, მგელი ან ვეფხვი, რომელიც ბალახის მჭამელებით და მცირე ზომის მტაცებლებით იკვებება, კვებითი ჯაჭვის ბოლოშია. მგელი ხანდახან საკვების მოსაპოვებლად დღეში 30 კმ–ზე მეტს გაივლის, ხოლო ვეფხვის ინდივიდუალური ტერიტორია 300 კმ–ია. ნებისმიერ ცხოველს, რომელიც უფრო მაღალ ტროფიკულ დონეზე იქნებოდა და ვეფხვებითა და მგლებით კვება მოუწევდა, უფრო დიდი მანძილის დაფარვა მოუხდებოდა თავისი ძლიერ გაბნეული და იშვიათი მსხვერპლის მოსაძებნად. ამ დროს დახარჯული ენერჯია ნანადირევიდან მიღებულზე მეტი იქნებოდა. ორგანიზმებს, რომლებიც ამ უმაღლესი რიგი მტაცებლებით საზრდოობენ – პარაზიტულ ჭიებსა და რწყილებს – ეკოსისტემის “ენერგეტიკული ღვეზელის” უბადრუკი ნამცეცებილა რჩებათ.

კვებით ჯაჭვში შემავალი ორგანიზმების მნიშვნელობა ყოველთვის ნათელი არ არის. თანასაზოგადოებაში ფარული კავშირების ასეთი მაგალითი ჩვენი საუკუნის 50–იან წლებში ეკოლოგმა ლამონტ კოულმა (Lamont Cole) განიხილა. იმხანად ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაცია კალიმანტანზე (ინდონეზიის ერთ–ერთი კუნძული) მალარიას ებრძოდა ინსექტიციდ დღტ–ს გამოყენებით,

რომლითაც მალარიის გამომწვევის გადამტან კოლოებს ანადგურებდნენ. ეკოლოგებმა გულმოდგინედ მოაფრქვიეს დღტ რამდენიმე რაიონს და შედეგით კმაყოფილი დარჩებოდნენ, ზოგიერთი პრობლემა რომ არ წამოჭრილიყო. ინსექტიციდი ტარაკანების ორგანიზმში მოხვდა. ისინი კოლოებზე დიდი ზომის და მათზე გამძლენიც არიან. ტარაკანები არ დაილუპნენ, მაგრამ მოწამვლის შედეგად იმდენად "მოდუნდნენ", რომ ხვლიკების იოლი ნადავლი გახდნენ. ამიტომაც ხვლიკებმა უფრო მეტი რაოდენობის ტარაკანები შეჭამეს, რასაც მათი დღტ—თი მოწამვლა და მათში ნერვული მოშლილობის განვითარება მოჰყვა. ამის შედეგად გაიზარდა კატების მიერ შეჭმული ხვლიკების რაოდენობაც. მათმა მასობრივმა დალუპვამ ლერწმის მჭამელი მუხლუხების გამრავლება გამოიწვია, რადგან ხვლიკებმა ვეღარ შეამცირეს მათი რაოდენობა. გამრავლებულმა მუხლუხებმა ლერწმის სახურავები დააზიანეს. გარდა ამისა, მალე დღტ—თი მოწამლული კატების მასობრივი დალუპვა დაიწყო, რისი მიზეზიც მოწამლული ხვლიკებით გაძლიერებული კვება იყო. ახლა სოფლებს ჯუნგლებიდან მოსული ვირთაგვები შეეჩვიენ და თან შავი ჭირით დასნებოვნებული რწყილებიც მოიყოლეს. შეიქმნა ეპიდემიის საშიშროება. ადამიანთა უმრავლესობას, რა თქმა უნდა, შავ ჭირს მალარია ერჩივნა. ამიტომ ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაცია იძულებული გახდა შეეწყვიტა დღტ—ს გამოყენება და ჯუნგლებში პარაშუტებით კატების მოზრდილი პარტიაც გადასხა.

ამ ძვირადღირებულმა ოპერაციამ ნათლად აჩვენა, თუ რაოდენ მნიშვნელოვანია ეკოსისტემაში არსებული კვებითი კავშირების ზუსტი ცოდნა.

### 5.3. მინერალური საკვები ელემენტების მიმოქცევა

ენერგია ეკოსისტემებში ფოტოსინთეზის დროს ხვდება. ორგანიზმების მიერ გამოყენებული, ის სითბოს სახით იფანტება და განუწყვეტელ შევსებას საჭიროებს. ენერგიისაგან განსხვავებით, წყალი და საკვები ელემენტები უსასრულო წრებრუნვაშია. ისინი წყალსატევიდან ან ნიადაგიდან მცენარეში ხვდებიან, შემდეგ ამ მცენარით მკვებავ ცხოველში გადადიან და რედუცენტების გავლით ისევ ნიადაგსა და წყალსატევს უბრუნდებიან, საიდანაც მათ კვლავ მცენარე ითვისებს.

ზოგიერთ ეკოსისტემაში მცენარეების ზრდა ბიოგენური ელემენტების ნაკლებობითაა შეზღუდული. ცნობილია, რომ თუ ხანგრძლივი შესვენების შემდეგ ქოთანში ან მდელიოზე სასუქს შევიტანთ, მცენარეთა გაძლიერებული ზრდის მოწმენი გავხდებით. შემდეგ თავში ნაჩვენები იქნება, რომ ფოსფორი ზოგიერთი ტბის პროდუქტიულობის შემზღუდველი ფაქტორია. თუ რომელიმე ელემენტის ნაკლებობა მცენარეთა ზრდას აფერხებს, ის ეკოსისტემაში შემაჯავლი სხვა პოპულაციების ზრდასაც ზღუდავს.

ცოცხალ ორგანიზმებს ნახშირბადი, წყალბადი, აზოტი, ჟანგბადი, ფოსფორი და გოგირდი შედარებით დიდი რაოდენობით ესაჭიროებათ. ნახშირბადის ძირითადი წყარო ატმოსფერულ ჰაერში არსებული ნახშირორჟანგია. ფოტოსინთეზის პროცესში ნახშირბადი რთული ორგანული ნაერთების შემადგენლობაში გადადის. შემდეგ ის ბალახისმჭამელ და მტაცებელ ცხოველებს გადაეცემა, მაგრამ მისი უდიდესი ნაწილი სუნთქვის პროცესში წარმოქმნილი ნახშირორჟანგის სახით კვლავ ატმოსფეროს უბრუნდება.

სხვა ბიოგენური ელემენტები, მაგალითად, გოგირდი და ფოსფორი, მთის ქანების შემადგენლობაში შედიან. ეროზიისა და

გამოფიტვის პროცესების შედეგად ეს ელემენტები ნიადაგში ხვდება და მათ მცენარეები ითვისებენ. საბოლოო ჯამში რედუცენტები ორგანიზმები მათ ისევ ნიადაგში აბრუნებენ. არაორგანული ნივთიერებები მიმოიქცევიან ხმელეთის ეკოსისტემის ფარგლებში ან წვიმით მდინარეებში, ტბებსა და ოკეანეში ჩაირეცხებიან, სადაც მათ წყალმცენარეები შთანთქავენ. გარკვეული დროის განმავლობაში ისინი წყალსატევების კვებით ქსელში ტრიალებენ, ხოლო შემდეგ ფსკერზე ილექებიან და კვლავ ქანებად გარდაიქმნიებიან.

ბიოგენური ელემენტების ნელი, მაგრამ აშკარად ცალმხრივი გადაადგილება ნიადაგიდან ზღვის ფსკერზე ძლიერდება ნიადაგის ეროზიით. ნიადაგის წარმოქმნა დედაქანიდან დიდ დროს მოითხოვს და მასში ბიოგენური ელემენტების მარაგის შევსებაც ჭიანურდება. ამიტომ იმ ეკოსისტემის პროდუქტიულობა, რომელიც ნიადაგის საკვები ელემენტებით საზრდობს, თანდათან მცირდება.

ორგანიზმებისათვის აუცილებელი აზოტი და ჟანგბადი უზვა-დაა ატმოსფეროში. მაგრამ მიუხედავად იმისა, რომ ატმოსფერო 78% აზოტს შეიცავს, მცენარეთა უმრავლესობისათვის ის მიუწვ-დომელია. აზოტი ჯერ ასათვისებლად ხელსაყრელ ფორმაში უნდა გადავიდეს. ამას ახერხებს ნიადაგისა და წყალსატევის ბინადარი ზოგიერთი ბაქტერია. ამგვარად, მცენარეები აზოტს ნიადაგიდან ან წყლიდან ითვისებენ. როგორც ვხედავთ, აზოტი ითავსებს როგორც ნახშირბადის მსგავს “ატმოსფერულ”, ისე ნიადაგის არაორგანულ კომპონენტთა და “ნალექის” წრებრუნვის ნიშნებს.

საკვები ელემენტების მიმოქცევა ზოგჯერ საკმაოდ სწრაფად მიმდინარეობს. ამას ადგილი აქვს სტეპებში, სადაც ყოველწლიურად მცენარეთა უდიდესი ნაწილი ილუპება. რედუცენტები მათ შლიან და მომავალ თაობას საკვებს უმზადებენ. სხვა შემთხვევებში ბიოგენური

ელემენტები მილიონობით წლის მანძილზე მკვედარ ორგანიზმებშია მოქცეული. მაგალითად, ზღვის ორგანიზმების ფსკერზე დაშვებულმა ნაშთებმა ნავთობით მდიდარი ან დანალექი ქანები წარმოშვა. გაიარა მრავალმა საუკუნემ, ვიდრე ადამიანმა ნავთობის მოპოვება დაიწყო ან გეოლოგიურმა კატაკლიზმებმა ზღვის ფსკერი დედამიწის ზედაპირად აქციეს. ამან განაახლა ეროზიის პროცესი, რომელიც ბიოგენურ ელემენტებს ათავისუფლებს.

#### 5.4. ტბის ეკოსისტემები

მას შემდეგ, რაც სტეფან ფორბსმა ჩვენთვის უკვე ცნობილი სტრიქონები დაწერა, კაცობრიობის ცოდნა ტბის ეკოსისტემების შესახებ მნიშვნელოვნად გაიზარდა. გარდა ამისა, შეიქმნა გარკვეული წარმოდგენა, თუ როგორ შესძლება ადამიანს თანასაზოგადოებაში არსებული წონასწორობის დარღვევა. დღესდღეობით სასმელი წყლის დაბალი ხარისხი მნიშვნელოვანი პრობლემაა. ამიტომ ამ საკითხს რამდენადმე უფრო დაწვრილებით განვიხილავთ.

ენერჯის წყარო ტბის ეკოსისტემისათვის მზეა. მზის გამოსხივების ნაწილს წყალში შთანთქავს პლანქტონი და იგი ფოტოსინთეზის პროცესში მოიხმარება. სინათლის დანარჩენ ნაწილს წყალი შთანთქავს, რაც სიღრმისაკენ გადაადგილებისას განათებულობის შემცირების მიზეზია. ღრმა ტბისათვის დამახასიათებელია ე.წ. საკომპენსაციო ღონის არსებობა. ესაა სიღრმე, რომელშიც ზუსტად იმდენი სინათლე აღწევს, რომ მწვანე მცენარეები ძლივს არსებობენ. ასეთ მცენარეებში ფოტოსინთეზი (რთული ორგანული ნივთიერებების და ჟანგბადის წარმოქმნა) სუნთქვის პროცესს (საკვებისა და ჟანგბადის ხარჯვა) აწონასწორებს. საკომპენსაციო



დონის მდებარეობა წყლის გამჭირვალობაზე არის დამოკიდებული. ამ დონის ზემოთ მცენარეები მოხმარებულზე მეტ ჟანგბადს წარმოქმნიან და სასიცოცხლო მნიშვნელობის აირით სხვა ორგანიზმებსაც ამარაგებენ. საკომპენსაციო დონეზე დაბლა თავისუფალი ჟანგბადის რაოდენობა მცირეა. ასე რომ, იქ მცხოვრები ორგანიზმები წყლის ქვემოთ დაშვებულ ფენებში გახსნილ ჟანგბადს თუ იყენებენ.

წყლის მცენარეები, როგორცაა დუშფარა და ლელქაში, ტბის წყალმარჩხ ადგილებში იზრდება. აქ საკვებსა და თავშესაფარს პოულობენ თევზები, თავკომბალები, მწერები, მოლუსკები და ზოგიერთი სხვა ორგანიზმი. ტბის ღია სივრცეები დასახლებულია სინათლის მოყვარული მოცურავე მცენარეებით. აქვე ბინადრობენ სახეობები, რომლებსაც ჟანგბადის სიუხვე იზიდავს – მრავალი თევზი და წვრილი ფეხსახსრიანები.

დიდ სიღრმეებში, სადაც ჟანგბადის უკმარისობისა და უსინათლობის გამო ფოტოსინთეზი არ მიმდინარეობს, ენერჯის წყარო მკვდარი მცენარეები და ცხოველებია. რედუცენტი ორგანიზმები, თევზები და უხერხემლოები, რომლებიც ჟანგბადის ნაკლებობას იტანენ, მკვდარი ორგანიზმებით იკვებებიან.

ტბის ეკოსისტემაზე დიდ გავლენას ახდენს ტემპერატურა. წყალი ერთი უნიკალური თვისებით ხასიათდება –  $4^{\circ}\text{C}$ -ზე მას მაქსიმალური სიმკვრივე გააჩნია. ამის გამო,  $4^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურის მქონე წყლის ფენები სხვა, მეტად ან ნაკლებად თბილ ფენებზე დაბლა ეშვება. ზამთარში  $4^{\circ}\text{C}$ -ზე დაბალი ტემპერატურის მქონე წყალი ზედაპირისაკენ გადაადგილდება და იყინება. ყინულის ფენა ქვემოთ მდებარე წყლის მასებს სრული გაყინვისაგან იცავს და ტბის ბინადართ სიცოცხლეს უნარჩუნებს. გაზაფხულზე მზე ყინულს ადნობს და წყლის ზედაპირულ ფენას ათბობს, რომელიც, მიაღწევს

რა  $4^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურას, ფსკერზე ეშვება, ხოლო უფრო ცივ ფენას ზედაპირისაკენ აძევებს. ამ პროცესს გაზაფხულის შერევა ეწოდება და დიდი მნიშვნელობა აქვს. წყალს, რომელიც ზედაპირისაკენ გადაადგილდება, თან ფსკერზე დანალექებიდან გამორეცხილი მინერალური ნივთიერებები მოაქვს. ამ ნივთიერებებს ფოტომასინთეზებელი ორგანიზმები იყენებენ. თავის მხრივ, ზედაპირიდან დაშვებულ წყლის ფენებს ფსკერისაკენ ჟანგბადიც მიაქვთ.

ზაფხულში წყლის ზედაპირული ფენა მნიშვნელოვნად თბება, მაგრამ ქვევით მდებარე ცივსა და მკვრივ ფენას არ ერევა. ქვედა ფენების ტემპერატურა საკმაოდ ღრმა ტბაში მუდმივია და  $4^{\circ}\text{C}$ -ის ტოლია. წყლის ცივ და თბილ ფენებს შორის საზღვრებს თერმოკლინი ეწოდება. ზაფხულში თერმოკლინა ქვევით მიიწევს, ხოლო შემოდგომაზე, წყლის ზედაპირული ფენების გაცივებასთან ერთად, ზევით ამოდის. ამ შემთხვევაში ამბობენ, რომ ხდება შემოდგომის შერევა. კალმახის ჭერის მოყვარულებმა კარგად იციან, რომ გაზაფხულზე და შემოდგომაზე შესაძლებელია თევზის ჭერა წყლის ამომავალ ფენებში, მაშინ როდესაც ზაფხულში ეს შეუძლებელია – კალმახი ტბის სიღრმეში გადადის.

პროდუქტიულობის მიხედვით ტბები შეიძლება ორ დიდ ჯგუფად დაიყოს – ევტროფულად და ოლიგოტროფულად. ევტროფული (“უხვსაკვებიანი”) ტბები უმეტესად წყალმარჩხი, საკვები ელემენტებით მდიდარი და ჟანგბადით ღარიბი წყალსატევებია. მათგან განსხვავებით ოლიგოტროფული (“მწირსაკვებიანი”) ტბები, როგორც წესი, უფრო ღრმაა, ნაპირები ციცაბო აქვს და საკვები ელემენტებითაც ღარიბია. ამ ტბებში წყალი გამჭირვალეა და ბევრ ჟანგბადს შეიცავს. მოვლენათა ნორმალური მიმდინარეობისას ასეთ წყალსატევში ნელ–ნელა მკვდარი ორგანული მასალა გროვდება და ის ევტროფიკაციას განიცდის. საბოლოოდ იგი ჭაობად, შემდეგ კი

ხმელეთად იქცევა. როდესაც ოლიგოტროფული ტბა ღრმაა, ეს პროცესი მილიონობით წელს გრძელდება.

ადამიანის მიერ გარემოს დაბინძურების ერთ-ერთი სავალალო შედეგი ევტროფიკაციის დაჩქარებაა. პროდუქტიულობის ზრდა, ერთი შეხედვით, შეიძლება სასარგებლოდ მოგვეჩვენოს, მაგრამ ქვემოთ ნაჩვენები იქნება, რომ ეს ილუზიაა. ოლიგოტროფული ტბები მათი სუფთა, გამჭირვალე წყლითა და თევზების ძვირფასი სახეობებით მნიშვნელოვნად უფრო მიმზიდველია, ვიდრე წყალმცენარეებით, კობრით და კობრისებრთა სხვა წარმომადგენლებით დასახლებული ევტროფული წყალსატევები. ეს ერთ-ერთია იმ მიზეზთაგან, რომელთა გამოც ტბის დაბინძურება საზოგადოების შემფოთებას იწვევს.

### ტბის დაბინძურება

ფართო გაგებით, გარემოს დაბინძურებას მაშინ აქვს ადგილი, როდესაც ადამიანის ტექნოგენური საქმიანობის ნარჩენები ეკოსისტემებში არასაკმარისი სიჩქარით იშლება და იქ გროვდება. ამის გამო, გარემო ადამიანის და მრავალი სხვა ცოცხალი ორგანიზმის არსებობისთვის უვარგისი ხდება. ქვემოთ განვიხილავთ ზოგიერთ დამაბინძურებელ ფაქტორს.

ტბისა და სხვა წყალსატევების დაბინძურების მიზეზი ხშირად ქლორირებული ორგანული ნივთიერებებია. მათგან ყველასთვის კარგად არის ცნობილი დღტ და პოლიქლორირებული ბიფენილები, რომლებიც მათეთრებლად გამოიყენება. არანაკლები ზიანი მოაქვს მძიმე ლითონების: ვერცხლისწყლის, ტყვიის, ბარიუმის და სხვათა იონებს. ზემოაღნიშნული ნივთიერებები ტოქსიკურად მოქმედებენ

ფლორასა და ფაუნაზე. მათ ახასიათებთ აკუმულაციის ეფექტი და კვებით ჯაჭვებში გროვდებიან, რაც ადამიანისათვის მნიშვნელოვან საფრთხეს წარმოადგენს. მოწამლული ტბის თევზები და წყალმცენარეები ამ ნივთიერებების დიდ რაოდენობას შეიცავენ.

ფოსფატური სასუქები კიდევ ერთ დამაბინძურებელ ფაქტორს წარმოადგენს. სასუქების გარდა, ფოსფატებს ნახმარი საყოფაცხოვრებო წყალიც შეიცავს. საირიგაციოდ გამოყენებული და ნახმარი წყლების ტბებში მოხვედრა მათ “ყვავილობას” და ნაადრევ ევტროფიკაციას იწვევს. ეს ძირითადად ამ ბიომების პროდუქტიულობის ზრდის ხარჯზე ხდება.

მნიშვნელოვანია აგრეთვე ტბის ლითონის ჯართითა და დაშლისადმი მდგრადი პლასტმასებით დაბინძურების პრობლემა. ლითონის ჯართს რედუცენტები ვერ შლიან და იგი წყალსატევს საუკუნეების მანძილზე წამლავს. იგივე შეიძლება ითქვას ბიოდეგრადაციისადმი მდგრადი პლასტმასების შესახებაც. მეტად მწვავედ დგას წყალსატევების ნავთობითა და ნავთობპროდუქტებით დაბინძურების საკითხი.

ცივილიზაციის კიდევ ერთ სატკივარს მჟავური წვიმები წარმოადგენს. ისინი ამალაგებენ ტბისა და მდინარეების მჟავიანობას, რასაც თევზებისა და სხვა ორგანიზმების დაღუპვა მოსდევს.

ეს შემამოფოთებელი ნუსხა შეიძლებოდა კიდევ გაგვეგრძელებინა, მაგრამ ჩამოთვლილიდანაც ნათლად ჩანს, რომ კაცობრიობას მეტად სერიოზული პრობლემები აქვს გადასაჭრელი ჩვენი პლანეტის პირვანდელ ჰარმონიაში დასაბრუნებლად.

მეხუთე თავის მოკლე შინაარსი

ეკოსისტემა მოცემულ ტერიტორიაზე მობინადრე ყველა ორგანიზმისგან შედგება. ისინი ერთმანეთთან და გარემოსთან სხვადასხვა კავშირებს ამყარებენ. ყოველი ეკოსისტემისათვის აუცილებელია განსაზღვრული ქიმიური ნივთიერებები, ენერგიის წყარო და ცოცხალი ორგანიზმები – პროდუცენტები და რედუცენტები. ეკოსისტემათა უმრავლესობაში კონსუმენტი ორგანიზმებიც შედის. თანასაზოგადოების ცოცხალ ორგანიზმთა ერთობლიობა ერთიან კვებით ქსელს ქმნის. ასეთი ქსელი ნათლად გვიჩვენებს, “ვინ რითი იკვებება“.

ენერგია და საკვები ელემენტები ეკოსისტემაში ერთდროულად ხვდებიან. ამას ადგილი აქვს პროდუცენტთა მიერ ორგანული ნივთიერებების შექმნისას. თანასაზოგადოებაში შემოსული ენერგიის პირველი წყაროა მზე. მწვანე მცენარეები მზის ენერგიას ფოტოსინთეზის პროცესში იმარაგებენ. მომარაგებული ენერგია მცენარეების, კონსუმენტებისა და რედუცენტების მიერ მოიხმარება და სასიცოცხლო ფუნქციების უზრუნველსაყოფად გამოიყენება. იმის გამო, რომ ყოველი გარდაქმნისას ენერგიის ნაწილი იკარგება, ეკოსისტემაში მისი უწყვეტი მიწოდება ხდება საჭირო. ამავე მიზეზით ტროფიკული დონეების რიცხვი შეზღუდულია. ეკოსისტემაში ენერგიის ნაკადი ცალმხრივადაა მიმართული. მისგან განსხვავებით საკვები ელემენტები უსასრულო მიმოქცევაშია. მკვდარი ორგანიზმები და ცხოველთა ექსკრემენტები რედუცენტებისათვის აუცილებელი ენერგიის წყაროა. რედუცენტები ნარჩენებს შლიან და მცენარეთა მიერ შეთვისებისათვის ხელსაყრელ ფორმას აძლევენ.

ოლიგოტროფული ტბები ბიოგენური ელემენტების ან სითბოს

ნაკლებობის გამო დაბალი პროდუქტიულობით ხასიათდებიან. ევტროფული ტბები მაღალპროდუქტიული, მაგრამ ჟანგბადით ღარიბია. ისინი ნაკლებად ხელსაყრელია წყლით მომარაგებისა და დასვენებისათვის, ვიდრე ოლიგოტროფული. ბიოგენური ელემენტებით დაბინძურება აჩქარებს ევტროფიკაციას – პროცესს, რომელიც ადამიანის ჩარევის გარეშე ნელა მიმდინარეობს. ევტროფიკაცია ჩქარდება აგრეთვე სითბური დაბინძურებისას, რასაც პირველადი პროდუქციის ზრდა და ჟანგბადით წყლის გაღარიბება მოჰყვება. მჟაუური წვიმები წყალს იმდენად ამჟავებს, რომ ტბაში ყოველი ცოცხალი იღუპება. წყალსატევების დაბინძურების შემცირებით შესაძლებელია ზოგიერთი არასასურველი შედეგის ლიკვიდაცია.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა:

1. რედუცენტების როლი მდგომარეობს იმაში, რომ (დაასრულეთ)
2. ეკოსისტემათა უმრავლესობისათვის ენერჯის პირველწყაროა ... (დაასრულეთ)
3. შეადგინეთ კვებითი ქსელის სქემა, რომელშიც შეტანილი იქნება ქვემოთ ჩამოთვლილი ორგანიზმები:

ბალახი.	ხოჭო-ფუნაგორია.
ბოცვერი.	მცენარისმჭამელი მწერი.
ნიადაგის სოკოები.	ობობა.
კენკროვანი ბუჩქნარი.	ბელურა.
მგელი.	ქორი.
4. შეგვიძლია ვიგულისხმოთ, რომ მგლები და ლომები ერთსა და იმავე ტროფიკულ დონეზე იმყოფებიან, რადგანაც ერთნიცა და მეორენიც:
  - ა) ბალახის მჭამელი ცხოველებით იკვებებიან.
  - ბ) თავისი საკვების დაახლოებით 10%-ს იყენებენ.
  - გ) ხმელეთის ბინადრებია.
  - დ) დიდი ზომისანი არიან.
  - ე) მრავალფეროვანი საკვებით იკვებებიან.
5. მარჯნის რიფის პროდუქტიულობა ღია ოკეანის ეკვატორზე მდებარე უბნების პროდუქციას აჭარბებს იმიტომ, რომ იღებს მეტ...
  - ა) მზის სინათლეს.
  - ბ) საკვებ ელემენტებს.
  - გ) წყალს.
  - დ) სითბოს.

6. კვებით ქსელში ერთი ტროფიკული დონიდან მეორეზე გადა-  
ცემული ენერჯის 10%
- ა) მზისგან მომდინარეობს.
  - ბ) სუნთქვის პროცესში იხარჯება.
  - გ) ახალი ქსოვილების შესაქმნელად გამოიყენება.
  - დ) უსარგებლო სითბოდ გარდაიქმნება.
  - ე) გამოიყოფა ექსკრემენტების სახით.
7. დახაზეთ ნახშირბადის წრებრუნვის მარტივი სქემა.
8. ბიოგენური ელემენტების წრებრუნვა დაკავშირებული არ  
არის:
- ა) ზოგიერთი ელემენტის ორგანიზმებიდან ატმოსფეროში  
გადასვლასთან.
  - ბ) მსხვილი პოპულაციების წარმოქმნასთან რაიონებში,  
რომლებიც ბიოგენური ელემენტების სიუხვით ხასიათ-  
დებიან.
  - გ) კვებით ქსელში ელემენტთა უმრავლესობის ცხოველთა  
მიერ ჩართვასთან.
  - დ) ეკოსისტემაში შემავალი ორგანიზმების რაოდენობის  
შეზღუდვასთან, ბიოგენური ელემენტების ნაკლებობის გამო.
  - ე) ეკოსისტემებიდან ოკეანის ფსკერზე ელემენტების  
ცალმხრივ გადაადგილებასთან.
9. ტბის ევტროფიკაცია:
- ა) შესაძლებელია დაჩქარდეს ტბაში ფოსფორის დიდი  
რაოდენობის შეტანით.
  - ბ) გამოწვეულია წყალმცენარეთა "ყვავილობის" დათრგუნ-  
ვით.
  - გ) ამცირებს ტბის პროდუქტიულობას.



