

მოსწავლეთა მეცნიერული კვლევის უნარ-ჩვევების განვითარება ბიოლოგიის სწავლების პროცესში

მარინა სეხნიაშვილი

ექსპერიმენტის მონაცემების მიხედვით გრაფიკის აგება და გრაფიკებზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი

საბუნებისმეტყველო საგნების VIII-XII კლასების სტანდარტში (მიმართულება: მეცნიერული კვლევა-ძიება) არის ასეთი შინაარსის ინდიკატორები: **მოსწავლე იყენებს სხვადასხვა ხერხს (დიაგრამებს, ცხრილებს, გრაფიკებს) მონაცემთა წარმოსადგენად; იყენებს დიაგრამებს, ცხრილებს და გრაფიკებს მონაცემებს ან ცვლადებს შორის დამოკიდებულების აღსაწერად.**

თქვენ ჩაატარეთ ექსპერიმენტი და შეკრიბეთ მონაცემები. როგორ ფიქრობთ, გაამართლა თუ არა მიღებულმა შედეგმა თქვენი ვარაუდი/ჰიპოთეზა? ამ კითხვას მხოლოდ მონაცემთა ჩამონათვალის გადახედვით ვერ გაცემთ პასუხს. ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული მონაცემების სათანადო ორგანიზებისა და ანალიზის გარეშე დასკვნების გამოტანა ძნელია. მონაცემების ორგანიზების ერთ-ერთი ფორმა, მონაცემების ორგანიზება ცხრილებად, წინა სტატიაში უკვე განვიხილეთ.

მას შემდეგ, რაც მონაცემებს ჩაწერენ ცხრილში, მეცნიერები ამ მონაცემების მიხედვით ზოგჯერ გრაფიკს ადგენენ, რათა უფრო თვალსაჩინო გახადონ ექსპერიმენტის შედეგები, ამიტომ მეცნიერები თავიანთი ექსპერიმენტების შედეგებს ერთმანეთს ხშირად ცხრილებისა და გრაფიკების სახით უზიარებენ.

გრაფიკი ორ ცვლადს შორის კავშირს აჩვენებს. ეს მეცნიერებს მიღებული მონაცემებიდან დასკვნის გამოტანაში ეხმარება. გრაფიკზე დამოუკიდებელი ცვლადი, ჩვეულებრივ, დატანილია X ღერძზე, დამოკიდებული ცვლადი კი - Y ღერძზე. ორივე ღერძი დასათაურებულია ცვლადის სახელით და საზომი ერთეულით. გრაფიკის აგებამდე აუცილებელია გრაფიკის ღერძებზე ზუსტი მასშტაბის განსაზღვრა, რათა ყველა მონაცემთა წერტილი სრულფასოვნად იქნეს დატანილი.

მეცნიერები იყენებენ გრაფიკის სხვადასხვა სახეობას: ხაზოვან გრაფიკს, სვეტებიან დიაგრამას, წერტილოვან დიაგრამას. დავიწყოთ ხაზოვანი გრაფიკების განხილვით.

ღერძთა ინტერვალების გამოთვლა

მაგალითი 1

ზოგიერთ სახეობას, რომელიც უსქესოდ მრავლდება, გენერაციის დრო მცირე აქვს (ანუ მრავლდება ძალიან სწრაფად). მათ შეუძლიათ, უფრო სწრაფად მოახდინონ ადაპტირება გარემო პირობების შეცვლისას. მაგალითად, ბაქტერიები უფრო სწრაფად იძენენ ანტიბიოტიკების მიმართ წინააღმდეგობის უნარს. ბაქტერია, რომელიც ანტიბიოტიკების მიმართ წინააღმდეგობის უნარს შეიძენს, ამ თვისებას ძალიან სწრაფად გადასცემს შთამომავლობას გამრავლების სწრაფი ტემპის გამო (ყოველ თაობაში ბაქტერიების რიცხვი ორმაგდება).

