Interreg

NEXT Black Sea Basin

Co-funded by the European Union

MACRO CLEAN

მაკროწყალმცენარეების (მაკროალგეას) მიმდინარე ტენდენციების და შესაძლებლობების ანალიტიკური ანგარიში



მაკრო წყალმცენარეების კვლევა, გაწმენდის მეთოდოლოგიები, ეკონომიკური ვალორიზაცია და საპილოტე გამოყენება

MACRO CLEAN – BSB00584

SINOP UNIVERSITESI 2007

MARMARA MUNICIPALITIES UNION

Епископ Константин Преславски

BSU

ბათუმი, 2026

Interreg NEXT Black Sea Basin

Co-funded by the European Union

MACRO CLEAN

მაკროწყალმცენარეების (მაკროალგეას) მიმდინარე ტენდენციების და შესაძლებლობების ანალიტიკური ანგარიში

მაკრო წყალმცენარეების კვლევა, გაწმენდის მეთოდოლოგიები, ეკონომიკური ვალორიზაცია და საპილოტე გამოყენება

MACRO CLEAN – BSB00584

SINOP UNIVERSITESI 2007

MARMARA MUNICIPALITIES UNION

КОНСТАНТИН ПРЕСЛАВСКИ ШУМЕНСКИ

BSU

ბათუმი, 2026

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

აქტივობა 1.12

მაკროწყალმცენარეების სფეროში მოქმედი სტარტაპების სამეწარმეო პროგრამა

ადგილობრივი პროექტის კოორდინატორი
ელიფ კაჰრამანი
მარმარას მუნიციპალიტეტების კავშირი
ელ-ფოსტა: info@macroclean.org

ადგილობრივი კომუნიკაციის მენეჯერი
ირემ სელენი
მარმარას მუნიციპალიტეტების კავშირი

პროექტის ვებ გვერდი: *https://www.macroclean.org/*

ეს დოკუმენტი დაფუძნებულია MACRO CLEAN პროექტის (მაკროწყალმცენარეების მასობრივი გავრცელების კვლევა, გაწმენდის მეთოდოლოგიები, ეკონომიკური ვალორიზაცია და პილოტური გამოყენება) აქტივობებზე, Interreg NEXT შავი ზღვის აუზის პროგრამის ფინანსური მხარდაჭერით.

ავტორები კორესპონდენციისთვის
ჰაკან არჯა
დოქტორი ნაჯი ადალილარ

გამოქვეყნების თარიღი: *2026 წლის მარტი*
ISBN ???????????

ამ დოკუმენტზე პასუხისმგებლობა ეკისრება BSB00584 MACRO CLEAN პროექტის პარტნიორებს, რომელიც ხორციელდება Interreg NEXT შავი ზღვის აუზის პროგრამის ფარგლებში. ეს დოკუმენტი წარმოადგენს პარტნიორთა ერთობლივ არაოფიციალურ შეთახმებას სტანდარტულ მეთოდებზე. ანგარიში, თავდაპირველად, მოამზადა და გამოაქვეყნა მარმარას მუნიციპალიტეტთა გაერთიანებამ.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

შემაჯამებელი მოხსენება/დასკვნა

ეს ანგარიში, მომზადებულია როგორც 1.12 აქტივობის, მაკროწყალმცენარეებზე ორიენტირებული სამეწარმეო პროგრამის ნაწილი, MACRO CLEAN პროექტის ფარგლებში და წარმოადგენს შავი ზღვის აუზში მაკროწყალმცენარეების გამოყენებაზე დაფუძნებული ეკონომიკური შესაძლებლობების, ახალი ტენდენციებისა და სექტორული ტრანსფორმაციის მრავალმხრივ შეფასებას. აკადემიური წრეების, კერძო სექტორის, ინვესტორებისა და საჯარო დაწესებულებების დაინტერესებულ მხარეებთან ჩატარებულ გამოკითხვებზე დაყრდნობით, კვლევა გვაძლევს მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებული პროდუქტებისა და მათი სამომავლო პერსპექტივების სრულ სურათს.

მაკროწყალმცენარეები წარმოადგენენ სტრატეგიულად საჭირო ბიომასას, რომელიც გამოიყენება გლობალურად სხვადასხვა მიზნისთვის, მათ შორის საკვებში, საკვებად, სასუქებში, ბიოპლასტიკებში, ბიოტექნოლოგიასა და კოსმეტიკაში. ეს სწრაფად მზარდი სექტორი ყალიბდება ისეთი ძირითადი ტენდენციების გავლენით, როგორიცაა მდგრადი განვითარება, ნახშირორჟანგის შთანთქმის შესაძლებლობა, ალტერნატიული ცილოვანი რესურსები და ციკლური ეკონომიკა. მიუხედავად იმისა, რომ თურქეთს თავისი ბიომრავალფეროვნების, კლიმატური პირობებისა და ვრცელი სანაპირო ზოლის გამო, ძლიერი წარმოების პოტენციალი აქვს, სექტორი მაინც განვითარების საწყის ეტაპზე რჩება.

ამ კვლევაში განსაზღვრულია თურქეთში მაკროწყალმცენარეების ეკოსისტემის ჩამოყალიბების ძირითადი პრობლემები/გამოწვევები და შესაძლებლობები. წყაროები მუდმივად მიუთითებენ სექტორის განვითარების ყველაზე მნიშვნელოვან ხელის შემშლელ ფაქტორებზე, როგორიცაა შეზღუდული კულტივაციის შესაძლებლობები, მარეგულირებელი ხარვეზები, მაღალი კაპიტალური მოთხოვნები, ტექნოლოგიებსა და ინფრასტრუქტურაზე არსებული შეზღუდვები და ადგილობრივი ნედლეულის მიწოდების შეფერხებები. ამავდროულად, მზარდი აკადემიური ინტერესი, კვლევისა და განვითარების ძალისხმევის დივერსიფიკაცია, სასუქებისა და ბიოპლასტიკების სფეროში ადრეული კომერციული ინიციატივები და ევროკავშირის დაფინანსებით შექმნილი თანამშრომლობის შესაძლებლობები აძლიერებენ სექტორის განვითარების დინამიკას.

კერძოდ კი, შავი ზღვის სანაპირო ზოლზე მაკროწყალმცენარეების დაგროვება წარმოადგენს როგორც გარემოსდაცვით გამოწვევას, ასევე ეკონომიკურ შესაძლებლობას, რომლის ფარგლებში შესაძლებელი ხდება მნიშვნელო-

ვანი ნედლეულის გამოყენება სასუქების, ბიოპლასტიკებისა და ბიოტექნოლოგიის სფეროებში. დაინტერესებული მხარეები ხაზს უსვამენ, რომ მდგრადი ღირებულებათა ჯაჭვის შესაქმნელად საჭიროა შეგროვების შესაძლებლობიდან კულტივაციასა და წარმოებაზე გადასვლა, რადგან მხოლოდ კულტივაციასა და თანმხლებ წარმოებას შეუძლია, უზრუნველყოს ნედლეულის მოცულობის საიმედოობა, ტრასირებადობა და მასშტაბირება.

ანგარიშში მოცემულია, რომ მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებული პროდუქტები წარმოადგენენ ახალ, თუმცა მზარდ მეწარმეობასა და ინვესტიციების სფეროს თურქეთში. თუმცა, კვლევის ფარგლებში ჩატარებული ინტერვიუები მიუთითებს, რომ ინვესტორები ინარჩუნებენ სიფრთხილეს კვლევისა და განვითარების ხანგრძლივი ციკლის გამო, და რომ კონცეფციის დადასტურების (PoC) არარსებობა ზღუდავს სტარტაპების წვდომას ფინანსურ რესურსებზე, ასევე, საჯარო მხარდაჭერა, განსაკუთრებით, რეგულაციების, წახალისებისა და ხელშემწყობი ინფრასტრუქტურის მიმართულებით, კრიტიკულად მნიშვნელოვანი ფაქტორია სექტორის მასშტაბირებისთვის.

მთლიანობაში, ეს კვლევა თურქეთის მაკროწყალმცენარეების ეკოსისტემის სრულ სურათს წარმოსახავს, აჩვენებს მის არსებულ კონტექსტს, სტრუქტურულ ბარიერებს, საერთაშორისო ტენდენციებს და მომავალი განვითარების პრიორიტეტულ მიმართულებებს. კვლევის შედეგები წარმოადგენს სტრატეგიულ მითითებას პოლიტიკის შემქმნელებისთვის, მკვლევრებისთვის, მეწარმეებისა და ინვესტორებისთვის, რაც ხელს უწყობს შავი ზღვის აუზში მაკროწყალმცენარეების რესურსების მდგრად ეკონომიკურ ღირებულებად გარდაქმნის მცდელობებს.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

აბრევიატურები

APAC	აზია-წყნარი ოკეანე
CAGR	წლიური საშუალო ზრდის ტემპი
CMIA	ჩინეთის მიკროწყალმცენარეების ინდუსტრიის ასოციაცია
CO_2	ნახშირორჟანგი
EC	ევროკომისია
EIA	გარემოზე ზემოქმედების შეფასება
EIF	ევროპული საინვესტიციო ფონდი
EPS	ეგზოპოლისაქარიდ(ებ)ი
EU	ევროკავშირი
FAO	გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაცია
FDA	აშშ-ის სურსათისა და წამლის ადმინისტრაცია
GRAS	ზოგადად, აღიარებულია, როგორც უსაფრთხო
IMTA	ინტეგრირებული მულტიტროფიული აკვაკულტურა
KOSGEB	თურქეთის მცირე და საშუალო საწარმოების განვითარების ორგანიზაცია
N	აზოტი
NDRC	ეროვნული განვითარებისა და რეფორმების კომისია (ჩინეთი)
NGO	არასამთავრობო ორგანიზაცია
NOAA	ოკეანისა და ატმოსფეროს კვლევის ეროვნული ადმინისტრაცია (აშშ)
P	ფოსფორი
PBR	ფოტობიორეაქტორი
R&D	კვლევა და განვითარება
SDGs	მდგრადი განვითარების მიზნები
SME	მცირე და საშუალო საწარმოები
TUBITAK	თურქეთის სამეცნიერო და ტექნოლოგიური კვლევების საბჭო
US	შეერთებული შტატები
VOC	აქროლადი ორგანული ნაერთი(ები)
WHO	მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაცია

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

შინაარსი

შეჯამება **5**

აბრევიატურები **7**

შესავალი **13**

ნაწილი 1 – გლობალური ბაზრის მოცულობა და დინამიკა **15**

1.1. ბაზრის სეგმენტაცია და რეგიონული დომინირება 20
1.2. მაკროწყალმცენარეების გლობალური კომერციული ბაზრები 29
1.2.1. მაკროწყალმცენარეების გლობალური კომერციული ბაზრების პროგნოზები (2024-2034) 30
1.3. ბაზრის ცვალებადობა და ფასების მერყეობა 31
1.4. ტექნოლოგიური შეზღუდვები 32
1.5. ბაზრის SWOT ანალიზი 32
1.5.1 შესაძლებლობები 32
1.5.2 ბაზრის გაფართოება 34
1.5.3. საჯარო მხარდაჭერის ზომები 35
1.5.4. ტექნოლოგიური წინსვლა/განვითარება 35
1.6. მაკროწყალმცენარეების ღირებულებათა ჯაჭვი და ძირითადი გამოყენება 36
1.6.1. კომერციული და ინდუსტრიული გამოყენება 36
1.7. კულტივირებისა და გადამუშავების ტექნოლოგიები 39
1.7.1. ბიოტექნოლოგია და შტამების გაუმჯობესება 40
1.7.2. ბიორაფინირება და გადამუშავება 41
1.8. მაკროწყალმცენარეების როლი ლურჯ ეკონომიკაში 41
1.8.1. ლურჯი ეკონომიკა 41
1.8.2. ლურჯი ნახშირორჟანგის პოტენციალი კლიმატის ცვლილებათან მიმართებაში 43
1.8.3. ბიორემედიაცია და წყლის ხარისხის გაუმჯობესება 44
1.8.4. ეკოსისტემური სერვისები და აღდგენა 44

ნაწილი 2 – შედარებითი ანალიზი: გლობალური ლიდერები და თურქეთი **46**

2.1. წამყვანი ქვეყნების პოლიტიკისა და მხარდაჭერის მექანიზმების ჩარჩოები 48
2.1.1. ჩინეთის სახალხო რესპუბლიკა 50
2.1.2. იაპონია 51

2.1.3. ნორვეგია 51
2.1.4. შეერთებული შტატები 52

ნაწილი 3 – მაკროწყალმცენარეების სექტორის მიმდინარე მდგომარეობა თურქეთში და შერჩეული ეკოსისტემები 54

3.1. კვლევისა და განვითარების (R&D) სამუშაოების სფერო 54
3.2. პოლიტიკური და სამართლებრივი სტრუქტურა 54
3.3. მიმდინარე წარმოებისა და კომერციული საქმიანობის ბარიერები 55
3.3.1. ჩინეთის სახალხო რესპუბლიკა – მაკროწყალმცენარეების სექტორი 56
3.3.2. შავი ზღვის აუზი 57
3.3.3. თეთრი ზღვა (რუსეთი) 63

ნაწილი 4 – შესაძლებლობები, რეკომენდაციები, ინვესტიციის ანალიზი 64

4.1. თურქეთის სტრატეგიული შესაძლებლობები და SWOT ანალიზი 64
4.1.1. ძლიერი მხარეები/შესაძლებლობები 64
4.1.2. სუსტი მხარეები და ძირითადი სტრუქტურული ბარიერები/შეზღუდვები 64
4.1.3. საინვესტიციო და სამეწარმეო პოტენციალი თურქეთში 65
4.2. მაკროწყალმცენარეების კულტივაციაში შეტანილი წვლილი ზოგადი გადმოსახედიდან 70
4.3. წყალმცენარეებისგან საწვავის წარმოების პროცედურის ბარიერები 72

ნაწილი 5 – მაკროწყალმცენარეების ინვესტიციებისა და ფინანსური განვითარების პერსპექტივები 77

5.1. გლობალური ინვესტიციის ტენდენციები 77
5.2. მსხვილი საერთაშორისო ინვესტორების პროფილები 77
5.3. პოტენციური თურქი ინვესტორები 78

ნაწილი 6 – მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებული პროდუქტების პოტენციური გამოყენების სფეროებზე არსებული მოსაზრებები 82

დასკვნები და რეკომენდაციები 109

წყაროები 111

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

შესავალი

მაკროწყალმცენარეებს სულ უფრო მეტად აღიარებენ, როგორც სტრატეგიულ რესურსს, რომელსაც გლობალურად აქვს როგორც ეკოლოგიური, ასევე ეკონომიკური მნიშვნელობა. ევტროფიკაციის გაძლიერების, კლიმატური კრიზისის მზარდი ზემოქმედებისა და ზღვის ეკოსისტემებში ბიომასის ხშირი მერყეობის პირობებში, მაკროწყალმცენარეების მდგრადი გამოყენება განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს როგორც გარემოსდაცვითი, ასევე ეკონომიკური თვალსაზრისით. ამ კონტექსტში, MACRO CLEAN პროექტი – რომელიც შავი ზღვის აუზის სამი ქვეყნის, თურქეთის, საქართველოსა და ბულგარეთის ერთობლივი ძალისხმევით ხორციელდება – წარმოადგენს მრავალპარტნიორულ ინიციატივას, რომლის მიზანია მაკროწყალმცენარეების შესწავლა, გაწმენდის ღონისძიებების მხარდაჭერა, ვალორიზაციისა და საპილოტე გამოყენების ხელშეწყობა შავი ზღვის აუზის მასშტაბით. პროექტის ფარგლებში იქმნება ყოვლისმომცველი ჩარჩო, რომლის მიზანია მაკროწყალმცენარეების მდგრადი და ეფექტიანი შეგროვების, დამუშავებისა და გამოყენების უზრუნველყოფა, აგრეთვე, მათი დამატებითი ღირებულების მქონე ეკონომიკურ პროდუქტებად გარდაქმნა.