- დ) არასოდეს მოხდება, თუ ადამიანები ტბის ფოსფატურ, დეტერგენტულ და სითბურ დაბინძურებას აღკვეთენ.
10. ფოსფატური დეტერგენტები დაბინძურებას იწვევენ:
- ა) პროდუცენტების განადგურებით.
  - ბ) რედუცენტების განადგურებით.
  - გ) პროდუცენტებისა და რედუცენტების ზრდისა და გამრავლების სტიმულირებით.
  - დ) თევზების განადგურებით.

### კითხვები განხილვისათვის

1. რამდენ კვებით ქსელს შეიძლება შეიცავდეს ეკოსისტემა?
2. რა კავშირი აქვთ ეკოსისტემაში ენერჯისა და საკვები ელემენტების ნაკადებს?
3. “ჯანმრთელ” ეკოსისტემაში სიცოცხლისა და კვდომის, აგრეთვე ენერჯისა და საკვები ნივთიერებების მიწოდება-გამოთავისუფლების პროცესები გაწონასწორებულია. როგორ არღვევს ამ წონასწორობას ბიოგენური ელემენტებით, შხამებითა და სითბური დაბინძურება?
4. ამ თავში ვაჩვენეთ, რომ დედამიწის ყველა ეკოსისტემისათვის ენერჯის პირველწყარო მზეა. გამოიყენეთ ნავთობის წარმოქმნის (თავი 3.2) და კლიმატის შესახებ (თავი 4.1) მოყვანილი მონაცემები და ახსენით, რატომაა მართებული მტკიცება, რომლის თანახმად წიაღისეული სათბობის, წყლისა და ქარის ენერჯია მზის სახეცვლილი ენერჯიაა.
5. რატომ მატულობს ეკოსისტემის პროდუქტიულობა ეკოლოგიური სუქცესიის პროცესში?

VI თავი

პოპულაცია

ამ თავის დამუშავების შემდეგ თქვენ უნდა შესძლოთ:

1. ახსნათ განსხვავება პოპულაციის გაერცელების ადგილსა და მის ნიშს შორის და მოიყვანოთ ცნებების მაგალითი.
2. ახსნათ, თუ რატომ ინარჩუნებს პოპულაციების უმეტესობა წლიდან წლამდე ინდივიდების შედარებით მუდმივ რაოდენობას.
3. დაასახელოთ სამი ფაქტორი, რომელიც გავლენას ახდენს პოპულაციის რეპროდუქციულ პოტენციალზე და ახსნათ, როგორ მოქმედებენ ისინი.
4. დახაზოთ პოპულაციის ექსპონენციალური ზრდის გრაფიკი და დაასაბუთოთ, თუ რატომ ხდება ზრდა ამგვარად.
5. ახსნათ განსხვავება სიმკვრივეზე დამოუკიდებელ და დამოკიდებულ ფაქტორებს შორის, მოიყვანოთ პირველი ფაქტორის ერთი და მეორე ფაქტორის სამი მაგალითი.
6. ახსნათ მიზეზები – რატომ არის, რომ მტაცებელი, რომელიც იკვებება ერთი სახეობის ინდივიდთა უფრო ეფექტურად არეგულირებს პოპულაციის რიცხოვნობას, ვიდრე ის მტაცებელი, რომელიც სხვადასხვა სახეობებით იკვებება.
7. აღწეროთ მავნებლებთან ბრძოლის ბიოლოგიური მეთოდი.
8. განმარტოთ, თუ რა ნიშნები მიუთითებენ, რომ სახეობა მოსპობის ზღვარზეა. დაასახელოთ ადამიანის საქმიანობის ის მხარეები, რომლებიც ამ სახეობათა მოსპობის მიზეზია ან ხელს უწყობენ მას.
9. აღწეროთ დემოგრაფიული აფეთქება, მისი მიზეზები და შესაძლო შედეგები, აგრეთვე უნდა გესმოდეთ მნიშვნელობა შობადობის შემცირებისა, რომელიც სიკვდილიანობის შემცირების შედეგად ხდება.

პოპულაცია არის ერთობლიობა მოცემული სახეობის ყველა წარმომადგენლისა, რომელთაც ერთსა და იმავე დროს განსაზღვრული არეალი აქვთ დაკავებული. პოპულაციის ინდივიდებს შორის მუდმივად ზღვება თავისუფალი შეჯვარება. ცალკეულ ინდივიდებს შორის არსებული განსხვავებების მსგავსად არსებობს განსხვავებები პოპულაციებს შორისაც. ყოველ პოპულაციას უვითარდება მისი საბინადრო გარემოს შესაბამისი ადაპტაციები. ამრიგად, პოპულაცია განვითარებად ერთეულს წარმოადგენს. ის, ამის გარდა, მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური ერთეულიცაა: პოპულაცია ამა თუ იმ ადგილას შესაბამისი კლიმატის, საკვებისა და ენერჯის წყაროს არსებობისას დამკვიდრდება და ჩაერთვება აქ არსებული თანასაზოგადოებების კვებით ქსელში.

პოპულაციას აქვს რიგი ნიშნებისა, რომელიც არ გააჩნია მის ცალკეულ წევრებს. მაგალითად, ყოველი პოპულაციისთვის დამახასიათებელია თავისი განსაკუთრებული ნიში (იხ. თავი 6.1), განსაზღვრული გენოფონდი (თავი 2.1), სიმჭიდროვე, გავრცელების ტიპი და ასაკობრივი სტრუქტურა. ეს ნიშნები შეიძლება გამოყენებულ იქნას პოპულაციის აღწერისა და მისი განვითარების წინასწარმეტყველებისათვის.

ამ თავში განვიხილავთ ფაქტორებს, რომლებიც განსაზღვრავენ პოპულაციის რაოდენობას და დავინახავთ, რომ უკვე გვაქვს გარკვეული წარმოდგენა პოპულაციაზე მოქმედ ზოგიერთ ისეთ მთავარ ფაქტორზე, როგორიცაა კლიმატი, საკვების წყარო, მტაცებლობა. პოპულაციის რაოდენობის მარეგულირებელი ბუნებრივი ფაქტორების განხილვის შემდეგ შევეხებით იმ მიზეზებს, რომლებიც კაცობრიობის წინაშე მდგარ საკმაოდ სერიოზულ პრობლემას უდევს საფუძვლად.

## 6.1. საბინადრო გარემო და საკვები

როგორც ადრე ითქვა, პოპულაციას აუცილებლად სჭირდება შესაფერისი საბინადრო გარემო გარკვეული ტემპერატურით, ტენიანობით, ნიადაგით, მცენარეულობით, საკვები რესურსებით და სხვა ფაქტორებით. პოპულაციის საბინადრო ადგილი არ უნდა ავურიოთ მის ნიშთან, ე.ი. მოცემულ ეკოსისტემაში პოპულაციის ფუნქციონალურ როლთან. ნიში – ეს, ასე ვთქვათ, პროფესიაა, პოპულაციის ცხოვრების სახეა, მაშინ როცა საბინადრო ადგილი მისი მისამართია.

ნიშის კონცეფცია შეიძლება თრიას მაგალითზე განვიხილოთ. იგი ღია ადგილებში ბინადრობს. თრია მრავალფეროვანი საკვებით იკვებება: მცენარეებით, ბარტყებით, კვერცხებით, მწერებით. ის ცვლის ნიადაგის ბუნებას, ტკეპნის მას და თხრის სოროებს. თრია გამოყოფს ექსკრემენტებს, რომლებიც ბუზებს იზიდავენ. იგი მელიების, ქორების და სხვათა საკვებს წარმოადგენს. თრიას ნებისმიერი ურთიერთქმედება გარე სამყაროსთან შეადგენს მისი ნიშის ნაწილს და განსაზღვრავს, თუ როგორ ადგილებში და რომელ ორგანიზმებთან შეუძლია მას ცხოვრება.

## 6.2. პოპულაციის რაოდენობა და მისი ზრდა

თუ გამოვრიცხავთ ექსტრემალურ სიტუაციებს (წყალდიდობა, ხანძარი, ომები, პანდემიები), პოპულაციათა უმეტესობის სიდიდე ნაკლებად იცვლება. ობობები, ბუზები და სარეველები გარკვეულ მდელზე წლიდან წლამდე დაახლოებით ერთი და იმავე რაოდენობით ჩნდებიან. სხვადასხვა ორგანიზმების მიერ წარმოშობილი დიდი

ნამატისგან ძალიან ცოტანი თუ აღწევენ სქესობრივ სიმწიფემდე და ტოვებენ შთამომავლობას. ერთ ქაშაყს მილიონობით ქვირითის, ხოლო ოთახის ბუზს ან ჰეპელას ასობით კვერცხის დაყრა შეუძლიათ. თავისთავად ცხადია, რომ გამოჩეკილი არსებების დიდი ნაწილი ვერასოდეს ვერ აღწევს ზრდასრულ ასაკს. რატომ ზდება ეს? რა ზღუდავს პოპულაციის რაოდენობას? ორგანიზმების დალუპვას, სანამ ისინი შთამომავლობის დატოვებას მოასწრებდნენ, იწვევს სხვადასხვა ფაქტორები, რომლებიც სელექციური ძალების როლში გამოდიან და საბოლოო ჯამში განსაზღვრავენ მოცემული პოპულაციის ევოლუციის მიმართულებას. ეს ფაქტორები პოპულაციის რაოდენობასაც არეგულირებენ. სანამ განვიხილავდეთ ორგანიზმების დალუპვის მიზეზებს, საჭიროა დავადგინოთ, როგორი სისწრაფით გაიზრდებოდა პოპულაცია, მის გამრავლებას არაფერი რომ არ აფერხებდეს. ყოველ პოპულაციას გააჩნია მისთვის დამახასიათებელი რეპროდუქციული პოტენციალი, ე.ი. სიჩქარე, რომლითაც მისი რაოდენობა გაიზრდებოდა გამრავლებისთვის იდეალურ პირობებში.

ასეთ შემთხვევებში ორგანიზმების რიცხვი ექსპონენციალურად, ანუ გეომეტრიული პროგრესიით იზრდება. ე.ი. დროის ყოველ ერთეულში პოპულაციას ინდივიდთა სულ უფრო მზარდი რიცხვი ემატება

პოპულაციების რიცხოზობრიობა შეიძლება გაიზარდოს ექსპონენციალურად, თუ მის წევრებს ყველა აუცილებელი რესურსი განუსაზღვრელი რაოდენობით აქვთ. ეს შეიძლება მოხდეს მაშინ, თუ ახალადგულზე განსახლებულ ინდივიდებს არ დაზღვებათ არც ბუნებრივი მტრები და არც კონკურენტები. მაგალითად, აშშ-ში გასულ საუკუნეებში შეიმჩნეოდა ევროპიდან შემოყვანილი შოშიების და შინაური ბელურების, აგრეთვე ბაბუაწვერას პოპულაციების საკვირველი

ზრდა. ასეთივე აღმავლობას განიცდიან ახლად დაბადებული ცხოველების საჭმლის მომნელებელ ტრაქტში შეჭრილი ბაქტერიები, აგრეთვე მკვდარი ცხოველის ან მცენარის ორგანიზმში დაბუდებული რედუცენტები.

პოპულაციის რიცხობრიობის ზრდაში ცალკეული ინდივიდის წვლილი იმაში გამოიხატება, რომ მან ყოველი გამრავლებისას დატოვოს ნაშიერთა დიდი რიცხვი, გააჩნდეს ხანგრძლივი რეპროდუქციული პერიოდი, რაც თავის მხრივ ზრდის გამრავლების აქტიუბის რაოდენობას, გამრავლება ადრეულ ასაკში დაიწყოს. ბაქტერიამ შეიძლება გამრავლება გაჩენიდან ერთი საათის შემდეგ დაიწყოს. ამიტომ მისი პოპულაცია უფრო სწრაფად გაიზრდება, ვიდრე მუხებისა იმის გამო, რომ მუხა მხოლოდ ხანგრძლივი ზრდის შემდეგ მწიფდება გასამრავლებლად.

შედარებით ადრეულ ასაკში გამრავლების დაწყება სასარგებლოა იმ სახეობებისათვის, რომლებიც თითო ჯერზე ნაშიერთა მცირე რაოდენობას აჩენენ, მაგალითად, ადამიანისათვის. პოპულაცია, რომელშიც ყოველი ქალი, დაწყებული 13 წლიდან, გააჩნდა 3 ბავშვს, გაიზრდებოდა ისეთივე სისწრაფით, როგორც პოპულაცია, რომელშიც ყოველი ქალი, 25 წლის ასაკიდან დაწყებული, გააჩნდა ექვს შვილს.

ბებლებს, მაგალითად, კობოსტოს თეთრულას, რამდენიმე კვირის ასაკში შეუძლია გამრავლება და ერთი ზაფხულის განმავლობაში სამ თაობაზე მეტს იძლევა. ამასთან თითოეული მდედრი ასეულობით კვერცხს დებს.

რაც უფრო მაღალია მოცემული სახეობის რეპროდუქციული პოტენციალი, მით უფრო სწრაფად გაიზრდება პოპულაცია. მაგრამ პოპულაციის რიცხობრიობის სწრაფად ზრდა წესი კი არა, გამონაკლისია, ვინაიდან თავად გარემოს პირობები აფერხებენ გამრავლებას.

### 6.3. პოპულაციის რაოდენობის რეგულაცია

არც ერთ პოპულაციას არ შესწევს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ექსპონენციალური ზრდის უნარი. ბოლოს და ბოლოს მთელი საკვები (ან რომელიმე სხვა რესურსი) გამოილევა და მაშინ დალუპულ არსებათა რიცხვი დაბადებულთა რიცხვს გადააჭარბებს. მაგალითად, როდესაც ევროპიდან ავსტრალიაში შეიყვანეს ბოცვრები, მათი რაოდენობის არნახული ზრდა მოხდა. ბოლოს ბოცვრები ისე მომრავლდნენ, რომ მათი მნიშვნელოვანი ნაწილი საკვებს ვეღარ შოულობდა. ადგილობრივმა მტაცებლებმა ისწავლეს ბოცვრების დაჭერა. გარდა ამისა, ბოცვრებს შორის სწრაფად გავრცელდა ინფექცია. ყოველივე ამის შედეგად ბოცვრების პოპულაცია სწრაფად შემცირდა. შემდეგ მაღალი რეპროდუქტიული პოტენციალის გამო იგი კვლავ გაიზარდა და ბოცვრების რაოდენობის ამგვარი ცვლილებები რამდენიმეჯერ განმეორდა.

ამგვარი რამ ხშირად ხდება მაშინ, როდესაც რომელიმე მცირე პოპულაციას ხელოვნურად გადაასახლებენ ხოლმე ახალ ხელსაყრელ გარემოში. თავიდან ნაშეერთა რაოდენობა სწრაფად იზრდება მანამ, სანამ ერთერთი სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი რესურსთაგანი, მაგალითად, საკვები არ ამოიწურება. ეს იწვევს პოპულაციის ინდივიდთა რიცხვის მკვეთრ შემცირებას. ამ დროს სიკვდილიანობა შობადობას აჭარბებს. შემდეგ პოპულაცია კვლავ იწყებს ზრდას და ეს გრძელდება მანამ, სანამ შობადობა და სიკვდილიანობა დაახლოებით არ გათანაბრდებიან.

სახეობის ინდივიდთა რიცხვს, რომელსაც უზრუნველყოფს მოცემული გარემო განუსაზღვრელად დიდი დროის განმავლობაში, ეწოდება გარემოს ტევადობა ამ პოპულაციისათვის. პოპულაციის

სიდიდეს შეუძლია გადააჭარბოს გარემოს ტევადობას, მაგრამ პოპულაცია ამ რაოდენობას ხანგრძლივად ვერ შეინარჩუნებს.

ბუნებრივ პოპულაციაში ინდივიდთა რიცხვი დროში იცვლება, ზოგჯერ ძალიან მკვეთრადაც. ამის მიუხედავად, დიდი პოპულაციების საშუალო რაოდენობა წლიდან წლამდე შედარებით მცირედ იცვლება. ამგვარად, პოპულაციის სიდიდე ისე რეგულირდება, რომ პატარა პოპულაციები იზრდება სწრაფად, შედარებით დიდები – ნელა, ხოლო ძალიან დიდები ფაქტიურად ქრებიან. ამიტომ აუცილებელია, რომ პოპულაციაზე მოქმედი სიკვდილიანობის გამომწვევი ზოგიერთი ფაქტორი პოპულაციის სიმჭიდროვეზე იყოს დამოკიდებული, ე.ი. მოქმედებდეს ინდივიდთა მალალი, და არა დაბალი სიმჭიდროვის დროს. მტაცებლობა და დაავადებები – ეს ის ფაქტორებია, რომლებიც ხშირ სიკვდილიანობას იწვევენ პოპულაციის შედარებით მაღალი სიმჭიდროვისას. ეს ნაწილობრივ იმიტაცაიხსნება, რომ დაავადების გამომწვევ ორგანიზმებს მასპინძლის, ხოლო მტაცებლებს მსხვერპლის პოვნის შესაძლებლობა სწორედ მაშინ უჩნდებათ, როდესაც მასპინძლის ან მსხვერპლის პოპულაციათა რაოდენობა მატულობს.

გარდა ამისა, პოპულაციის მაღალი სიმჭიდროვისას მისი წევრები ფიზიკურად სუსტები და პატარები არიან. ამან შეიძლება შეამციროს მათი წინააღმდეგობისუნარიანობა. გასარკვევია, ინდივიდთა ფიზიკური დასუსტება პოპულაციის სიდიდის შედეგია, თუ სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი რომელიმე რესურსის ნაკლებობისა.



### კონკურენცია

კონკურენცია ერთი სახეობის ინდივიდთა შორის. ერთი პოპულაციის წევრები ერთმანეთს აუცილებლად უწევენ კონკურენციას, რადგანაც ისინი ერთსა და იმავე ნიშს იკავებენ და ერთნაირ რესურსებს ერთი და იმავე გზით იყენებენ.

კონკურენციის მაგალითია ლემის ბუზების მატლების ბედი. ბუზები, რომლებიც პირველნი მიაგნებენ ლემს, დადებენ იქ კვერცხებს. გამოჩეკილი მატლების დიდი ნაწილი უზრუნველყოფილი იქნება საკმარის საკვებით. მაგრამ ერთ ლემში საკვების რაოდენობა შეზღუდულია და მოგვიანებით დადებული კვერცხებიდან გამოჩეკილ მატლებს შეიძლება იგი აღარ ეყოთ.

ბევრი სახეობის წარმომადგენელი ცდილობს თანასაზოგადოების იერარქიაში დომინირებული მდგომარეობის ან დიდი ტერიტორიის დაკავებას. ტერიტორია ეწოდება ერთი ინდივიდის ან ინდივიდთა დიდი რაოდენობის მიერ დაკავებულ უბანს, რომელსაც ახალმოსახლეები იცავენ ამავე სახეობის დანარჩენი, ანდა სხვა სახეობის ინდივიდებისაგან. ტერიტორიის მნიშვნელობა განისაზღვრება არა მისი სივრცით, არამედ მასზე თავშესაფრების, საკვების და ბუდის მოსაწყობი ადგილების არსებობით. აქ ცხოველს შეუძლია იკვებოს და გამოზარდოს შთამომავლობა სხვა ინდივიდების ჩარევის გარეშე. ხომ არ შეინიშნება აქ ანალოგია ადამიანთა საზოგადოებაში არსებულ კონკურენციასთან სამუშაოსთვის და ხელფასის რაოდენობისთვის? არსებითად ეს არის კონკურენცია არა ფულისთვის, არამედ იმ საკვებისა და ბინისთვის, რომლის ყიდვაც ამ ფულით იქნება შესაძლებელი.

ზოგიერთ სახეობას შეზღუდული რაოდენობის საკვებისათვის

ბრძოლის პროცესში გამოუმუშავდა შეგუებულობები, რომლებმაც კონკურენცია შეამცირეს. მაგალითად, ზოგიერთი სახეობის ფრინველის მდებარეობს და მამრებს განსხვავებული სიგრძის ნისკარტი აქვთ, რაც მათ განსხვავებული მწერებით კვების საშუალებას აძლევს. თუ ცხოველებს განვითარების ლარეული სტადია გააჩნიათ, ლარეები და მოზრდილი ინდივიდები განსხვავებული საკვებით იკვებებიან. მღრღნელების პოპულაციის დიდი სიმჭიდროვისას ზოგიერთი ინდივიდი ტოვებს მას და ახალ ადგილს იკავებს. ეს ტენდენცია გენეტიკურად არის განპირობებული.

სახეობათშორისი კონკურენცია. სხვადასხვა სახეობის წარმომადგენლები ხშირად ერთსა და იმავე რესურსებს იყენებენ (ეკოლოგების თქმით, "მათი საკვები გადაიფარება"). ასე რომ, კონკურენცია შესაძლებელია არა მარტო ერთი სახეობის, არამედ განსხვავებულ სახეობათა ინდივიდებს შორისაც. ზოგჯერ კონკურენცია იმდენად მძაფრია, რომ ერთ-ერთი სახეობა სრულიად ისპობა. მაგალითად, გალაპაგოსის ერთ-ერთ კუნძულზე გიგანტური კუს უნიკალური სახეობა გადაშენდა, ვინაიდან 1957 წელს კუნძულზე შეყვანილმა თხებმა მთლიანად გადაჭამეს მცენარეულობა, რომელიც კუს საკვებს წარმოადგენდა. სახეობის გადაშენება სახეობათშორის კონკურენციის აუცილებელი შედეგია. ჩვენ გაუთავებლად ვებრძვიტ მრავალ პარაზიტს, მაგრამ ჯერჯერობით მათთან თანაარსებობა მაინც გვიწევს. არცთუ იშვიათად კონკურენცია სახეობათა სპეციალიზაციას იწვევს. თითოეული მათგანი რესურსის გარკვეულ ნაწილს იყენებს და ამგვარად, ეკოლოგების აზრით, ხდება ნიშის განაწილება. მაგალითად, ერთ ტერიტორიაზე მცხოვრები მწერების სხვადასხვა სახეობა საკვებს ხის სხვადასხვა ნაწილზე მოიპოვებს. ეს კი მათ შორის კონკურენციას ამცირებს.

კონკურენცია სივრცისთვის, საკვებისთვის და სხვა რესურსე-

ბისთვის პოპულაციის ინდივიდთა შესაძლო მაქსიმალურ რაოდენობას განსაზღვრავს. თუ რაიმე მიზეზის გამო პოპულაციის რიცხოვნობა ამ დონეზე დაბლა დაეცემა, მაშინ მოზრდილ ასაკს უფრო მეტი ახალშობილი მიაღწევს და პოპულაციის თავდაპირველი რიცხოვნობა აღდგება. ამ ფარგლებში კი მისი შეზღუდვა კვლავ კონკურენციის წყალობით მოხდება.

## მტაცებლობა

მტაცებელი ჩვეულებრივად, წარმოგვიდგენია ზორცისმჭამელი ცხოველების, მაგალითად, ლომის ან მგლის სახით, რომლებიც კლავენ და ჭამენ მსხვერპლს. მტაცებლად არ ითვლებიან მასპინძლის სხეულით მკვებავი პარაზიტები და მცენარის მჭამელი ცხოველები. პოპულაციების უმეტესობაში მტაცებლობა სიკვდილიანობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია, მაგრამ მთავარ ფაქტორად იგი იშვიათად იქცევა.

ერთი სახის საკვებზე დასპეციალებულ მტაცებელს შეუძლია გარკვეულად შეზღუდოს თავისი მსხვერპლის პოპულაციის რიცხოვნობა. თუ მსხვერპლი გარკვეულ ადგილზე მცირე რაოდენობითაა, მტაცებელს უჭირს მისი მიგნება. ამის გამო მსხვერპლის პოპულაციის რიცხოვნობა გაიზრდება. მაგრამ როგორც კი ინდივიდების რიცხვი იმ დონეს მიაღწევს, რომ ის შესაძენვე გახდება მტაცებლისათვის, იწყება მათი ხელახალი განადგურება. პოპულაციების სიმჭიდროვე გარკვეულ დაბალ დონეზე რჩება.

მგლები და ვეფხვები არასპეციალიზებული (გენერალიზირებული) მტაცებლებია, რომლებიც სხვადასხვა სახეობის მსხვერპლზე ნადირობენ. გენერალიზირებული მხეცებიც ზღუდავენ მსხვერპლის

პოპულაციის რიცხოვნობას, მაგრამ ამას უფრო ეფექტურად სპეციალიზებული მტაცებლები ახერხებენ. ეს იმით აიხსნება, რომ არასპეციალიზებული მხეცები აქტიურად იკვებებიან ხან ერთი, ხან მეორე ცხოველით იმის მიხედვით, თუ რომელი ამათგანია ხელმისაწვდომი. გარდა ამისა, გენერალიზირებული მტაცებლის რეპროდუქციული პოტენციალი ხშირად მსხვერპლის პოტენციალზე გაცილებით უფრო დაბალია.

#### 6.4. გადაშენება

პოპულაციას გადაშენება ემუქრება, თუ მისი რაოდენობა მკვეთრად შემცირდება. ეს საკმაოდ ხშირად ხდება, მაგრამ შემდეგ იწყება პოპულაციის აღდგენა იმავე სახეობის მეზობელი პოპულაციების ინდივიდთა მიგრაციის ხარჯზე.

გადაშენების რისკი განსაკუთრებით მაღალია, თუ სახეობა ერთი პატარა პოპულაციისაგან შედგება. ასეთი სახეობები უფრო ხშირად კუნძულებზე ან პატარა, იზოლირებულ უბნებში გვხვდება, სადაც საცხოვრებელი გარემო ძალიან შეზღუდულია. მსგავს შემთხვევებში სტიქიურ უბედურებას ან თავშესაფრის დანგრევას უცბად შეუძლია მთელი სახეობის მოსპობა. მაგალითად, მარტინიკის კუნძულზე ზაზუნას პოპულაცია მთლიანად დაიღუპა ვულკანის ამოფრქვევის შემდეგ. ამავე დროს ამოწყდა 30 000-იანი ქალაქის მთელი მოსახლეობა ერთი დამნაშავის გარდა, რომელიც იმ დროს ციხის მიწისქვეშა საკანში იჯდა.