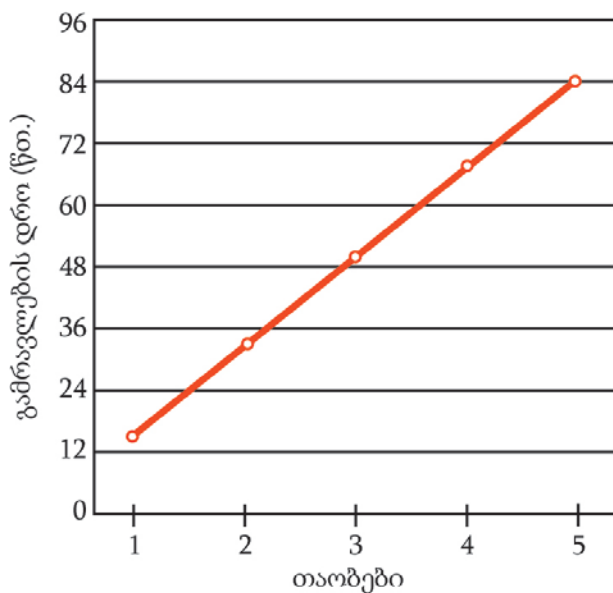
განვიხილოთ მონაცემთა ცხრილში (იხ. ცხრილი 1 - ბაქტერიების გენერაციის დრო) წარმოდგენილი მონაცემები, რომლებიც ასახავს ბაქტერიების გამრავლების (გენერაციის) ტემპს 5 თაობის განმავლობაში.

ცხრილი 1. ბაქტერიების გენერაციის დრო					
ბაქტერია	1-ლი თაობის გენერაციის დრო (წთ)	მე-2 თაობის გენერაციის დრო (წთ)	მე-3 თაობის გენერაციის დრო (წთ)	მე-4 თაობის გენერაციის დრო (წთ)	მე-5 თაობის გენერაციის დრო (წთ)
	10 ბაქტერია	20 ბაქტერია	40 ბაქტერია	80 ბაქტერია	160 ბაქტერია
ბაქტერია 1	17	34	51	68	85
ბაქტერია 2	25	50	75	100	125
ბაქტერია 3	48	96	144	192	240

ამ მონაცემების მიხედვით უნდა ავაგოთ ხაზოვანი გრაფიკი ბაქტერია 1-ისთვის. პირველი ნაბიჯია ხაზოვან გრაფიკში ღერძთა ინტერვალების დადგენა. ამისთვის საჭიროა:

- გამოვთვალოთ განსხვავება უმცირეს (17 წთ) და უდიდეს (85 წთ) მნიშვნელობებს შორის და სხვაობა გავყოთ თაობათა რაოდენობაზე (მონაკვეთთა რაოდენობაზე, რომელიც უნდა გაკეთდეს გრაფიკის X ღერძზე). კერძოდ, $85-17=68$. $68/5=13,6$.
- დავამრგვალოთ მიღებული შედეგი უახლოეს მთელ რიცხვამდე (თქვენთვის ყველაზე მოხერხებულ რიცხვამდე. ამ შემთხვევაში მიღებული რიცხვი უნდა დამრგვალდეს 12-მდე ან 13-მდე).
- გამოვიყენოთ დამრგვალებული რიცხვი, მაგალითად, 12, როგორც ინტერვალი.
- Y ღერძზე სკალის დატანა დავიწყოთ ნულიდან, შემდეგ მოვნიშნოთ 12, 24, 36 და ა.შ.
- სკალა დავასრულოთ მაქსიმალურ ნიშნულზე მაღლა. ამ შემთხვევაში დიაპაზონი 0-დან 96-მდეა (იხ. გრაფიკი 1).

გრაფიკი 1. ბაქტერია 1-ის გენერაციის დრო



სავარჯიშო 1

ღერძთა ინტერვალების გამოთვლა. გამოთვალეთ ინტერვალები Y ღერძისთვის იმ გრაფიკისთვის, რომელიც ადარებს ცხრილში მოცემული ბაქტერიის სხვადასხვა სახეობის გენერაციის დროს (იხ. ცხრილი 1. ბაქტერიების გენერაციის დრო). ააგეთ გრაფიკები ბაქტერია 2-ისა და ბაქტერია 3-ისთვის. ნიმუშად გამოიყენეთ გრაფიკი 1.

ცვლადებს შორის კავშირის - კორელაციის განსაზღვრა

მოსწავლეებმა უნდა შეძლონ არა მარტო ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული მონაცემების მიხედვით გრაფიკის აგება, არამედ გრაფიკზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი და დასკვნების გამოტანაც.