ანგარიშის მიზანია მაკროწყალმცენარეების სექტორში არსებული მიმდინარე ტენდენციების, ბაზრის დინამიკის, კომერციალიზაციის სტრუქტურული ბარიერებისა და სამომავლო განვითარების შესაძლებლობების ერთიანი ანალიზის წარმოდგენა. მეთოდოლოგიური თვალსაზრისით, კვლევაში გამოყენებულია შერეული მეთოდების კვლევითი მიდგომა, რომელიც მოიცავს აკადემიური ლიტერატურის სიღრმისეულ მიმოხილვას და მრავალ დაინტერესებულ მხარესთან ჩატარებულ ინტერვიუებს. რესპონდენტთა შერჩევა განხორციელდა შერჩევის მეთოდით, რაც მიზნად ისახავდა ეკოსისტემაში არსებული ფუნქციების მაქსიმალურად ფართო სპექტრის წარმოდგენას. მონაწილეებს შორის იყვნენ: აკადემიური წრეების წარმომადგენლები, რომლებიც უშუალოდ არიან ჩართულნი მაკროწყალმცენარეების კვლევაში; კომპანიები, რომლებიც აწარმოებენ მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებულ პროდუქტებს ან არიან ჩართულნი ნედლეულის მიწოდებაში, ბიოტექნოლოგიების განვითარებასა და იმპორტ/ექსპორტის პროცესში; მიწოდების ჯაჭვის წარმომადგენლები; ინვესტორები; საჯარო დაწესებულებები; მუნიციპალიტეტები; გარემოსდაცვითი მართვის კომპანიები და კვლევა-განვითარების (R&D) ლაბორატორიები. ეს მიდგომა უზრუნველყოფს ღირებულებათა ჯაჭვის ყველა სეგმენტის სრულყოფილ დაფარვას და დაინტერესებული მხარეების მხრიდან სხვადასხვა მონაცემისა და ინფორმაციის უზრუნველყოფას.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

საერთაშორისო წყაროებისა და სექტორული ბაზრის კვლევის მიხედვით, მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებული პროდუქტები, მსოფლიო მასშტაბით, სწრაფად მზარდი ეკონომიკური სფერო ხდება. 2023 წლის მონაცემებით, მაკროწყალმცენარეების გლობალური კომერციული ბაზრის ღირებულება 17-18 მილიარდ აშშ დოლარად არის შეფასებული, იმის ვარაუდით, რომ 2030 წლისთვის, შესაძლოა, 30 მილიარდ აშშ დოლარსაც გადააჭარბოს. წარმოების დაახლოებით 95% აზია-წყნარი ოკეანის რეგიონში ხორციელდება, ამავდროულად კი, ევროპაში მოთხოვნა იზრდება – განსაკუთრებით, ბიოპლასტიკებზე, ბიოსტიმულატორებზე, სასუქებზე, ფუნქციურ საკვებსა და კოსმეტიკაზე. ამის საპირისპიროდ, თურქეთი და შავი ზღვის აუზი ჯერ კიდევ ბაზრის განვითარების ადრეულ ეტაპზე რჩებიან. თუმცა, რეგიონი აერთიანებს უხვი ბუნებრივი ბიომასის, უნივერსიტეტების ხელმძღვანელობით მზარდი კვლევისა და განვითარების აქტივობისა და განვითარებადი რეგიონული თანამშრომლობის შესაძლებლობებს, რაც მას მაღალ პოტენციალს ანიჭებს კომერციალიზაციის არსებული დაბალი დონის მიუხედავად. საერთაშორისო ანგარიშების მიხედვით, რეგიონში არსებული ეკონომიკურად მდგრადი სისტემის განვითარება დამოკიდებულია კვლევასა და განვითარებაში ჩადებული ინვესტიციების გაძლიერებაზე, რეგულაციების გაუმჯობესებაზე, მართვისა და პროექტთა რეალიზაციის შესაძლებლობების გაზრდაზე.

ანგარიში აერთიანებს გლობალურ ტენდენციებს, სექტორულ საჭიროებებს, დაინტერესებული მხარეების მოსაზრებებს და სამომავლო პერსპექტივებს მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებულ პროდუქტებთან დაკავშირებით. მიღებული მონაცემების მიზანია რეგიონული პოლიტიკის ფორმირების ხელშეწყობა და ახალი მეწარმეობისა და ინვესტიციების მხარდაჭერა, რომლებიც მიმართულია მაკროწყალმცენარეების ეკონომიკური ღირებულების შექმნისკენ.

გვსურს, მადლობა გადავუხადოთ ყველა ექსპერტს, აკადემიკოსს, ინდუსტრიის წარმომადგენელს და ინვესტორს, რომლებმაც წვლილი შეიტანეს ამ კვლევაში. ინტერვიუების დროს გაზიარებული ცოდნა, გამოცდილება და შეფასებები ღირებულ მტკიცებულებათა ბაზას ქმნის, რაც ხელს უწყობს შავი ზღვის აუზსა და თურქეთში მაკროწყალმცენარეების ეკოსისტემის განვითარების სამომავლო მიზნებს.

მოცემულ ანგარიშზე სრული პასუხისმგებლობა მხოლოდ მის ავტორებს ეკისრებათ. გამოთქმული მოსაზრებები აუცილებლად არ ასახავს ევროპის კავშირის ოფიციალურ პოზიციას. კვლავწარმოება/რეპროდუცირება დაშვებულია იმ პირობით, რომ წყარო და ნებისმიერი ცვლილება ნათლად იქნება მითითებული.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ნაწილი 1

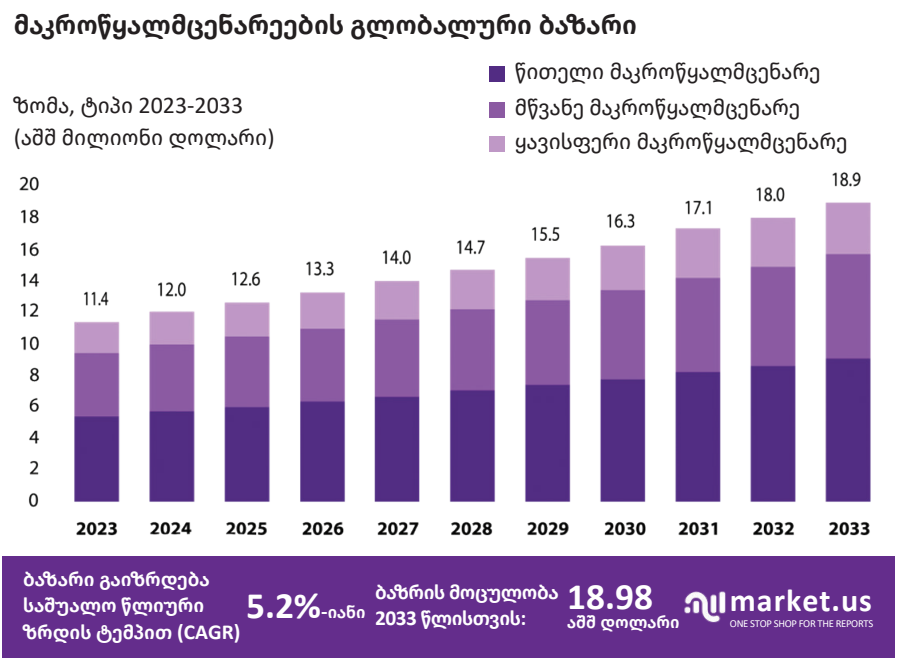
გლობალური ბაზრის მოცულობა და დინამიკა

მაკროწყალმცენარეების სექტორმა ბოლო წლებში მნიშვნელოვანი ზრდა განიცადა, რამაც გლობალურ ეკონომიკაში მისი პოზიცია სულ უფრო თვალსაჩინო გახადა. 2024 წლის მდგომარეობით, ზღვის წყალმცენარეების გლობალური კომერციული ბაზარი სხვადასხვა კვლევაში სხვადასხვა დონეზეა შეფასებული, თუმცა ყველა შეფასება მიუთითებს მნიშვნელოვან და სწრაფად მზარდ ბაზარზე. ერთ-ერთი ანგარიშის თანახმად, 2024 წელს საბაზრო ღირებულება დაახლოებით 12,7 მილიარდი აშშ დოლარია და მოსალოდნელია, რომ 2034 წლისთვის 22,82 მილიარდ აშშ დოლარს მიაღწევს, რაც საშუალო წლიური ზრდის ტემპის 6%-ს შეადგენს. კიდევ ერთი სხვა საბაზრო ანალიზის თანახმად, საბაზრო ღირებულება 2023 წელს 17,14 მილიარდ აშშ დოლარს, ხოლო 2024 წელს 18,39 მილიარდ აშშ დოლარს შეადგენდა, რაც 2032 წლისთვის, შესაძლოა, გაიზარდოს 34,56 მილიარდ აშშ დოლარამდე 8,20%-იანი საშუალო წლიური ზრდის ტემპით. ცვალებადობა ამ მაჩვენებლებს შორის, სავარაუდოდ, გამოწვეულია სექტორის მიმდინარე განვითარებით და იმით, რომ მონაცემთა შეგროვებისა და ბაზრის კვლევის მეთოდოლოგიები ჯერ კიდევ სრულად სტანდარტიზებული არ არის. ეს განსხვავება უნდა განვიხილოთ როგორც ახალი და სწრაფად განვითარებადი ბაზრის მახასიათებელი და არა როგორც რაიმე სახის დაბრკოლება.

ბაზრის ზრდას განაპირობებს ფაქტორების ერთობლიობა, რაც გლობალურ დონეზე სულ უფრო აშკარად გამოიკვეთა. გარემოსდაცვითი ცნობიერების ამაღლება და მდგრადი პროდუქტების მიმართ მომხმარებელთა მზარდი მოთხოვნა მაკროწყალმცენარეების კულტივაციის პოპულარიზაციის დაჩქარების ერთ-ერთი მთავარი მამოძრავებელი ძალაა. მაკროწყალმცენარეები ფართოდ განიხილება, როგორც მდგრადი რესურსი მათი სწრაფი ზრდის ტემპის, მაღალი ნუტრიენტების შემცველობის და ფოტოსინთეზის გზით ნახშირორჟანგის შთანთქმის როლის გამო. პარალელურად, ვეგანური და მცენარეული დიეტისადმი მზარდი ინტერესი აძლიერებს მაკროწყალმცენარეებზე, როგორც საკვები ნივთიერებებით მდიდარი ალტერნატივის მოთხოვნას, განსაკუთრებით, იმის გათვალისწინებით, რომ ისინი მდიდარია ცილებით, ვიტამინებითა და მინერალებით. საერთო ჯამში კი, ბაზარი ამ ტენდენციების შესაბამისად ადაპტირდება.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

სურათი 1. მაკროწყალმცენარეების გლობალური კომერციული ბაზრის პროგნოზები (2023-2033)



წყარო: Fortune Business-ის მიმოხილვა, 2024 წ.

ზღვის წყალმცენარეების საკვებად გამოყენება იაპონიაში მეოთხე საუკუნით, ხოლო ჩინეთში მეექვსე საუკუნით თარიღდება. დღეს ეს ორი ქვეყანა – კორეის რესპუბლიკასთან ერთად – ზღვის წყალმცენარეების, როგორც საკვები პროდუქტის, უმსხვილეს მომხმარებლებად რჩება. მათზე მოთხოვნა საფუძვლად უდევს იმ მრეწველობას, რომელიც მსოფლიო მასშტაბით, წლიურად დაახლოებით 6 000 000 ტონა ახალ (სველ) წყალმცენარეებს მოიპოვებს და რომლის სავარაუდო ღირებულება დაახლოებით 5 მილიარდი აშშ დოლარია.

ბოლო ორმოცდაათი წლის განმავლობაში, მზარდმა მოთხოვნამ გადააჭარბა ბუნებრივი (ველური) მარაგების შესაძლებლობას, რომ დააკმაყოფილოს ბაზრის საჭიროებები. ამ წყალმცენარეების განვითარების ეტაპების შესწავლამ, თავის მხრივ, შესაძლებელი გახადა მათი კულტივირების ინდუსტრიების განვითარება, რომლებიც დღეს ბაზრის მოთხოვნის 90%-ზე მეტს აკმაყოფილებს.