გადაშენება ყველა სახეობას ემუქრება. ამ პროცესს კიდევ უფრო აჩქარებს ადამიანის საქმიანობა. ჩვენ ცხოველების ზოგიერთი სახეობა ხორცის, ტყავისა და ბუმბულის მოპოვების გამო გადავა-

შენეთ. სხვა სახეობები კი (მაგალითად, ჩვენს მიერ ზემოთ დასახელებული გალაპაგოსის კუ), ადამიანის "თანამგზავრი" ზოგიერთი ცხოველის (თხების, ღორების, ძაღლების, კატების) ან ადამიანის მიერ შემთხვევით შემოყვანილი ვირთაგვების და თაგვების მიერ იქნა ამოწყვეტილი. სახეობების უდიდესი ნაწილი კი იმიტომ გადაშენდა, რომ ჩვენ დავაზიანეთ მათი საბინადრო გარემო ისე, რომ არც კი გვიოვიქრია ამ სახეობების შესახებ.

### 6.5. დემოგრაფიული აფეთქება

დედამიწაზე მცხოვრები ადამიანების რიცხვი უკანასკნელი 2 000 წლის განმავლობაში, განსაკუთრებით კი ბოლო 200 წლის მანძილზე, განუხრელად იზრდებოდა. ეს, ძირითადად, სიკვდილიანობის მკვეთრი შემცირებით აიხსნება.

#### ადამიანთა პოპულაციებში სიკვდილიანობის შემცირება

ადამიანთა უმეტესობა თვლის, რომ მე-20 საუკუნეში სიკვდილიანობა მკვეთრად შემცირდა ანტიბიოტიკების წყალობით. მაგრამ ასე არ არის. გაცილებით დიდი როლი ითამაშა კვებისა და სანიტარულ-ჰიგიენური პირობების მკვეთრმა გაუმჯობესებამ, რაც ანტიბიოტიკების აღმოჩენამდე მოხდა.

1348–1350 წლებში იტალიის საპორტო ქალაქებში გავრცელდა შავი ჭირის ეპიდემია, რომელიც მოედო მთელს ევროპას და 25 მილიონი ადამიანის – მთელი მოსახლეობის მეოთხედი ნაწილის სიცოცხლე შეიწირა. შავი ჭირის ეპიდემია აღმოცენდებოდა ხოლმე სულ ცოტა ყოველ 10 წელიწადში ერთხელ მაინც. ამას ზშირად თან

მუცლის ტიფი, ათაშანგი და გრიპი ერთვოდა. 1665 წელს ეპიდემიის უკანასკნელმა ძლიერმა ტალღამ ლონდონს მიაღწია და კიდევ 10 მილიონი ადამიანი დაიღუპა.

შავი ჭირი ვირთაგვას რწყილს გადააქვს, მუცლის ტიფი კი ტანსაცმლის ტილს. მე-19 საუკუნემდე დედამიწის მოსახლეობის უმეტეს ნაწილს აწუხებდა ტილები. ტანსაცმლის ტილი ადამიანის ტანზე კი არ ცხოვრობს, არამედ ტანსაცმლის ნაკეცებში. ევროპის ქვეყნებში ღარიბები ტანსაცმელს საერთოდ არ იხდიდნენ. ისინი მხოლოდ ზაფხულობით იხდიდნენ თბილ ჩასაცმელებს, ზამთარში კი ისევ იცვამდნენ მათ. მდიდრები ტანსაცმელს კი იხდიდნენ, მაგრამ არ რეცხავდნენ. თმების გადაპარსვის და პარიკის ტარების ჩვეულება, ალბათ, ტილების მოშორების მცდელობით იყო გამოწვეული. ტილები ხომ იმუამად სამეფო ოჯახის წევრებსაც ჰყავდათ. მაგრამ იმის გამო, რომ პარიკები ადამიანის თმებისგან მზადდებოდა, მათ ხშირად წილებთან ან ტილების კვერცხებთან ერთად ყიდულობდნენ.

მე-17 საუკუნეში ფრანგი პრინცესას მასწავლებელი წერდა: “ყმაწვილ პრინცესას უჩიჩინებდნენ, რომ არ შეიძლება თმის დავარცხნა ყოველდღე. ეს საჭიროა მხოლოდ აუცილებლობის შემთხვევაში. ტილების, რწყილების და სხვა მწერების დაჭერა და მოკვლა კი მხოლოდ ახლობელ ადამიანებთან შეიძლება და არა საზოგადოებაში“. მე-18 საუკუნეში ფართოდ გავრცელდა ტანსაცმლის გარეცხვის და თავის დაბანის ჩვევა, რომელმაც მკვეთრად შეამცირა მუცლის ტიფით დაავადების შემთხვევები. ტიფით ავადდებოდნენ მხოლოდ ის ადამიანები, რომელთა საცხოვრებელ გარემოში სისუფთავის დაცვა გაძნელებული იყო, მაგალითად, მოქმედი არმიის ჯარისკაცები. აშშ-ში სამოქალაქო ომის დროს ჭრილობებისგან 92000 კაცი გარდაიცვალა, ხოლო მუცლის ტიფით – 190 000. მეორე მსოფ-

ლიო ომი იყო პირველი თანამედროვე ომთაგან, რომელშიც მოწინააღმდეგის საომარი მოქმედების გამო მეტი ადამიანი დაიღუპა, ვიდრე დაავადებებისაგან.

მე-18 საუკუნეში დაიწყო გადატრიალება ჰიგიენაში, რის შედეგადაც მწერების მიერ გავრცელებული დაავადებები წარსულს ჩაბარდა. ადამიანები მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ დაავადებების რიცხვი შეიძლება შემცირდეს, თუ მოისპობა ტილები და რწყილებით დასნებოვნებული ვირთაგვები. ექიმები ამტკიცებდნენ, რომ საჭიროა ლოგინის თეთრეულის გარეცხვა და შენობებში სისუფთავის დაცვა.

1909 წლისთვის ბიოლოგებმა დაამტკიცეს, რომ მუცლის ტიფის გადატანა ნამდვილად ტილების გზით ხდება. ცივილიზებული ქვეყნების უმეტესობაში ჰიგიენის დაცვის წყალობით ეს დაავადება საბოლოოდ აღმოიფხვრა. ანტიბიოტიკების აღმოჩენამდე კი კიდევ 30 წელი რჩებოდა.

სიცოცხლის ხანგრძლივობა არის ახალშობილის სიცოცხლის შესაძლო პერიოდის საშუალო რიცხვი. ცხადია, რომ სიცოცხლის ხანგრძლივობა იმ ქვეყნებშია მაღალი, სადაც მოსახლეობა უკეთესად იკვებება და უფრო განათლებულია. ევროპასა და ჩრდილოეთ ამერიკის ქვეყნებში იგი 70 წელზე მეტს შეადგენს, ლათინური ამერიკისა და შორეული აღმოსავლეთის ქვეყნებში (იაპონიისა და ჩინეთის ჩათვლით) – 63 წელს, ხოლო 45 წელზე ნაკლებია აზიის ბევრ ქვეყანასა და თითქმის მთელს აფრიკაში.

განვითარებად ქვეყნებში ბავშვების ხშირი დაღუპვა, განსაკუთრებით სიცოცხლის პირველ წელს, ამცირებს მთელი პოპულაციის საშუალო სიცოცხლის ხანგრძლივობას. სიცოცხლის ხანგრძლივობის ზრდა განვითარებად ქვეყნებში ძირითადად განპირობებულია ჩვილ და ადრეული ასაკის ბავშვთა სიკვდილიანობის შემცირებით.

ამგვარად, დედამიწის მჭიდროდ დასახლების პრობლემა დაკავშირებულია არა მარტო მოზრდილი მოსახლეობის სიცოცხლის საშუალო ხანგრძლივობის ზრდასთან, არამედ იმასთანაც, რომ ახალდაბადებული ბავშვების დიდი ნაწილი აღწევს მოზრდილთა ასაკს.

ჯანმრთელობის დაცვის ხარისხის ამაღლება არ წარმოადგენს სამხრეთ ამერიკის ქვეყნების მცხოვრებთა სიცოცხლის საშუალო ხანგრძლივობის მნიშვნელოვანი ზრდის გარანტს. გარემოს გაჭუჭყიანება და ცხოვრების წესი (კერძოდ, საკვების შემადგენლობა და ფიზიკური დაუტვირთაობა) ის მთავარი ფაქტორებია, რომელთა შეცვლა აუცილებელია მიზნის მისაღწევად. აშშ-ში და ევროპის ზოგიერთ ქვეყანაში მოსახლეობის დაღუპვის ძირითადი მიზეზია კანცეროგენული ნივთიერებები, რომლებიც კიბოს იწვევენ (მაგალითად, თამბაქოს ბოლი და აზბესტის მტვერი), გულ-სისხლძარღვთა დაავადებანი (სისხლის მაღალი წნევა, გულის უკმარისობა, ათეროსკლეროზი და ა.შ.) და უბედური შემთხვევები.

### ადამიანთა პოპულაციებში შობადობის შემცირება

მე-18 საუკუნიდან სიკვდილიანობის შემცირებასთან ერთად შობადობამაც იწყო კლება. შობადობის შემცირებაზე უდიდეს გავლენას ახდენს ისეთი ფაქტორები, როგორცაა განათლების დონე და ქალის შრომითი დასაქმება. განათლებულ ქალებს ესმით, რომ აღარ არის საჭირო ბევრი შვილის გაჩენა, რათა რომელიმე მათგანი მაინც გაიზარდოს. მათ აგრეთვე ისწავლეს ჩასახვის საწინააღმდეგო საშუალებების გამოყენებაც. გარდა ამისა, ისინი მიხვდნენ, რომ თუ ნაკლებ ბავშვს გააჩენენ და იმუშავენ, მეტ წვლილს შეიტანენ ოჯახის კეთილდღეობაში. ასეთი პერსპექტივა ქალებს მიმზიდველად



ენვენებათ იმ ქვეყნებშიც კი, სადაც რელიგია და ადამთ-წესები დიდი ოჯახების შექმნას მოითხოვენ. სამწუხაროდ, ამგვარ აზრს ადგანან ქართველი ქალებიც, მიუხედავად იმისა, რომ ქართველთა რაოდენობა ძალიან მცირეა, შეიძლება ითქვას, კატასტროფულად მცირე.

იმისათვის, რომ შობადობის შემცირებამ პოპულაციის რაოდენობაზე მნიშვნელოვნად იმოქმედოს, სამი თაობა მაინც არის საჭირო. თუ სიკვდილიანობა დაბალ ღონეზეა, ხოლო შობადობის სიხშირე კი მაღალი, პოპულაციის რიცხობრიობა ძალიან იზრდება. ამჟამად დედამიწის მოსახლეობა წელიწადში 70 მილიონი ადამიანით იზრდება. კაცობრიობა 1650 წელს არსებული 500 მილიონიდან გაიზარდა და 1981 წელს 5 მილიარდი შეადგინა. გამოთვლების თანახმად, 2000 წლისთვის იგი 8 მილიარდს მიუახლოვდება. მოსახლეობის რიცხვის გაზრდას 1 მილიარდიდან 2 მილიარდამდე 100 წელიწადი დასჭირდა, 2 მილიარდიდან – 4 მილიარდამდე – 70 წელი, ხოლო მომდევნო გაორმაგება 50 წელზე ნაკლებ დროში მოხდება. მოსახლეობის გაორმაგებისათვის საჭირო დრო სხვადასხვა ქვეყნებისთვის ძლიერ განსხვავებულია. მოსახლეობის მატების ძალიან დიდი ტემპი ახასიათებთ გალატაკებულ ქვეყნებს, რომლებსაც სხვა ქვეყნებზე ნაკლებად გააჩნიათ თავიანთი მოსახლეობის გამოკვების საშუალება.

საქართველო, რატომღაც, ამ წესს არ ემორჩილება. ჩვენში მოსახლეობის (ქართველების) რაოდენობა პრაქტიკულად არ მომატებულა არც შედარებით კარგი და არც მძიმე ეკონომიკური პირობების დროს. ამიტომ ჩვენს სიმცირეს ნურც კარგ და ნურც ცუდ ცხოვრებას დავაბრალებთ. მითუმეტეს, რომ ჩვენსავე ქვეყანაში მცხოვრები სხვა ერის ხალხები საკმაოდ ინტენსიურად მრავლდებიან.

არცთუ დიდი ხანია, რაც დედამიწის მოსახლეობის მატება შემცირდა. 1965 წლიდან 1974 წლამდე პერიოდში შესამჩნევად შემცირდა შობადობა და ამ შემცირებამ უკანასკნელი 50 წლის მანძილზე პირველად გადააჭარბა სიკვდილიანობას. ამის მიუხედავად, 1975 წელს დედამიწის მოსახლეობა 1,8 %-ით გაიზარდა, ხოლო აფრიკაში შობადობა კვლავ განაგრძობდა ზრდას.

2000 წლისათვის თუ შობადობის დონე გაუთანაბრდება სიკვდილიანობის დონეს, დედამიწის მოსახლეობა 10 მილიარდ მიაღწევს. ეს პოპულაციის ასაკობრივი სტრუქტურით აიხსნება: ამჟამად დედამიწის მთელი მოსახლეობის ნახევარზე მეტის ასაკი 25 წელზე ნაკლებია და მათ შთამომავლობა უნდა მოგვცენ. მოსახლეობის ასეთ სწრაფ ზრდას ხშირად “დემოგრაფიულ აფეთქებას“ უწოდებენ. ადამიანთა პოპულაციების ექსპონენციალური ზრდა გვაგონებს იმ ბაქტერიებისა და ბოცვრების პოპულაციების ზრდას, რომლებიც ეს-ეს არის ხელსაყრელ გარემოში მოზღვდნენ. რიცხობრიობის ყოველნაირი ზრდის მსგავსად, დემოგრაფიული აფეთქებაც შეჩერდება, როცა დედამიწაზე ადამიანთა ძალიან დიდი რაოდენობა დაგროვდება. მათ უკვე აღარ ექნებათ თუნდაც შეზღუდული, მაგრამ აუცილებელი რესურსების მიღების საშუალება.

სიცოცხლისთვის აუცილებელ ერთ-ერთ ასეთ რესურსს საკვები წარმოადგენს. მისმა ნაკლებობამ ზოგიერთ ქვეყანაში უკვე შეაჩერა ადამიანთა რიცხობრიობის ზრდა. რადგანაც საკვები პროდუქტების წარმოების ზრდა მოსახლეობის რიცხობრიობის ზრდას ჩამორჩება, შიმშილი კარს მოგვადგა. მთელ მსოფლიოში ყოველწლიურად შიმშილისგან 12 000 ადამიანი იღუპება, ხოლო სულ მცირე 10 მილიონი ბავშვი იმდენად ცუდად იკვებება, რომ მათი სიცოცხლე საფრთხეშია.

ტერმინი “შიმშილით სიკვდილი“ იხმარება ისეთი სიკვდილის გამოსახატად, რომელიც საკვების ნაკლებობით გამოიწვევა. თუმცა ადამიანთა უმრავლესობა იმიტომ კი არ იღუპება, რომ სიცოცხლის შენარჩუნებისათვის აუცილებელ საკვებზე ნაკლებს იღებს, არამედ იმის გამო, რომ მათი ორგანიზმი ვერ ეწინააღმდეგება დაავადებებს. ნორმალური კვების პირობებში ასეთი დაავადებები ადამიანთა სიკვდილს არ გამოიწვევდა. იმ ადამიანთა საკვებში, რომლებიც არასრულფასოვნად იკვებებიან, მათთვის აუცილებელი ყველა კალორია მოიპოვება, მაგრამ მასში ვიტამინების და ცილების ნაკლებობაა.

ამიტომაც ასეთ შემთხვევებში სიკვდილის მიზეზად უნდა ჩაითვალოს არა შიმშილი, როგორც ასეთი, არამედ არასრულ-ფასოვანი კვება.

კაცობრიობას ჯერ კიდევ შეუძლია, რომ არ იშიმშილოს. მსოფლიოში იწარმოება საკმარისი რაოდენობის პროდუქტი, რომელსაც მოსახლეობის ვიტამინებით და ცილებით მდიდარი საკვებით უზრუნველყოფა შეუძლია. უბედურება იმაშია, რომ საკვები და მისი შექმნისთვის აუცილებელი შემოსავალი არათანაბრად არის განაწილებული.

2000 წლის დადგომამდე ალბათ უკვე თავს იჩენს იმ დროს დედამიწაზე მცხოვრები დაახლოებით 8 მილიარდი ადამიანისთვის საჭირო საკვების ნაკლებობა. ქართველები თუ წესიერად ისწავლიან და იმუშავენ, საქართველო ადვილად შეძლებს გამოკვებოს დღეს ჩვენთან მცხოვრებზე ორჯერ მეტი მოსახლეობა. ამიტომ 2 000 წლის შიშით ერის გამრავლებაზე უარის თქმა დანაშაულია.

## მექვესე თავის მოკლე შინაარსი

იდეალურ პირობებში მოცემული პოპულაციის ინდივიდთა რიცხოვნობა ექსპონენციალური სისწრაფით იზრდება და მოცემული სახეობის რეპროდუქტიული პოტენციალის მიხედვით იცვლება. რეპროდუქტიული პოტენციალი ძირითადად განისაზღვრება გამრავლების აქტში პირველად მონაწილე მშობლის (მდედრის) ასაკით. ამავე დროს იგი დამოკიდებულია თითოეული ასეთი აქტის შედეგად მიღებული შთამომავლობის რიცხვზე და მშობელი ინდივიდების რეპროდუქტიული პერიოდის ხანგრძლივობაზე. პოპულაციის ზრდის სისწრაფე იშვიათად შეესაბამება რეპროდუქტიულ პოტენციალს. პოპულაციის ძლიერ სწრაფი ზრდა ახასიათებთ იმ ორგანიზმთა პოპულაციებს, რომლებიც ახალ, მათთვის ძალიან ხელსაყრელ პირობებში აღმოჩნდებიან. წლიდან წლამდე უმეტეს პოპულაციათა რიცხოვნობა ერთი გარკვეული საშუალო სიდიდის მახლობლად მერყეობს. ექსტრემალურ კლიმატურ პირობებში მცხოვრები ზოგიერთი პოპულაციის რიცხოვნობა სტიქიური მოვლენებისგან (ქარიშხლები, ძლიერი ყინვები და ა.შ.) დამოუკიდებლად ერთ გარკვეულ დონეზე არის შენარჩუნებული. მაგრამ პოპულაციათა უმეტესობის რიცხოვნობა ჩვეულებრივ იზღუდება სიმჭიდროვეზე დამოკიდებული ფაქტორების გავლენით. ასეთ ფაქტორებს მიეკუთვნება მტაცებლობა, დაავადებები და საკვების ნაკლებობა.

თუ პოპულაცია ძალიან მცირერიცხოვანი არ არის, ერთი სახეობის წევრებს შორის რესურსებისთვის კონკურენცია გარდაუვალია. როგორც წესი, კონკურენციას სხვადასხვა სახეობის ინდივიდებს შორისაც აქვს ადგილი. ამას ან კონკურენციაში მყოფი უფრო სუსტი

სახეობის დაღუპვამდე მივყავართ, ან გარკვეულ ადამიანებს, რომელიც ამ სახეობებს შორის კონკურენციას ამცირებს. მტაცებლებს პოპულაციაში მაღალი სიკვდილიანობის გამოწვევა შეუძლიათ. ცნობილია მრავალი სპეციალიზირებული მტაცებელი და პარაზიტი, რომლებიც თავიანთი მსხვერპლის პოპულაციის რიცხოვნობას ძალიან დაბალ დონეზე აჩერებენ. არასპეციალიზირებული მტაცებლები ჩვეულებრივად იმ მსხვერპლზე ნადირობენ, რომელთა რიცხვიც იმ დროისათვის მეტი იქნება. ამის გამო მათ შეუძლიათ შეაჩერონ გარკვეული მსხვერპლის რიცხოვნობის ზრდა. მაგრამ არასპეციალიზირებული მტაცებლები იშვიათად თამაშობენ მსხვერპლის პოპულაციების რიცხოვნობის ძირითადი შემზღვეველი ფაქტორის როლს.

პოპულაციის რიცხოვნობის ძირითადი მარეგულირებელი ფაქტორი სხვადასხვა პოპულაციებისთვის განსხვავებულია. დროის მიხედვით იგი შეიძლება ერთი და იმავე პოპულაციისათვისაც კი განსხვავებული იყოს.

გადაშენება პოპულაციებისთვის და მთელი სახეობებისთვისაც კი გარდაუვალია. ადამიანმა ძლიერ დააჩქარა ეს პროცესი თავისი საქმიანობით — ნადირობით, პოპულაციის საცხოვრებელ გარემოში მტაცებლებისა და მათი კონკურენტების ჩასახლეობით და, რაც მთავარია, მათი საცხოვრებელი ადგილის სრული განადგურებით.

ისევე როგორც ყველა ცოცხალი ორგანიზმი, ადამიანი ცხოვრობს გარემოში, რომლის რესურსები შეზღუდულია. უკანასკნელი რამდენიმე ასეული წლის განმავლობაში დედამიწაზე მცხოვრებ ადამიანთა რიცხოვნობა ექსპონენციალურად მატულობს. მათი კვების და სანიტარულ-ჰიგიენური პირობების გაუმჯობესების გამო შემცირდა ადამიანთა სიკვდილიანობა. სიკვდილიანობის შემცირების

კვალდაკვალ მცირდება შობადობის რიცხვი, მაგრამ ეს ხდება 1-3 თაობის მანძილზე. ამ პერიოდში პოპულაცია გიგანტურ ზომებს აღწევს.

დემოგრაფიული აფეთქების შემზღვეველ ფაქტორად საკვების ნაკლებობა გვევლინება. ყოველდღიურად მილიონობით ადამიანი იღუპება არასრულფასოვანი კვების გამო.

### შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. ქვემოთ ჩამოთვლილი ფაქტორებიდან რომელი არ ახდენს უშუალო გავლენას რეპროდუქტიულ პოტენციალზე?
  - ა) მდედრის ასაკი პირველად გამრავლებისას.
  - ბ) პოპულაციის სიმჭიდროვე.
  - გ) მდედრის ფერტილურობის პერიოდის ხანგრძლივობა.
  - დ) ნაყარში ნაშიერთა საშუალო რიცხვი.
2. ქვემოთ ჩამოთვლილი ფაქტორებიდან რომელი იქნება ყველაზე ნაკლებად დამოკიდებული სიმჭიდროვისაგან, პოპულაციის რიცხობრიობას რომ ზღუდავს?
  - ა) პარაზიტიზმი.
  - ბ) ნარჩენების დაგროვება.
  - გ) მტაცებლობა.
  - დ) მკაცრი ზამთარი.
3. წლიდან წლამდე პოპულაციის რიცხობრიობა მყარია, რადგანაც:
  - ა) ყოველწლიურად ინდივიდთა დაახლოებით თანაბარი რაოდენობა იღუპება.

- ბ) პოპულაციის ნაკლები სიმჭიდროვისას ორგანიზმები უფრო ინტენსიურად მრავლდებიან, ხოლო დიდი სიმჭიდროვისას – ნაკლები ინტენსიურობით.
  - გ) გარემოს სხვადასხვა ფაქტორი ეწინააღმდეგება პოპულაციის მაღალ რეპროდუქტიულ პოტენციალს.
  - დ) როდესაც პოპულაციის რიცხოვნობა მის საშუალო დონეს გადააჭარბებს, ორგანიზმები გამრავლებას წყვეტენ.
4. დახაზეთ პეტრის ფინჯანის საკვებ არეზე მოთავსებული ბაქტერიების პოპულაციის ხანგრძლივი ზრდის გრაფიკი.
5. პოპულაციას შეუძლია ექსპონენციალურად ზრდა:
- ა) თუ ზრდის ერთადერთ შემზღუდველ ფაქტორად გვევლინება საკვები.
  - ბ) როცა იგი პირველად ხვდება შესაფერის დაუკავებელ საცხოვრებელ გარემოში.
  - გ) მხოლოდ მტაცებლების არარსებობის შემთხვევაში.
  - დ) მხოლოდ ლაბორატორიაში.
6. თუ თქვენ გთხოვენ, რომ შეიმუშაოთ რომელიმე კონკრეტულ მაკროორგანიზმთან ბრძოლის ბიოლოგიური მეთოდის პროგრამა, ამისთვის არასპეციალიზირებულ თუ სპეციალიზირებულ მტაცებელს შეარჩევთ?
7. დემოგრაფიული აფეთქების მთავარი მიზეზია:
- ა) შობადობის ზრდა.
  - ბ) ქალის განათლება.
  - გ) კვების და სანიტარულ-ჰიგიენური მდგომარეობის გაუმჯობესება.
  - დ) სამრეწველო რევოლუცია.
  - ე) ანტიბიოტიკები და მედიცინის მეთოდების სრულყოფა.

კითხვები განხილვისათვის

1. არსებობს მოსაზრება, რომ უკვე დღეს დედამიწაზე უფრო მეტი ხალხი ცხოვრობს, ვიდრე განუსაზღვრელი დროის განმავლობაში დედამიწას მათი გამოკვება შეეძლებოდა. ეთანხმებით თუ არა თქვენ ამ შეხედულებას? რატომ?
2. ადამიანს აღელვებს ზოგიერთი სახეობის ჭარბი რაოდენობა. დაასახელეთ ზოგიერთი მათგანი. უნდა იწვევდნენ თუ არა ისინი შეშფოთებას? თუ უნდა იწვევდნენ, რატომ?
3. ადამიანებს ზოგიერთი სახეობების რიცხოვნობის შემცირებაც აღელვებთ. თვლიან, რომ ეს სახეობები გადაშენების გზაზე იმყოფებიან. დაასახელეთ ზოგიერთი ამ სახეობებიდან. უნდა გვადელვებდეს თუ არა მათი გადაშენების საფრთხე? თუ უნდა გვადელვებდეს, რატომ?
4. გვაქვს პროექტი, რომელიც ითვალისწინებს ჭაობის ამოშრობას და მის ადგილზე საცხოვრებელი სახლების აშენებას, ანდა საავტომობილო გზის გაყვანას, რომელზეც ოთხრიგად იქნება მოძრაობა. რა ზიანის მოტანა შეუძლია ამ პროექტს ამ რაიონში მცხოვრები ორგანიზმების პოპულაციებისათვის?
5. აშშ-ში 70-იანი წლების დასაწყისში შობადობა (ერთი წლის განმავლობაში რეპროდუქციული ასაკის მქონე 1000 ქალის მიერ გაჩენილ ახალშობილთა რიცხვი) შემცირდა. ამის მიუხედავად, რატომ განაგრძობს მოსახლეობის რიცხოვნობა ზრდას?
6. რომელმა ფაქტორებმა განაპირობა ქალის მიერ პირველი ბავშვის გაჩენის ასაკის ზრდა?