ხაზოვანი გრაფიკები მოხერხებულია ორ ცვლადს შორის კავშირის საჩვენებლად. ორ ცვლადს შორის შეიძლება იყოს დადებითი კავშირი ანუ **პოზიტიური კორელაცია** ან უარყოფითი კავშირი ანუ **ნეგატიური კორელაცია**. თუ ერთი ცვლადის მნიშვნელობის ზრდა უკავშირდება მეორე ცვლადის მნიშვნელობის ზრდას, მაშინ ამ ცვლადებს შორის დადებითი/პოზიტიური კორელაციაა. ორი ცვლადი უკუპროპორციულია, ანუ მათ შორის არის ნეგატიური კორელაცია, თუ ერთი მათგანის მნიშვნელობის ზრდა მეორის მნიშვნელობის შემცირებასთან არის დაკავშირებული. თუ ერთი ცვლადის ცვლილება არ იწვევს მეორე ცვლადის ცვლილებას, ამბობენ, რომ მათ შორის კორელაცია არ არსებობს.

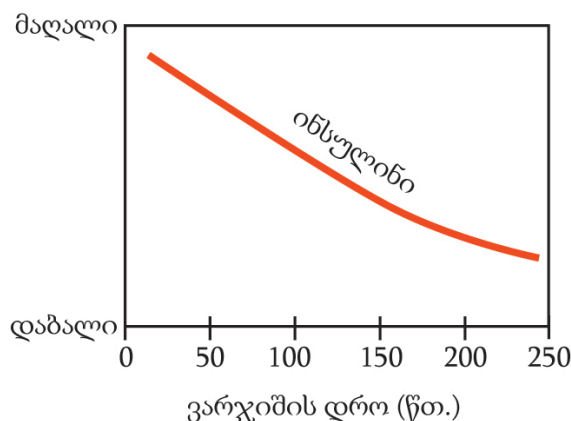
მაგალითი 2

სისხლში ჰორმონ ინსულინის დონეს ფიზიკური ვარჯიშის ხანგრძლივობასთან აქვს უარყოფითი კორელაცია - რაც უფრო იზრდება ვარჯიშის ხანგრძლივობა, მით უფრო მცირდება ინსულინის დონე (იხ. გრაფიკი 2). ამრიგად, ინსულინის დონე ვარჯიშის ხანგრძლივობის უკუპროპორციულად იცვლება.

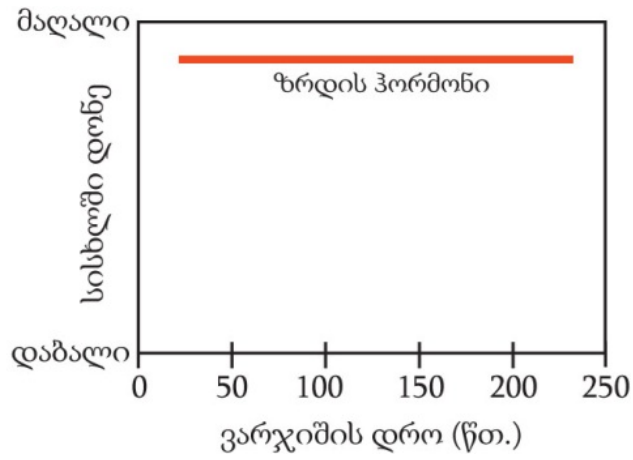
სისხლში ჰორმონ გლუკაგონის დონეს ფიზიკური ვარჯიშის ხანგრძლივობასთან აქვს დადებითი კორელაცია - რაც უფრო იზრდება ვარჯიშის ხანგრძლივობა, მით უფრო იმატებს გლუკაგონის დონეც (იხ. გრაფიკი 3).

სისხლში ზრდის ჰორმონის დონეს ფიზიკური ვარჯიშის ხანგრძლივობასთან არავითარი კორელაცია არ აქვს - როგორც არ უნდა გაიზარდოს ვარჯიშის ხანგრძლივობა, ზრდის ჰორმონის დონე არც მოიმატებს და არც მოიკლებს (იხ. გრაფიკი 4).