ამერიკის შეერთებულ შტატებში H. pluvialis-ისგან მიღებული ასტაქსანტინის გამოყენება ნებადართულია მხოლოდ შეზღუდული მოხმარებისთვის. აშშ-ის სურსათისა და წამლის ადმინისტრაცია (FDA) საშუალებას იძლევა, Haematococcus წყალმცენარეების საკვების მასა გამოყენებული იქნეს ცხოველების საკვებში ფერის დანამატად (მაგალითად, ორაგულისებრთა საკვებში). თუმცა, საჯაროდ ხელმისაწვდომი GRAS (Generally Recognized As Safe – ზოგადად, უსაფრთხოდ ცნობილი) ჩანაწერებით, H. pluvialis-ის მთელი ბიომასის ან ოლეორეზინის პირდაპირი მოხმარება ადამიანისთვის უსაფრთხოდ არ არის აღიარებული. ანალოგიურად, პორფირიდიუმის/ Porphyridium სახეობების საკვებში გამოყენებასთან დაკავშირებით, არ არსებობს საჯაროდ ხელმისაწვდომი GRAS დასტური ან ცნობა. თუმცა ლიტერატურულ წყაროებში აღნიშნულია, რომ H. pluvialis-ისა და Porphyridium-ის სახეობები, მათ შორის P. cruentum-ი, FDA-ს მიერ აღნიშნულია, როგორც GRAS ჯგუფში შემავალი გარკვეული გამოყენებებისთვის განსაზღვრული სახეობები, როგორიცაა, მაგალითად, პიგმენტების (მაგ: ასტაქსანტინი და ფიკოერითრინი შესაბამისად) ექსტრაქცია. ვირთხებზე ჩატარებული მწვავე და ქვე-ქრონიკული ტოქსიკურობის კვლევები მიუთითებს, რომ H. pluvialis-ის ბიომასა და ასტაქსანტინით მდიდარი ექსტრაქტები კარგად შეიწოვება ორგანიზმის მიერ და რომ LD_{50} მნიშვნელობები აღემატება 12 გ/კგ სხეულის წონას და ჰემატოლოგიურ ან ჰისტოპათოლოგიურ პარამეტრებზე მნიშვნელოვნად ნეგატიური ეფექტი არ აღინიშნა 20%-მდე დიეტური საკვების 90 დღის განმავლობაში გამოყენებისას (მაგალითად, LD_{50} > 5 000 მგ/კგ; თირკმლის პიგმენტის მსუბუქი ცვლილებები აღწერილია, როგორც ტოქსიკოლოგიურად უმნიშვნელო). წყლის მოდელებში ჩატარებულ კვლევებში, ეგზოპოლისაქარიდის (EPS) ექსტრაქტებმა არ გამოიწვია სიკვდილიანობა ან განვითარების ანომალიური პროცესები ზებრა თევზის ემბრიონის ანალიზებში, 96 საათის განმავლობაში, 15%-მდე ზემოქმედების დროს.

ინვიტრო ციტოტოქსიკურობის ანალიზები მიუთითებს, რომ EPS ფრაქციების უმეტესობას ახასიათებს დაბალი ციტოტოქსიკურობა, გამონაკლისს წარმოადგენს მხოლოდ გარკვეული მჟავიანი პრეპარატები, რომლებიც გამოცდილი იყო ძალიან მაღალი კონცენტრაციებით. მათი მაღალი პოტენციალისა და მრავალმხრივი სარგებლის მიუხედავად, მაკროწყალმცენარეების, როგორც საკვები ინგრედიენტის, ათვისება შეზღუდულია, ძირითადად, არასასურველი მგრძნობელობითი მახასიათებლების გამო, რომლებიც ხშირად აღწერილია, როგორც „თევზის“ ან „ზღვის მცენარეების მსგავსი“ არომატები და სუნი. ეს მახასიათებლები, დიდწილად, დაკავშირებულია აქროლად ორგანულ ნაერთებთან (VOCs), მათ შორის ალდეჰიდებთან და კეტონებთან, რომლებიც წარმოიქმნება მაკროწყალმცენარეების სასიცოცხლო

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ციკლის განმავლობაში სხვადასხვა მეტაბოლური გზით. უფრო ფართოდ გამოყენებისა და მომხმარებლის მხრიდან მიღების გასაუმჯობესებლად, მაკროწყალმცენარეებთან დაკავშირებით, საჭიროა, განხორციელდეს ისეთი ჩარევები, რომლებიც გააუმჯობესებს მათ მგრძნობელობით მახასიათებლებს და წარმოაჩენს მათ, როგორც საკვები დანიშნულებისთვის მისაღები ალტერნატიული ნედლეული. შესაბამისად, კრიტიკულად მნიშვნელოვანია ისეთი სტრატეგიები, რომლებსაც შეუძლიათ მაკროწყალმცენარეების სენსორული მახასიათებლების ეფექტური მოდულირება და გაუმჯობესება. მიკრობული ფერმენტაცია ზუსტად ის პერსპექტიული მიდგომა აღმოჩნდა, რომელიც უზრუნველყოფს საკვები სუბსტრატების ფართო სპექტრის ცვლილებასა და გაუმჯობესებას, ტოქსიკური ნარჩენების წარმოქმნის გარეშე.

ჩინეთი საკვები წყალმცენარეების უმსხვილესი მწარმოებელია, დაახლოებით 5 მილიონი ტონის წარმოების მაჩვენებლით, რომლის მნიშვნელოვან ნაწილს შეადგენს კომბუა, მიღებული Laminaria japonica-სგან და რომელიც ასობით ჰექტარზეა გაშენებული ოკეანეში არსებულ გრძელ ზოლებზე. კორეის რესპუბლიკაში სამი სხვადასხვა სახეობის დაახლოებით 800 000 ტონა მოსავალი მოჰყავთ; ამ მოცულობის დაახლოებით 50% ვაკამეა, რომელიც მიღებულია Undaria pinnatifida-სგან და მოყვანილია ჩინეთში Laminaria-ს კულტივაციის მსგავსად. იაპონიაში წარმოება დაახლოებით 600 000 ტონას შეადგენს, საიდანაც 75% პორფირას სახეობებიდან წარმოებული ნორია. ნორი მაღალი ღირებულების მქონე პროდუქტია, რომლის ფასიც დაახლოებით 16 000 აშშ დოლარია ტონაზე, კომბუს ფასი 2 800 აშშ დოლარია ტონაზე და ვაკამეს ფასი 6 900 აშშ დოლარია ტონაზე.

2023 წელს წითელ მაკროწყალმცენარეებს ბაზარზე დომინანტური პოზიცია ეკავათ, რაც ბაზრის 48,9%-ზე მეტს შეადგენდა. ეს სეგმენტი ფართოდ გამოიყენება როგორც კვების მრეწველობაში, ასევე ბიოტექნოლოგიებთან დაკავშირებულ სფეროებში. წითელი მაკროწყალმცენარეები ფასდება მათი მდიდარი კვებითი ღირებულების გამო და წარმოადგენს მნიშვნელოვან ინგრედიენტს ჯანმრთელობისა და კეთილდღეობისთვის საჭირო სხვადასხვა პროდუქტში, რაც განაპირობებს მათზე მოთხოვნის სტაბილურ ზრდას.

მწვანე მაკროწყალმცენარეები, რომლებიც მრავალმხრივი გამოყენებითაა ცნობილი სოფლის მეურნეობასა და აკვაკულტურაში, ბაზრის მნიშვნელოვან წილს შეადგენენ. მათი როლი წყლის გაწმენდის პროცესებში და ბიოსასუქად გამოყენების ფუნქცია მათ სტაბილურ პოზიციას უზრუნველყოფს ბაზარზე, შესაბამისად კი, მდგრადი სოფლის მეურნეობის მიმართ მზარდი ინტერესი ხელს უწყობს ამ სეგმენტზე მოთხოვნის ზრდას.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ყავისფერი მაკროწყალმცენარეები – რომლებიც ფართოდ გამოიყენება ალგინატებისა და ცხოველთა საკვების წარმოებაში – ასევე წარმოადგენენ მაკროწყალმცენარეების ბაზრის მნიშვნელოვან წილს. გარდა ამისა, მათი გამოყენება კოსმეტიკურ ინდუსტრიაში, განსაკუთრებით, კანის მოვლის საშუალებებში, დამატენიანებელი თვისებების გამო, ხელს უწყობს ბაზარზე მათზე მოთხოვნის შენარჩუნებას. ამ სეგმენტის განვითარებას დამატებით ხელს უწყობს სამომხმარებლო საქონლის ინდუსტრიებში ბუნებრივი ინგრედიენტების გამოყენების ფართო მასშტაბით ზრდა (აშშ-ის ბაზრის ანალიზი).

ალგინატი, აგარი და კარაგენანი ზღვის წყალმცენარეებისგან მიღებული გამასქელებელი და გელის წარმომქმნელი საშუალებებია და ეს სამი ნაერთი ზღვის წყალმცენარეების სამრეწველო გამოყენების ხერხემალს წარმოადგენს. ზღვის მცენარეების, როგორც ამ ჰიდროკოლოიდების წყაროდ გამოყენება, თარიღდება 1658 წლით, როდესაც იაპონიაში პირველად იქნა აღმოჩენილი წითელი წყალმცენარეებიდან ცხელი წყლით ამოღებული აგარის გელის წარმოქმნის თვისებები. სხვა წითელი წყალმცენარისგან მიღებული ექსტრაქტები, რომლებიც ფართოდ ცნობილია „ირლანდიური ხავსის“ სახელით, შეიცავს კარაგენანს და მე-19 საუკუნეში ფართოდ გავრცელდა როგორც გამასქელებელი საშუალებები. ამის საპირისპიროდ, ყავისფერი წყალმცენარეების ექსტრაქტებიდან მიღებული ალგინატის კომერციული წარმოება – და მისი გაყიდვა, როგორც გამასქელებელი და გელის წარმომქმნელი აგენტის – მხოლოდ 1930-იან წლებამდე განხორციელდა. მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ, წყალმცენარეების ექსტრაქტების სამრეწველო გამოყენება სწრაფად გაფართოვდა, თუმცა გარკვეულ პერიოდებში ის ნედლეულის ხელმისაწვდომობით იყო შეზღუდული.

დღესდღეობით, ზემოთ ჩამოთვლილი სამი ჰიდროკოლოიდის წარმოებისთვის დაახლოებით 1,000,000 ტონა ახალი (სველი წონის) წყალმცენარე გროვდება და მუშავდება. შედეგად, წარმოიქმნება დაახლოებით 55 000 ტონა ჰიდროკოლოიდი, რომელთა საერთო ღირებულება დაახლოებით 585 000 000 აშშ დოლარს შეადგენს.

ალგინატის წარმოება (დაახლოებით 213 მილიონი აშშ დოლარი) მთლიანად ველურად მოპოვებული ყავისფერი წყალმცენარეებიდან მიიღება, რადგან ყავისფერი წყალმცენარეების მიზანმიმართული მოყვანა სამრეწველო ნედლეულის მიწოდებისთვის მასშტაბურად ზედმეტად ხარჯიანად მიიჩნევა.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

აგარის წარმოება (დაახლოებით 132 მილიონი აშშ დოლარი), ძირითადად, წითელი წყალმცენარეების ორი სახეობიდან მოდის. ერთ-ერთი ამ სახეობათაგან ჯერ კიდევ 1960-იანი და 1970-იანი წლებიდან მოჰყავთ, თუმცა 1990 წლიდან მისი კულტივაცია გაცილებით უფრო ფართო მასშტაბზე განვითარდა, რამაც აგარის ინდუსტრიის მნიშვნელოვანი ზრდა უზრუნველყო.

კარაგენანის წარმოება (დაახლოებით 240 მილიონი აშშ დოლარის ღირებულებით), თავდაპირველად, ეფუძნებოდა ველურად შეგროვებულ ზღვის წყალმცენარეებს, განსაკუთრებით, ირლანდიურ ხავსს – მცირე ზომის წყალმცენარეს, რომელიც ცივ წყლებში გვხვდება და შეზღუდული ბუნებრივი რესურსით ხასიათდება. თუმცა, FAO-ს მონაცემების შესაბამისად, არსებული ინდუსტრია სწრაფად გაფართოვდა 1970-იანი წლების დასაწყისიდან, რაც განპირობებული იყო კარაგენანის შემცველი სხვა წყალმცენარეების ხელმისაწვდომობით, რომელთა წარმატებით მოყვანა შესაძლებელია თბილი წყლის ქვეყნებში, შესაბამისი ღირებულებით კონკურენტული წარმოების პირობებში. მიუხედავად იმისა, რომ ირლანდიურ ხავსსა და სამხრეთ ამერიკაში არსებულ ზოგიერთ სხვა ველურ სახეობაზე მოთხოვნა მცირეა, დღეს კარაგენანის წარმოებისთვის გამოყენებული წყალმცენარეების უმეტესობა აკვაკულტურიდან მოდის (მაკჰიუ, დ.ჯ., 2003).

1960-იან წლებში ნორვეგიამ პირველმა დაიწყო ზღვის წყალმცენარეების ფქვილის წარმოება, რომელიც მზადდება გამომშრალი და დაფქული ყავისფერი წყალმცენარეებისგან და გამოიყენება, როგორც დანამატი ცხოველთა საკვებში. რადგან გაშრობა, როგორც წესი, ნავთობზე მომუშავე ღუმელებში ხორციელდება, წარმოების ხარჯები დამოკიდებულია ნავთობის ფასებზე. ყოველწლიურად, დაახლოებით 50 000 ტონა ახალი (სველი) წყალმცენარე იკრიფება, რის შედეგადაც, მიიღება დაახლოებით 10 000 ტონა წყალმცენარეების ფქვილი, რომელიც დაახლოებით 5 მილიონ აშშ დოლარად იყიდება. ზღვის წყალმცენარეებისგან მიღებული სამრეწველო პროდუქციის საერთო ღირებულება 590 მილიონ აშშ დოლარად არის შეფასებული, ხოლო ზღვის წყალმცენარეების ინდუსტრიიდან მიღებული ყველა პროდუქტის საერთო ღირებულება დაახლოებით 5,6 მილიარდ აშშ დოლარს შეადგენს.

1.1. ბაზრის სეგმენტაცია და რეგიონული დომინირება

2023 წელს, კულტივირებული წითელი მაკროწყალმცენარეები ინარჩუნებდნენ დომინანტურ პოზიციას ბაზარზე, რაც ბაზრის 67,6%-ზე მეტს შეადგენდა. ეს სეგმენტი მნიშვნელოვან სარგებელს იღებს კონტროლირებადი კულტივაციის პრაქტიკით, რაც უზრუნველყოფს მაღალ ხარისხსა და სტა-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ბილურ მოსავლიანობას. მიწოდების საიმედოობა და პროდუქტის ერთგვაროვანი მახასიათებლები აძლიერებს მოთხოვნას განსაკუთრებით ისეთ სექტორებში, როგორიცაა ფარმაცევტიკა და ნუტრაცევტიკა, სადაც სტანდარტიზაცია და ხარისხის თანმიმდევრული შენარჩუნება კრიტიკულად მნიშვნელოვანია.

ველურ პირობებში მოპოვებული (ბუნებრივად შეგროვებული) მაკროწყალმცენარეები ბაზრის მნიშვნელოვან სეგმენტს წარმოადგენენ. ისინი ფასდება განსაკუთრებით, თავიანთი ორგანული და მინიმალურად დამუშავებული მახასიათებლის გამო, რაც ზრდის მოთხოვნას იმ ბაზრებზე, რომლებიც უპირატესობას ანიჭებენ „ბუნებრივ“ თვისებებს, მაგალითად, ორგანულ საკვებსა და ბუნებრივ კოსმეტიკას. ამავდროულად, მდგრადობასა და გარემოზე ზემოქმედებასთან დაკავშირებული შეშფოთება განვითარების/ზრდის შენელებას უწყობს ხელს, რადგან ბაზრის გაფართოება ეკოლოგიურ შეხედულებებს უნდა შეესაბამებოდეს.