7. ორმა ქალმა, რომლებიც ერთსა და იმავე წელს იყვნენ დაბადებული, გააჩინეს ტყუპი გოგონები. ერთმა მათგანმა (ა) 18 წლის, ხოლო მეორემ (ბ) კი – 36 წლის ასაკში. თითოეულმა ამ გოგონათაგანმა იმავე ასაკში, რომელშიც ისინი მათმა დედამ გააჩინა, დაბადა ისევ ტყუპი გოგონები. ყველა დედა 72 წლის ასაკში გარდაიცვალა.

ა) რამდენი შთამომავალი ჰყავდა (ა)–ს სიკვდილის დროს?

ბ) რამდენი შთამომავალი ჰყავდა (ბ)–ს სიკვდილის დროს?

გ) დახაზეთ თითოეული ამ ოჯახის რიცხოზობის მატების გრაფიკი 144 წლის განმავლობაში. ორდინატაზე აღნიშნეთ შთამომავლების რიცხვი, აბსცისაზე კი დრო. რას გვეუბნება ეს გრაფიკი პოპულაციის ზრდის თაობაზე შთამომავლების რიცხვისა და ბავშვის დაბადების დროს დედის ასაკის შეფარდების გათვალისწინებით?

**ნარკვევი.** რა ვიღონოთ, რომ არ შეგვჭამონ?

შეჭმის საშიშროება ყველა ცოცხალ ორგანიზმს ემუქრება. აქ ჩვენ ჩამოვთვლით ევოლუციის პროცესში წარმოშობილ ზოგიერთ საინტერესო ხერხს, რომელიც ორგანიზმებს მტაცებლებისგან იცავს.

თავდაცვის ქიმიური საშუალებები – სხვადასხვა სახის შხამიანი ნივთიერებების სახით მრავალ მცენარეს და ცხოველს მოეპოვება. მცენარე გადარჩება, თუ მცენარისმჭამელი ცხოველი მისი რამდენიმე ფოთლის შეჭმის შემდეგ ზიზღს იგრძნობს და მომავალში მოერიდება მას. ამ დროს მცენარე მნიშვნელოვნად არ ზიანდება. ცხოველებში კი საქმე სხვაგვარად გვაქვს: მტაცებლის ერთმა კბენამაც კი შეიძ-

ლება ცხოველის სიკვდილი გამოიწვიოს. ამიტომაც ცხოველები ქიმიური საშუალებებით აქტიურად იცავენ თავს და თვითონ უტყევენ მტაცებელს, სანამ ის თავის მსხვერპლს ზიანს მიაყენებდეს. ზოჭო-ყუმბარმტყორცნი მტაცებელს მიასზურებს ცხელი (100°C-მდე) სითხის ნაკადს. მორიელები, ფუტკრები და კრაზანები მათ ერიდებიან. ზოგიერთი მრავალფეხა და ზოჭო გამოყოფს გამლიზიანებელი ან შხამიანი ქიმიური ნივთიერებების წვეთებს.

ხერხემლიანებს შორის თავდაცვის ქიმიურ საშუალებებს კარგად იყენებენ მყრალა და შხამიანი გველები, მაგრამ სხვა მაგალითების მოყვანაც შეიძლება. კოლუმბიელი ინდიელები თავიანთი საბრძოლო ისრების წვეტებს უსვამენ შხამს, რომელსაც შეიცავს პატარა მწვანე ბაყაყების კანის ლორწო. ადამიანის მოსაკლავად ამ შხამის სულ 3 მკგ არის საკმარისი. იგი აზიანებს ადამიანის ნერვებს და კუნთებს. მსგავსი შხამიანი ნივთიერება მოიპოვება ძვირადღირებული იაპონური დელიკატესის – ნემსფაშვას საკვერცხეში და სხვა ქსოვილებში. იაპონელი მზარეულები ვალდებულნი არიან იქონიონ პატენტი ამ თევზის მომზადებაზე, რადგანაც ამ შხამის სულ რაღაც 1–2 მკგ საკმარისია ადამიანის მოსაკლავად. მიუხედავად ამისა, დროდადრო ადამიანთა მოწამელის შემთხვევებს მაინც აქვს ადგილი. ზოგიერთი ცხოველი იყენებს ქიმიური თავდაცვის სხვა საშუალებებს. მკვეთრად შეფერილი ზღვის შიშველლაყუჩიანი მოლუსკები მრავალრიცხოვანი მსუსხავი უჯრედებით აღჭურვილი მარჯნებით და აქტინიებით იკვებებიან. მოლუსკებს ეს უჯრედები თავიანთ კანში გადააქვთ და პოტენციური მტრების წინააღმდეგ იყენებენ. ამავე გზით პეპელა-დანაიდა შხამიანი ზღება, რადგანაც იგი კარდიოტოქსიკურ ნივთიერებას ერთგვარი მუხლუხისგან იღებს. თავდაცვის ეფექტური საშუალების მქონე ზოგიერთი ცხოველი

ძალიან მკვეთრადაა შეფერილი. ასეთებია მაგალითად,.: მყარაღა, ზოგიერთი კრაზანა, შიშველლაყუჩიანი მოლუსკები, შხამიანი თევზები და ბაყაყები. ეს შემთხვევით არ ხდება. მკაფიო შეფერვა წინასწარ აფრთხილებს პოტენციურ მტაცებლებს და საშიშროებაზე მიუთითებს.

გამაფრთხილებელი შეფერილობა კარგი თავდასაცავი საშუალებაა იმ მტაცებლებისაგან, რომლებსაც კარგი სმენა და მხედველობა აქვთ და კარგად „სწავლობენ“.

ცხადია, მტაცებლებმა დაბადებიდანვე არ იციან, რომ უნდა მოერიდონ ნარინჯისფერ-მოშავო პეპლებს. მათ ეს უნდა ისწავლონ. როგორც ექსპერიმენტებმა უჩვენა, ცისფერი ჩხიკვი, რომელმაც ერთხელ უკვე იგემა ნარინჯისფერ-მოშავო პეპლის გემო, აღარ ცდილობს შეჭამოს მსგავსი შეფერილობის პეპლები.

თუ მტაცებელმა ისწავლა ნარინჯისფერ-მოშავო პეპლებისთვის თავის არიდება, მაშინ ეს ძალიან ხელსაყრელი ხდება იმ პეპლებისთვის, რომლებიც დაუცველები არიან. ბუნება არასოდეს არ უშვებს ხელიდან ხელსაყრელ შემთხვევებს. არსებობენ ისეთი ცხოველები, რომლებიც საჭმელად ვარგისნი არიან, მაგრამ შეფერვით ძალიან ემსგავსებიან დაცულ ცხოველებს. თქვენ შესაძლოა თვითონ გამოსცადეთ ასეთი მიმიკრიის შედეგები, როდესაც გეშინოდათ იმ უვნებელი ბუზის, რომელსაც ყვითელი და შავი ზოლები აქვს მუცელზე და ძალიან გავს კრაზანას.

არც ერთი აქ ჩამოთვლილი შეგუებულობა არ არის აბსოლუტური, რადგანაც ყოველ ცხოველს ეყოლება მტერი, რომელსაც ევოლუციის პროცესში მისი საწინააღმდეგო საშუალებებები გამომუშავდება.

## VII თავი

### ადამიანის ევოლუცია და ეკოლოგია

ამ თავის დამუშავების შემდეგ თქვენ უნდა შესძლოთ:

1. განმარტოთ ადამიანის ევოლუციაში მომხდარი ყველა ქვემოთ ჩამოთვლილი ფაქტორის მნიშვნელობა: ორ ფეხზე სიარული, მოქნილი ხელის მტევანი და მტევნისადმი პერპენდიკულარული ცერი, სტერეოსკოპული მხედველობა, თავის ტვინის დიდი მოცულობა და შრომის იარაღების შექმნა.
2. შემდეგი ტერმინების განმარტება და გამოყენება: მონადირე-შემკრები, სოფლის მეურნეობა, სასოფლო-სამეურნეო რევოლუცია, მონოკულტურა, გარემოს გაჭუჭყიანება.
3. ახსნა, თუ რატომ თვლიან სასოფლო-სამეურნეო რევოლუციას მოსახლეობის მკვეთრი ზრდის მიზეზად.
4. მცენარეული და ცხოველური საკვების მოხმარების ეფექტურობის შედარება.
5. მწვანე რევოლუციის ბიოლოგიური საფუძვლის გადმოცემა და ადამიანთა საზოგადოებისათვის, ეკონომიკისა და ეკოლოგიისათვის მისი მნიშვნელობის ახსნა. განმარტება, თუ რატომ აღმოჩნდა მწვანე რევოლუცია საკვები პროდუქტების წარმოების ამაღლების საქმეში ნაკლებ ეფექტური, ვიდრე ამას მოელოდნენ.
6. ახსნა, თუ როგორ იწვევს გარემოს დაჭუჭყიანებას სოფლის მეურნეობა, ნიადაგის ეროზია, წიაღისეული სათბობის გამოყენება და პლასტმასების წარმოება. გარემოს დაცვის შესაძლო ღონისძიებების განხილვა.
7. განმარტოთ შემდეგი გამოთქმის აზრი: “სათემო მიწების ტრაგედია”. რატომ არის გარემოს დაჭუჭყიანებისა და დაზიანების პრობლემების გადაწყვეტა ასეთი ძნელი.

## 7.1. ადამიანის ევოლუცია

*Homo sapiens* – ბუნებრივად კლასის პრიმატების რაზმს მიეკუთვნება. ამ რაზმს მიაკუთვნებენ აგრეთვე ტუპაიებს, გრძელტერფიანებს, ლემურებს, ლორებს და მაიმუნებს, მათ შორის ადამიანის მსგავს მაიმუნებსაც (ცხრილი 7.1).

### ცხრილი 7.1. პრიმატების რაზმი

---

უმდაბლესი პრიმატები ან ნახევრადმაიმუნები (*Prosimii*)

ტუპაიები, ლემურები, ლორები, გალაგო, გრძელტერფიანები  
უმალლესი პრიმატები, ანუ მაიმუნები (*Anthropoidea*)

ახალი სამყაროს მაიმუნები, მათ შორის კაპუცინები, მარმოსეტები  
ძველი სამყაროს მაიმუნები, მათ შორის მაკაკები, პავიანები

უმალლესი წვრილცხვირა მაიმუნები (*Hominoidea*)

ადამიანის მსგავსი მაიმუნები: გიბონი, ორანგუტანი,  
გორილა, შიმპანზე

ადამიანის წინამორბედი *Australopithecus*

გვარი – ადამიანი (*Hominidae*)

ქვეგვარი – 1. უძველესი ადამიანი – *Homo erectus*

2. ძველი ადამიანი *Homo habilis*

3. თანამედროვე ადამიანი *Homo sapiens*

---

პრიმატების ყველაზე დამახასიათებელი ადაპტაციური ნიშნები დაკავშირებულია თავის ტვინის იმ განყოფილებების უაღრესად

მაღალ განვითარებასთან, რომლებიც გონივრულ და კუნთების ზუსტ და მოხერხებულ მოქმედებას განაპირობებენ. ნერვული სისტემის ასეთი განვითარება მჭიდროდ არის დაკავშირებული პრიმატების წინაპრებისა თუ თანამედროვე სახეობების ხეზე ცხოვრებასთან. ხეზე ცხოვრებისთვის აუცილებელია სიმარჯვე და გრძნობათა ორგანოების კარგი განვითარება. ცხოველს, რომელიც ტოტიდან ტოტზე ხტება, განსაკუთრებით კარგი მხედველობა სჭირდება. პრიმატების უმეტესობას ორივე თვალი წინ აქვს მიმართული და ამიტომ, როდესაც ისინი რაიმეს უყურებენ, ხდება ორი ერთნაირი გამოსახულების ერთმანეთზე ზედდება. ასეთი სტერეოსკოპული მხედველობა უზრუნველყოფს მაღალხარისხოვან მოცულობით აღქმას.

ევოლუციის პროცესში პრიმატებს თავის ქალის სახის განყოფილება თანადათანობით უმოკლდებოდათ. ეს ცვლილება, ალბათ, ადაპტაციურ ხასიათს ატარებს, რადგანაც ამ დროს წინ მიმართულ თვალებს გარემოს აღქმისათვის არაფერი არ უშლის ხელს. სახის დამოკლებას თან ახლდა ყბების დამოკლება და კბილების ნაწილის დაკარგვა.

პრიმატებს ყველა კიდურზე ხუთ-ხუთი თითი აქვთ. ამასთან, ჩვეულებრივ, ერთი თითი გარკვეულწილად დანარჩენი ოთხის საწინააღმდეგოდ არის მიმართული. ამის წყალობით ცხოველს ხის ტოტის ანდა საკვების თათში დაჭერა შეუძლია. თითები მგრძნობიარე ბალიშებით მთავრდება და ხშირად აღჭურვილია ბრტყელი ფრჩხილებით და არა მოლუნული ბრჭყალებით, როგორც ეს სხვა ძუძუმწოვრებს აქვთ.

პრიმატების ევოლუციის ადრეულ ეტაპზე რომელიღაც ნახევრადმაიმუნნი, რომელიც გარეგნულად თავის ჰგავდა, ხეზე საცხოვრებლად გადავიდა. ამ ნახევარდმაიმუნების ახლანდელი ნათე-

საკები – ტუპაიები ასევე ძალიან ჰგვანან ვირთაგვებს ან თაგვებს. ნახევრადმაიმუნების ევოლუციურად უფრო წინ წასული ფორმა ინდონეზიური გრძელტერფა მაიმუნი, რომელიც ხეებზე ღამეულ ცხოვრებას ეწევა. მას ძალიან დიდი თვალები და მთლიანად სტერეოსკოპული მხედველობა აქვს. მისი თითები აღჭურვილია ფრჩხილებით. გარდა ამისა, უმაღლესი პრიმატების მსგავსად, მისი ზედა ტუჩი თმით არის დაფარული, სახე კი მოძრავი და გამომხატველია. უმაღლესი პრიმატების ურთიერთობის მნიშვნელოვან საშუალებას მიმცა წარმოადგენს. ამით გამოიხატება თვალის, როგორც მთავარი გრძნობის ორგანოს, როლი. თუმცა მათთვის, ისევე როგორც ძუძუმწოვრების უმეტესობისთვის, ურთიერთობის საშუალებას ყნოსვაც წარმოადგენს.

უმაღლეს პრიმატებს (მაიმუნებს, ადამიანისმაგვარ მაიმუნებს და ადამიანს) სტერეოსკოპული ფერადი მხედველობა, მომრგვალებული თავის ქალა და შედარებით დიდი, კარგად განვითარებული თავის ტვინი გააჩნიათ, რის წყალობითაც მათ ქცევის რთული ფორმების განხორციელება შეუძლიათ. მიუხედავად იმისა, რომ მაიმუნები გადაადგილებისას ოთხივე კიდურს იყენებენ, მათ დიდხანს შეუძლიათ გამართულად ჯდომა. გარდა ამისა, ზოგიერთი მაიმუნი ხიდან ხეზე გადახტომისას საკმაოდ დიდი ხნის განმავლობაში ვერტიკალურ მდგომარეობაში იმყოფება. ამ დროს ის წინა კიდურებით ეჭიდება ტოტებს და ამ გზით გადაადგილდება. ასეთ გადაადგილებას ბრაქიაციას უწოდებენ. ამართულმა სიარულმა უდიდესი როლი შეასრულა ანთროპოიდების ევოლუციაში, რადგანაც ამ დროს გათავისუფლდა წინა კიდურები. ამან შესაძლებელი გახდა ეს კიდურები გამოეყენებინათ საკვების მოსაპოვებლად, შრომის ელემენტარული იარაღების შესაქმნელად, ნაშიერთა მოსაველეად და სხვ.

ამჟამად ადამიანის მსგავსი მაიმუნის ოთხი გვარი არსებობს: გიბონი, ორანგუტანი, გორილა და შიმპანზე. ყველანი “ძველ სამყაროში” ცხოვრობენ და თავიანთი აგებულებით და ქცევით შუალედური ადგილი უჭირავთ სხვა მაიმუნებსა და ჰომინიდებს შორის. ადამიანისმაგვარი მაიმუნების თავის ტვინი უფრო დიდი ზომისაა, ვიდრე სხვა მაიმუნებისა. გარდა ამისა, მათ არა აქვთ კუდი და ამიტომაც გამართულად ჯდომა არ უჭირთ. გულმკერდი, ისევე როგორც ჰომინიდებს, განიერი აქვთ. მაიმუნების წინა კიდურები და ხერხემალი უფრო ადაპტირებულია ბრაქიაციასთან, ქვედა კიდურები სპეციალიზირებულია, ხოლო ეშვები და საჭრელი კბილები უფრო დიდი და მძლავრია, ვიდრე ჰომინიდებისა. გორილები და შიმპანზეები მიწაზე დიდ დროს ატარებენ. გადაადგილებისას ისინი უკანა კიდურებს და წინა კიდურების თითების ძვლებს ეყრდნობიან. ეს მათ საშუალებას აძლევს, რომ თითებით გადაიტანონ საკვები ან ქვები.

ბოლო წლებში ბიოქიმიკოსებმა დაამუშავეს ორგანიზმთა ეკოლუციური ნათესაობის განსაზღვრის მეთოდები მათი ქრომოსომების და ცილების აგებულების შედარების საფუძველზე. ცილების სინთეზი გენებში ჩადებული “ინსტრუქციების” საფუძველზე ხდება (იხ.თ.15). რაც უფრო მსგავსია ორი მოცემული სახეობის ცილები, მით უფრო მსგავსია მათი გენეტიკური რუკები და ე.ი. მით უფრო ახლონათესაური კავშირია ორ სახეობას შორის (ამ საკითხის შემდგომი განხილვა იხ. მე-15 თავში). ადამიანისა და შიმპანზეს ცილები ერთმანეთს 99%-ით ემსგავსებიან. ამ მონაცემების მიხედვით და აგრეთვე სხეულის აგებულების და ქცევების მსგავსების გამო, შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ ამჟამად მცხოვრებ ცოცხალ ორგანიზმთაგან ადამიანს ყველაზე მეტად შიმპანზე ენათესავება. ადამიანი



უშუალოდ შიმპანზესგან არ წარმოშობილა. ორივე სახეობა რომელიდაც იმ მაიმუნისმაგვარი სახეობიდან არის წარმოშობილი, რომელიც რამდენიმე მილიონი წლის წინათ ცხოვრობდა. მათ შორის, ალბათ, რამდენიმე გადაშენებული სახეობა უნდა არსებულიყო. გორილასკენ მიმავალი ხაზი გამოეყო ჰომინიდების ხაზს მასვე უფრო ადრე გამოეყო შიმპანზე, ხოლო კიდევ უფრო ადრე წარმოიქმნა ორანგუტანის ხაზი.

ჩვენი წინაპრების ნამარხების გამოკვლევამ ძალიან ბევრი სადავო საკითხი წამოჭრა. ზოგიერთი ნამარხი მხოლოდ რამდენიმე კილისაგან (ძლიერი სიმტკიცის გამო ისინი კარგად შემონახა) და ყბის ნამტკრევისაგან, ან ერთ-ერთი კიღურის ძვლის და ქალას რამდენიმე ნატეხისაგან შედგება. ასეთი ნაშთების საფუძველზე კვების ხასიათის, თავის ტვინის სიდიდის და სხეულის მდებარეობის თაობაზე დასკვნების გაკეთება ძალიან რთულია. ეს იწვევს ხოლმე მეცნიერების აზრთა სხვადასხვაობას.

რადგანაც ჩვენი წინაპრებიდან ამჟამად შემორჩენილები არიან აფრიკული ადამიანისმაგვარი მაიმუნები, მათი და ადამიანის სავარაუდო წინაპრების ძებნა ძირითადად აფრიკაში ხდებოდა. მიოცენში (25–13 მილიონი წლის წინათ) მრავალი ტყიანი ოლქი ღია სტეპებმა შეცვალა. ალბათ, ამ პერიოდში რომელიდაცა მაიმუნის მაგვარი ფორმები ტყიდან გამოვიდნენ. აფრიკაში და აზიაში მცხოვრები ჰომინიდების ერთ-ერთ შესაძლო წინაპარს ორ ფეხზე სიარულის ტენდენცია გაუჩნდა.

ანთროპოლოგების აზრით, ჰომინიდების დივერგენცია მოხდა ადამიანის მსგავსი მაიმუნებიდან 10–დან 4 მილიონი წლის წინათ, მაგრამ ჩვენ ამ პერიოდის ჰომინიდების თითქმის არანაირი ნამარხები არ მოგვეპოვება. ჰომინიდების პირველი ნაშთები ეთიოპიაშია

ნაპოვნი. მათი ასაკი 4—დან 3,5 მილიონ წელს შეადგენს. ნამარხები ავსტრალოპითეკების გვარს მიეკუთვნება. ერთი შედარებით სრულყოფილი ჩონჩხი ავსტრალოპითეკისა, რომელიც დღეისათვის მეცნიერებს მოეპოვებათ, ზრდასრული ქალისაა. მას სახელად “ლუსი” დაარქვეს (ამის მიზეზი ის იყო, რომ ექსპედიციაში ნამარხების ძებნისას ველზე მაგნიტოფონი იყო ჩართული, რომელიც “ბითლზების” ცნობილ სიმღერას “ლუსის” უკრავდა).

“ლუსი” დაახლოებით 3,5 მილიონი წლის წინათ ცხოვრობდა. იგი ორ ფეხზე, ე.ი. გამართული დადიოდა. სიმაღლე ერთ მეტრს აღწევდა, თუმცა მისი სახეობის მამაკაცები უფრო დიდები იყვნენ. “ლუსი” სულ მიწაზე ცხოვრობდა თუ სიცოცხლის დიდ ნაწილს ხეზე ატარებდა, გაურკვეველია. ავსტრალოპითეკების კბილები ძალიან ჰგავდა თანამედროვე ადამიანის კბილებს (მჭრელები და ეშვები მცირე ზომის ჰქონდათ). მაგრამ მათ აშეამად მცხოვრებ ადამიანისმაგვარ მაიმუნებთან შედარებით უფრო მასიური ყბები და თავის ტვინი ჰქონდათ, რაც ამ უკანასკნელებთან უფრო აახლოებდათ. უნდა ვივარაუდოთ, რომ ეს ჰომინიდები ლეშს სჭამდნენ და ნადირობდნენ კიდევაც.

უფრო გვიანი პერიოდის ავსტრალოპითეკები, უდავოდ, ამართულად დადიოდნენ და სულ მიწაზე ცხოვრობდნენ. მათ ხელი უკვე თავისუფალი ჰქონდათ და ცხოველების დაჭერა, ქვის სროლა და სხვა მოქმედებების შესრულება შეეძლოთ. ავსტრალოპითეკების ნაშთებთან ერთად ნაპოვნია ცხოველების ძვლების გროვები, რომლებიც 2,5 მილიონი წლის წინა პერიოდს მიეკუთვნებიან. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ ხორცი ავსტრალოპითეკების საკვების მუდმივ ნაწილად იქცა. ეს ჰომინიდები უხეშ ქვის იარაღებსაც იყენებდნენ. სავარაუდოა, რომ ერთობლივმა ნადირობამ და თავდაცვამ მეტყველების, როგორც ურთიერთობის საშუალების განვითარება გამოიწვია.

სახეობა *Homo erectus*, რომლისგანაც ვარაუდობენ თანამედროვე ადამიანის განვითარებას, დაახლოებით 1,5 მილიონი წლის წინათ წარმოიშვა. მისი ყბები, კბილები და წარბზედა რკალები ჯერ კიდევ მასიური იყო, მაგრამ ზოგიერთი ინდივიდის თავის ქალის მოცულობა თითქმის თანამედროვე ადამიანისას უტოლდებოდა. *H. erectus*-ის ზოგიერთი ძვალი გამოქვაბულშია ნაპოვნი. ეს საშუალებას გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ მათ მეტ-ნაკლებად მუდმივი საცხოვრებელი პუნქონდათ. ცხოველების ძვლებისა და საკმაოდ კარგად გამოკვეთილი ქვის იარაღების გარდა, ზოგიერთ გამოქვაბულში ნახშირის გროვები და დამწვარი ძვლებიც არის ნაპოვნი. ე.ი. ავსტრალითეკებს უკვე შეეძლოთ ცეცხლის მოპოვება და გამოყენება გასათბობად, საჭმლის მოსამზადებლად და ქვების დასამსხვრევად.

ჰომინიდების ევოლუციის ეს ფაზა კორელაციაშია აფრიკიდან გამოსული მცხოვრებლების უფრო ცივ ადგილებში დასახლებასთან. მათ რომ რთული ქცევები და ტექნიკური ჩვევები არ გამოემუშავებინათ, ცივი ზამთრის გადატანას ვერ შეძლებდნენ. ცხადია, ადამიანამდელი *Homo erectus*-ის გონებას შეეძლო გამოზამთრებასთან დაკავშირებული სოციალური და ტექნიკური პრობლემების (ცეცხლი, ტანსაცმელი, საკვების მომარაგება და გამოქვაბულებში ერთობლივი ცხოვრება) გადაჭრა.

იმ გადარჩევის არსი, რომელმაც ადამიანის თავის ტვინის დიდი ნახევარსფეროების ევოლუცია გამოიწვია, ჯერ კიდევ საბოლოოდ არ არის ნათელი. მეცნიერები ვერ შეთანხმებულან, თუ რა დამოკიდებულება არსებობს თავის ტვინის სიდიდესა და ხელის მტევენების განვითარებასა, ერთი მხრივ, და გონივრულ ქცევას შორის, მეორე მხრივ. აქამდე ჩვენ ჯერ კიდევ საკმაოდ კარგად ვერ შევისწავლეთ არა თუ შორეულ წარსულში მცხოვრები ჰომინიდების, არამედ

საკუთარი ტვინიც. ამის გამო მხოლოდ ვარაუდი შეგვიძლია იმის თაობაზე, თუ როდის და როგორი გადარჩევის დროს ხდებოდა ესა თუ ის ცვლილება.