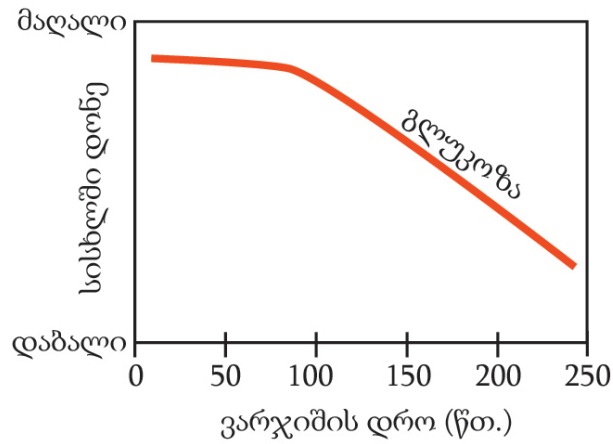
გრაფიკი 2. სისხლში ინსულინის დონე და ვარჯიშის ხანგრძლივობა



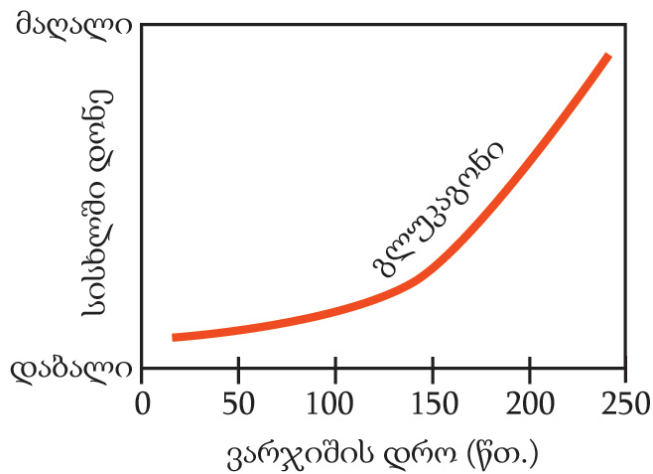
გრაფიკი 3. სისხლში გლუკაგონის დონე და ვარჯიშის ხანგრძლივობა



გრაფიკი 4. სისხლში ჯრდის ჰორმონის დონე და ვარჯიშის ხანგრძლივობა



გრაფიკი 5. სისხლში გლუკოზის დონე და ვარჯიშის ხანგრძლივობა



სავარჯიშო 2.

გამოიყენეთ გრაფიკები (2, 3, 4, 5) და უპასუხეთ კითხვებს:

1. ანალიზი

ა) გრაფიკი 5-ის მიხედვით, როგორი დამოკიდებულებაა სისხლში გლუკოზის დონესა და ვარჯიშის ხანგრძლივობას შორის?

ბ) რა არის ამ შემთხვევაში დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადები?

2. დასკვნა

როგორი კავშირი ჩნდება გლუკაგონსა და ინსულინს შორის? ახსენით ცვლადებს შორის ასეთი დამოკიდებულების ფიზიოლოგიური მექანიზმი. ხანგრძლივი ვარჯიშის დროს, მიუხედავად იმისა, რომ სისხლში გლუკაგონის დონე იმატებს, რატომ მცირდება გლუკოზის დონე?

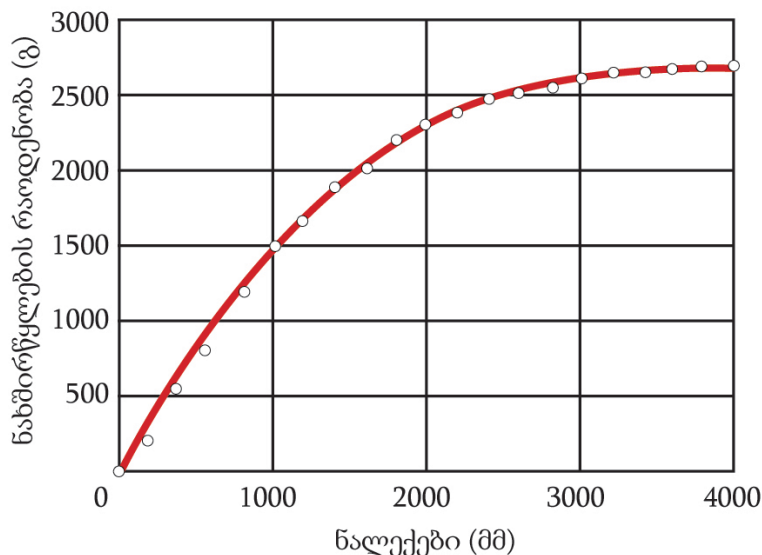
მაგალითი 3

მეცნიერები იკვლევენ, როგორ არის დამოკიდებული მცენარეებში ნახშირწყლების სინთეზის ინტენსივობა ნალექების რაოდენობაზე. მათ გამოთვალეს ერთი წლის განმავლობაში 1მ^2 -ზე მცენარეში წარმოქმნილი ნახშირწყლების რაოდენობა მშრალ წონაზე გადაანგარიშებით.