2023 წელს, გამომშრალ წითელ მაკროწყალმცენარეებს ბაზარზე წამყვანი პოზიცია ეკავათ, რაც ბაზრის 38,9%-ზე მეტს შეადგენდა. ამ ფორმას უპირატესობას ანიჭებენ მისი გრძელვადიანი შენახვის შესაძლებლობისა და ტრანსპორტირების სიმარტივის გამო, რაც მნიშვნელოვნად აადვილებს მის გლობალურ დისტრიბუციას. მისი მრავალფეროვნება როგორც კულინარიულ, ისევე სამრეწველო გამოყენებაში კიდევ უფრო აძლიერებს მის მიმზიდველობას ბაზარზე.

ნედლ (ახალი) მაკროწყალმცენარეებს საკუთარი ნიშა აქვთ ბაზარზე და მათ უპირატესობა ენიჭებათ მათივე სიახლისა და მინიმალური დამუშავების გამო. ეს ფორმა განსაკუთრებით გავრცელებულია მოსავლის აღების ადგილებთან ახლოს მდებარე რეგიონულ ბაზრებზე, სადაც სიახლოვე ხელს უწყობს სწრაფ „ფერმიდან – სუფრამდე“ მოხმარებას და სადაც სანაპირო თემები ინარჩუნებენ დამკვიდრებულ კულინარიულ ტრადიციებს.

ფხვნილისებრი მაკროწყალმცენარეები სულ უფრო პოპულარული ხდება მათი მოხერხებულობისა და საკვებ დანამატებსა და სმუზებში გამოყენების სიმარტივის გამო. ეს დახვეწილი, მრავალმხრივი ფორმა საშუალებას იძლევა, გამოყენებული იქნეს ყოველდღიურ რაციონში, რაც მომხმარებელთა ბაზის გაფართოებას უწყობს ხელს.

მაკროწყალმცენარეებიდან მიღებული თხევადი ექსტრაქტები სულ უფრო ხშირად გამოიყენება კოსმეტიკურ და ფარმაცევტულ სამკურნალო საშუალებებში. ეს ფორმა ღირებულია საკვები ნივთიერებებისა და ბიოაქტიური

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ნაერთების კონცენტრაციის გამო, რაც ფუნქციურ სარგებელს გვთავაზობს – მაგალითად, დაბერების საწინააღმდეგო ეფექტს – რაც საკმაოდ მიმზიდველია იმ პროდუქტის შემქმნელებისთვის, რომლებიც მაღალი ეფექტის მქონე ფორმულებს ეძებენ.

2023 წელს, საკვებისა და სასმელების სექტორი ინარჩუნებდა წამყვან პოზიციას მაკროწყალმცენარეების ინდუსტრიაში, რაც ბაზრის 44,2%-ზე მეტს შეადგენს. ამ სეგმენტის ზრდას განაპირობებს ზღვის წყალმცენარეების მზარდი გლობალური პოპულარობა, როგორც მაღალი საკვები ღირებულებისა და სურნელოვანი თვისებების მქონე ინგრედიენტის. მისი გამოყენება მოიცავს როგორც ყოველდღიურ საკვებს, ასევე პრემიუმ კლასის კერძებს, რაც ხელს უწყობს მის ფართო გამოყენებას და ბაზარზე უფრო ღრმად განვითარებას.

სოფლის მეურნეობაში მაკროწყალმცენარეები, ძირითადად, გამოიყენება ბიოსასუქებად და ნიადაგის გასაუმჯობესებლად. მათი ორგანული შემცველობა ხელს უწყობს ნიადაგის ნაყოფიერებას და მცენარეთა ჯანსაღ ზრდას, რაც ასტიმულირებს ორგანული და მდგრადი მეთოდების სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკაში დანერგვას. გარემოსდაცვითი ცნობიერების ამაღლებასთან ერთად, ამ მიმართულებით მოთხოვნაც მუდმივად იზრდება.

ფარმაცევტულ სექტორში მაკროწყალმცენარეები ფასდება მათი ბიოაქტიური ნაერთების გამო, რომლებიც ჯანმრთელობისთვის პოტენციურად სასარგებლო თვისებებით გამოირჩევიან. ეს სეგმენტი დაფუძნებულია წყალმცენარეთა ნაერთების თერაპიულ პოტენციალზე, რომელიც ლიტერატურაში ხშირად განიხილება ანტივირუსულ და ანტიკანცეროგენულ აქტივობასთან კავშირში, რაც მას კვლევისა და პროდუქტის განვითარების ძირითად სფეროდ აქცევს.

კოსმეტიკისა და თავის მოვლის ინდუსტრიებში მაკროწყალმცენარეების ექსტრაქტებს იყენებენ დატენიანებასა და კანის მოვლასთან დაკავშირებული ფუნქციური თვისებების გამო, ასევე იმ მიზნით, რომ პროდუქტებს დაბერების საწინააღმდეგო ეფექტებთან დაკავშირებული ღირებულება მიენიჭოს. ბუნებრივ და ეკოლოგიურად სუფთა კოსმეტიკურ პროდუქტებზე ორიენტირებული ფართო ტენდენცია კიდევ უფრო აძლიერებს ამ სეგმენტს, სადაც მაკროწყალმცენარეები სულ უფრო ხშირად გამოიყენება კანის მოვლის ფორმულებში.

ზღვის წყალმცენარეების, როგორც ძირითადი საკვები პროდუქტის დამკვიდრების ერთ-ერთი მთავარი გამოწვევა არის წყალმცენარეებზე დაფუძნებული საკვების ხელმისაწვდომობის, მიმზიდველობისა და ფასობრივი შესაძლებლობის უზრუნველყოფა მილიარდობით ადამიანისთვის. კიდევ ერთი სირთულე ისაა, თუ როგორ ავირიდოთ მომხმარებლებში დაბნეულობა იმასთან დაკავშირებით, თუ რამდენად შეესაბამება ზღვის წყალმცენარეებზე დაფუძნებული საკვები მათ მიერ რეგულარულად მოხმარებული საკვების კვებით ღირებულებას (Foster & Radulovich, 2015).

როგორც ნებისმიერი ახალი პროდუქტის შემთხვევაში, ფართო საზოგადოებრივი და გლობალური აღიარება დროს მოითხოვს. ზღვის წყალმცენარეები კი, მრავალ რეგიონში შედარებით ახალ საკვებ ინგრედიენტად რჩება. მომხმარებლის მხრიდან ამ პროდუქტების ათვისება, როგორც სხვა პირველადი სასოფლო-სამეურნეო საკვებისა, მნიშვნელოვან გამოწვევას წარმოადგენს. გარდა ამისა, ზღვის წყალმცენარეების აშკარად გამოხატული სასარგებლო ეფექტი, შესაძლოა, ყველა მომხმარებელზე და პროდუქტზე ერთგვარად არ ვრცელდებოდეს, რადგან გარკვეული სახეობების სარგებელი, როგორც ჩანს, ხშირად მათ გადამუშავებაზეა დამოკიდებული (Forster & Radulovich, 2015).

ანტინუტრიციული ფაქტორების, როგორიცაა, მაგალითად, ტრიპსინის ინჰიბიტორებისა და გარკვეული პოლისაქარიდების არსებობა, როგორც ჩანს, ზღუდავს ზღვის წყალმცენარე Palmaria palmata-ს ცილის ეფექტურ მონელებას. გადამუშავებულ საკვებში გამასქელებელი და გელის წარმომქმნელი აგენტების სახით გამოყენებულმა ზღვის წყალმცენარეების პოლისაქარიდებმა, შესაძლოა, უზრუნველყონ ჯანმრთელობასთან დაკავშირებული სარგებელი; თუმცა, ისინი მხოლოდ მცირედ ან საერთოდ არ უზრუნველყოფენ საკვებ ენერგიას მონელებად ფორმაში (Forster & Radulovich, 2015). საკვები ნივთიერებების გამოყენების შედარებითმა კვლევამ ვაკამეს (*Undaria pinnatifida*) და ნორის (*Neopyropia tenera*, ადრე *Porphyra tenera*) შემთხვევაში აჩვენა, რომ ეს ზღვის წყალმცენარეები შეიძლება წარმოადგენდნენ საკვები ბოჭკოების შესანიშნავ წყაროს, მაგრამ ასევე შეიძლება გავლენა მოახდინონ რაციონში არსებული მინერალებისა და ცილების მონელებაზე (Urbano & Goni, 2002).

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

სურათი 2: მაკროწყალმცენარეების გლობალური ბაზარი (2023)



წყარო: Fortune Business-ის ხედვები, 2024 წ.

ხმელეთზე არსებული მცენარეების მსგავსად, ზღვის წყალმცენარეები ყველას ერთნაირ კვებით სარგებელს არ სთავაზობენ: მაქსიმალური კვებითი ღირებულება შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდეს სახეობის, ინდივიდუალური კვების საჭიროებებისა და მათი მოხმარების მახასიათებლების მიხედვით. ამ მიზეზით, კულტივაციისა და პროდუქტის განვითარების კვლევასთან ერთად, უნდა ჩატარდეს სპეციფიკური კვლევები ამა თუ იმ სახეობების კვებით ღირებულებებთან დაკავშირებით. ამ კონტექსტში, აღსანიშნავია, რომ იაპონიაში (სადაც ზღვის წყალმცენარეების სახეობები საუკუნეების განმავლობაში საკვებად გამოიყენებოდა) ზოგიერთი ადამიანი, როგორც ჩანს, ზღვის წყალმცენარეებს სხვა ინდივიდებთან შედარებით, უფრო ეფექტურად ინელებს (Forster & Radulovich, 2015). ეს დაკავშირებულია ნაწლავში სპეციფიკური ბაქტერიების არსებობასთან, შეძენილი გენით რომ გამოიმუშაონ ფერმენტები, რომლებიც შლიან *Porphyra* (ნორი)-ში გამოვლენილ პოლისაქარიდს (Forster & Radulovich, 2015**).** სავარაუდოდ, ეს გენები წარმოიშვა იმ ზღვის მიკროორგანიზმებიდან, რომლებიც ნორისთან ერთად ხვდებიან ორგანიზმში (Ledford, 2010). შესაბამისად, ადამიანებმა, რომლებსაც პირველად შემოაქვთ ზღვის წყალმცენარეები საკუთარ კვებით რაციონში, შესაძლოა, განიცადონ გადამუშავებისა და მონელების პრობლემები ადაპტაციის პერიოდის განმავლობაში.

აღსანიშნავია კიდევ ერთი კვებითი პრობლემა, რომელიც დაკავშირებულია ზღვის წყალმცენარეების მაღალ მინერალურ შემცველობასთან: გადაჭარ-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ბებულმა მოხმარებამ, შესაძლოა, ჯანმრთელობაზე უარყოფით გავლენა მოახდინოს. მაგალითად, ზღვის მცენარეების გარკვეულ სახეობებში იოდის დონემ შეიძლება გამოიწვიოს ფარისებრი ჯირკვლის მასტიმულირებელი ჰორმონის დონის მომატება, ხოლო ზღვის მცენარეების მნიშვნელოვანი რაოდენობით რეგულარული მოხმარების შემთხვევაში, დაფიქსირდა კაროტინოდერმიის (კანის გაყვითლება) შემთხვევები (Nishimura et al., 1998). დაბინძურებულ წყლებში მოყვანილი ან მოპოვებული ზღვის წყალმცენარეები, შესაძლოა, იგროვებდეს დამაბინძურებელ ნივთიერებებს, განსაკუთრებით კი მძიმე მეტალებს. ზღვის წყალმცენარეების გარკვეულ სახეობებში (Giusti, 2001; Sudharsan et al., 2012) შესაძლებელია, დაგროვდეს ტოქსინები, რამაც შეიძლება ტოქსიკოლოგიური საფრთხე შეუქმნას ადამიანის ჯანმრთელობას. გარდა ამისა, ადამიანის მოხმარებისთვის განკუთვნილი ზღვის წყალმცენარეებზე დაფუძნებული ფუნქციური საკვები პროდუქტების შემუშავება შეზღუდულია ადამიანებზე ჩატარებული კვლევებისა და კლინიკური მონაცემების ნაკლებობის გამო და ეფუძნება ცხოველებსა და უჯრედებზე ჩატარებული კვლევების შედეგებს. (Brown et al; 2014; Hafting et al., 2015). მეტიც, რეგულაციური შეზღუდვები წყალმცენარეების იმ სახეობებზე, რომლებიც ადამიანის მიერ საკვები ფორმით გამოყენებული არ ყოფილა, კვლავ ერთერთ მთავარ დაბრკოლებად რჩება ზღვის წყალმცენარეების ფუნქციურ საკვებში ინტეგრირების გზაზე (Hafting et al., 2015).

კლიმატის ცვლილების თვალსაზრისით, ზღვის წყალმცენარეების კულტივაციასთან დაკავშირებული ერთ-ერთი მთავარი გამოწვევა უკავშირდება წყალმცენარეთა მასივებიდან (ზრდის არეალებიდან) ჰალოკარბონების გამოყოფას (Phang et al., 2015). ქლოროფორმი და ბრომოფორმი ბუნებრივი გზით წარმოიქმნება ზღვის წყალმცენარეების გარკვეული სახეობების მიერ (Nightingale et al., 1995; Pyle et al., 2011). აქროლად ჰალოგენკარბონებს შეუძლიათ, მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანონ ჰალოგენური რადიკალების ატმოსფერულ კონცენტრაციაში, რომლებიც, თავის მხრივ, მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ოზონის კატალიტურ დაშლაში (Phang et al., 2015).

ზღვის წყალმცენარეების ფართომასშტაბიანი კულტივაციის სისტემებში სტაბილური სუბსტრატის უზრუნველსაყოფად გამოიყენება სხვადასხვა ხელოვნური მასალა. ამ მასალის მნიშვნელოვანი ნაწილი შედგება სინთეზური პოლიმერების კომბინაციებისგან, რომლებიც დეგრადაციის მიმართ მაღალი მდგრადობით ხასიათდება.