ნეანდერტალელი ადამიანის თავის ტვინს თანამედროვე ადამიანის მსგავსი ზომები ჰქონდა, ქალა კი ჯერ კიდევ მძიმე რჩებოდა. მას ხანდახან Homo sapiens-ის სახეობას მიაკუთვნებენ. ნეანდერტალელები დაახლოებით 100 000 წლის წინათ წარმოიშვნენ. თანამედროვე Homo sapiens-ის ნაშთები პირველად 40 000 წლის წინანდელ ნამარხებში იქნა ნაპოვნი.

## 7.2. ნადირობა და შემგროვებლობა

თავისი ხანგრძლივი ევოლუციური ისტორიის მანძილზე ადამიანები მომთაბარე მონადირეები და შემგროვებლები იყვნენ. ისინი ცხოველებს ხოცავდნენ და მცენარეებს აგროვებდნენ, რათა თავი ერჩინათ. ჯგუფებად შეერთებულ ადამიანებს დიდ ცხოველებზე ნადირობა, ზამთარში თავის გასატანად მოპოვებული ხორცის ნაწილის გაყინვა ან შებოღვა შეეძლოთ. ზაფხულობით ისინი ალბათ უფრო წვრილ ძუძუმწოვრებს იჭერდნენ მახეებით, მაგრამ საკვების უდიდეს ნაწილს მაინც მცენარეულობა (მარცვლეული, ნაყოფები, ფესვები) შეადგენდა. ცეცხლის გამოყენებამ მცენარეული საკვების ნაირსახეობის გაფართოების საშუალება მისცათ. ხარშვის შედეგად მცენარეებიდან ბევრი შხამიანი ნივთიერება ქროლდება, თავად საკვები კი უფრო რბილი და ადვილად მოსანელებელი ხდება.

საზოგადოებრივი ორგანიზაცია და ინდივიდებს შორის ურთიერთობის დამყარება ასეთი ცხოვრების ნირისათვის აუცილებელია. ისინი გადარჩევის ძლიერ ზეგავლენას განიცდიან. ეს კი მეტყვე-

ლების განვითარებისკენ, სხვადასხვა კანონების და ჩვეულებების ჩამოყალიბებისაკენ არის მიმართული.

მონადირე—შემგროვებლების ცხოვრება უფრო ადვილი იყო, ვიდრე ჩვენ წარმოგვიდგენია. მათ არ უხდებოდათ მანებლების, გვალვისა და შიმშილის წინააღმდეგ განუწყვეტელი ბრძოლა, რაც მუდამ თან სდევს სამიწათმოქმედო თემს. გვალვის დროს ფერმერი შიმშილობს მაშინ, როდესაც კალახარის უდაბნოში მცხოვრები ბუშმენები ნადირობით და შეგროვებით ირჩენს თავს. საკვების უკმარისობის დროს თავის გადარჩენის უნარი იმით აიხსნება, რომ მონადირე—შემგროვებელი ტომების უმეტესობის რიცხოვნობა მათ მიერ დაკავებული ტერიტორიების გამოკვების უნარიანობასთან შედარებით უფრო მცირეა. მათი პოპულაციების რიცხოვნობის რეგულაცია ხდება აბორტებით, ახალშობილების სიკვდილიანობით, გვიანი ქორწინებით, სქესობრივი კავშირებისგან თავის შეკავებით და ბავშვის ძუძუთი ხანგრძლივი კვებით (ძუძუთი კვების დროს ქალები იშვიათად ორსულდებიან). გარდა ამისა, მონადირე—შემგროვებლების პოპულაციების დიეტა უკეთესად არის დაბალანსებული და შრომის უნარის დაკარგვის გამომწვევი დაავადებების სინშირე იმაზე მაღალი არ არის, რომელსაც სოფლის მეურნეობით დაკავებულ თემებში აქვს ადგილი.

თუმცა კალაპარის ბუშმენები და ავსტრალიის ძირძველი მაცხოვრებლები უდაბნოს არახელსაყრელ პირობებში ცხოვრობენ, ისინი საკვების შეგროვებაზე და საჭმლის მომზადებაზე კვირაში მხოლოდ 15 საათს კარგავენ. მათი ბავშვები მხოლოდ დაქორწინების შემდეგ იწყებენ მუშაობას, მოხუცებს კი ზრუნვით და პატივისცემით ეპყრობიან. მათგან განსხვავებით, მიწათმოქმედთა უმეტესობა კვირაში 60 საათზე მეტს მუშაობს და გამომუშავებული ფულის

70%-ს (42 საათის მუშაობის ეკვივალენტს) საკვებისთვის ხარჯავს. კარგად განვითარებული სოფლის მეურნეობის მქონე ძლიერ დასავლეთის ქვეყნებშიც კი შემოსავლების დაახლოებით მესამედს ადამიანები საკვები პროდუქტების შექმნაზე ხარჯავენ.

შესაძლებელია, რომ ადამიანის მიერ საკვების ნადირობა—შეგროვების გზით მოპოვების შეცვლა მიწის პრიმიტიული დამუშავებით ცხოვრების გაადვილების სურვილი კი არ იყო, არამედ რიცხოზობის დაწოლა მიწათმოქმედებით გარკვეულ ტერიტორიაზე უფრო მეტი მოსახლეობის გამოკვება შეიძლება, ვიდრე ნადირობა—შეგროვებით. თავდაპირველად მიწათმოქმედებასთან ერთად ადამიანები, ალბათ, ნადირობას და შეგროვებასაც მისდევდნენ. სოფლის მეურნეობაზე სრული გადასვლა მოგვიანებით მოხდა. იმ დროისათვის, როდესაც კოლუმბა ამერიკა აღმოაჩინა, დედამიწის ღიდ ნაწილზე მიწათმოქმედებამ განდევნა ნადირობა და შემგროვებლობა. მონადირეთა ტომები ძირითადად აფრიკის ზოგიერთ ნაწილში, ამერიკაში და ავსტრალიაში შემორჩნენ. ამჟამად მონადირეთა ტომები ძალიან მცირე რაოდენობით არის დარჩენილი.

### 7.3. სოფლის მეურნეობის აღმოცენება

სოფლის მეურნეობა ცხოველების და მცენარეების მოშენებას და მოვლას გულისხმობს. ცხოველები და მცენარეები საკვებად და ტანსაცმლის დასამზადებლად გამოიყენება. დედამიწის უმეტეს ნაწილში სოფლის მეურნეობა დაახლოებით ერთსა და იმავე დროს, 10 000 წლის წინათ აღმოცენდა.

მცენარეთა მოშენების დაწყებიდან ძალიან მალე ახლად გამოყვანილი ჯიშები უკვე განსხვავდებოდნენ თავიანთი ველური წი-

ნაპრებისაგან. მაგალითად, ერთწლოვანი მარცვლოვნები, რომელთა თავთავებიც არ იხსნება და თესლები არ იბნევა, უფრო ადვილი შესაგროვებელია. ამიტომაც ადამიანები ისეთ მცენარეებს არჩევენ, რომელთა თესლებიც ადვილად არ იბნეოდა. ეს ნიშანი სწრაფად ვრცელდებოდა მოსაყვანი მცენარეების პოპულაციებში.

ზუსტად ასევე, შინაური ცხოველების გამოსაყვანად ძირითადად თვინიერ ცხოველებს არჩევენ, რომლებსაც მცირე ზომის რქები და გრძელი ბეწვი ჰქონდათ. ადვილად შეიძლება წარმოვიდგინოთ, თუ როგორ ახდენდა პრიმიტიული მიწათმოქმედი დიდრქებიანი, ოჩანი ცხვრების გენების ელიმინაციას. ამრიგად, წინასწარ განზრახული თუ შეუგნებელი გადარჩევის შედეგად გამოყვანილი ცხოველები და მცენარეები კელურ წინაპრებთან მსგავსებას თანდათან კარგავდნენ.

ნადირობიდან და შეგროვებიდან ერთ ადგილას მიჯაჭვულ მიწათმოქმედებაზე გადასვლამ უდიდესი გავლენა მოახდინა ადამიანთა საზოგადოებაზე. ამას ხშირად სოფლის მეურნეობის რევოლუციასაც უწოდებენ. მისი ერთ-ერთი ძირითადი ნიშანია ქონების დაგროვება და მიწაზე კერძო მესაკუთრეობის გაჩენა. იწყება უკეთესად ცხოვრება, რასაც თან სდევს ადამიანთა რიცხოვნობის მატება. დღეისათვის მსოფლიო პრობლემად ქცეული დემოგრაფიული აფეთქება ცივილიზაციის შედეგია.

სოფლის მეურნეობის განვითარების ერთ-ერთი მკაფიო შედეგი შრომის დანაწილების სწრაფ პროგრესში გამოიხატა. რადგანაც ჯგუფის მცირე ნაწილს ყველა თავისი წევრის საკვებით უზრუნველყოფა შეეძლო, დანარჩენ წევრებს საშუალება მიეცათ გამხდარიყვნენ მშენებლები, პურის მცხობლები, ანდა ვაჭრობისთვის მოეკიდათ ხელი. საბოლოოდ ადამიანებმა თავს ისეთი ფუფუნების

უფლებაც მისცეს, როგორც ხელოვნების სამსახურია. ისინი აღარ მონაწილეობდნენ თავიანთი ჯგუფის პირველი რიგის მატერიალური მოთხოვნილებების დაკმაყოფილებაში, მაგრამ ქმნიდნენ საზოგადოების სულიერი ცხოვრების საფუძველს.

#### 7.4. სოფლის მეურნეობის მავნებლები

სოფლის მეურნეობას თავისი აღმოცენების დღიდან თავს ატყდებოდა სხვადასხვა მავნებლებისგან გამოწვეული მრავალი უბედურება. ასეთი მავნებლებია მწერები, სარვევლები, დაავადების გამომწვევები, პარაზიტები, ფრინველები და მღრღნელები. ისინი აზიანებდნენ შინაურ საქონელს, სპობდნენ მოსავალს და სურსათის მარაგს, რითაც ადამიანს საკვებისთვის კონკურენციას უწევდნენ.

კულტურულ მცენარეებს შინაურ ცხოველებზე მეტად ემუქრებათ მავნებლებისგან განადგურება. ამის ეკოლოგიური მიზეზების გაგება ძნელი არ არის. ჯერ ერთი, ჩვენ ხელს არ გვაძლევს, რომ საკვები მცენარეები ეკლებით იყოს დაფარული ან მომწამლავი ნივთიერების დიდ დოზებს შეიცავდნენ. სელექციის დროს ჩვენ დაბეჯითებით ვუსპობდით მცენარეებს მათი ველური წინაპრების თავდაცვის ფიზიკურ და ქიმიურ საშუალებებს. მეორეც, კულტურული მცენარეების წინაპრების უმეტესობა მოხეტიალე სახეობებს წარმოადგენდა (4.6 განყოფილება). ისინი ბუნებაში გაფანტულად იყვნენ წარმოდგენილნი, რაც მცენარის მჭამელი ცხოველების მიერ მათ აღმოჩენას აძნელებდა. მონოკულტურაში (როდესაც დიდ ფართობზე მხოლოდ ერთი სახეობა არის გავრცელებული) მავნებლებს ძალიან უადვილდებათ მათი პოვნა. ამიტომ ერთი მცენარის მეორესთან დათესვა ამცირებს მავნებლების მიერ მიყენებულ



ზარალს. თუ ერთი სახეობის მცენარე შეერევა მეორე სახეობისას, რომელსაც განსხვავებული გარეგნობა და ქიმიური შედგენილობა გააჩნია, სპეციალიზირებული მავნე მწერების უფრო მცირე რაოდენობა შეძლებს საკვები მცენარის პოვნას. ამრიგად, მცირე “შერეულ” მეურნეობებში (დასაწყისისთვის ყველა მეურნეობა ასეთი იყო), რომელშიც მრავალი სხვადასხვა სახეობის მცენარე მოჰყავთ, მავნე მწერების პრობლემა ნაკლები სიმწვავეთ დგას, ვიდრე თანამედროვე მსხვილ სასაქონლო მეურნეობაში.

დიდ სასაქონლო მეურნეობებში, სადაც ერთი რომელიმე კულტურით ათასობით ჰექტარი არის დაკავებული, მავნებლებს ებრძვიან ქიმიური ნივთიერებებით – პესტიციდებით, რომლებიც ძირითადად მწერებს ანადგურებენ. მწერებს პესტიციდების წინააღმდეგ მდგრადობა უმუშავდებათ. ეს პროცესი ზუსტად ისევე მიმდინარეობს, როგორც ევოლუციის პროცესში, როდესაც წარმოქმნებოდა თვით მცენარეების მიერ გამოყოფილი ინსექტიციდების მიმართ მდგრადი მწერების ახალი ფორმები. ამიტომ საჭიროა პესტიციდების დოზების გაზრდა. პესტიციდების გამოყენების მეორე უარყოფითი მხარე ის არის, რომ ისინი წყალსატევებში ჩაედინებიან და მათ დაბინძურებას იწვევენ. ყველა პესტიციდი ადამიანისთვის მეტ-ნაკლებად ტოქსიკურია და მათ მიერ გამოწვეული სიკვდილიანობა სულ უფრო და უფრო მატულობს. ამიტომაც სოფლის მეურნეობის სპეციალისტები მცენარეთა მავნებლების წინააღმდეგ ბრძოლის ახალ მეთოდებს სწავლობენ. ზოგიერთი ხელახლა აყენებს ექსპერიმენტებს შერეული ნათესების დასანერგად. სხვები ცდილობენ ბრძოლის ბიოლოგიური მეთოდის გამოყენებას.

ბრძოლის ბიოლოგიური მეთოდების რიცხვს მიეკუთვნება მოცემული მავნებლის ბიოლოგიური მტრის ან პარაზიტის ინტრო-

დუცირება, ანდა მისი გამრავლების შემცირება მამრების დაჭერის ხარჯზე, რომლების მიტყუებაც სინთეტური სასქესო ატრაქტანტების საშუალებით ხდება.

არ უნდა ველოდოთ, რომ მავნებლებთან ბრძოლის მეთოდების გამოყენება მათ სრულ განადგურებას გამოიწვევს. მავნებლებისგან თავის დაღწევა შეუძლებელია და ისინი ჩვენი შრომის გარკვეულ ნაწილს ყოველთვის მითვისებენ. ამოცანა იმაში მდგომარეობს, რომ მათ განუწყვეტლივ ვებრძოლოთ და მათი რაოდენობა ისეთ დონეზე გავაჩეროთ, რომ სერიოზული ეკონომიური ზარალი არ ვნახოთ.

## 7.5. სოფლის მეურნეობის ეფექტურობა

საკვების წარმოება ძველთაგანვე დამოკიდებულია ფოტოსინთეზზე, რომლის პროცესშიც მცენარე მზის სხივების ენერგიას საკვები ნივთიერებების შესაქმნელად იყენებს. კულტურული მცენარეები მზის სინათლის ნაკლებობას იშვიათად განიცდიან. მათი ზრდა თითქმის ყოველთვის ტენის, საკვები ელემენტების (განსაკუთრებით აზოტის და ფოსფორის) და სითბოს ნაკლებობით არის შეზღუდული. ამიტომაც მათ ფოტოსინთეზის პოტენციური შესაძლებლობების მხოლოდ მცირე ნაწილის გამოყენება შეუძლიათ. დედამიწის უმეტეს ნაწილში ყველაზე დიდ პროდუქტიულობას სოფლის მეურნეობა ხელოვნურად სარწყავ მიწებზე აღწევს. მხოლოდ ძალიან მცირე ოლქებშია შესაძლებელი მცენარეების ნაყოფიერი მიწებით და საკმარის რაოდენობის ნალექებით უზრუნველყოფა. ცნობილია, რომ ძლიერი წვიმები სწრაფად გამორეცხავენ ნიადაგიდან საკვებ ნივთიერებებს.

მცენარეებს აზოტის გამოყენება მხოლოდ გარკვეულ ფორმაში

შეუძლიათ, ძირითადად ნიტრატებისა და ამიაკის სახით. ბუნებაში აზოტის ასეთი შენაერთები მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ნარჩენების ბაქტერიული გახრწნის შედეგად, ანდა ბაქტერიების მიერ ჰაერიდან აიროვანი აზოტის გარკვეული სახის ქიმიურ ნივთიერებად “ფიქსაციის” შედეგად წარმოიქმნება. დაახლოებით 1940 წლამდე ფერმერები მიწას აზოტით ანოფიერებდნენ პარკოსანი მცენარეების (ბარდა, ლობიო და ა.შ.) დათესვით. ამ მცენარეთა ფესვებზე აზოტმაფიქსირებელი ბაქტერიები ცხოვრობენ. მაგრამ დღეისათვის სასაქონლო ფერმები თითქმის მთლიანად ხმარობენ ბუნებრივი აირიდან და ატმოსფეროდან მიღებულ აზოტოვან სასუქებს. ეს ძვირი ჯდება, მაგრამ ფართობის ერთეულზე აზოტის გაცილებით დიდი რაოდენობა მოდის, ვიდრე ძველი მეთოდის გამოყენებისას.

შედარებით დაბალი დონის ტროფიკულ კვებაზე გადასვლა. როგორც ნაჩვენებია იყო მე-5 თავში, მოცემული ორგანიზმების მიღებული ენერჯიის მხოლოდ მცირე ნაწილი ხდება მისაწვდომი იმ ორგანიზმებისთვის, რომლებიც მას საკვებად იყენებს. რადგანაც ეკოსისტემაში ენერჯია მცენარეების გზით შედის, ადამიანის პოპულაციას შეეძლო მიეღო მეტი ენერჯია და ამით მიეღწია უფრო მაღალი რიცხობრიობისთვის, თუ მხოლოდ მცენარეულ საკვებს გამოიყენებდა ცხოველურის ნაცვლად.

ცილების შემცველობა მცენარეებში 6-დან 20%-მდე მერყეობს. მცენარე ცილების სინთეზზე მეტ ენერჯიას ხარჯავს, ვიდრე ნახშირწყლების (შაქარი, სახამებელი) სინთეზზე. როცა მცენარე ცილებს ასინთეზებს, მცირდება იმ ენერჯიის რაოდენობა, რომელიც მცენარეს უნდა მოემარაგებინა. ამიტომაც უფრო ეფექტურია ისეთი მცენარის მოყვანა, რომელიც ნაკლები რაოდენობის ცილებს შეიცავს, მაგრამ

თუ კი ისინი ადამიანის მოთხოვნილებას ცილებზე დააკმაყოფილებს. მარცვლოვნები საშუალოდ 10% ცილას შეიცავენ და თავისი საკვები ღირებულებით სრულიად შეესაბამებიან მოზრდილი ადამიანის მოთხოვნილებებს. სწორედ ამის გამოა, რომ მსოფლიო სოფლის მეურნეობაში ამჟამად მარცვლეული კულტურები ასეთ დიდ როლს ასრულებენ.

რაც შეეხება ცხოველურ საკვებს, იგი კვებითი ნორმის მნიშვნელოვანი კომპონენტია, თუმცა ენერგეტიკული და ეკონომიკური თვალსაზრისით ფუფუნებად ითვლება.

ზოგიერთი საძოვარი მიწათმოქმედებისთვის უვარგისია. ასეთ ადგილებში ეფექტურია ცხოველების მოშენება საკვების წარმოების რაოდენობის გასაზრდელად. მიზანშეწონილია ზღვის ცხოველების საკვებად გამოყენება. თევზები და მოლუსკები საკმაოდ დიდი ზომისა არიან და ამიტომ მათი რეწვა შედარებით იოლია. რაც შეეხება ზღვის მცენარეებს, მათი შეგროვება ძალიან ძვირი ჯდება.

საკვების გადამუშავება. როგორც ძველი ტრადიციების მიმდევარ, ისე შედარებით თანამედროვე საზოგადოებაში საკვები პროდუქტების გადამუშავებაზე, გადაზიდვაზე და საჭმლის მომზადებაზე გაცილებით მეტი ენერგია იხარჯება, ვიდრე მის წარმოებაზე.

## 7.6. მწვანე რევოლუცია

მექსიკაში 1950 წლიდან 1970 წლამდე ხორბლის წარმოება თითქმის 8-ჯერ გაიზარდა. სათესი ფართობი ორჯერ გაიზარდა, ხოლო მოსავალი – ოთხჯერ. ამავე პერიოდში ინდოეთში ორჯერ გაიზარდა ხორბლის მოსავალი. მოსავლის ეს მკვეთრი ზრდა, რომელმაც “მწვანე რევოლუციის” სახელი მიიღო, მცენარეთა ახალი ჯიშების

გამოყვანის, გლეხების მიერ სოფლის მეურნეობის წარმოების ახალი მეთოდების ათვისების და მისი ეკონომიური სტრუქტურის შეცვლის შედეგად მოხდა.

ის, რაც მექსიკაში ხორბლის წარმოებაში მოხდა, მიუთითებს არა მარტო მწვანე რევოლუციის მიღწევებზე, არამედ მის ნაკლოვანებებზეც. თავდაპირველად მეცნიერებმა გამოიყვანეს დაავადებების მიმართ გამძლე ხორბლის ჯიშები, რომლებიც მორწყვის და სასუქების შეტანის შემდეგ მაღალ მოსავალს იძლეოდნენ. შემდეგ გლეხების ფართო ფენებს განუმარტეს და შეასწავლეს მათი მნიშვნელობა. ამასთან, საჭირო იყო ხელსაყრელი ეკონომიკური პირობები, რათა გაეწიათ რისკი და ძველი ჯიშის ხორბალი ახლით შეეცვალათ. იმ პერიოდში ბაზარზე ხორბლის ფასი მაღალი იყო, ხოლო სასუქი იაფი, რამაც გადააწყვეტინა გლეხებს მიეღოთ ეს სიახლე. და ბოლოს, მექსიკაში არსებულმა გადაზიდვის ეფექტურმა საშუალებებმა ფერმერებს საშუალება მისცა მიეღოთ მათთვის საჭირო სასუქი და მარცვალი გაეგზავნათ გასაყიდად.

60-იანი წლების ბოლოს მექსიკაში საკვები პროდუქტების წარმოება სტაბილური გახდა. მწვანე რევოლუციამ მოიცვა მსხვილი მეურნეობები, მაგრამ შედარებით ნაკლებად მდიდარ გლეხებზე გავლენა არ მოუხდენია. ისინი მექსიკის მიწების 80%-ს ამუშავებდნენ, მაგრამ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მხოლოდ 55%-ს ამზადებდნენ. როგორც წესი, განათლება, სატრანსპორტო საშუალებანი, სარწყავი ნაგებობანი და ფული უფრო მსხვილი მეურნეობების მფლობელებისთვის არის მისაწვდომი, ვიდრე წვრილი მეურნეობების მფლობელთათვის. დიდი ფერმის მფლობელებს უფრო მეტი შესაძლებლობა აქვთ რისკზე წასვლისა. მათ სესხის აღებაც შეუძლიათ, რომ დაფარონ ზარალი, თუ რომელიმე კულტურამ არ

გაუმართლათ. წერილ მეურნეობებს კი სესხის აღება იმისთვისაც კი არ შეუძლიათ, რომ მომავალი წლისთვის სასუქები შეიძინონ. ყოველივე ამის შედეგად მწვანე რევოლუციამ უმეტესად წერილი ფერმერების მდგომარეობა გააუარესა. მათი პროდუქციის თვითღირებულება იმდენად მაღალია, რომ თანამედროვე საშუალებების გამოყენებით გამოშვებულ პროდუქციასთან კონკურენციას ვერ უძლებს.

## 7.7. ნიადაგის ეროზია

აქამდე ჩვენ ვიხილავდით კულტურული მცენარეების მოთხოვნილებას სინათლეზე, სითბოზე, სასუქებსა და წყალზე. მაგრამ მთავარი, რაც სოფლის მეურნეობას აინტერესებს, არის ადვილად სახნავი შრეების მქონე მიწა. ყველასთვის ცნობილია, რომ შიშველი კლდეები ან უნაყოფო მიწის თხელი შრეები მცენარეულობით ძალიან ღარიბია.

ეროზია ქარისა და წყლის ზემოქმედებით ნიადაგის გადაადგილების შედეგად ხდება. ეს ხშირად დამუშავებულ მიწებზე ხდება.

ეროზიის შედეგად ბევრ ქვეყანაში ყოველი დამუშავებული ნაკვეთის ერთი ჰექტარიდან ნიადაგის 20 ტონა იკარგება. დიდ ვაკეებზე, რომლებზედაც ნიადაგის ფენა 2 მეტრს აღემატება, 100 წლის განმავლობაში ამ ფენის დაახლოებით მესამედი შეიძლება დაიკარგოს.

ამჟამად ეროზია იქცა არა მარტო სასოფლო-სამეურნეო, არამედ ეკოლოგიურ პრობლემადაც. ნაკადულებში და მდინარეებში ჩამავალ წყალს თან მიაქვს სასუქები და პესტიციდები, რის გამოც წყალი ბინძურდება (განყ.5.4). გარდა ამისა, წყალი მცირე რაოდენობით

რჩება ნიადაგში და უფრო მეტი მდინარეებში ჩაედინება, რის გამოც იზრდება წყალდიდობების საშიშროება.

ნიადაგის წარმოქმნა ძალიან ნელი პროცესია, რომელიც დედაქანების გამოფიტვის და გაზრწნილი ორგანული ნივთიერებების დაგროვების შედეგად მიმდინარეობს. ამიტომაც ნიადაგის აღდგენა დიდ დროს მოითხოვს. უნდა ვივარაუდოთ, რომ სამხრეთ ამერიკაში მაიას ტომის ბრწყინვალე ცივილიზაციის განადგურება, რაც ათასი წლის წინათ მოხდა, მიწების სახნავი შრეების დაკარგვის შედეგი იყო. ამ მიწების დიდ ნაწილზე ჯერაც არ აღმდგარა ნიადაგის საჭირო ფენა. თუ არ იქნა მიღებული საჭირო ზომები, ამჟამადაც ბევრ მიწას იგივე ხვედრი ემუქრება.

ნიადაგის ეროზია შეიძლება შემცირდეს მარტივი ღონისძიებებით. პირველ რიგში, მიწა დიდი ხნით არ უნდა დარჩეს დაუთესავი. მცენარეთა ფესვები ნიადაგს ამაგრებენ და ადგილზე აკავებენ. ფერღობების დატერასება და კულტურული მოხვნა ნიადაგის ჩამორეცხვას ეწინააღმდეგება, ხოლო ქარსაცავი ზოლები ამცირებენ ქარისმიერ ეროზიას. გარდა ამისა, რადგანაც ორგანული ნივთიერებები დიდი რაოდენობის წყალს აკავებენ, ის ნიადაგი, რომელიც ბევრ ორგანულ ნივთიერებას შეიცავს, ნაკლებად ჩამორეცხება. ნიადაგში ქიმიური სასუქის ნაცვლად ნაკელის შეტანა მნიშვნელოვნად აჩერებს ეროზიას.