გრაფიკზე (გრაფიკი 6) მოცემული ინფორმაციის **ანალიზი**: როგორც გრაფიკზე ჩანს, თავდაპირველად ნახშირწყლების რაოდენობა მკვეთრად იზრდება ნალექის მატებასთან ერთად, ხოლო მას შემდეგ, რაც ნალექი 2500 მმ-ს მიაღწევს, მისი მატების კვალდაკვალ ნახშირწყლების რაოდენობა თითქმის აღარ იზრდება.

დასკვნა: მეცნიერები ასკვნიან, რომ ტყეს სჭირდება წელიწადში დაახლოებით 2500 მმ წვიმა, რათა ნახშირწყლების მაქსიმალური რაოდენობა აწარმოოს.

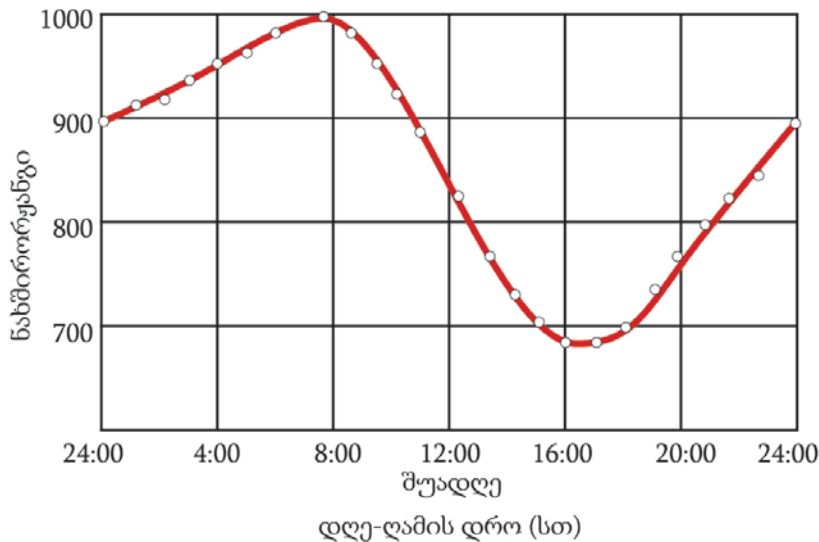
გრაფიკი 6. ნახშირწყლების პროდუქტიულობა



სავარჯიშო 3

დააკვირდით გრაფიკს (გრაფიკი 7). ის გვიჩვენებს ნახშირორჟანგის რაოდენობას ჰაერში დღის სხვადასხვა მონაკვეთში. მონაცემები აღებულია არიზონის საგანმანათლებლო ცენტრში.

გრაფიკი 7. CO₂-ის დონის ცვლილება ჰაერში დღე-ღამის განმავლობაში

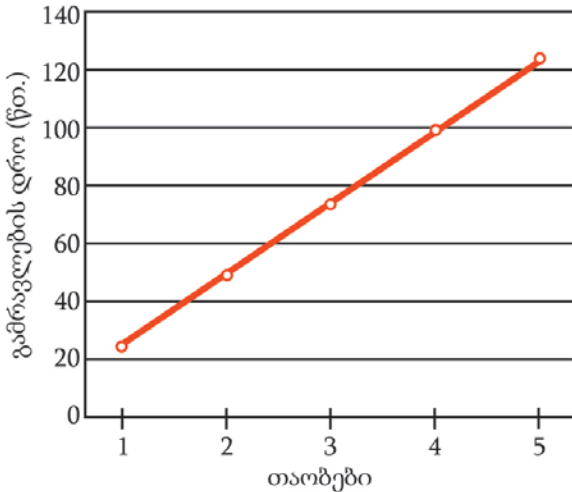


1. ანალიზი: როგორი ურთიერთკავშირია დღის მონაკვეთსა და ჰაერში ნახშირორჟანგის რაოდენობას შორის?
2. დასკვნა: გამოიყენეთ ფოტოსინთეზის პროცესის ცოდნა და ახსენით მიღებული შედეგები.