თუ კულტივაციის სისტემები არ არის სათანადოდ ტექნიკურად უზრუნველყოფილი, შესაძლოა, ადგილი ჰქონდეს ზღვის დაბინძურებას ნარჩენი ან

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

დაკარგული მასალის შედეგად (Campbell et al., 2019). ასეთმა დანაკარგებმა, შესაძლებელია, გაზარდოს პლასტმასის რაოდენობა ზღვის კვებით სისტემაში (Andrady, 2011; Derraik, 2002). კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია მზის სხივების საკითხი: ზედაპირზე განთავსებულმა წყალმცენარეების მეურნეობამ, შესაძლოა, გამოიწვიოს ქვემოთ მდებარე ეკოსისტემების დაჩრდილვა და უარყოფითად აისახოს მეურნეობის ფართობის ქვეშ განთავსებულ ავტოტროფულ ბიოლოგიურ ერთობებზე (Campbell et al., 2019). ზღვის წყალმცენარეების კულტივაციის თანამედროვე ტექნოლოგიები, რომლებიც ხშირად შედარებით მარტივ კონსტრუქციებზეა დაფუძნებული, როგორც წესი, მხოლოდ დაცულ ადგილებში შეიძლება განთავსდეს, რაც ზღუდავს მათი გავრცელების შესაძლებლობას შესაფერისი ლოკაციების შეზღუდულ რაოდენობაზე შემცირებით (Duarte et al., 2017). დამატებით, ოკეანის დათბობამ, შესაძლოა, შეამციროს ფუკოიდური წყალმცენარეების საფარველი ფიზიოლოგიური სტრესის შედეგად, გააძლიეროს ბალახისმჭამელი ორგანიზმების მხრიდან ზეწოლა თბილ წყლებში და გაზარდოს შტორმული აქტივობა და შეამციროს საკვები ელემენტების ხელმისაწვდომობა, რაც პოტენციურად შეამცირებს კულტივაციის შესაძლებლობებს (Harley et al., 2012; Callaway et al., 2012). ასევე გასათვალისწინებელია კულტივაციის გაფართოების პოტენციური შედეგები არაადგილობრივი (ეგზოტიკური) ზღვის წყალმცენარეების სახეობების შემოტანის შემთხვევაში (McLaughlan et al., 2014). ზღვის ბალახის მდელოები აღიარებულია ნახშირორჟანგის მაღალი კონცენტრაციის კერებად და, შესაბამისად, მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ დეკარბონიზებულ ეკოსისტემებში (Duarte et al., 2005, 2013; Fourqurean et al., 2012). მათზე, შესაძლებელია, გავლენა იქონიოს მეზობელი წყალმცენარეების მეურნეობიდან განხორციელებულმა ფიზიკურმა ჩარევამ, რამაც შესაძლოა, გამოიწვიოს მექანიკური დაზიანება და დაჩრდილვა (Waycott et al., 2009). სანაპირო ზოლის სხვა მომხმარებლებთან (მაგ., ნავიგაცია) კონფლიქტების თავიდან ასაცილებლად და გარემოზე ზემოქმედების შესამცირებლად, მეურნეობის შექმნამდე აუცილებელია სივრცითი დაგეგმარება. ჩინეთში, ძირითად, გამოწვევებს შორისაა შესაფერის ადგილებში სხვა დანიშნულებით გამოყენების კონკურენცია და საკმარისი მომგებიანობის უზრუნველყოფა (Duarte et al., 2017). და ბოლოს, ზღვის წყალმცენარეების წარმოების ზრდა ხშირად განიხილება, როგორც აუცილებელი პირობა წყალმცენარეების კულტივაციის გასაძლიერებლად კლიმატის ცვლილებებთან ბრძოლასა და ადაპტაციაში. თუმცა, წარმოების სწრაფმა ზრდამ, შესაძლოა, გამოიწვიოს საბაზრო ფასების შემცირება და ფერმერების მხრიდან საქმიანობის გაგრძელების მოტივაციის შესუსტება (Duarte et al., 2017).

ზღვის წყალმცენარეების ინტენსიური კულტივაცია, რომელიც ბიოენერგიის ან ბიოსაწვავის წარმოებასთან ერთად ნახშირორჟანგის შთანთქმასა და შენახვას ისახავს მიზნად, შემოთავაზებულია, როგორც პოტენციური სტრატეგია. მიუხედავად იმისა, რომ მოცემული კონცეპტუალურად მიმზიდველია და იმსახურებს კვლევას, მისი პრაქტიკული განხორციელება კვლავ მნიშვნელოვან გამოწვევებს აწყდება. მაგალითად, ასეთი მიდგომები შეიძლება საჭიროებდეს ოკეანის უზარმაზარ ფართობებს და ეჭვქვეშ დგება ენერგიის წარმოებისა და ნახშირორჟანგის შთანთქმის ორმაგი მიზნის მიღწევის შესაძლებლობა (Melara et al., 2020). ათწლეულების განმავლობაში ჩატარებული კვლევის მიუხედავად, ზღვის წყალმცენარეებზე დაფუძნებული ბიოსაწვავი ჯერ კიდევ არ შემოსულა ბაზარზე და მათი კომერციული მომგებიანობა არ არის დადასტურებული (Raven, 2017).

მტკიცებულებებზე დაყრდნობით, ოკეანის მჟავიანობის პირობებში, მხოლოდ ნახშირბადის შთანთქმა არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას, როგორც ზღვის წყალმცენარეების რეაქციების საკმარისი მაჩვენებელი (Britton et al., 2019). გარდა ამისა, მოსალოდნელია, რომ ზღვის წყალმცენარეების გაშენების ეფექტურობაზე, CO_2-ის შემცირების მიზნით, გავლენას მოახდენს პლანეტარული უკუკავშირის მექანიზმები, რაც ზრდის გაურკვევლობას და იწვევს შეშფოთებას კლიმატის ცვლილების შერბილების სტრატეგიებში მის როლთან დაკავშირებით (Bach et al., 2021).

ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი გამოწვევა, რომელიც ზღვის წყალმცენარეების კულტივაციაში ქალების მონაწილეობას უკავშირდება, არის ტექნიკური უნარებისა და საჭირო რესურსების შეზღუდული ხელმისაწვდომობა. ზანზიბარში წყალმცენარეების მწარმოებელი ქალი ფერმერების შესახებ ჩატარებულმა საველე კვლევამ აჩვენა, რომ ბევრმა ქალმა არ იცოდა ცურვა და არ ჰქონდა ნავზე წვდომის შესაძლებლობა (Hedberg et al., 2018). შედეგად, ქალების მონაწილეობა ზღვის წყალმცენარეების კულტივაციაში მტკნარ წყლებში ხშირად შეზღუდულია. მიუხედავად იმისა, რომ მამაკაც ფერმერებს შეუძლიათ იმუშაონ ყოველდღიურად, ქალების საქმიანობა კი შეზღუდულია მხოლოდ მოქცევის დროს მუშაობით, როგორც წესი, კვირაში 3-5 დღე (Frocklin et al., 2014). ამრიგად, ქალების როლი ზღვის წყალმცენარეების მეურნეობის შექმნაში, შესაძლოა, უფრო შეზღუდული იყოს, განსაკუთრებით იმ შემთხვევებში, როდესაც ფერმის მოწყობა მოითხოვს დიდ ფიზიკურ შრომას, როგორიცაა ბამბუკის ძელების დადგმა, ხაზების შეკვრა და მთლიანი კონსტრუქციის აწყობა.

ბევრ ქალს არ შეუძლია ნავით გადაადგილება. შედეგად, მათ ხშირად უწევთ ტრანსპორტირების საფასურის გადახდა და ფერმის მოწყობისა და მოსა-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ვლის აღების დროს მამაკაცებზე დამოკიდებულები ხდებიან. როგორც წინა კვლევები მიუთითებს, წყალმცენარეების მწარმოებელ ქალებს შეიძლება ჰქონდეთ სამუშაო პროცესთან დაკავშირებული ჯანმრთელობის მთელი რიგი პრობლემები (vestling & Forsberg, 2018).

ზღვის წყალმცენარეები სულ უფრო მეტად აღიარებული ხდება, როგორც გლობალური საკვების უსაფრთხოების მნიშვნელოვანი კომპონენტი, კლიმატის ცვლილების შემცირებასა და ქალთა როლის გაძლიერების საკითხთან ერთად. ბოლოდროინდელმა კვლევებმა ზღვის წყალმცენარეების კულტივაცია ხმელეთის სოფლის მეურნეობის შესაძლო ალტერნატივად წარმოადგინა, რისთვისაც მოცემულია შედარებით მარტივი კულტივირების მეთოდები, საკვები ნივთიერებების სასარგებლო შემადგენლობა და კლიმატის ცვლილების შერბილებისა და ადაპტაციის სტრატეგიებში წვლილის შეტანის პოტენციალი. ზღვის წყალმცენარეების ინდუსტრია, ასევე მხარს დაუჭერს ბევრ ფერმერს – განსაკუთრებით კი ქალებს – ოჯახური შემოსავლის გაზრდის, სოციალური გაძლიერებისა და სიღარიბის შემცირების ძალისხმევაში წვლილის შეტანით. თუმცა, ბოლო ათწლეულების განმავლობაში, ზღვის წყალმცენარეების კულტივაციის ტექნოლოგიებში მნიშვნელოვანი პროგრესის მიუხედავად, მასშტაბური და მდგრადი განვითარების საკითხში კვლავ რჩება ბარიერები, რაც, უმეტესწილად, წარმოდგენილია უფრო მდგრადი წარმოების ტექნოლოგიების, გამოყენების მრავალფეროვანი მიმართულებების და სოციალური აღიარებისა და ბაზრის ათვისების საჭიროების სახით.

კულტივაციის პროცესში, პირველ რიგში, უნდა განხორციელდეს შესაფერისი სახეობების და სანაპირო ზოლის სიფრთხილით შერჩევა, რათა უზრუნველყოფილი იყოს მდგრადი წარმოება მაქსიმალური სარგებლითა და ხელმისაწვდომ ფასად. ასევე აუცილებელია ისეთი საბაზრო ფასის შენარჩუნება, რომელიც ფერმერებს შეუქმნის დადებით მოლოდინს წარმოების სისტემაში მონაწილეობისა და აქტიური ჩართვისთვის. პარალელურად, აუცილებელი მარეგულირებელი და ხარისხის სტანდარტების დადგენა და აღსრულება კრიტიკულად მნიშვნელოვანია ადამიანის მოხმარებისთვის განკუთვნილი წყალმცენარეების სახეობებისა და მათზე დაფუძნებული პროდუქტების ხარისხის გასაუმჯობესებლად. ასევე მნიშვნელოვანია ზღვის წყალმცენარეებისა და მათზე დაფუძნებული პროდუქტების რეკომენდებული დღიური მოხმარების დონე, რაც ხელს შეუწყობს ჯანსაღი კვების პრაქტიკის დამკვიდრებას. და ბოლოს, ზღვის წყალმცენარეების მდგრადი კულტივაციის ინდუსტრიის განვითარებისთვის აუცილებელია საერთაშორისო თანამშრომლობის გაძლიერება და კოორდინაცია იმ ქვეყნებს შორის, რომლებიც აწარმოებენ და იყენებენ ზღვის წყალმცენარეებს.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ზღვის წყალმცენარეების კულტივაციის ტექნოლოგიებისთვის უნდა შემუშავდეს საუკეთესო მართვის პრაქტიკა, რომელიც იქნება ეკონომიკურად მდგრადი, გარემოსდაცვითი თვალსაზრისით გამართლებული და სოციალურად მისაღები და ამ პრაქტიკების გავრცელება უნდა განხორციელდეს ეროვნული და საერთაშორისო ორგანიზაციების მიერ ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ქვეყნებში. ეს ყოველივე კი უნდა განხორციელდეს დროულად, რათა საკვები ნივთიერებებით მდიდარმა წყლის პროდუქტებმა დადებითი როლი ითამაშონ როგორც პლანეტის ჯანმრთელობის, ასევე ადამიანის კეთილდღეობის სფეროში.

1.2. მაკროწყალმცენარეების გლობალური კომერციული ბაზრები

ბაზარი დაყოფილია სხვადასხვა ჭრილში, მათ შორის, სახეობების, პროდუქტის ფორმისა და გეოგრაფიული მდებარეობის მიხედვით.

- **გეოგრაფიული განაწილება:** აზია-წყნარი ოკეანის რეგიონი გამოხატულად ლიდერობს ბაზარზე, და 2023 წელს გლობალური კომერციული ზღვის წყალმცენარეების ბაზრის 77,07% უჭირავს (Fortune Business Insights, 2024). ჩინეთი წარმოებისა და გაყიდვების მხრივ, ერთ-ერთი წამყვანი ქვეყანაა, რასაც ხელს უწყობს ხელსაყრელი კლიმატური პირობები. ჩრდილოეთ ამერიკა – განსაკუთრებით აშშ – მნიშვნელოვან ზრდას განიცდის, საშუალო წლიური ზრდის ტემპით (CAGR) დაახლოებით 6,5%, რაც დაკავშირებულია მაკროწყალმცენარეების კულინარიული გამოყენების ზრდასთან და მცენარეული პროდუქტების მოთხოვნის მატებასთან. ევროპული ბაზარიც ნელ-ნელა სტაბილურ ზრდას განიცდის (Fortune Business Insights, 2024).

- **პროდუქტის ტიპი:** მაკროწყალმცენარეების სახეობებს შორის, ბაზარზე წამყვანი პოზიცია უჭირავს წითელი ზღვის წყალმცენარეების სეგმენტს, რასაც ხელს უწყობს ისეთი ფუნქციური მახასიათებლები, როგორიცაა ცილისა და ვიტამინების შედარებით მაღალი შემცველობა. ეს სეგმენტი 2024 წელს დაახლოებით 5,41 მილიარდ აშშ დოლარად შეფასდა და მოსალოდნელია, რომ საშუალო წლიური ზრდის ტემპით (CAGR) 6,5% -ით გაიზრდება.

- **პროდუქტის ფორმა:** მაკროწყალმცენარეები ყველაზე ხშირად ფანტელების სახით გამოიყენება. 2024 წელს ამ სეგმენტის ღირებულება დაახლოებით 4,86 მილიარდ აშშ დოლარს შეადგენდა და მოსალოდნელია, გაიზარდოს საშუალო წლიური ზრდის ტემპით (CAGR) 6,8%-ით.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

COVID-19 პანდემიამ, თავდაპირველად, გამოიწვია ბაზრის მოკლევადიანი შენელება, რასაც განაპირობებდა ნედლეულზე მოთხოვნის შემცირება და ფასების დაცემა. თუმცა, როგორც ეს აღნიშნულია, ბაზარმა აღიდგინა ძალა და იმპულსი პანდემიის შემდგომ პერიოდში, საშუალო წლიური ზრდის ტემპის (CAGR) მატების ფონზე. ვინაიდან, ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაცია (WHO) ყურადღებას ამახვილებს მაკროწყალმცენარეების ჯანმრთელობისთვის სასარგებლო თვისებებზე, ეს სიტუაცია ხაზს უსვამს მაკროწყალმცენარეების სტრატეგიულ მნიშვნელობას ჯანდაცვისა და კვების სფეროებში.

1.2.1. მაკროწყალმცენარეების გლობალური კომერციული ბაზრების პროგნოზები (2024-2034)

მაკროწყალმცენარეების ბაზარზე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს მდგრადი და ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტების მიმართ მზარდი მოთხოვნა. ბოლო წლებში, მომხმარებელთა ჯანმრთელობისა და გარემოსდაცვითი საკითხების შესახებ ცნობიერების ამაღლებამ ხელი შეუწყო საკვებსა და სასმელებში ბუნებრივი ინგრედიენტების უფრო ფართო გამოყენებას.

სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციის (FAO) მიერ მომზადებული ანგარიშის თანახმად, ზღვის წყალმცენარეების გლობალური ბაზარი 2020 წელს დაახლოებით 14 მილიარდ აშშ დოლარს შეადგენდა. მოსალოდნელია, რომ საშუალო წლიური ზრდის ტემპით (CAGR) დაახლოებით 8,1% გაიზრდება და 2025 წლისთვის დაახლოებით 21 მილიარდ აშშ დოლარს მიაღწევს. ეს ზრდა, უმეტესწილად, განპირობებულია მაკროწყალმცენარეების მზარდი პოპულარობით, როგორც ნუტრიენტებით მდიდარი საკვები წყარო, განსაკუთრებით, ვიტამინების, მინერალებისა და ანტიოქსიდანტების შემცველობის გამო.

ცხრილი 1: მაკროწყალმცენარეების გლობალური კომერციული ბაზრების პროგნოზები (2024-2034)

ბაზრის მახასიათებელი	დეტალები
გლობალური ბაზრის მოცულობა (2024)	12,7 მილიარდი აშშ დოლარი
გლობალური ბაზრის მოცულობა (2032)	18,39 მილიარდი აშშ დოლარი
პროგნოზირებული საბაზრო ღირებულება (2024)	22,82 მილიარდი აშშ დოლარი
პროგნოზირებული საბაზრო ღირებულება (2032)	34,56 მილიარდი აშშ დოლარი

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

გლობალური საშუალო წლიური ზრდის ტემპი CAGR (2024–2032)	6%
გლობალური საშუალო წლიური ზრდის ტემპი CAGR (2024–2034)	8,20%
აზია-წყნარი ოკეანის ბაზრის წილი (2023)	77,07%
წითელი ზღვის წყალმცენარეების სეგმენტი (2024)	5,41 მილიარდი აშშ დოლარი
ფანტელების სეგმენტი (2024)	4,86 მილიარდი აშშ დოლარი

წყარო: Fortune Business Insights, 2024

მაკროწყალმცენარეები, განსაკუთრებით, ისეთი სახეობები, როგორიცაა სპირულინა და ქლორელა, კარგად არის ცნობილი ჯანმრთელობისთვის სასარგებლო თვისებებით. როგორც კვლევები აჩვენებს, ეს წყალმცენარეები მდიდარია ცილებით და მშრალი მასის მიხედვით, შეიძლება შეიცავდეს დაახლოებით 70% ცილას. მცენარეული დიეტებისა და ფუნქციური საკვების მიმართ მზარდი ინტერესი კიდევ უფრო ზრდის მოთხოვნას. ეს ტენდენცია განსაკუთრებით აქტუალურია მაკროწყალმცენარეებთან დაკავშირებით, რადგან ისინი ერთიანდებიან პროდუქტთა ფართო სპექტრში, მათ შორის ხემსებში, საკვებ დანამატებსა და სასმელებში.

1.3. ბაზრის და ფასთა ცვალებადობა

ფასების ცვალებადობა ასევე კრიტიკული საკითხია. მაკროწყალმცენარეების ბაზარი შეიძლება დაექვემდებაროს ისეთი ფაქტორებით გამოწვეულ ცვალებადობას, როგორიცაა კლიმატის ცვლილება, რამაც შეიძლება გავლენა მოახდინოს კულტივაციის პირობებსა და მოსავლიანობაზე. მაგალითად, ზღვის წყალმცენარეების შესახებ საერთაშორისო ასოციაციის მიერ გამოცემულ მოხსენებაში აღნიშნულია, რომ არახელსაყრელმა ამინდის პირობებმა შეიძლება გამოიწვიოს წყალმცენარეების მოსავლის მნიშვნელოვნად შემცირება, რაც საბოლოოდ ფასების ზრდას იწვევს. 2020 წელს, COVID-19 პანდემიით გამოწვეული მიწოდების ჯაჭვის დარღვევის გამო, გამომშრალი ზღვის წყალმცენარეების ფასი მკვეთრად – 30%-მდე – გაიზარდა, რამაც კიდევ ერთხელ გაუსვა ხაზი ბაზრის დაუცველობას.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

1.4. ტექნოლოგიური შეზღუდვები

კულტივაციისა და გადამუშავების ტექნოლოგიურმა შეზღუდვებმა შეიძლება შეზღუდოს ბაზრის ზრდა-განვითარება. მიუხედავად მიღწეული პროგრესისა, ბევრი მწარმოებელი კვლავ ტრადიციულ მეთოდებს იყენებს, რომლებიც, შესაძლოა, საკმარისად ეფექტური ან მდგრადი არ იყოს. მაგალითად, მაკროწყალმცენარეების კულტივაციისას მოსავლიანობა შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდეს – ჰექტარზე 5-დან 20 ტონამდე – გამოყენებული კულტივაციის ტექნიკის მიხედვით. არაეფექტურმა პრაქტიკამ შეიძლება შეაფერხოს სარგებლიანობა და გაართულოს ოპერაციების მასშტაბირება მზარდი მოთხოვნის დასაკმაყოფილებლად.

1.5. ბაზრის SWOT ანალიზი

1.5.1. შესაძლებლობები

ა. მზარდი მოთხოვნა მდგრადი სურსათის წარმოების მიმართ

მაკროწყალმცენარეების ბაზრის ზრდის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი შესაძლებლობა მდგომარეობს მის პოტენციურ როლში, აწარმოოს მდგრადი საკვები. გლობალურად მოსახლეობის ზრდისა და ნუტრიენტებით მდიდარ საკვებზე მოთხოვნის მატების პირობებში, მაკრო წყალმცენარეები წარმოადგენენ სიცოცხლისუნარიან ალტერნატივას. გაეროს მონაცემებით, 2050 წლისთვის მსოფლიოს მოსახლეობა დაახლოებით 9,7 მილიარდს მიაღწევს, რაც, სავარაუდოდ, საკვებზე მოთხოვნის 70%-ით გაზრდას გამოიწვევს. რადგან მაკროწყალმცენარეები მდიდარია აუცილებელი ნუტრიენტებით, ისინი სულ უფრო ხშირად გამოიყენება, როგორც ღირებული ინგრედიენტი სხვადასხვა საკვები პროდუქტისთვის – ხემსიდან დაწყებული, დიეტური დანამატებით დამთავრებული.

ბ. **მომხმარებელთა ცნობიერების ამაღლება ჯანმრთელობის შესახებ**

მომხმარებელთა მზარდი ცნობიერება ჯანმრთელობისა და კეთილდღეობის შესახებ ზრდის მოთხოვნას ფუნქციური საკვების მიმართ. მაკროწყალმცენარეების ჯანმრთელობისთვის სასარგებლო თვისებები, რომლებიც ცნობილია ვიტამინების, მინერალებისა და ანტიოქსიდანტების მაღალი შემცველობით, სულ უფრო მეტად ხდება ცნობილი. ჯანმო-ს მიერ მომზადებული ანგარიში მიუთითებს, რომ ზღვის წყალმცენარეების მოხმარებას შეუძლია, ხელი შეუწყოს კვებითი ღირებულების გაუმჯობესებას, განსაკუთრებით იმ რეგიონებში, სადაც მრავალფეროვანი საკვების წყაროებზე წვდომა

შეზღუდულია. რადგან მომხმარებლები უფრო ჯანსაღი კვების ვარიანტებს ეძებენ, მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებული პროდუქტების ბაზარი, მოსალოდნელია, რომ მნიშვნელოვნად გაფართოვდება.

გ. საჯარო მხარდაჭერის ზომები და პოლიტიკური ინიციატივები

სახელმწიფო ინიციატივები მნიშვნელოვან მხარდაჭერას წარმოადგენს მაკროწყალმცენარეების ინდუსტრიის ზრდის პროცესში. მრავალ ქვეყანაში სახელმწიფო ხელს უწყობს მდგრადი სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკის დანერგვას კლიმატის ცვლილებისა და გარემოს დეგრადაციის წინააღმდეგ ბრძოლის მიზნით. ამის მაგალითია, ევროკავშირის (EU) მიერ მომზადებული „მწვანე შეთანხმება“ (NOAA Fisheries, 2024), რომელიც ხაზს უსვამს მდგრადი საზღვაო რესურსების მნიშვნელობას და ხელს უწყობს ზღვის წყალმცენარეების კულტივაციაში ინვესტიციების განხორციელებას.

ევროკავშირი გეგმავს 2027 წლამდე მდგრადი აკვაკულტურის ხელშეწყობის მიზნით, დაახლოებით 1 მილიარდი ევროს გამოყოფას, რომლის გარკვეული ნაწილი, მოსალოდნელია, მაკრო წყალმცენარეების სექტორს მოხმარდეს. მსგავსი ინიციატივები უზრუნველყოფს სექტორის ზრდისთვის საჭირო დაფინანსებას და რესურსებს.

დ. ინოვაციური მიდგომები მაღალი ღირებულების მქონე გამოყენებაში

მაკროწყალმცენარეების გამოყენებაში ინოვაციური მიდგომები ზრდა-განვითარების კიდევ ერთი პერსპექტივაა. საკვებისა და სასმელების გარდა, მაკროწყალმცენარეების შესწავლა სხვადასხვა სექტორში მიმდინარეობს, მათ შორის კოსმეტიკაში, ბიო საწვავებსა და ბიოპლასტიკებში. ბიოპლასტმასების გლობალური ბაზარი, სავარაუდოდ, 2026 წლისთვის დაახლოებით 44,5 მილიარდ აშშ დოლარს მიაღწევს, ხოლო მაკროწყალმცენარეები შეიძლება წარმოადგენდნენ ტრადიციულ ნავთობპროდუქტებზე დამზადებული პლასტმასის მდგრად ალტერნატივას. ეკოლოგიურად სუფთა მასალისკენ ეს გადანაცვლება შეესაბამება მომხმარებელთა მოთხოვნას მდგრად პროდუქტებზე და ქმნის მნიშვნელოვან შესაძლებლობას მაკროწყალმცენარეების ბაზრისთვის.

ე. **მაკროწყალმცენარეების წვლილი კლიმატის ცვლილების წინააღმდეგ ბრძოლაში**

მაკროწყალმცენარეების როლი კლიმატის ცვლილების შემცირების მიმართულებით ასევე ქმნის მნიშვნელოვანი ზრდის შესაძლებლობებს. მათ

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

კულტივაციას შეუძლია მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანოს გლობალური დათბობის წინააღმდეგ ბრძოლაში, ნახშირორჟანგის მნიშვნელოვანი რაოდენობით შთანთქმის გზით. მსოფლიო ბანკის მიერ ჩატარებული კვლევის თანახმად, ზღვის წყალმცენარეების კულტივაციას წელიწადში 1,5 მილიარდ ტონამდე ნახშირორჟანგის შთანთქმა/დაკავება შეუძლია. ნახშირორჟანგის შთანთქმის/დაკავების ეს პოტენციალი არა მხოლოდ აძლიერებს მაკროწყალმცენარეების მდგრადობას, არამედ იზიდავს ინვესტიციებს გარემოსდაცვით საკითხებზე ორიენტირებული ორგანიზაციებისა და მთავრობების მხრიდან, რომლებიც კლიმატთან დაკავშირებული მიზნების მიღწევას ცდილობენ.

1.5.2. ბაზრის გაფართოება

დასავლეთში ბაზრების გაფართოება ზრდის განვითარების შესაძლებლობებს. მცენარეული დიეტის მზარდი პოპულარობა ევროპასა და ჩრდილოეთ ამერიკაში ზღვის წყალმცენარეების პროდუქტებზე მოთხოვნის ზრდას იწვევს. შეერთებულ შტატებში, საკვები წყალმცენარეების ბაზარი, სავარაუდოდ, წელიწადში 10%-ით გაიზრდება და 2025 წლისთვის დაახლოებით 2 მილიარდ აშშ დოლარს მიაღწევს. მაკროწყალმცენარეების ბაზარზე მთავარი ტენდენცია მცენარეული დიეტის მზარდი პოპულარობაა. რადგან მომხმარებლები უფრო მეტად ზრუნავენ ჯანმრთელობაზე და გარემოსდაცვით საკითხებზე, იზრდება მათი ინტერესი მდგრადი საკვები წყაროების მიმართაც. მაკროწყალმცენარეები, განსაკუთრებით, ზღვის წყალმცენარეები, მკვებავი ნივთიერებებით მდიდარ ინგრედიენტებად ითვლება, რომლებსაც შეუძლიათ მცენარეული წარმოშობის პროდუქტებში როგორც გემოს გაუმჯობესება, ასევე ჯანმრთელობისთვის სასარგებლო თვისებების გაზრდა. მაკროწყალმცენარეები მდიდარია ვიტამინებით, მინერალებითა და ანტიოქსიდანტებით. მაგალითად, წითელი მაკროწყალმცენარეები, როგორიცაა ნორი, დიდი რაოდენობით შეიცავს ვიტამინ B12-ს და ხშირად აკლია ვეგანურ დიეტებს. ეს საკვები ნივთიერებების პროფილი შეესაბამება ფუნქციურ საკვებზე მზარდ მოთხოვნას.

საერთაშორისო კვების სამეცნიერო ჟურნალში გამოქვეყნებული კვლევის თანახმად, ზღვის წყალმცენარეების მოხმარებას შეუძლია ნაწლავური ჯანმრთელობის გაუმჯობესება და იმუნური სისტემის გაძლიერება. ეს ცნობიერება უფრო მეტ მწარმოებელს უბიძგებს, რომ მაკროწყალმცენარეები თავიანთ პროდუქტებში ჩართონ.

1.5.3. სახელმწიფო მხარდაჭერის ზომები

სამთავრობო სტრუქტურები აქტიურად უჭერენ მხარს მაკროწყალმცენარეების კულტივაციასა და მოხმარებას მდგრადი განვითარების მიზნების ფარგლებში. „მწვანე შეთანხმება“ ხაზს უსვამს საზღვაო რესურსების მნიშვნელობას კლიმატის მიზნების მისაღწევად. ევროკავშირი გეგმავს 1 მილიარდი ევროს ინვესტირებას მდგრად აკვაკულტურაში, განსაკუთრებული აქცენტით მაკროწყალმცენარეების კულტივაციაზე. ეს ინიციატივა მიზნად ისახავს ადგილობრივი წარმოების წახალისებას, იმპორტირებულ პროდუქტებზე არსებული დამოკიდებულების შემცირებას და სურსათის უვნებლობის გაუმჯობესებას.