მიწის მოხვნა ნიადაგს აფხვიერებს და ეროზიას ამცირებს. ეს საშიშროება ნაწვერალზე დათესვის დროსაც მცირდება. მოსავლის აღების შემდეგ ნიადაგს აღარ ხნავენ, რის გამოც იქ დარჩენილი მცენარეთა ფესვები ნიადაგს ამაგრებენ. ხელახალი დათესვისას იყენებენ მანქანებს, რომლებიც ნიადაგში ფოსოებს აკეთებენ და მათში თესლს ყრიან. სარეველებს კი ნიადაგში კი არ ფლავენ, არამედ ჰერბიციდებით სპობენ.

## 7.8. წიაღისეული სათბობის ნაკლებობა

წიაღისეული სათბობი—ნავთობი და ქვანახშირი—მილიონი წლის წინათ მცხოვრები მწვანე მცენარეებისაგან წარმოიქმნა. რამდენადაც მათ წარმოსაქმნელად ასეთი ბევრი დრო იყო საჭირო, არსებითად მათი განახლება არ მოხდება. მას შემდეგ, რაც ჩვენ დედამიწის ქერქში არსებულ მთელ ნავთობსა და ქვანახშირს დავხარჯავთ, ის საერთოდ აღარ გვექნება.

როგორც 7.5 განყოფილებაში იყო ნათქვამი, ქვეყნების უმრავლესობა დღეს მთლიანად წიაღისეულ ნავთობზე არის დამოკიდებული. ნავთობი საშუალებას გვაძლევს, რომ ვისარგებლოთ ცივილიზაციის სიკეთით და გამოვკვებოთ მოსახლეობა. საკვები პროდუქტების წარმოება წიაღისეულ სათბობზე არის დამოკიდებული, რადგანაც იგი საჭიროა სასუქების, პესტიციდების მისაღებად, პროდუქტების გადამუშავებისა და გადაზიდვისათვის. ამჟამად წიაღისეული ნავთობის მარაგის ამოწურვა მისი დღევანდელი სახით ცივილიზაციის დასასრულს და მილიარდობით ადამიანის დაღუპვას ნიშნავს.

ნავთობის ექსპორტიორმა ქვეყნებმა 70-იან წლებში შეამცირეს მისი მოპოვება და მასზე ფასები ასწიეს. ამის გამო წარმოშობილმა ნავთობის დეფიციტმა დანარჩენი მსოფლიო იძულებული გახდა შეემცირებინა ნავთობის გადამუშავების შედეგად მიღებული პროდუქტების წარმოება და ეძებნა ენერჯის სხვა წყაროები.

ატომის ბირთვის გახლეჩა ერთ დროს მომავლის ენერჯის წყაროდ იქნა გამოცხადებული. მაგრამ ახლა უკვე ნათელია, რომ ურანის სათბობის მარაგი (კიდევ ერთი აღუდგენელი რესურსი) გაცილებით შეზღუდულია, ვიდრე ფიქრობდნენ. გარდა ამისა, ჩვენ დღემდე ვერ აღმოვაჩინეთ რადიაქტიური ნარჩენებისგან გათავისუფლების საიმედო ხერხები.



მზის მიერ გამოსხივებული ან წყალბადის ბომბის აფეთქების შედეგად გამოყოფილი სინათლე და სითბო ატომური ბირთვის გახლეჩის შედეგს წარმოადგენს. ატომური ენერჯიის გამოყენებასთან დაკავშირებული ბევრი ტექნიკური პრობლემა ჯერ კიდევ გადაუჭრელია. თუმცა ზოგიერთი მკვლევარის აზრით, 21-ე საუკუნის ბოლოსათვის ატომური ბირთვის გახლეჩის შედეგად გამოყოფილი ენერჯია მთლიანად ჩვენს ხელთ იქნება.

ქარი, მზის ენერჯია და ხე-ტყე, რომლებიც ძველთაგანვე ენერჯიის წყაროებს წარმოადგენდნენ, განახლდებიან. თუმცა დედამიწის მოსახლეობა იმდენად დიდია, რომ ამ წყაროებს არ ძალუძთ მისი ენერგეტიკული მოთხოვნილებების დაკმაყოფილება. მათი გამოყენების ტექნოლოგიური ხერხების დამუშავებას კი ჩვენ გავუბრბოდით. ამასთან, ყოველი მცირე წვლილი, ამ პრობლემის გადაწყვეტაში შეტანილი, სასარგებლო იქნება და საბოლოო ჯამში ჩვენ შეგვეძლება არა მარტო ენერჯიის ძირითადი წყაროებით სარგებლობა, როგორც აქამდე, არამედ მრავალი სხვადასხვა წყაროს გამოყენებაც.

ენერჯიის სხვა წყაროები, რომელთა გამოყენებასაც მომავალში შეეძლებთ, ეს არის – სინთეზური სათბობი, რომელსაც ისეთი წიაღისეულიდან მივიღებთ, როგორებიცაა ბითუმიწოზური ფიქალი და ქვანახშირი, აგრეთვე სიმინდისგან, შაქრის ლერწმის და სხვა მცენარეებისგან გამოყოფილი სპირტი. ენერჯიის ამ წყაროებს ორი უპირატესობა გააჩნიათ: მათ ამჟამად გამოყენებული თხევადი სათბობის შეცვლა შეუძლიათ ისე, რომ საჭირო არ გახდება არსებული ღუმელის ან ძრავის შეცვლა. ისინი სხვა საწვავთან, მაგ. ნახშირთან, შედარებით ნაკლებად აბინძურებენ გარემოს. თუმცა მათი წარმოება ძვირი ჯდება და ძალიან ბევრი კომპანია მათი დამზადების პროექტებს თაროზე აწყობს მანამ, სანამ, ნავთობის ფასი შესაძარდონეს

არ მიაღწევს. გარდა ამისა, ნაკლებად სარწმუნოა, რომ სპირტი ოდესმე ენერჯის მთავარ წყაროდ გახდება, რადგანაც მის საწარმოებლად უნდა დაიხარჯოს ადამიანის კვებისთვის აუცილებელი სასოფლო-სამეურნეო კულტურები.

## 7.9. გარემოს დაბინძურება

ყველა ორგანიზმი მეტაბოლიზმის შედეგად გარემოში დაშლის პროდუქტებს გამოყოფს (ნახშირორჟანგი, ნახშირბადი, ექსკრემენტები და გადაუმუშავებელი მცენარეული და ცხოველური ნაშთები). დაშლის პროდუქტების გავლენით გარემო იქ მყოფი ცხოველებისათვის ნაკლებ გამოსადეგი ხდება, თუმცა დაბალანსირებულ ეკოსისტემაში ერთი ორგანიზმის გამონაყოფი მეორე ორგანიზმისთვის საკვებს და სასმელს წარმოადგენს. ასე რომ, დაშლის პროდუქტები გარემოში არ გროვდება. გარემოს დაბინძურება იმ შემთხვევაში ხდება, როცა გამონაყოფი ისეთივე სისწრაფით არ მოიხმარება, როგორც წარმოიქმნება. ამის გამო ის გარემოში გროვდება და გარემო როგორც ადამიანისთვის, ისე ბევრი სხვა ორგანიზმისთვისაც ნაკლებ გამოსადეგი ხდება.

ამჟამად არსებული დაბინძურება სამრეწველო რევოლუციის დაწყებასთან არის დაკავშირებული. მას თან ახლდა დედამიწის ბევრ ქვეყანაში წიაღისეული სათბობის ფართო გავრცელება და მოსახლეობის სიმჭიდროვის ზრდა. უორდსვორთი თავის ლექსში "ვესტმინსტერის ხილზე" უმღეროდა ლონდონის მე-19 საუკუნისთვის იშვიათ დილას, როდესაც ცის ფონზე ნისლის ნაცვლად ქალაქის კონტურების მკაფიო დანახვა იყო შესაძლებელი. ლონდონური ნისლები (რომელთაც მომწვანო-მოყვითალო ფერის გამო "ბარდის

სუპს“ ეძახიან) ნისლისა და ქვანახშირის წვის შედეგად გამოყოფილი მყარი ნაწილაკების შენარევია. ისინი მრავალი ადამიანის სიკვდილის მიზეზი შეიქმნენ. საბედნიეროდ, მას შემდეგ, რაც 1952 წელს მიღებული იქნა კანონი სუფთა ჰაერის შესახებ, ეს ნისლები გაქრა. თანამედროვე “სმოგი“ ძირითადად მანქანების მიერ გამონაბოლქვი აირების შედეგად წარმოიქმნება, თუმცა ზოგიერთ რაიონში ჰაერის დაბინძურებაში თავის წვლილი შეშის ღუმელებსაც შეაქვთ. ისეთ ქალაქებში, როგორებიცაა ლოს-ანჯელესი და ტოკიო, ავტომანქანების შედეგად წარმოქმნილი “სმოგი“ ჰაერს სუნთქვისთვის უვარგისს ხდის. როგორც გამოირკვა, ნიუ-იორკში ცხოვრება ისევე ვნებს ფილტვებს, როგორც ღლეში ერთი კოლოფი სიგარეტის მოწევა.

ენერჯის ეკონომიისთვის მიღებულმა ზომებმა ახალი მოვლენის წარმოქმნა გამოიწვია. ეს არის ჰაერის შენობის შიგნით დაბინძურება.

სითბოს შენარჩუნების მიზნით შენობის ყველა ნაპრალის მჭიდროდ დახურვამ სითბო შეინარჩუნა, რამაც სათბობის დაზოგვას შეუწყო ხელი. მაგრამ ამ დროს შენობა არ ნიავედებოდა და მასში გროვდებოდა ბოლი და სხვა ნივთიერებები: შეშის ღუმელის კვამლი, სამზარეულოს ორთქლი, სხვადასხვა მასალებიდან გამოყოფილი ტოქსიკური ნივთიერებები და რადიაქტიური ნაწილაკები. ყველაფერი ეს გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე. ამიტომ წარმოიქმნა მანამდე არ არსებული პრობლემები. ადრე ორპირ ქარს გარედან მუდმივად სუფთა ჰაერი შემოჰქონდა.

როგორც ჰაერის, ისე წყლის დაბინძურება (იხ.განყ.5.4) შეიძლება შეჩერდეს, თუ გარემოში მავნე ნივთიერებების შეტანას შევწყვეტთ. აშშ-ის ბევრ რაიონში ჰაერისა და წყლის ხარისხი უკვე მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდა გარემოს დაბინძურების საწინააღმდეგო

ახალი ნორმების შემოღების შემდეგ. მაგრამ ჩვენ ვაგრძელებთ მრავალი ნივთიერების გამოგონებას, გამოყენებას და გარემოში გადაყრას ისე, რომ წარმოდგენა არა გვაქვს იმაზე, თუ რა გავლენა შეუძლიათ მოახდინონ მათ ცოცხალ ორგანიზმებზე. მხოლოდ მოგვიანებით ვიგებთ, თუ ზოგიერთი მათგანი რამდენად საშიშია სიცოცხლისათვის. ამიტომ გარემოს დაბინძურებასთან დაკავშირებული პრობლემები დიდ ყურადღებას მოითხოვს, რათა გავუფრთხილდეთ მიღწეულს და თავის დროზე აღმოვაჩინოთ და ავიცილოთ ახალი საშიშროება.

1950 წლიდან დაწყებული, მყარი ნარჩენებით დაბინძურება დიდი პრობლემა გახდა. პლასტმასების წარმოებისთვის ნედლეულად წიაღისეული სათბობის გამოყენება ხელს უწყობდა გარემოს მყარი ნარჩენებით დაბინძურებას. ადამიანები გაიტაცა ერთჯერადი ხმარების პლასტმასის ნივთების გამოყენებამ. მრავალნაირი სინთეზური ნივთიერებებისგან (ნეილონი, აკეტატი, პოლიეთილენი, ვინილინი და სხვ.) მზადდებოდა უამრავი დასახელების საგნები. ეკოსისტემაში რედუცენტებს ამ ნივთიერებების დაშლა არ შეუძლიათ. ამ ნივთიერებებმა ხმარებიდან განდევნეს რეზინი, ბამბა, აბრეშუმი, ტყავი, ხე და ქალაღი, რომლებიც ბიოქიმიურ დაშლას განიცდიან.

პლასტმასის წარმოებასთან დაკავშირებული დაბინძურების სხვა წყარო იყო პლასტიფიკატორი – ნივთიერება, რომელიც პლასტმასს მოქნილობას ანიჭებს. პლასტიფიკატორებს შორის არის ძალიან ტოქსიკური შენაერთები, მაგალითად, ზოგიერთი პოლიქლორბიფენილი. ამჟამად აშშ-ში მისი გამოყენება პრაქტიკულად აკრძალულია. ეს ბიფენილები ძალიან ფართოდ გამოიყენებოდა. რადგანაც ბიოქიმიურ დაშლას არ განიცდიან, ბიფენილები ჯერ კიდევ მრავლადაა შემორჩენილი ჰაერში, წყალში, ნაგავსაყრელებზე, მრავალი

დამზადებული საგნის სახით, რომლებიც ჯერ კიდევ იხმარება. ჩვენ ჯერ არ შეგვიძუშავენია მყარი ნარჩენებისაგან გათავისუფლების მეთოდები. ასეთი ნივთიერებებია: პლასტმასები, საშიში ქიმიური შენაერთები და ატომური ელექტროსადგურების მუშაობის შედეგად დარჩენილი რადიოაქტიური ნარჩენები. არ გაგვაჩნია ორგანიზაციები, რომლებიც მათ გაუვნებელყოფას მოჰკიდებდნენ ხელს.

### 7.10. ცალკეულ პირთა ინტერესები და საზოგადოებრივი კეთილდღეობა

ადვილად შეიძლება განრისხდე და გალიზიანდე ქალაქის მესვეურთა სიბეცის გამო, რომლებიც გამწმენდი ნაგებობების მშენებლობის დაწყებას აჭიანურებენ მანამ, სანამ არ დადგება დრო, როცა სასმელი წყლის გაბინძურებისგან გადასარჩენად უფრო ძვირად ღირებული ღონისძიებების გატარება გახდება საჭირო. მთავარია გაგება, თუ რაში მდგომარეობს ასეთი დაყოვნებული მოქმედების მიზეზი. ეს საქმის გაჭიანურება ზოგიერთი ადამიანის ამჟამინდელ კეთილდღეობასა და საზოგადოების კეთილდღეობას შორის წარმოშობილი წინააღმდეგობის შედეგია. ჰარეტ ხარდენმა ამ მოვლენას “სათემო მიწების ტრაგედია” უწოდა, მოიყვანა რა მაგალითად ასეთი მიწების ბედი შუა საუკუნეების ევროპაში. სათემო მიწებად ითვლებოდა მთელი სოფლის კუთვნილი საძოვრები. ამ სოფლის ყველა მოსახლეს ამ საძოვრებზე შეეძლო ცხვრისა და ძროხების ძოვება. ყოველი მეპატრონე იმას ცდილობდა, რომ რაც შეიძლება მეტი საქონელი გაეშვა ამ მუქთა საძოვრებზე. როცა იქ ბევრი საქონელი ბალახობდა, ისინი პირწმინდად სპობდნენ მთლიანი

ბალახის საფარს. ამიტომ ყველა ზარალდებოდა, რადგანაც საქონლის გამოზრდა აღარ ხერხდებოდა. ამ მიზეზის გამო სათემო მიწები საბოლოო ჯამში შემოღობილი მინდვრებით იცვლებოდა, რომლებიც გარკვეული პირების კუთვნილება იყო. თუ მიწა კერძო საკუთრებაა, მისი პატრონი ერთ ადგილზე ბევრ ძროხას არ ამოვებს, რათა საძოვარი მომავალში უვარგისი არ გახდეს.

ზუსტად ასევე, ჩვენ რომ გვიხდებოდა ბუნების დაბინძურებისათვის უშუალოდ პასუხისმგება, მაშინ ყოველ ღონეს ვიხმარდით მისი თავიდან აცილებისათვის. ამის მაგალითად გამოდგება კანონები, რომლებიც აიძულებენ საწარმოთა მფლობელებს კომპენსაცია გაიღონ საწარმოში მიღებული ტრავმებისათვის. თუ ფირმამ იცის, რომ მან საწარმოში მიღებული ტრავმისთვის უნდა გაიღოს გარკვეული თანხა ან სადაზღვევო გადასახადი, ყოველ ღონეს იხმარს უშიშროების ტექნიკის სრულყოფისათვის. მაგრამ ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტისას ძნელია უშუალოდ ამ დაბინძურების გამომწვევი პირებისათვის პასუხისმგებლობის დაკისრება.

თუ მე უარს ვიტყვი ჩემი ავტომობილით სარგებლობაზე, ამით ჰაერის და წყლის დაბინძურება არ შემცირდება. ამასთან, ჩემს მეზობლებთან შედარებით უარეს მდგომარეობაში აღმოვჩნდები, რადგანაც არ შემეძლება იმ სამუშაოს შესრულება, რისთვისაც ჩემი მანქანა იქნება საჭირო. ცალკეულ პირებსა და საზოგადოებას შორის წამოჭრილი პრობლემის გადაწყვეტა მთავრობამ უნდა იკისროს.

პრობლემის გადასაწყვეტად მთავრობამ სამი ძირითადი გზიდან ერთ-ერთი უნდა ამოირჩიოს: პირველ რიგში, მას შეუძლია მოსახლეობაში ჩაატაროს განმარტებითი მუშაობა გარემოს დაბინძურების თაობაზე. ბევრ ადამიანს შეუძლია შეიგნოს “სათემო მიწების ტრაგედია“. მათ არავითარი სურვილი არა აქვთ, რომ მათმა შვილებმა

სიცოცხლისთვის უვარგის გარემოში იცხოვრონ. მეორე, ყველაზე საუკეთესო მეთოდი გარემოს დაბინძურების შესამცირებლად არის როგორც კერძო პირებზე, ისე კორპორაციებზე გადასახადების შემოღება. მესამე, თუ ეს ყველაფერი შედეგს არ გამოიღებს, მთავრობას შეუძლია გამოსცეს კანონები, რომლებითაც მთლიანად აკრძალავს საშიშ პროცესებს და პროდუქტებს. ეს უკანასკნელი აუცილებელი ხდება ორ გარემოებაში: 1. თუკი რომელიმე წარმოება ისეთ ზიანს აყენებს გარემოს, რომლის გამოსწორებაც არაეკონომიკური ფულით არ შეიძლება (მაგალითად, არ შეიძლება ნებადართული იქნას ტალიდომიდის წარმოება ან ლურჯი ვეშაპის რეწვა და მასზე გადასახადის დაწესება). 2. თუ არ ხერხდება დამნაშავეთა პასუხისგებაში მიცემა და სამართლიანობის დაცვა (მაგალითად, როგორ მოხდეს ღირებულების განაწილება ელექტროსადგურის მფლობელსა და ელექტროენერჯის მომხმარებლებს შორის იმ მოწყობილობისათვის, რომელიც ამცირებს ქვანახშირზე მომუშავე ელექტროსადგურების მიერ ჰაერში გამოყოფილი გოგირდის რაოდენობას).

ჩვენს წინაშე მდგარი ეკოლოგიური პრობლემების გადასაწყვეტად საჭიროა შეიცვალოს როგორც ინდივიდუალური, ისე კოლექტიური საქმიანობა, რომელსაც კომპეტენტური ხელისუფლება გაუწევს კონტროლს. დემოკრატიულ სახელმწიფოში ეს შესაძლებელი იქნება მოქალაქეთა სწორი ინფორმირებით, რომლებიც შეიგნებენ, რომ ჩვენ სხვა ცოცხალ არსებებთან მჭიდროდ ვართ დაკავშირებული.

## მეშვიდე თავის მოკლე შინაარსი

ადამიანი ალბათ ხეებზე მობინადრე მაიმუნის მსგავსი წინაპრებისგან წარმოიშვა. მიწაზე ჩამოსვლამ დააჩქარა ორ ფეხზე სიარული და ხელის გათავისუფლება გამოიწვია. ამან შესაძლებლობა მისცა ადამიანს გარემოში მოქმედებისთვის. ამ უნარმა, რომელიც თავის ტვინით გონივრულად რეგულირდებოდა, საშუალება მისცა ადამიანს, რომ გარემო თავისი მოთხოვნილებების შესაბამისად შეეცვალა და დედამიწაზე არსებული რესურსების დიდი ნაწილი თავისი მზარდი პოპულაციის დასაკმაყოფილებლად გამოეყენებინა. მაგრამ გამოსაყენებელი რესურსების რაოდენობა შეზღუდულია. ახლა ცხადი გახდა, რომ ადამიანი ისეთ ეკოლოგიურ ცვლილებებს იწვევს, რომელიც ვნებს მის აწმყოს და ემუქრება მომავალში Homo sapiens-ის არსებობას.

სოფლის მეურნეობის განვითარებამ ადამიანს შესაძლებლობა მისცა თავისი პოპულაციის სიმჭიდროვის გაზრდისა იმ დონეზე მაღლა, რომელიც მიიღწეოდა ნადირობით და შემგროვებლობით. ამჟამად ბევრ ქვეყანაში მოსახლეობის რიცხვი უფრო სწრაფად იზრდება, ვიდრე საკვები პროდუქტების წარმოება. საკვები პროდუქტების რაოდენობის ზრდა “მწვანე რევოლუციის” მეთოდების გამოყენებით ხდება შესაძლებელი. თუმცა ტრადიციული სოფლის მეურნეობის თანამედროვე დონეზე გადასვლას მთელი რიგი ნაკლოვანებები გააჩნია. მაგალითად, ადამიანის არსებობა დამოკიდებულია წიაღისეული სათბობის რაოდენობაზე, რომლის მარაგიც სულ უფრო კლებულობს. გარდა ამისა, იზრდება მდიდრებსა და ღარიბებს შორის არსებული განსხვავება.

დემოგრაფიული აფეთქება და წიაღისეული სათბობის უყაირათო



გამოყენება ის მთავარი ფაქტორებია, რომლებიც გარემოს დაბინძურებას იწვევენ და ამით ადამიანის სიცოცხლეს და ჯანმრთელობას საფრთხეს უქმნიან. რადგანაც ბუნებრივ მოვლენებში ჩარევის და ეკოლოგიური პრობლემების გამოწვევისთვის ჩვენ უშუალო პასუხისმგებლები არა ვართ, ეს პრობლემები ძნელი გადასაწყვეტი ხდება.

### შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

#### 1. მონოკულტურა:

- ა) ამცირებს მანებლის პოპულაციის რიცხობრიობას.
- ბ) გამოიყენება სასაქონლო ფერმებში.
- გ) ამცირებს პესტიციდებისგან დამოკიდებულებას.
- დ) იწვევს ყველა ზემოთ ჩამოთვლილ შედეგს.
- ე) არ იწვევს არც ერთ ზემოთ ჩამოთვლილ შედეგს.

#### 2. თვლიან, რომ სასოფლო-სამეურნეო რევოლუციამ დედამიწის მოსახლეობის რიცხობრიობის მკვეთრი ზრდა გამოიწვია. ქვემოთ ჩამოთვლილი რომელი ფაქტორი მონაწილეობდა რიცხობრიობის ამ მატებაში?

- ა) რიცხობრიობის რეგულაციის ხერხებზე უარის თქმა.
- ბ) დედამიწის იგივე ნაკვეთი საკმარისი აღმოჩნდა მეტი რაოდენობის ადამიანების გამოსაკვებად.
- გ) ქონების დაგროვებასთან დაკავშირებით მეტი მნიშვნელობა შეიძინა იმ ბავშვების არსებობამ, რომლებსაც პრეტენზია ექნებათ ამ ქონების მემკვიდრეობით მიღებისათვის.
- დ) ყველა ჩამოთვლილი ფაქტორი.

3. სწორია თუ არა, რომ წერილი ფერმები, რომლებიც მხოლოდ თავის პატრონებს უზრუნველყოფენ საკვებით, უფრო მეტ პროდუქციას აწარმოებენ, ვიდრე მსხვილი სასაქონლო ფერმები?
4. “მწვანე რევოლუციის“ გამომწვევი ძირითადი ფაქტორია:
  - ა) უდაბნო რაიონების ინტენსიური მორწყვა.
  - ბ) ახალი აზოტოვანი სასუქების შექმნა.
  - გ) მცენარეთა ახალი ჯიშების გამოყვანა.
  - დ) ყამირ მიწებში მინერალური სასუქების დიდი დოზების შეტანა.
5. მიწის ეროზიის შემცირება შესაძლებელია:
  - ა) ქარსაცავი ზოლების გაშენებით.
  - ბ) ნაკელის შეტანით.
  - გ) მცენარეული საფარის შენარჩუნებით.
  - დ) ყველა ჩამოთვლილი ფაქტორით.
6. ადამიანის არსებობის ეკოლოგიური პირობების გაუმჯობესებისათვის პიროვნების მიერ გამოყენებულ ყველაზე ეფექტურ საშუალებას წარმოადგენს:
  - ა) მინის ტარის განმეორებითი გამოყენება.
  - ბ) გარემოს დაცვის კანონების მისაღებად ბრძოლაში აქტიური მონაწილეობა.
  - გ) ავტომობილის ნაცვლად ველოსიპედით სარგებლობა.
  - დ) ვეგეტარიანულ კვებაზე გადასვლა.

კითხვები განხილვისათვის

1. ოჯახის სიდიდის შეზღუდვის პრობლემა განიხილეთ "სათემო მიწების ტრაგედიის" ანალოგიურად.
2. ზოგიერთი ქვეყნის მთავრობამ გააჩაღა კამპანია, რომლის დროსაც მოუწოდებდნენ ოჯახის სიდიდის შეზღუდვისაკენ. სხვებმა მიმართეს ღონისძიებას, რომელიც იძულებით სტერილიზაციას ითვალისწინებდა. ბოლოს და ბოლოს ყველა მთავრობას მოუწევს თუ არა მსგავსი ნაბიჯის გადადგმა? რატომ?
3. თქვენ რომ რომელიმე განვითარებადი ქვეყნის მიწათმოქმედების მინისტრი იყოთ, მიმართავდით თუ არა მწვეანე რევოლუციას როგორც მცირე, ისე დიდ მეურნეობებში? თუ მიმართავდით, მაშინ როგორი სახით?
4. ეკოლოგმა ლი ტალბორტმა (Lee Talbort) განაცხადა: "ჩვენ მიწა ჩვენი წინაპრებისგან მემკვიდრეობით არ მიგვიღია. ჩვენ ის ჩვენი შვილებისგან სესხად ავიღეთ". რას გულისხმობს ეს სიტყვები? ეთანხმებით თუ არა მას?
5. თანამედროვე სოფლის მეურნეობისა და მედიცინის განვითარებამ შეამცირა ადამიანზე ბუნებრივი გადარჩევის მრავალი მოქმედების ინტენსივობა, რომელიც არეგულირებდა მის რიცხოვნობას და ცხოველების მრავალი სახეობის ევოლუციას. ჩვენ შესაძლებლობა გვქმნება დავეხმაროთ არსებობასა და შვილების გაჩენაში იმ ადამიანებს, რომლებსაც მემკვიდრეობითი და თანდაყოლილი დეფექტები გააჩნიათ. ექვემდებარება თუ არა ამჟამად Homo sapiens-ი ბუნებრივი გადარჩევის კონტროლს? რა ფაქტორები განსაზღვრავენ მის მომავალ ევოლუციას?