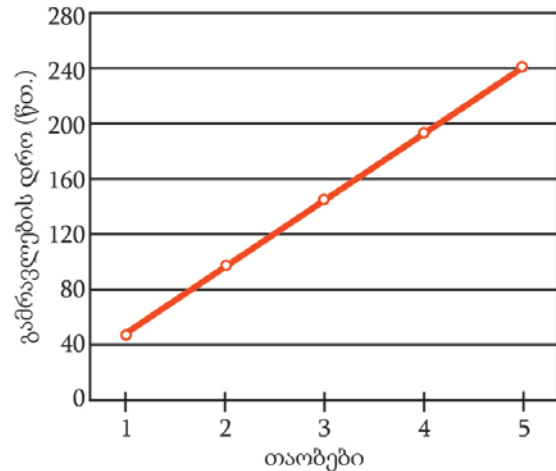
რეკომენდაციები მასწავლებლებისთვის: ზემოთ მოცემული მაგალითები და სავარჯიშოები დაუკავშირეთ გაკვეთილის თემას. მაგალითად, მაგალითი 1 და სავარჯიშო 1 - უჯრედის გაყოფის ინტენსივობას, ბაქტერიების გამრავლებას; მაგალითი 2 და სავარჯიშო 2 - ორგანიზმის ჰომეოსტაზს, ნივთიერებათა ცვლის რეგულაციას; მაგალითი 3 და სავარჯიშო 3 - ფოტოსინთეზსა და ფოტოსინთეზისთვის აუცილებელ პირობებს.

სავარჯიშოებია პასუხები

სავარჯიშო 1: ინტერვალი ბაქტერია 2-ისთვის არის 20 ($125-25=100$; $100/5=20$), ხოლო ბაქტერია 3-ისთვის - 40 ($240-48=192$; $192/5=38$). ქვემოთ იხილეთ გრაფიკი 8 და გრაფიკი 9.



გრაფიკი 8. ბაქტერია 2-ის გენერაციის დრო



გრაფიკი 9. ბაქტერია 3-ის გენერაციის დრო

სავარჯიშო 2

ანალიზი:

ა). სისხლში გლუკოზის დონესა და ვარჯიშის ხანგრძლივობას შორის არის უარყოფითი კორელაცია, რადგან ვარჯიშის ხანგრძლივობის ზრდასთან ერთად გლუკოზის კონცენტრაცია მცირდება.

ბ). ამ შემთხვევაში დამოკიდებული ცვლადია გლუკოზის დონე სისხლში, ხოლო დამოუკიდებელი - ვარჯიშის ხანგრძლივობა.

დასკვნა : გლუკაგონსა და ინსულინს შორის არის უარყოფითი კორელაცია - ხანგრძლივი ვარჯიშის დროს სისხლში გლუკაგონის დონე იმატებს, ხოლო ინსულინისა იკლებს. სისხლში გლუკოზის დონეს არეგულირებს ჰორმონები - ინსულინი და გლუკაგონი. ინსულინი სისხლში გლუკოზის დონეს ამცირებს, ხოლო გლუკაგონი ზრდის. მიუხედავად იმისა, რომ ხანგრძლივი ვარჯიშის დროს გლუკაგონის დონე იმატებს, გლუკოზის დონე მაინც იკლებს, რადგან ვარჯიშის დროს კუნთების მუშაობას სჭირდება ენერგია, ამიტომ კუნთოვან უჯრედებში ინტენსიურად ხდება გლუკოზის დაჟანგვა.

სავარჯიშო 3

ანალიზი: დილის 8 საათიდან ნაშუადღევს 16 საათამდე ნახშირორჟანგის რაოდენობა ატმოსფეროში მკვეთრად მცირდება, ხოლო საღამოს 18 საათის შემდეგ იზრდება.

დასკვნა: დღის სინათლეზე ფოტოსინთეზის პროცესში გარემოდან ხდება ნახშირორჟანგის შთანთქმა, ამ პროცესის ინტენსივობა მკვეთრად არის დამოკიდებული განათების ინტენსივობაზე. განათების ინტენსივობა დილის 7-8 საათიდან იმატებს, საღამოს საათებში კი იკლებს, ამიტომ დღის განმავლობაში ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის რაოდენობა ჯერ მცირდება, მერე კი იზრდება.