1.5.4. ტექნოლოგიური წინსვლა/განვითარება

ბოლოდროინდელი ტექნოლოგიური მიღწევები აუმჯობესებს მაკროწყალმცენარეების კულტივაციისა და გადამუშავების ეფექტურობას. ისეთი ინოვაციები, როგორიცაა მოსავლის ავტომატური მოპოვება და გაუმჯობესებული აკვაკულტურის ტექნიკა, აადვილებს მაღალი ხარისხის მაკროწყალმცენარეების მასშტაბურ წარმოებას. მაგალითად, სამხრეთ კალიფორნიის უნივერსიტეტსა და ნორვეგიულ კომპანია Ocean Farming-ს შორის არსებული პარტნიორობის მიზანია მდგრადი სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკის შემუშავება, რამაც შეიძლება მოსავლიანობა 50%-მდე გაზარდოს. განვითარებების ეს პრაქტიკა არა მხოლოდ აუმჯობესებს მაკრო წყალმცენარეების კულტივაციის ეკონომიკურ მდგრადობას, არამედ ამცირებს გარემოზე ზემოქმედებას.

კიდევ ერთ ტენდენციას წარმოადგენს მაკროწყალმცენარეების მზარდი გამოყენება ეკოლოგიურად სუფთა შესაფუთ საშუალებებში. პლასტიკით დაბინძურების გლობალური პრობლემის ფონზე, კომპანიები ბიოდეგრადირებად ალტერნატივებზე გადადიან. მაკროწყალმცენარეებისგან მიღებული მასალები ტრადიციული პლასტმასის მდგრად ალტერნატივას წარმოადგენს, რაც გარემოსდაცვითი დამოკიდებულების მქონე მომხმარებლებს უფრო იზიდავს.

მაკროწყალმცენარეების გამოყენება კოსმეტიკის ინდუსტრიაშიც იზრდება. ბევრი კოსმეტიკური კომპანია ზღვის წყალმცენარეების ექსტრაქტებს თავის ფორმულაში იყენებს დამატენიანებელი და დაბერების საწინააღმდეგო თვისებების გამო. ეს ტენდენცია მაკროწყალმცენარეების მომწოდებლებისთვის მომგებიან შესაძლებლობას წარმოადგენს.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

1.6. მაკროწყალმცენარეების ღირებულებათა ჯაჭვი და ძირითადი გამოყენება

1.6.1. კომერციული და ინდუსტრიული გამოყენება

მაკროწყალმცენარეები სტრატეგიულ რესურსად იქცა მრავალი ინდუსტრიისთვის და არა მხოლოდ კვების სექტორში, მათივე კვებითი ღირებულების, ბიოაქტიური ნაერთებისა და სწრაფი ზრდის ტემპის გამო. ამან მაკროწყალმცენარეები სულ უფრო მეტად მრავალმხრივ ბიორეფინირების პლატფორმად გადააქცია და ხელი შეუწყო მაკროწყალმცენარეების აღქმას, როგორც უნივერსალური ბიოგადამუშავების პლატფორმას.

ა. საკვებისა და სასმელის სექტორი

მაკროწყალმცენარეები დიდი ხანია გამოიყენება პირდაპირი მოხმარებისთვის მთელ მსოფლიოში, განსაკუთრებით, აზიურ სამზარეულოებში. ისეთი სახეობები, როგორიცაა ნორი (Porphyra spp.), ვაკამე (Undaria pinnatifida) და კომბუ (Laminaria japonica), წარმოადგენენ ძირითად ინგრედიენტებს ისეთ პროდუქტებში, როგორიცაა სუში, სალათები, სოუსები და სანელებლები. ტრადიციული გამოყენების მიღმა, მაკროწყალმცენარეები სულ უფრო მეტად განიხილება, როგორც ფუნქციური საკვებისა და მცენარეული ალტერნატივების მდიდარი რესურსი. მაკროწყალმცენარეები მდიდარია ცილებით, საკვები ბოჭკოებით, ვიტამინებით, მინერალებითა და პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავებით (PUFA), რომლებიც აუცილებელია ადამიანის კვებისთვის. ვეგანური და ვეგეტარიანული დიეტების პოპულარობის ზრდასთან ერთად, მაკროწყალმცენარეები სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება მცენარეული ცილის ალტერნატივების შესამუშავებლად.

მაკროწყალმცენარეების კვების სექტორში ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი სამრეწველო მიმართულებაა ჰიდროკოლოიდების (აგარი, ალგინატი და კარაგენანი) წარმოება. ეს ნაერთები ფართოდ გამოიყენება როგორც საკვები პროდუქტების ბუნებრივი დანამატები, გელისებრი მასის წარმოქმნის, გასქელების, სტაბილიზაციისა და ემულსიფიკაციისთვის სხვადასხვა საკვებ პროდუქტში, მათ შორის ისეთი პროდუქტების წარმოებაში, როგორიცაა ნაყინი, ჯემები და გამომცხვარი პროდუქტები.

ბ. ცხოველთა კვება და აკვაკულტურა

მაკროწყალმცენარეები სულ უფრო მეტ მნიშვნელობას იძენენ ცხოველთათვის განკუთვნილი საკვების სექტორში, როგორც ტრადიციული თევზისა და

თევზის ქონის ალტერნატივა. ამ ინგრედიენტებს შეუძლიათ, უზრუნველყონ ომეგა-3 ცხიმოვანი მჟავები, რომლებიც აუცილებელია ცხოველთა კვებისთვის, რითაც მცირდება თევზჭერის რეზერვუარებზე დამოკიდებულება. ზღვის წყალმცენარეების ფქვილის, როგორც საკვებდანამატის გამოყენება, რომელიც პირველად ნორვეგიაში 1960-იან წლებში დაიწყო, ამ სფეროში განხორციელებულ ადრეულ ინოვაციებზე მიუთითებს. გარდა ამისა, კვლევები აჩვენებს, რომ გარკვეული ზღვის წყალმცენარეების სახეობების ცხოველთა საკვებში დაახლოებით 1%-იანი ჩართვის მაჩვენებლით, შესაძლებელია, მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვიდან მეთანის გამოყოფის შემცირება. გამარტივების ეს პოტენციალი ამ სექტორს აქტუალურს ხდის კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებით.

გ. ბიოსტიმულატორები და ბიოსასუქები

მაკროწყალმცენარეების ექსტრაქტები გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში, როგორც ბიოსასუქი და ნიადაგის გამანაყოფიერებელი საშუალება, რასაც ხელს უწყობს მათი მაკრო და მიკროელემენტების შემცველობა. მასში შემავალ ნივთიერებებს შეუძლიათ, გააუმჯობესონ ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები და ხელი შეუწყონ სასარგებლო მიკროორგანიზმების აქტივობას. მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებულ ბიოსტიმულატორებს შეუძლიათ, დააჩქარონ კულტურათა ზრდა, გაზარდონ ამტანობა აბიოტური სტრესების მიმართ, როგორიცაა გვალვა და მარილიანობა, და გააუმჯობესონ საკვები ელემენტების ათვისება. თურქეთში, მერსინის უნივერსიტეტში ჩატარებულმა პროექტმა შეისწავლა ადგილობრივი მაკროწყალმცენარეებისგან ბიოსასუქის წარმოება და მისი გავლენა სალათის ფურცლებზე, რითაც ხაზი გაუსვა ამ სფეროში არსებულ ადგილობრივ პოტენციალს. ასეთი ადგილობრივი და ბუნებრივი სასუქების გამოყენებას შეუძლია, უფრო ეკონომიური ვარიანტი შესთავაზოს მზარდი ხარჯების პირობებში და ამავდროულად, ხელი შეუწყოს ორგანული მეურნეობის პრაქტიკის დანერგვას.

დ. მაღალი ღირებულების გამოყენებები

მაკროწყალმცენარეების ყველაზე მაღალი დამატებითი ღირებულების მქონე გამოყენების სფეროები წარმოდგენილია ისეთ ინდუსტრიებში, როგორიცაა ფარმაცევტული და კოსმეტიკური წარმოების სექტორები.

- **ფარმაცევტული და ნუტრაცევტიკული საშუალებები:** მაკროწყალმცენარეები შეიცავს ბიოაქტიურ ნაერთებს, რომელთაც გააჩნიათ ანტიოქსიდანტური, კიბოს საწინააღმდეგო, ანტიმიკრობული და დიაბეტის საწინააღმდეგო თვისებები. ეს ნაერთები განიხილება, როგორც სი-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ნთეზური მედიკამენტების ბუნებრივი და მდგრადი ალტერნატივა და ავლენს დიდ პოტენციალს სხვადასხვა დაავადების მკურნალობასა და მართვაში. გარკვეულმა ნაერთებმა, მაგალითად, კარაგენანის ოლიგოსაქარიდებმა, გამოავლინა კიბოს საწინააღმდეგო მოქმედება. მან შეიძლება გამოიწვიოს სინერგიული ეფექტები ტრადიციულ მედიკამენტებთან შერწყმისას.

- **კოსმეტიკა:** ბუნებრივი, ბიოშეთავსებადი და განახლებადი მაკროწყალმცენარეებისგან მიღებული ნაერთები სულ უფრო მეტ პოპულარობას აღწევენ კანის მოვლის სფეროში. ისინი გამოიყენება დამატენიანებელ საშუალებებში, ანტიასაკობრივ პროდუქტებში, კანის გამაღიავებელ ფორმულებში და თმის მოვლის საშუალებებში (კომერციული ზღვის წყალმცენარეების ბაზრის მოცულობა, 2024).

- თალასოთერაპიის ცენტრებში უპირატესობა ენიჭება პასტების, ფხვნილების ან ფქვილის სახით მომზადებულ წყალმცენარეებს, მათი მინერალური შემცველობის (მაგ., კალციუმი, მაგნიუმი, ნატრიუმი, კალიუმი), მიკროელემენტების (მაგ., რკინა, სპილენძი, თუთია, მანგანუმი) და ვიტამინების შემცველობის გამო (ტურანი, 2007). აგარის გელის წარმოქმნის უნარი დაახლოებით ათჯერ აღემატება ჟელატინისას, რაც ადასტურებს მის ფართო გამოყენებას მიკრობიოლოგიურ კვლევებსა და ფარმაცევტულ ინდუსტრიაში (Yılsay et al., 2001).

- წყლის მაღალი შეკავების უნარის გამო, ზღვის წყალმცენარეებისგან მიღებული კომპონენტები ასევე გამოიყენება სულფამატის შემცველი სუსპენზიური ნარევების მომზადებაშიც (Güner & Aysel, 2006).

- აგარის გელები ასევე გამოიყენება სხვადასხვა პროდუქტში, როგორიცაა სურნელოვანი იღლიის კრემები, მზისგან დამცავი საშუალებები და თუთიის ოქსიდის ან პენიცილინის შემცველი დერმატოლოგიური საცხები.

- კვლევების მიხედვით, კრემებში გამოყენებულმა ალგინატებმა შეიძლება კანზე გაგრილების შეგრძნება გამოიწვიოს სწრაფი აორთქლების ეფექტის გამო.

ცხრილი 2: მაკროწყალმცენარეების ძირითადი მეტაბოლიტები და სამრეწველო გამოყენება

მეტაბოლიტების კლასი	ძირითადი წყაროები	ძირითადი სამრეწველო გამოყენება
პოლისაქარიდები	*როდოფიტები (წითელი წყალმცენარეები)* *Phaeophyceae* (ყავისფერი წყალმცენარეები)	საკვები (გასქელება, გელის წარმოქმნა), ფარმაცევტული საშუალებები (წამლების მიწოდება), ბიოტექნოლოგია, ბიოსაწვავი
ცილები	სხვადასხვა სახეობა, განსაკუთრებით, წითელი წყალმცენარეები	საკვები (მცენარეული ცილა), ცხოველთა საკვები, კვება
ფენოლური ნაერთები	*Phaeophyceae* (ყავისფერ-წითელი წყალმცენარეები)	ანტიოქსიდანტური, კიბოს საწინააღმდეგო, ანტიმიკრობული კოსმეტიკა (ანტიასაკობრივი)
პიგმენტები (კაროტინოიდები, ფიკოციანინები)	სხვადასხვა სახეობა	ბუნებრივი საკვები საღებავები, კოსმეტიკა, კვება (საკვები დანამატები)
მინერალები და ვიტამინები	სხვადასხვა სახეობა	საკვები (საკვები დანამატები), ცხოველთა საკვები, ბიოსასუქები

ეს მრავალფეროვანი გამოყენება აჩვენებს, რომ მაკროწყალმცენარეები არა მხოლოდ ძირითადი პროდუქტია, არამედ ინტეგრირებული ბიოგადამამუშავებელი ქარხნის ნედლეულსაც წარმოადგენს, რაც ერთი და იმავე ბიომასიდან მრავალი მაღალი ღირებულების მქონე პროდუქტის წარმოების საშუალებას იძლევა. ეს მიდგომა შეესაბამება ცირკულარული ეკონომიკის მოდელს, რომლის ფარგლებშიც ნედლეული სრულად გამოიყენება და უზრუნველყოფს ნული-ნარჩენის მიზანს (Adarshan et al., 2023).

1.7. კულტივაციისა და დამუშავების ტექნოლოგიები

მაკროწყალმცენარეების სექტორი ტრადიციული შეგროვების პრაქტიკიდან თანდათან გადადის თანამედროვე, აკვაკულტურაზე დაფუძნებულ კულტივაციის ტექნოლოგიებზე. ეს გარდამავალი პროცესი მიზნად ისახავს

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ეფექტიანობის გაუმჯობესებას, ხარჯების შემცირებას და გარემოსდაცვითი მდგრადობის უზრუნველყოფას.

კულტივაციის თანამედროვე ტექნიკები

- 3D ოკეანის მეურნეობა: ტექნიკა, რომელიც საშუალებას იძლევა, განხორციელდეს მასშტაბური წარმოება ზღვის წყლის ხაზების სრული გამოყენებით, ხმელეთის სოფლის მეურნეობისთვის საჭირო ფართობისა და მტკნარი წყლის რესურსების გარეშე. გაზაფხულზე, გრძელ ძელზე ჩამოკიდებული წყალმცენარეები შეიძლება 10 მეტრამდე ან უფრო მეტი სიმაღლისაც კი გაიზარდოს. ამ მიდგომის საშუალებით, შედარებით მცირე ფართობიდან შესაძლებელია, მაღალი მოსავლის მიღება.
- **ინტეგრირებული მულტიტროფიული აკვაკულტურა (IMTA):** ეს მიდგომა მოიცავს სხვადასხვა სახეობის, როგორიცაა ფარფლიანი თევზი, მოლუსკები და მაკროწყალმცენარეები, თანაკულტივაციას ერთ სისტემაში. მაკროწყალმცენარეები შთანთქავენ სხვა სახეობების ნარჩენებისგან წარმოქმნილ ზედმეტ საკვებ ნივთიერებებს (აზოტსა და ფოსფორს), რაც აუმჯობესებს წყლის ხარისხს და ხელს უწყობს ეკოსისტემის მდგრადობას. ამ ინტეგრირებულ მოდელს შეუძლია, გაზარდოს ეკონომიკური მომგებიანობა და ამავდროულად, უზრუნველყოს გარემოსდაცვითი სარგებელი.