VIII ტაკვი

ევოლუცია და გამრავლება

ამ თავის დამუშავების შემდეგ თქვენ უნდა შესძლოთ:

1. განმარტოთ, თუ რა უპირატესობა გააჩნია სქესობრივ გამრავლებას უსქესოსთან შედარებით.
2. იმ უპირატესობების დასახელება, რომლებიც გააჩნიათ სასიცოცხლო ციკლში უსქესო და სქესობრივი გამრავლების მონაცვლეობის მქონე ორგანიზმებს.
3. იმ ზოგიერთი მიზეზის მითითება, თუ რატომ შეიძლება განიცდიდეს მოცემული სახეობის მდედრობითი და მამრობითი ინდივიდი გადარჩევის სხვადასხვა ზემოქმედებას და ამის შედეგად სქესებს შორის წარმოქმნილი განსხვავება აღწეროთ რომელიმე სახეობის მაგალითზე.
4. იმ კიპოთეზის დასაბუთება, რომლის თანახმადაც შეჯვარების თითქმის ყველა სისტემის დროს არჩევანის უფლება მდედრს ეკუთვნის.
5. პოლიგინიის, პოლიანდრიის, პოლიგამიის განმარტება.
6. ადამიანის მონოგამიის შესაძლო მიზეზების განხილვა.

პოპულაციის თითოეული ინდივიდის ევოლუციური წარმატება იზომება მისი გენების წილით, რომელიც წარმოდგენილია მოცემული პოპულაციის მომდევნო თაობებში. ევოლუციური თვალსაზრისით, მარტო ის გენები, რომლებიც საშუალებას გვაძლევენ მოვიპოვოთ საკვები, გავექცეთ მტერს, გადავიტანოთ ცუდი ამინდი და ა.შ., უსარგებლოა, თუ არ გვექნება ის გენებიც, რომლებიც შთამომავლობით უზრუნველგვყოფენ.

სხვადასხვა ორგანიზმისთვის დამახასიათებელია გამრავლების სრულიად სხვადასხვა ხერხი. ადამიანებს, ცხოველთა და მცენარეთა დიდ ნაწილს სქესობრივი გამრავლება ახასიათებთ, რომლის დროსაც ორი სპეციალიზირებული უჯრედის – ე.წ. გამეტის შერწყმა ხდება. სახეობათა უმრავლესობის მამრობითი სქესის ინდივიდები წარმოქმნიან მცირე ზომის მოძრავ გამეტებს – სპერმატოზოიდებს, ხოლო მდედრობითი სქესის ინდივიდები კი – მსხვილ, უძრავ გამეტებს, ანუ კვერცხუჯრედებს. სპერმატოზოიდისა და კვერცხუჯრედის შერწყმის შედეგად წარმოიქმნება განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი, რომელიც ახალ ინდივიდად ვითარდება.

### 8.1. აუცილებელია კი სქესის არსებობა?

ერთი შეხედვით გვეჩვენება, რომ სქესი აუცილებელია. ცხოველთა უმრავლესობასა და მრავალ უმაღლეს მცენარეში სქესობრივი გამრავლება მათი გენების პოპულაციაში შენახვას ემსახურება. თუქცა უფრო გულმოდგინე გამოკვლევებით დადგენილ იქნა, რომ მრავალი ორგანიზმი თავის არსებობას სქესობრივი გამრავლების გარეშეც აგრძელებს. მრავალ უმაღლეს მცენარეში, ბაქტერიებში, სოკოებში, უმარტივესებში, რომლებიც ჩვეულებრივ სხვადასხვა სახის უსქესო გზით, ე.ი. კვერცხუჯრედის და სპერმატოზოიდის გარეშე მრავლდებიან, სქესობრივი გამრავლება შედარებით იშვიათად გვხვდება.

მრავალ ერთუჯრედიან ორგანიზმში უსქესო გამრავლება უჯრედის უბრალო გაყოფით ხდება. ცხოველებში უსქესო გამრავლების ჩვეულებრივ ფორმას წარმოადგენს დაკვირტვა, რომელიც იმაში მდგომარეობს, რომ მშობელი ინდივიდიდან იკვირტება მისივე

იდენტური, უფრო მცირე ზომის ინდივიდი, რომელიც საბოლოო ჯამში მისგან მოწყდება. გარდა ამისა, გვხვდება პართენოგენეზი – ახალი ინდივიდის განვითარება გაუნაყოფირებელი კვერცხიდან. მრავალ მცენარეში წარმოქმნილი ახალი ინდივიდები დასაწყისში დედა მცენარეზე არიან მიმაგრებული, მაგრამ აღწევენ რა საკმარისად დიდ ზომებს, წყდებათ მას და დამოუკიდებლად სიცოცხლეს იწყებენ. უსქესო გამრავლების ყველა ხერხის დროს წარმოიქმნება გენეტიკურად იდენტური ინდივიდების კლონები (თუ, რასაკვირველია, გამორიცხულია მუტაციები).

როგორია სქესობრივი და უსქესო გამრავლების სელექციური უპირატესობები და ნაკლოვანებები? რატომ არ გაიმარჯვა არცერთმა ამ ტიპმა ევოლუციის პროცესში და არ გახდა საერთო ყველა ცოცხალი არსებისთვის? ჩვენ შეგვიძლია პასუხი გავცეთ ამ კითხვებს, ნაწილობრივ მაინც, თუ განვიხილავთ გამრავლების რომელიმე ტიპის ორ ასპექტს, სახელდობრ: რამდენი ენერგია იხარჯება ამ დროს და როგორ ეგუება ორგანიზმი თავის საარსებო გარემოს.

უსქესო გამრავლების დროს ერთ ჯერზე წარმოიქმნება მხოლოდ ერთი ან რამდენიმე შთამომავალი, ამასთან ეს თაობები ზშირად მშობელ ინდივიდთან რჩებიან დაკავშირებულები მანამ, სანამ შედარებით დიდ ზომას არ მიაღწევენ. უსქესო გამრავლების დროს თითოეული თაობის წარმოქმნაზე იხარჯება ენერგიის შედარებით დიდი რაოდენობა: მასალა, რომლისგანაც აგებულია შთამომავლის სხეული, შეიცავს ენერგიას, მშობელი ინდივიდის მიერ დაგროვილი სამარაგო საკვები ნივთიერებების სახით. დამატებით საჭიროა კიდევ ენერგია ამ მასალის გადასაადგილებლად და მისგან ახალი ინდივიდის ფორმირება. სამაგიეროდ, ეს ენერგია ეუფექტურად გამოიყენება, რადგანაც იგი თითქმის მთლიანად ახალი ინდივიდის ზრდას

ხმარდება. გარდა ამისა, ვინაიდან თაობებს შედარებით დიდი ზომები აქვთ, ალბათობა იმისა, რომ ისინი იცოცხლებენ რეპროდუქციულ ასაკამდე, საკმარისად დიდია.

ამასთან შედარებით, სქესობრივი გამრავლების დროს ენერგია გამოიყენება ძალიან არაეფექტურად. თუ სპერმატოზოიდები, მტკვერი ან კვერცხუჯრედები წყალში ან ჰაერში გამოიყოფიან, სადაც მათი ერთმანეთთან შეხვედრა შემთხვევითობაზეა დამოკიდებული, მაშინ მათგან მილიონები ან ვერ პოულობენ პარტნიორს, ან სხვა ცხოველების მსხვერპლი ხდებიან. ასე რომ, მათ წარმოქმნაზე ენერგია ფუჭად იხარჯება. ორგანიზმების უმრავლესობისათვის დამახასიათებელია შინაგანი განაყოფიერება, რომლის დროსაც სპერმა უშუალოდ მდედრის სასქესო ორგანოში ხვდება. შინაგანი განაყოფიერების დროს გამეტები ნაკლებად იკარგება, მაგრამ ორგანიზმს ენერგიის დახარჯვა სხვა პირობების უზრუნველსაყოფად უხდება. მაგალითად, მცენარეები წარმოქმნიან ყვავილებს და გამოიმუშავენ ნექტარს, რომ მიიზიდონ ცხოველები, რომლებსაც მტკვერი სხვა ყვავილების მდედრობით ორგანოებზე გადააქვთ. ცხოველები კი ბევრ დროს და ენერგიას ხარჯავენ თავიანთი პარტნიორების ძებნაზე და მათთან ურთიერთობაზე. შემდეგ ბევრი ენერგია იხარჯება შთამომავლობაზე ზრუნვისთვის, რადგანაც სქესობრივი გამრავლების დროს შთამომავლები ისეთი პატარებია, რომ მრავალი მათგანი მტაცებლებისგან, სიცივისგან ან უბრალოდ არახელსაყრელი ამინდისგან იღუპება. ამგვარად, უსქესო გამრავლების დროს ენერგიის დანახარჯი უფრო ცოტაა, ვიდრე სქესობრივის დროს.

ენერგეტიკული ეფექტურობის გამო, უსქესო გამრავლების მქონე ორგანიზმს, მაგალითად, მარწყვს, საშუალოდ, ერთ სეზონზე

გადარჩენის უნარის მქონე უფრო მეტი თაობის მოცემა შეუძლია, ვიდრე სხვა, მის მსგავს მცენარეს, რომელიც სქესობრივი გზით მრავლდება (მიუხედავად იმისა, რომ უკანასკნელს დასაწყისში უფრო მეტი შთამომავლები ეყოლება). მაინც რატომ ხარჯავს ასე ბევრ დროს და ენერგიას მრავალი ორგანიზმი და ასე ტყუილად იკარგება ბევრი უჯრედი სქესობრივი გამრავლების დროს? გამრავლების ამ მფლანგველურ ხერხს, ალბათ, კოლოსალური ადაპტური ღირებულება აქვს. წინააღმდეგ შემთხვევაში, ის ვერ შეძლებდა შემონახვას და ასე ფართოდ გავრცელებას.

გარდა კითხვისა, თუ რა საჭიროა სქესობრივი გამრავლება, იბადება კითხვები იმ მიზეზების თაობაზე, რომელთა გამო მოცემულ ორგანიზმს სწორედ ასეთი და არა სხვა ტიპის სასქესო სისტემა გააჩნია. მოცემულ შემთხვევაში ვარიაციები თითქმის უსასრულოა. ჩვენ აქ განვიხილავთ სასქესო სისტემის ცალკეული ტიპების ევოლუციის ზოგიერთ შესაძლო მიზეზს. თავის ბოლოს კი გამოვთქვამთ ზოგიერთ მოსაზრებას ადამიანის სასქესო სისტემის წარმოშობის თაობაზე.

## **8.2. რა შემთხვევაში აქვს სქესობრივ გამრავლებას უპირატესობა?**

სქესობრივ და უსქესო გამრავლებას შორის ძირითადი ბიოლოგიური განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ სქესობრივი გამრავლების დროს პოპულაციაში უფრო მაღალი გენეტიკური ცვალებადობა ხდება. უსქესოდ გამრავლებადი ორგანიზმი თავის ყველა გენს თითოეულ შთამომავალს გადასცემს. თუ მოცემული ორგანიზმი და მისი ყველა შთამომავალი იდენტურები არიან, მაშინ ისინი კლონს



წარმოქმნიან. კლონში გენეტიკური ცვალებადობის ერთადერთი წყაროა მუტაციები – შემთხვევითი ცვლილებები, რომლებიც დროდადრო წარმოიქმნებიან გენეტიკურ მასალაში.

სქესობრივად გამრავლებად ორგანიზმებში ასევე შესაძლებელია მუტაციების წარმოქმნა, მაგრამ ამ ორგანიზმთა ცვალებადობა, რაც ხშირად უკიდურესად მაღალ დონეს აღწევს, განპირობებულია გენების გადანაწილებით კვერცხუჯრედების, სპერმატოზოიდების, მტკერის მარცვლების ფორმირების ან განაყოფიერების დროს. თითოეული ჩვენგანი გენების ნახევარს დედისაგან იღებს, ხოლო ნახევარს მამისაგან. ამასთან, სპერმატოზოიდების და კვერცხუჯრედების ფორმირების პროცესში ეს გენები გადაჯგუფდება. სწორედ ამ მიზეზის გამო მშობლებსა და შვილებს შორის, აგრეთვე ძმებსა და დებს შორის, მრავალრიცხოვანი გენეტიკური განსხვავება არსებობს.

ზოგიერთ ორგანიზმს გამრავლება შეუძლია როგორც სქესობრივი, ასევე უსქესო გზითაც. ამ ორგანიზმების შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ სქესობრივი გამრავლების შედეგად მომხდარი ცვალებადობა ზოგჯერ ხელსაყრელია, ზოგჯერ კი არა. მრავალ უმარტივესებს, წყალმცენარეებს, ფეხსახსრიანებს (მწერებსა და მათ მონათესავე ჯგუფებს) ზაფხულის პერიოდში უსქესო გამრავლება ახასიათებთ, ხოლო შემოდგომაზე, როცა ტემპერატურა კლებულობს, დღე მოკლდება, ისინი სქესობრივად მრავლდებიან. უსქესო გამრავლებიდან სქესობრივზე გადასვლა შეიძლება გამოიწვიოს საკვების, სითბოს, სინათლის ან ჟანგბადის ნაკლებობამ.

ამიტომ გარემოსთან კარგად შეგუებულ ორგანიზმებს ზაფხულში შეუძლიათ წარმოქმნან მრავალრიცხოვანი, გარემოსთან კარგად შეგუებული თავისი ასლები. შემდგომ, შემოდგომაზე, როცა პირო-

ბები იცვლება, ორგანიზმი სქესობრივ გამრავლებაზე გადადის, წარმოქმნის რა გენეტიკურად განსხვავებული თაობების დიდ რიცხვს. ამ თაობების განსხვავების გამო, ზოგიერთი შეძლებს გადაარჩენას ახალ შეცვლილ პირობებში.

ბაქტერიებისა და სხვა “უმდაბლესი” ორგანიზმების მრავალი სახეობა მთელ დედამიწაზეა გავრცელებული. ისინი სრულიად განსხვავებულ საარსებო გარემოში გვხვდებიან და ზოგიერთი მათგანი სრულებითაც არ შეცვლილა 500 მილიონ წელზე მეტი ხნის განმავლობაში. ეს ორგანიზმები გარემო პირობების მიმართ დიდ მდგრადობას იჩენენ. ძნელია გარემოში ისეთი კატასტროფული და მსხვილმასშტაბიანი ცვლილებების წარმოდგენა, რომელთაც მათი გადაშენება შეეძლოთ. მაღალორგანიზებული

მცენარეებისა და ცხოველების უმეტესობა სპეციალიზირებულია და ისეთ საარსებო გარემოს იკავენს, რომელსაც მათთვის საჭირო პირობებით უზრუნველყოფა შეუძლია. ცალკეული სახეობების სიცოცხლის ხანგრძლივობა რამდენიმე მილიონ წელს შეადგენს (რაც ძალიან ცოტაა ევოლუციური დროის მასშტაბით).

სახეობა, რომელიც მხოლოდ უსქესო გზით მრავლდება (ამის კარგი მაგალითია ფართოდ გარეცელებული ბაბუაწვერა), შეიძლება აყვავდეს გარკვეული დროის განმავლობაში, მაგრამ იგი საბოლოოდ გადაშენებისთვის არის განწირული, რაც მისთვის უფრო მეტად მოსალოდნელია, ვიდრე სქესობრივად გამრავლებადი სახეობისათვის. თუ მოცემულ გარემოში ზდება ისეთი ცვლილება, რომელიც ბაბუაწვერას დალუპავს იწვევს, მაშინ ილუპება ყველა ბაბუაწვერა, ვინაიდან ისინი ყველანი გენეტიკურად მსგავსნი არიან.

ახალ გარემოსთან შეგუებული ახალი სახეობების წარმოსაქმნელად ორგანიზმებს სქესობრივი გამრავლების გზით მიღებული

გენეტიკური ცვალებადობა ესაჭიროებათ. თუ ახალი სახეობები არ წარმოიქმნება, შეიძლება მთელი ჯგუფები ამოწყდეს. გავიხსენოთ ოდესღაც დედამიწაზე არსებული რეპტილიები (მათ დინოზავრებიც მიეკუთვნება), როგორც უმაღლესი ცხოველების დიდი ჯგუფი, რომელიც გადაშენდა. სხვათა შორის, ამ რეპტილიების შთამომავალი ფრინველები გადარჩნენ და ამჟამად მთელ დედამიწაზე ცხოვრობენ. სქესობრივი გამრავლების უნარი რომ არ ჰქონოდათ, რეპტილიები ასეთი განსხვავებული და მრავალნაირი შთამომავლობის დატოვებას ვერ შეძლებდნენ.

ამგვარად, სქესობრივი გამრავლება არაეფექტურია იმ ორგანიზმებისათვის, რომლებიც ადვილად იტანენ გარემო პირობების ცვლილებებს. რაც შეეხება უფრო მეტად სპეციალიზირებულ სახეობებს, ისინი გადაშენების მუდმივი საშიშროების ქვეშ არიან და ესაჭიროებათ სქესობრივი გამრავლების შედეგად წარმოქმნილი გენეტიკური მრავალფეროვნება.

### 8.3. მდედრის და მამრის ევოლუციური როლი

ამ თავის დარჩენილ ნაწილს მივუძღვნით უმაღლესი ცხოველების სქესობრივი გამრავლების ზოგიერთ ასპექტს და მათ ზეგავლენას თანასაზოგადოების სტრუქტურაზე.

სახეობის სქესობრივ გამრავლებაში განმსაზღვრელი ფაქტორის როლს მდედრი ასრულებს. უპირველეს ყოვლისა, ეს იმით აიხსნება, რომ კვერცხუჯრედები უფრო დიდი ზომისაა, ვიდრე სპერმატოზოიდები და მათ წარმოქმნაზე უფრო მეტი ენერგია იხარჯება. მამრის ევოლუციური წარმატება, ჩვეულებრივად, განისაზღვრება არამის მიერ წარმოქმნილი სპერმატოზოიდების რიცხვით, არამედ მისი

უნარით, გაანაყოფიეროს კვერცხუჯრედების რაც შეიძლება მეტი რაოდენობა. მდედრის ევოლუციური წარმატება განისაზღვრება კვერცხების რაოდენობით, რომლებიც გადარჩება და მოზრდილ ინდივიდებად ჩამოყალიბდებიან. ზოგიერთი სახეობის მდედრები ამას იმით აღწევენ, რომ ღებენ იმდენ კვერცხს, რამდენის შესაძლებლობასაც მათი ენერგეტიკული რესურსები იძლევა, ხოლო შემდგომ ზრუნვას თვით შთამომავლობას აკისრებენ. მაგალითად, მდედრი ქაშაყი ყოველწლიურად მილიონობით წვრილ ქვირითს ყრის და მათ გამოჩეკვაზე და გამოკვებაზე არ ზრუნავს. შთამომავლობაზე ზრუნვის მეორე უკიდურესობაა შთამომავლობის საკუთარი სხეულით ტარება განვითარების დამთავრებამდე, შემდეგ მათი საკვებით მომარაგება და დაცვა. ასეთ მოვლენას ძუძუმწოვრებში აქვს ადგილი. რომელი სტრატეგია იქნება ხელსაყრელი გადარჩევისთვის, ეს დამოკიდებულია მოცემული სახეობის ეკოლოგიაზე.

მდედრზე მოქმედი გადარჩევის ძალა შეიძლება წინააღმდეგობაში შევიდეს მამრზე მოქმედ ძალებთან. თუ მამრისთვის ხელსაყრელია მეტი რაოდენობის მდედრებთან კოპულაცია, რათა იგი გაზდეს რაც შეიძლება მეტი რიცხვის გადარჩენილი შთამომავლების მამა, მაშინ მდედრისთვის უფრო ხელსაყრელი იქნება იყოს უფრო მომთხოვნი. იგი უფრო ცოტა რაოდენობის კვერცხებს წარმოქმნის ამდენად, მისი წარმატებით გამრავლების შანსები მცირდება, თუ პარტნიორი გენეტიკურად უვარგისი აღმოჩნდება.

ასეთი მკაცრი შერჩევისას არ არის გასაკვირი, რომ შესწავლილ ცხოველთა ყველა სახეობის მდედრი მომთხოვნი იყოს თავისი პარტნიორის არჩევის დროს. მარტივი მაგალითის სახით შეიძლება მოვიყვანოთ ხილის ბუზ დროზოფილაზე ჩატარებული ერთი ლაბორატორიული ექსპერიმენტის შედეგები. ექსპერიმენტში გამო-

ყენებული მდედრების მხოლოდ 4% არ მონაწილეობდა გამრავლებაში, მამრებიდან კი – 24% არ კოპულირებდა არც ერთხელ. ეს მამრები ისევე აქტიურად თავს ევლებოდნენ მდედრებს, როგორც “ილბლიანი” მამრები, მაგრამ არც ერთმა მდედრმა ისინი არ მიიკარა. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, მდედრებს შეუძლიათ გამოიციონ სხვადასხვა პოტენციის საქორწინო პარტნიორი. მდედრი, რომელიც გამოიცინობს გენეტიკურად შესაფერის მამრს, კოპულირებს მასთან და სელექციურ უპირატესობას იღებს. ამასთან, შესაძლოა მამრისთვის ხელსაყრელი იყოს გენეტიკურად შესაფერისად მოჩვენება, როცა სინამდვილეში ეს ასე არ არის. ამგვარად მას შეუძლია მდედრის მოტყუება და მასთან შეწყვილება. ეს ფასდება, როგორც სქესების ევულუციური ბრძოლა, რომელშიც მამრის მიერ თავის მოჩვენების უნარი ეჯახება მდედრების ძლიერ განვითარებულ უნარს – არ დაემორჩილოს ცდუნებას და გამოიცინოს მხოლოდ “ღირსეული” მამრი.

### 8.4. სქესობრივი განსხვავებანი

მდედრსა და მამრს შორის გარეგნულ განსხვავებას სქესობრივი დიმორფიზმი ეწოდება (“ღი” – ორი, “მორფა” – ფორმა). მდედრების ერთფეროვანი შეფერვა გაცილებით უფრო ხშირია, ვიდრე მამრებისა. მდედრი განსაკუთრებით მგრძნობიარე ხდება კვერცხებზე ჯდომის დროს. ამიტომ მათთვის შეუმჩნეველად ყოფნა ხელსაყრელია. ეფექტურია მათი დამცველობითი შეფერვა: იმ სახეობებში, რომელთა მამრები უფრო კაშკაშად შეფერილი და ამდენად უფრო შესამჩნევი არიან, მამრების სიკვდილიანობა უფრო მეტია, ვიდრე მდედრებისა. თავისი ტერიტორიის დაცვის დროს მამრი ხშირად აჩენს სხეულის ყველაზე კაშკაშად შეფერილ ნაწილებს, ან უჩვეულო, გამოძწევე

ფორმებს იღებს. ამით ისინი უფრო შესამჩნევი ხდებიან არა მარტო სხვა მამრებისთვის, რომელთაც შესაძლოა, რომ ამ ტერიტორიაზე შეჭრის სურვილი დაებადოთ, არამედ მდედრებისთვისაც, რომლებიც ყურადღებას აქცევენ, თუ რა კარგ ტერიტორიას ფლობს ეს მამრი. აფრიკული მქსოველას მამრს მკრთალი შეფერილობა აქვს, მაგრამ იგი ძალიან ლამაზ, ფერად ბუდეს აშენებს, რომელზეც დახტის და თითქოს ამბობს: “მე კი ნუ მიყურებ, შეხედე, რა შესანიშნავი ბუდე ავაგე შენთვის“. თუ მამრმა მდედრის ყურადღება ვერ მიიპყრო, ამასობაში ბუდე გაუფერულდება. მამრი მას ანგრევს და ახალს აკეთებს.

სქესობრივი დიმორფიზმის სხვა ტიპს წარმოადგენს მამრის მიერ თავდაცვისა და თავდასხმის საშუალებების ფლობა. მაგალითად, მრავალ ჩლიქოსანს აქვს დიდი რქები, ტახებს – გრძელი ეშვები, სელაპების მამრები უზარმაზარ ზომებს აღწევენ. ეს მდედრისთვის ან ტერიტორიისათვის სხვა მამრებთან ბრძოლის დროს მათ უპირატესობას ანიჭებს. მაშასადამე, ამ ნიშნების შესაძენად გადარჩევა მიმდინარეობს მხოლოდ მამრებში და არა მდედრებში.

მონოგამურ სახეობებში (სახეობები, რომელთა წევრები გამრავლების მთელი სეზონის ან მთელი სიცოცხლის მანძილზე მხოლოდ ერთ პარტნიორს ირჩევენ) მამრები რქებით და ეშვებით იშვიათად არიან შეიარაღებულნი. პოპულაციებში, რომლებიც მამრების და მდედრების დაახლოებით ერთნაირ რაოდენობას შეიცავენ, მამრი თითქმის უსათუოდ იპოვის თავის მდედრს, თუ იგი პოპულაციის შედგენილობაში საკმარისად დიდი ხნის განმავლობაში იმყოფება. ამ შემთხვევაში გადარჩევის ზეგავლენა უმთავრესად სიცოცხლის ხანგრძლიობის გაზრდისკენ არის მიმართული. მონოგამურ სახეობებში მამრებს შორის მდედრისთვის ძლიერი კონკურენცია არ

ხდება. მამრის მთავარი ამოცანაა, ხელში არ ჩაუვარდეს მტაცებლებს. ამიტომ აქ გადარჩევა მამრებში დიდი რქების, გრძელი ეშვების და სხვა თავდასასხმელი საშუალებების განვითარების მიმართულებით არ ხდება. თახვების ან ბატების მონოგამურ სახეობებში მამრი ისევე არჩევს საქორწინო პარტნიორს, როგორც მდედრი. მდედრის მსგავსად, მამრსაც პარტნიორის მხოლოდ ერთხელ არჩევის შესაძლებლობა აქვს და მას, ისევე როგორც მდედრს, ურჩევნია ისეთი პარტნიორის შერჩევა, რომელიც მას ჯანმრთელ შთამომავლობას მისცემს.

### 8.5. შეწყვილების სისტემები

საქორწინო ქცევა ყველა სახეობაში უზრუნველყოფს თავისი სახეობის ინდივიდების ზუსტ გამოცნობას. ასე რომ, რომელიმე მდედრის კოპულაცია სხვა სახეობის წარმომადგენელი მამრით ნაკლებ შესაძლებელია. პოლიგამიური სახეობების მამრები, რომლებსაც შეწყვილება არა ერთ, არამედ რამდენიმე მდედრთან შეუძლიათ, ხშირად ძლიერი სქესობრივი ლტოლვით ხასიათდებიან, მაგრამ გამოცნობის უნარი მათ სუსტად აქვთ განვითარებული. ისინი თავს აწონებენ ნებისმიერ, ოდნავ შესაფერის მდედრს, ასე რომ, საქორწინო პარტნიორის გამოცნობა და არჩევანი მდედრს ეკისრება. ამას ხელს უწყობს მამრის გარეგანი იერი, მისი ფიზიკური შესაძლებლობები და საქორწინო ქცევა. ბუნებრივი შედეგია ის, რომ მონოგამიურ ცხოველებში, რომლებიც მხოლოდ ერთ ინდივიდს ეწყვილებიან, ორივე სქესის წარმომადგენლებს ერთნაირი ხარისხით გამოხატული სქესობრივი ლტოლვა გააჩნიათ, სხვადასხვა სქესის

ინდივიდები გარეგნულად ხშირად ერთმანეთისგან არ განსხვავდებიან. ამიტომ თავს იწონებს როგორც მამრი, ისე მდედრი.

პოლიგამია. არსებობს ორი ტიპის პოლიგამია: პოლიანდრია, რომლის დროსაც ერთი მდედრი რამდენიმე მამრს უწყვილდება, და უფრო ჩვეულებრივი პოლიგინია, რომლის დროსაც ერთი მამრი მრავალ მდედრს ეკვარება. პოლიგინია უფრო მეტად შეიძლება წარმოიქმნას იმ შემთხვევაში, როცა მდედრი რომელიმე ლიმიტირებული რესურსის უფრო მეტ წილს იღებს, თუ იგი უერთდება უკვე არსებულ საქორწინო წყვილს, ან მამრს და მის ჰარემს, ვიდრე მაშინ, როცა ის მარტოხელა მამრს უერთდება და მასთან წყვილს წარმოქმნის. ასეთი რესურსი შეიძლება იყოს შეზღუდული რაოდენობის საკვები, ან უფრო საიმედო დაცვა მტაცებლისაგან, რომელიც შეიძლება უზრუნველყოს ჯგუფმა წყვილთან შედარებით, და, ბოლოს, დახმარება შთამომავლობის აღზრდაში.

თანასაზოგადოების ასეთი პოლიგინიური სტრუქტურის არსებობისას, ერთი ან რამდენიმე მამრი რამდენიმე მდედრთან ერთად ქმნის ჯგუფს. მდედრებს, როცა ისინი ფერტილური არიან, ეწყვილება მხოლოდ ერთი მამრი. მან თავისი ჰარემი უნდა დაიცვას არა მხოლოდ მტაცებლებისაგან, არამედ სხვა მამრებისგანაც, რომლებსაც ჰარემის მეთაურობა უნდათ. თავისი მდგომარეობის დასაცავად ჰარემის პატრონი მუდამ ფხიზლად არის. ზოგიერთ სახეობაში მამრს წლის განმავლობაში რამდენჯერმე ცვლიან მეტოქეები.

თანასაზოგადოებაში ღომინირება ღირს იმად, რომ მისთვის იბრძოლო. ძლიერ მამრებს გამრავლების თვალსაზრისით სხვებთან შედარებით უდიდესი უპირატესობა გააჩნიათ. მაგალითად, ზღვის სპილოების მამრები თავის ჰარემს იცავენ მაშინ, როდესაც მდედრები ზღვიდან კლდოვან ნაპირებზე გადიან ნაშიერის დასაბადებლად,



ხოლო შემდეგ კი შესაწყვილებლად. ასეთ პოლიგინიურ ჯგუფში მომხდარი კოპულაციების 88%—ში მამრების მხოლოდ 4% მონაწილეობს.

ერთი ან რამდენიმე მამრის მიერ ჰარემის წარმოქმნის ხელშემწყობი სხვა სელექციური ფაქტორი ისაა, რომ მდედრი არ უნაწილებს საკვებს და სხვა რესურსს სხვა მამრებს. მდედრი ჰარემის მეთაურს ეხმარება ტერიტორიის დაცვაში. თუმცა თუ საჭიროა მტაცებლებთან საბრძოლველად “საყოველთაო მობილიზაცია“, ის მამრები, რომლებიც გამრავლებაში არ მონაწილეობენ, თანასაზოგადოებისთვის სასარგებლონი შეიძლება აღმოჩნდნენ. მაიმუნების სხვადასხვა ჯგუფში თანასაზოგადოების სტრუქტურის ასეთი და სხვა ტიპებიც გვხვდება.

ზოგიერთ პოლიგინიურ სახეობაში მამრები იცავენ განსაკუთრებულ უბნებს – საქორწინო ტერიტორიებს, რომელიც გამოიყენებიან მხოლოდ შეწყვილებისთვის და არა აქვთ ტერიტორიის სხვა ჩვეულებრივი ფუნქცია. მრავალ სახეობაში ორივე სქესის ინდივიდები გროვდებიან სპეციალურ საერთო ტერიტორიებზე (სატიხტიხე ადგილები ფრინველებში), სადაც მამრები ჩხუბობენ საუკეთესო ტერიტორიის დასაკავებლად, ხოლო მდედრები ეწყვილებიან იმათ, ვინც გაიმარჯვებს. საქორწინო ტერიტორიის დაცვის უნარის მქონე მამრის არჩევით მდედრი უზრუნველყოფს თავისი შთამომავლებისთვის იმ გენების გადაცემას, რითაც განისაზღვრება წარმატება გამრავლებაში, მიუხედავად იმისა, რომ ამ გენებს სხვა უპირატესობა არ გააჩნიათ.

თუ ყველა სხვა ფაქტორი ტოლფასია, მაშინ მოცემული სახეობის მამრისთვის (ან, ყოველ შემთხვევაში, იმ მამრებისთვის, რომლებიც წარმატებას აღწევენ გამრავლებაში) პოლიგინია უფრო ხელსაყ-

რელია, ვიდრე მონოგამია. მაგრამ პოლიგინია მხოლოდ იმ პირობებშია შესაძლებელი, როცა მდედრი არ საჭიროებს მამრის მონაწილეობას შთამომავლობისთვის ზრუნვაში. ამიტომ პოლიგინიის არსებობა ან არარსებობა დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად ხელსაყრელია იგი მდედრისათვის.

**პოლიანდრია.** პოლიანდრია, ანუ ერთი მდედრის შეწყვილება მრავალ მამრთან, გაცილებით იშვიათად გვხვდება, ვიდრე პოლიგინია.

საკითხი პოლიანდრიის წარმოშობის თაობაზე აზრთა დიდ წინააღმდეგობებს აწყდება. ყველაზე ფართოდ გავრცელებული თეორიის თანახმად, იგი მონოგამიისგან წარმოიქმნა. ორივე მშობლიური ინდივიდი ერთნაირად მონაწილეობდა ბუდის აგებაში, კვერცხების გათბობაში და ბარტყებზე ზრუნვაში, მაგრამ დროთა განმავლობაში უფრო ხელსაყრელი აღმოჩნდა ბუდესთან მოცემულ მომენტში მხოლოდ ერთი მშობლის ყოფნა. ამ შემთხვევაში მეორე მშობელი მთელ თავის დროს უთმობს ტერიტორიის დაცვას და საკვების მოპოვებას, თუკი ასეთი სიტუაცია წარმოიქმნა. შემთხვევითობაზეა დამოკიდებული, თუ რომელი მშობელი დარჩება და რომელი წავა. თუ ბუდეს მდედრი დატოვებს, იგი სხვა მამრებთან დაიწყებს შეწყვილებას.

პოლიანდრია შეიძლება ისეთ პირობებშიც წარმოიქმნას, როცა კვერცხები და ბარტყები ხშირად იღუპებიან. ამიტომ სახეობისთვის უფრო მომგებიანია, რომ მამრმა გამოზარდოს ბარტყები, მდედრმა კი კვლავ დადოს კვერცხები. მამრი პოულობს გარკვეული ტერიტორიის მფლობელ მდედრს, ეწყვილება მას და ათბობს მის მიერ დადებულ კვერცხებს. მდედრს კი შეუძლია, თავისი ენერჯიის დიდი ნაწილი მოახმაროს ახალი კვერცხების დადებას. ამ დროს იგი

შეუწყვილდება იმავე მამრს (თუ პირველად დადებული კვერცხები დაილუპება), ან სხვა მამრს და კვერცხს მის ბუდეში დადებს. კვერცხების სხვადასხვა ბუდეში მოთავსებით მდედრი მათ სრული განადგურებისგან აზღვევს. მდედრებს შორის შეიმჩნევა კონკურენცია მამრისთვის, რომელთა რაოდენობა არასაკმარისია, ვინაიდან ყოველ მოცემულ მომენტში მრავალი მათგანი კვერცხებზე ჯდომით არის დაკავებული და შესაწყვილებლად არ სცალია.

მონოგამია. როცა ბარტყების გამოსაზრდელად აუცილებელია ორივე მშობლის ენერგია, გადარჩევა ხელს უწყობს მამრებში მონოგამიური ქცევის განვითარებას. მაგალითად, მონოგამია (მეტ-ნაკლებად გამოხატული) ადამიანთათვის ჩვეულებრივი მოვლენაა, თუმცა სხვადასხვა პირობებში პოლიგამიაც წარმოიქმნება.

ეკოლოგია და შეწყვილების სისტემა. საკვები, წყალი, ბუდობის ადგილის და თავშესაფრების არსებობა განაპირობებენ ინდივიდთა განაწილებას და მათ სოციალურ ქცევას. სადაც საკვები ცოტაა და არათანაბრად არის განაწილებული, ინდივიდები მარტოულად არიან და ერთმანეთს მხოლოდ ხანმოკლე დროით, გამრავლების სეზონში ხვდებიან (ასე იქცევიან დათვები, მაჩვები, ლოსები, აფროსნები და სელაპები). წყვილები გარკვეული დროით ერთად რჩებიან ახალი თაობის გამოსაზრდელად. ზოგიერთი სახეობის ინდივიდები ამ დროს კოლონიებად ერთიანდებიან.

მათგან განსხვავებით, მაიმუნთა უმრავლესობა და მათ შორის ადამიანისმაგვარი მაიმუნებიც, ჯოგებად ცხოვრობენ, რადგანაც ისინი ძირითადად მცენარეული საკვებით იკვებებიან, რომლის ნაკლებობაც არ შეიმჩნევა. მდედრს და ნაშიერს კარგად კვება შეუძლიათ და ჯგუფური ცხოვრების გამო, კარგადაც არიან დაცული. იმ შემთხვევებში, როცა რაიმე მიზეზის გამო საკვები ცოტაა, ჯოგში

მხოლოდ ერთი მამრია. ამ დროს ჯოგში შესვლისათვის მამრებს შორის ძლიერი კონკურენცია შეინიშნება, რადგანაც ეს გამრავლებაში წარმატების მისაღწევად ერთადერთი შესაძლებლობაა.

## მერვე თავის მოკლე შინაარსი

მოცემული ორგანიზმის ეკოლუციური წარმატება ფასდება პოპულაციის თაობების გენოფონდში მისი გენების წილით. უსქესო გამრავლების დროს ყველა თაობა გენეტიკურად იდენტურია, თუ არ ჩავთვლით მუტაციური პროცესით გამოწვეულ უმნიშვნელო ცვალებადობას. სქესობრივი გამრავლების დროს თაობებში ცვალებადობა უფრო მკვეთრად არის გამოხატული, რადგან გამეტების წარმოქმნის და განაყოფიერების დროს გენების ხელახალ კომბინაციებს აქვს ადგილი. უსქესო გამრავლება ენერჯის ნაკლებ ხარჯებს მოითხოვს, ვიდრე სქესობრივი და დამახასიათებელია იმ სახეობებისათვის, რომლებსაც გარემოს ცვალებადი პირობების გაძლების უნარი გააჩნიათ.

უფრო ლოკალური და სპეციალიზირებული სახეობებისათვის სქესობრივ გამრავლებაზე დახარჯული ენერჯის დანაკარგი ანაზღაურდება: სახეობის ზოგიერთი გენეტიკურად განსხვავებული ინდივიდი გადარჩება ცვალებად გარემო პირობებში.

მოცემული სახეობის შეწყველების სისტემა განისაზღვრება იმ ენერჯის რაოდენობით, რომელსაც თითოეული სქესის ინდივიდი გაიღებს თაობის წარმოქმნისა და გამოზრდისთვის, აგრეთვე ისეთი ეკოლოგიური ფაქტორებით, როგორიცაა: საკვების განაწილება და მტაცებლების გავრცელება. რადგანაც უფრო მეტი ენერჯია იხარ-

ჯება კვერცხუჯრედის და არა სპერმატოზოიდის წარმოქმნაზე, მდედრები უფრო მომთხოვნნი არიან საქორწინო პარტნიორის არჩევაში, ვიდრე მამრები. სქესობრივი დიმორფიზმი წარმოიქმნება იმის შედეგად, რომ გადარჩევის ზეგავლენა განსხვავებულია მოპირდაპირე სქესის ინდივიდებისთვის, და იმიტომაც, რომ მამრები და მდედრები გამრავლების პროცესში სხვადასხვა როლს ასრულებენ. პოლიგამიურ სახეობებში სქესობრივი დიმორფიზმი უფრო ძლიერ არის გამოხატული.

მონოგამიურ სახეობებში როგორც მამრები, ისე მდედრები დიდ მოთხოვნილებას უნდა იჩენდნენ საქორწინო პარტნიორის არჩევისას. ამ სახეობებში ამა თუ იმ სქესის ინდივიდთა ქცევა და გამრავლებაში მათი როლი უფრო მსგავსია.

### შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. სქესობრივი გამრავლების უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ:
  - ა) იზრდება მუტაციების სიხშირე.
  - ბ) იზრდება პოპულაციის გენეტიკური ცვალებადობა.
  - გ) თაობების რიცხვი მეტია, ვიდრე უსქესო გამრავლების დროს.
  - დ) ახალგაზრდა ინდივიდების განვითარების დროს მცირდება დაღუპვის ალბათობა.
2. ზოგიერთი ორგანიზმი უსქესოდ მრავლდება, როცა გარემოს პირობები ზრდისთვის ხელსაყრელია (არაზელსაყრელია), და სქესობრივად, როცა გარემოს პირობები ხელსაყრელია (არა-ხელსაყრელია).

3. საერთოდ, მამრები წარმოადგენენ რესურსს, რომელიც საკმარისი რაოდენობითაა და ევოლუციური წარმატების მისაღწევად მათ უნდა სცადონ შეწყვილება მდედრების შესაძლო დიდ რაოდენობასთან. ამ წესიდან გამონაკლისი იმ შემთხვევებშია, როცა:
- ა) მდედრები გაცილებით მეტია, ვიდრე მამრები.
  - ბ) მდედრების და მამრების რიცხვი თითქმის თანაბარია.
  - გ) თაობის აღზრდისთვის აუცილებელია მამრი.
  - დ) არის ბევრი მტაცებელი.
  - ე) მამრი იცავს ტერიტორიას სხვა მამრებისაგან.
4. მდედრ დროზოფილაში საქორწინო პარტნიორის უპირატესი არჩევის შესწავლისას ნაჩვენებია იქნა, რომ:
- ა) გამრავლებაში მონაწილეობს უფრო მეტი მამრი, ვიდრე მდედრი.
  - ბ) გამრავლების უნარის მქონე მდედრები ერთ ინდივიდზე გადაანგარიშებით მეტ თაობას ტოვებენ, ვიდრე გამრავლების უნარის მქონე მამრები.
  - გ) მამრები, რომლებიც გამრავლებაში არ მონაწილეობენ, მარცხდებიან, რადგანაც მდედრებთან მათი კოპულაცია არ ხდება.
  - დ) მამრები, რომლებიც არ მრავლდებიან, მარცხდებიან, რადგან მდედრები მათ არ ღებულობენ.
  - ე) მდედრები, რომლებიც არ მრავლდებიან, მარცხდებიან, რადგანაც მამრები არ ზრუნავენ მათზე.
5. თუ საკვები განაწილებულია ისე, რომ ცხოველს მისი საკმარისი რაოდენობით მოპოვებისთვის ყოველდღიურად ზანგრძლივად ერთი ადგილიდან მეორეზე გადასვლა უხდება, შეწყვილების

სისტემის რომელი ტიპი იქნება მისთვის მოსალოდნელი?

- ა) მონოგამია.
- ბ) პოლიანდრია.
- გ) პოლიგამია.
- დ) პოლიგინია.

### კითხვები განხილვისათვის

1. ცხოველების მეშვეობით დამტვერილ მცენარეებს მტერის დანაკარგი უფრო მცირე აქვთ, ვიდრე ქარით დამტვერილებს. ამასთან, ცხოველებით დამტვერვა დაკავშირებულია ენერჯის ორი მიმართულებით ხარჯვასთან. დაასახელეთ ზოგიერთი ამ დანახარჯთაგანი. რატომ შეიძლება მათი “გამოსყიდვა“?
2. ნიშნავს თუ არა გენეტიკური ცვალებადობის ალბათობის მიხედვით, რომ ადამიანის მონოგამია არის ანტიევოლუციური ტენდენცია? რატომ? (მისახვედრი მითითება: შეადარეთ ადამიანის ოჯახის საშუალო რიცხობრიობა გენეტიკურად სხვადასხვა კვერცხუჯრედის და სპერმატოზოიდების შესაძლო რაოდენობას, რომელთა წარმოქმნაც ადამიანს შეუძლია. ყოველ ადამიანს თავისი 23 წყვილი ქრომოსომით და მასში არსებული გენებით შეუძლია წარმოქმნას  $2^{23}$  სხვადასხვა ტიპის რეპროდუქტიული უჯრედი).
3. რაში მდგომარეობს შინაგანი განაყოფიერების სელექციური უპირატესობა გარეგანთან შედარებით?

4. ჩამოთვალეთ ყველა სელექციური უპირატესობა, რაც, თქვენი შეხედულებით, "თავის მოწონების" რიტუალს გააჩნია.
5. დედალი ლომვეშაპი ნაშიერს ხმელეთზე შობს, მაგრამ ამისთვის ხელსაყრელი უბანი სანაპიროზე ცოტაა. ასევე მცირეა თოლიების გამრავლებისათვის შესაფერისი უბნები. ერთისთვისაც და მეორესთვისაც გამრავლების ადგილები მეტისმეტად დასახლებულია. ლომვეშაპები ჭამენ ორსაგდულიან და მუცელფეხიან მოლუსკებს, თოლიები კი თითქმის ყველაფერს, მეზობელი ბუდეების კვერცხებსაც კი. თქვენი აზრით, შეწყვილების რომელი სისტემები უნდა ჰქონდეს თითოეულ ამ ცხოველს?
6. მრავალი სახეობის ინდივიდები ჰერმაფროდიტები არიან, ე.ი. თითოეულ მათგანს გააჩნია გამრავლების როგორც მდედრობითი, ისე მამრობითი ორგანოები და წარმოქმნის როგორც მდედრობით, ისე მამრობით სასქესო უჯრედებს. რაში მდგომარეობს ჰერმაფროდიტიზმის უპირატესობა ცალსქესიანობასთან შედარებით? რატომ არცერთ სახეობას არ გააჩნია ორ განსხვავებულ სქესზე მეტი?



პასუხები

განყოფილებისთვის “შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა”

II თავი. ევოლუცია

1. გ. ევოლუცია შეიძლება განიცადონ მხოლოდ პოპულაციებმა ან მათმა გარკვეულმა ნიშან-თვისებამ და არა ცალკეულმა ინდივიდებმა.
2. დ.
3. ე.
4. შედარებით გრძელკისერა ინდივიდებს უფრო მაღლა განლაგებულ ტოტებზე მდებარე ფოთლების მოწყვეტა შეეძლოთ. ამიტომ, დედამიწის ზედაპირთან უფრო ახლოს მდგომი მცენარეების ნაკლებობის პირობებში მათ გადარჩენისა და შთამომავლობის დატოვების უკეთესი შესაძლებლობა გააჩნდათ. აღნიშნული ინდივიდები გრძელი კისრის განვითარების განმსაზღვრელ გენებს თავის შთამომავლობას გადასცემდნენ. ასეთმა გადარჩევამ თაობათა რიგში გრძელი

კისრის განვითარება გამოიწვია.

5. ბ. სხვა ჩამოთვლილი ჯგუფებისაგან განსხვავებით, ტარაკანები გადამრჩევი ფაქტორების მძლავრ ზეწოლას განიცდიან.
6. დ.

III თავი. ცოცხალ ორგანიზმთა მრავალგვარობა

1. პროტისტები
2. 1. ე.
2. ბ.
3. გ.
4. დ.
5. ა.
6. ზ.
3. 1. ბ.
2. გ.
3. ე.
4. ზ.
5. დ.
6. ა.
7. გ.

4. განსხვავება სხეულის აგებულებაში:

ამფიბიები

ბრჭყალები არ გააჩნიათ

რქოვანი ქერცლები არ გააჩნიათ  
კიდურები სხეულის გვერდებზეა  
მოთავსებული

ძვლები წვრილი და ნატიფია

ქვეწარმავლები

თითები ბრჭყალებით ბოლოვ-  
დება

კანი ქერცლებითაა დაფარული  
კიდურები სხეულის ქვეშაა მო-  
თავსებული

დამახასიათებელია მასიური  
ძვლები

განსხვავება

გამრავლებაში

ამფიბიები

ქვირითს ნაჭუჭი არ გააჩნია

ქვირითს ღებენ წყალში

ქვეწარმავლები

კვერცხი დაფარულია მტკიცე,  
წყალგაუმტარი ნაჭუჭით

კვერცხს ხმელეთზე ღებენ

5. მტვერი ქარის საშუალებით ვრცელდება. თესლი შეიცავს მრავალუჯრედოვან ჩანასახს, საკვები ნივთიერებების მარაგს და გარედან დამცავი გარსით არის დაფარული.

6. ადამიანისა და ცხოველების საკვებია. ექსტრაქტები სხვადასხვა საჭმლის (ნაყინი, ყელე, პუდინგი) მოსამზადებლად გამოიყენება. ექსტრაქტი (აგარი) გამოიყენება ლაბორატორიებში, როგორც ბაქტერიების ზრდის შესაფერისი არე.

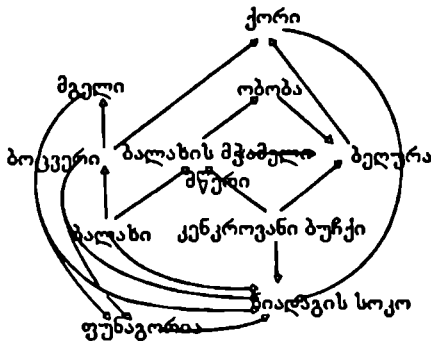
7. ბ.

IV თავი. ორგანიზმების გავრცელება

1. ა.
2. ბ.
3. თავდაპირველად გაჩნდებიან დაბალი ტანის "მოარული" მცენარეები. შემდგომში მათ ცვლიან შედარებით მაღალი მრავლწლიანი მცენარეები, ბუჩქები, პირველი ხეები და, საბოლოოდ, ხეების კლიმაქსური სახეობები.
4. ისინი ერთმანეთისგან დაშორებით იმყოფებიან. ამ მიდამოების კლიმატი მსგავსია და თანაბარ სელექციურ ზეწოლას ახდენს (მოცემულ შემთხვევაში, ძალზე მწირი ნალექების გამო, ამ ტერიტორიაზე მხოლოდ ბალახოვანი მცენარეები იზრდება).
5. ჩვეულებრივი მგელი და ჩანთოსანი მგელი აქ ჩამოთვლილი მსგავსი ორგანიზმებიდან ერთადერთი წყვილია, რომლებიც მსგავს, მაგრამ ერთმანეთისაგან ძალიან დაშორებულ ოლქებში ცხოვრობენ.

V თავი. ეკოსისტემები

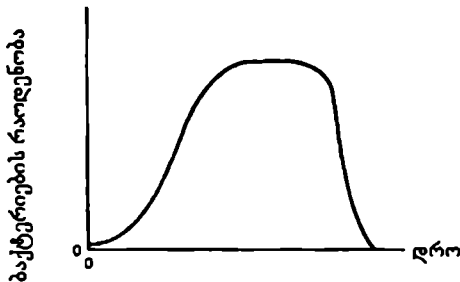
1. მკვდარი ორგანიზმებიდან და ნარჩენებიდან გამოათავისუფლონ საკვები ნივთიერებები მცენარეთა მიერ შეთვისებისთვის ხელსაყრელი ფორმით.
2. მზის სინათლე.
3. იხ. სქემა 1.



4. ა. (ტროფიკული დონე შეესაბამება კვებითი ჯაჭვის რგოლთა იმ რაოდენობას, რომელიც მოცემულ დონეს მზისაგან – ენერჯიის პირველწყაროსაგან – აშორებს).
5. ბ.
6. გ.
7. შეამოწმეთ თქვენი პასუხი. არ დაგავიწყდეთ ატმოსფეროს შემადგენლობაში ნახშირორჟანგის, ხოლო სქემაში – პროდუცენტების, რედუცენტებისა და კონსუმენტების ჩართვა.
8. გ.
9. ა.
10. გ.

#### VI თავი. პოპულაციები

1. ბ.
2. დ.
3. გ.
4. იხ. სქემა 2.



5. ბ.
6. სპეციალიზებული მტაცებელი უფრო ეფექტურია.
7. გ.

**VII თავი. ადამიანის ევოლუცია და ეკოლოგია**

1. ბ.
2. დ.
3. სწორია
4. გ.
5. დ.
6. ბ.

**VIII თავი. ევოლუცია და გამრავლება**

1. ბ.
2. ხელსაყრელია (პირველ შემთხვევაში), არახელსაყრელია (მეორე შემთხვევაში).
3. გ.
4. დ.
5. ა.