1.7.1 ბიოტექნოლოგია და შტამების გაუმჯობესება

ბიოტექნოლოგიას და შტამების გაუმჯობესებას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მაკროწყალმცენარეების სექტორის გრძელვადიანი ზრდის პერსპექტივისათვის. თუმცა, მიკროწყალმცენარეებისგან განსხვავებით, ამ სფეროში ტექნოლოგიური პროგრესი საწყის ეტაპზეა. მიკროწყალმცენარეებში, გენის მოდიფიკაციის ისეთი ხელსაწყოები, როგორიცაა CRISPR/Cas, წარმატებით გამოიყენება სამრეწველო თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი მახასიათებლების გასაუმჯობესებლად, მათ შორის, ლიპიდებისა და პიგმენტების შემცველობის აღსადგენად. ამის საპირისპიროდ, ამ ხელსაწყოების მაკროწყალმცენარეებზე გამოყენება ჯერ კიდევ საკმარისად შესწავლილი არ არის და არსებული მტკიცებულებები არ იძლევა დეტალურ წარმოდგენას იმის შესახებ, თუ როგორ შეიძლება მაკროწყალმცენარეებში სამრეწველო თვისებების გაუმჯობესება გენეტიკური ტექნოლოგიის საშუალებით.

ამჟამად, მაკროწყალმცენარეებში შტამების გაუმჯობესების ძირითადი მიდგომა ეფუძნება ტრადიციულ სელექციურ გამოყვანას და სტაბილური შტა-

მების განვითარებას, ველური პოპულაციებიდან სასურველი თვისებების იდენტიფიცირებისა და გამრავლების გზით. ზემოთ მოცემული მიუთითებს მაკროწყალმცენარეების კულტივაციის მდგრადი ზრდის მიმართულებით არსებულ მნიშვნელოვან ტექნოლოგიურ ხარვეზზე. ამ ხარვეზის აღმოფხვრა ხაზს უსვამს ბიოტექნოლოგიასა და გენეტიკურ კვლევებში ინვესტირებისა და სექტორის სამომავლო პოტენციალის მაქსიმალიზაციის მნიშვნელობას.

1.7.2. ბიორაფინირება და გადამუშავება

ბიოგადამამუშავებელი პროცესების განვითარება კრიტიკულად მნიშვნელოვანია მაკროწყალმცენარეების ეკონომიკური ღირებულების ზრდისთვის. ეს პროცესები მიზნად ისახავს ნულოვანი ნარჩენის პრინციპის ფარგლებში, მრავალი მაღალი ღირებულების მქონე პროდუქტის წარმოებას, ბიომასის მის ძირითად კომპონენტებად (მაგ., ცილები, ნახშირწყლები, ლიპიდები) დაყოფით, რომლებიც შემდეგ შეიძლება გარდაიქმნას სხვადასხვა პროდუქტულ ნაკადში ეკონომიკური ღირებულების გაზრდისთვის.

თუმცა, მაკროწყალმცენარეების დამუშავება მნიშვნელოვან გამოწვევებსაც გულისხმობს. მოპოვებული ბიომასის გამოშრობა ენერგომოხმარების ინტენსიური ეტაპია, რომელიც ზრდის როგორც ხარჯებს, ასევე გარემოზე ზემოქმედებას. საპასუხოდ, მიმდინარეობს კვლევები ექსტრაქციის ახალი მეთოდების შესახებ, როგორიცაა მაგალითად, სველი დამუშავების გზები, რაც საშუალებას იძლევა, დამუშავება განხორციელდეს წინასწარი გამოშრობის გარეშე. ამ ინოვაციურ მიდგომებს შეუძლია წარმოების ხარჯების შემცირება და ინდუსტრიულ გარემოზე ზემოქმედების შემცირება.

1.8. მაკროწყალმცენარეების როლი ლურჯ ეკონომიკაში

მაკროწყალმცენარეების სექტორი არა მხოლოდ ეკონომიკურ პოტენციალს, არამედ გარემოსდაცვითი და სოციალური სარგებლის ფართო სპექტრს გვთავაზობს, რაც მოიაზრება ლურჯი ეკონომიკის კონცეფციის ფარგლებში.

1.8.1. ლურჯი ეკონომიკა

XXI საუკუნის დასაწყისიდან „ლურჯი ეკონომიკის“ კონცეფცია სულ უფრო მნიშვნელოვანი ხდება. საერთაშორისო საზოგადოების თქმით, რომ ლურჯი ეკონომიკა სამ ეკონომიკურ ფორმას აერთიანებს:

- ეკონომიკა, რომელიც გლობალური წყლის კრიზისის პრობლემას პასუხობს (McGlade et al., 2012);

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

- ინოვაციური განვითარების ეკონომიკა (Pauli, 2009) და
- საზღვაო ეკონომიკის განვითარება (Behnam, 2012).

აკადემიური კვლევების მიხედვით, ლიტერატურა „ლურჯი ეკონომიკის“ შესახებ, ისეთი თემების გარშემოა ჩამოყალიბებული, როგორიცაა მდგრადი განვითარება, ეკოსისტემური სერვისები, მმართველობა და სექტორული ტრანსფორმაცია. მოცემულ ჩარჩოებში „ლურჯი ეკონომიკის“ მოდელები განიხილება როგორც მიდგომები, რომლებიც მიზნად ისახავს, ჩაანაცვლოს მწირი მდიდარი რესურსით და გამოიწვიოს არსებული წარმოებისა და მოხმარების მოდელები, რომლებიც გარემოსდაცვით პრობლემებს ქმნიან (Kathijotes, 2013). სანაპირო არეალებზე ლურჯი ზრდის მხარდასაჭერად რეკომენდებულია ეკოსისტემურ მომსახურებებზე დაფუძნებული მართვის ხელსაწყოების განვითარება (Mulazzani et al., 2016). ანალოგიურად, საზღვაო სექტორში გრძელვადიანი ლურჯი ზრდა დაკავშირებულია მართვის ისეთ მოდელებთან, რომლებიც დაფუძნებულია თანამშრომლობაზე, ინკლუზიურობასა და სანდოობაზე (სომა და სხვ., 2018). ლურჯი ზრდის სივრცულ განზომილებაზე ორიენტირებული კვლევები ხაზს უსვამენ დაგეგმვისა და სივრცის განაწილების სტრატეგიულ მნიშვნელობას, რაც საზღვაო ინდუსტრიაში ზრდის შეფერხების შესაძლებლობაზე მიუთითებს (Van den Burg et al., 2019).

მართვისა და მმართველობის წყაროები მდგრადი განვითარების მიდგომას განიხილავენ, როგორც ძირითად საფუძველს. ამ კონტექსტში შემუშავებულია კონცეპტუალური ჩარჩო მდგრადი საზღვაო მართვის შესაფასებლად (Keen et al., 2018). გარდა ამისა, შემოთავაზებულია ლურჯი ზრდის მართვის მოდელი, რომელიც ხაზს უსვამს დაინტერესებულ მხარეებს შორის ერთობლივი ძალისხმევის აუცილებლობას, ლურჯი ზრდის ხელშეწყობისა და მდგრადი განვითარების მიზნების მისაღწევად (Sarker et al., 2018).

დაინტერესებული მხარეების როლის შემსწავლელი კვლევები განიხილავს ინკლუზიური მმართველობის მექანიზმების მნიშვნელობას მდგრადი განვითარების მიმართულებით (Howard, 2018). ლურჯი ეკონომიკისა და ეკოსისტემის მართვას შორის კონვერგენცია/თავსებადობა განსაკუთრებით უკავშირდება ეკოსისტემური აღრიცხვის მეთოდს, რაც ყურადღებას ამახვილებს ლურჯი ზრდის ეკოლოგიურ საფუძვლებზე (Häyhä & Franzese, 2014; Lillebø et al., 2017). ლურჯი ეკონომიკა ყურადღებას ამახვილებს ყოვლისმომცველ დაგეგმარებასა და კოორდინირებულ განვითარებაზე ზღვის ეკოსისტემასა და ოკეანეებისა და სანაპირო ზონების ეკონომიკურ სისტემას შორის. ამ მახასიათებლების გათვალისწინებით, ლურჯ ეკონომიკას განვსაზღვრავთ,

როგორც მდგრად წარმოებას, მომსახურებას და ყველა მასთან დაკავშირებულ საქმიანობას, რომელიც იყენებს და ინახავს სანაპირო და საზღვაო რესურსებს. ამ მხრივ, არსებობს მრავალი გამოწვევა, რომელიც ეხება ეკონომიკის ყველა სექტორს – კერძო სექტორიდან და მრეწველობიდან დაწყებული, კვლევითა და განვითარებით, არასამთავრობო ორგანიზაციებითა და სამთავრობო პოლიტიკით დამთავრებული. ეს სირთულე წარმოადგენს როგორც შესაძლებლობებს, ასევე დაბრკოლებებს.

2018 წლის 8 ივნისს, იანძის დელტას რეგიონში სხვადასხვა საზღვაო სამრეწველო პარკმა და ბაზებმა ხელი მოაწერეს შეთანხმებებს რეგიონული სტრატეგიული თანამშრომლობის განხორციელების შესახებ. იანძის დელტაში საზღვაო ინდუსტრიების სტრატეგიული თანამშრომლობა მოიცავს ხუთ პარკსა და ბაზას ნანტონგში, ჟოუშანში, შანხაიში, პუდონგსა და ნინგბოში.

ამ პარკებისა და ბაზების შექმნისას აქცენტი კეთდება ორ ძირითად ასპექტზე:

- სამრეწველო თანამშრომლობის გაძლიერება: სამრეწველო პროექტებისა და რესურსების ყოველმხრივი მართვა საჭიროებებზე დაფუძნებული გადაწყვეტილებების მიღების ხელშეწყობის მიზნით; პროექტის განხორციელების მიზნით, მომსახურების ფუნქციების შექმნა; და რეგიონში საზღვაო ინდუსტრიის მოწესრიგებული მართვისა და სამრეწველო კლასტერიზაციის განვითარების ხელშეწყობა.
- სამეცნიერო ინოვაციებისა და კადრების/სპეციალისტების განვითარების სფეროში თანამშრომლობის გაღრმავება: კოლეჯებისა და დაწესებულებების, სამეცნიერო ინსტიტუტებისა და საწარმოების წახალისება, ერთობლივი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულებებისა და ტექნოლოგიათა ცენტრის შექმნა-დაარსება; საზღვაო კადრების მოზიდვაში კომუნიკაციისა და ინტეგრაციის უზრუნველყოფა; კადრების მომზადებისა და განვითარების ერთობლივი მექანიზმების შექმნა; კადრების აღიარებისთვის საერთო კრიტერიუმების დამკვიდრება (ჩინეთის სახელმწიფო საბჭო, 2014).

1.8.2. ლურჯი ნახშირორჟანგის პოტენციალი კლიმატის ცვლილებთან მიმართებაში

მაკროწყალმცენარეები ძალიან ეფექტურად შთანთქავენ ნახშირორჟანგს ოკეანიდან. თითოეულს მხოლოდ ბიომასის საფუძველზე შეუძლია მეტი აირის შთანთქმა, ვიდრე ერთად აღებულ ზღვის ბალახებს, მანგროს ხეე-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ბსა და მარილიან ჭაობებს, რომლებიც ცნობილია ნახშირორჟანგის შეკავების უნარით. ეს ნიშნავს, რომ მაკროწყალმცენარეების ფერმებს შეუძლიათ, ხელი შეუწყონ კლიმატთან დაკავშირებული ადგილობრივი ზემოქმედების, მაგალითად, ოკეანის მჟავიანობის შემცირებას. მიუხედავად იმისა, რომ ტერმინი „ლურჯი ნახშირბადი“ ტრადიციულად მანგროს ტყეებს, ზღვის ბალახებსა და მარილიან ჭაობებს ეხება, ის სულ უფრო ხშირად ფართოვდება და ვრცელდება მაკროწყალმცენარეებზეც, რადგან მაკროწყალმცენარეები ცნობილია, როგორც პოტენციურად მნიშვნელოვანი წვლილის შემტანი გლობალური კლიმატის ცვლილებების საკითხში.

1.8.3. ბიორემედიაცია და წყლის ხარისხის გაუმჯობესება

მაკროწყალმცენარეებს შეუძლიათ წყლის ხარისხის გაუმჯობესება ზრდის პერიოდში ჭარბი ნუტრიენტების, როგორიცაა აზოტი და ფოსფორი, შთანთქმით. ჭარბი რაოდენობით არსებობის შემთხვევაში, ამ ნუტრიენტებს შეუძლიათ გამოიწვიონ მავნე წყალმცენარეების აყვავება და შეამცირონ ჟანგბადის დონე ზღვის წყლებში. მაკროწყალმცენარეების მეურნეობას შეუძლია, შეამციროს ნუტრიენტების კონცენტრაცია მიმდებარე წყლებში და, შესაბამისად, თავიდან აიცილონ ჰიპოქსიური „მკვდარი ზონების“ წარმოქმნა.

მაკროწყალმცენარეებს ასევე შეუძლიათ მძიმე მეტალების და სხვა სანაპირო დამაბინძურებლების შთანთქმა, და ასევე, რომელსაც ბიოლოგიური ღრუბლის მსგავსი მოქმედება აქვს. ამ მიზნით მოყვანილი მაკროწყალმცენარეები არ უნდა იქნას გამოყენებული კომერციული პროდუქტების სახით და უნდა იქნეს გამოყენებული მხოლოდ ეკოსისტემური ჯანმრთელობის გაუმჯობესებლად.

1.8.4. ეკოსისტემური სერვისები და აღდგენა

მაკროწყალმცენარეებს მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური ფუნქცია აკისრიათ, ისინი ზღვის ორგანიზმებს ბუნებრივი გარემოთი და საკვები რესურსებით უზრუნველყოფენ; გლობალურად შემცირებული კელპის/მუქი ფერის წყალმცენარე ტყეების აღსადგენად, სულ უფრო ხშირად გამოიყენება „აღდგენითი აკვაკულტურის“ სახელით ცნობილი მიდგომა. ამ მიდგომის ფარგლებში, მაკროწყალმცენარეების კულტივაცია გამოიყენება თევზებისა და სხვა საზღვაო ორგანიზმებისთვის თავშესაფრისა და საკვები გარემოს შექმნის მიზნით.

ამ ეკოლოგიურ სარგებელს მაკროწყალმცენარეების სექტორისადმი ინტერესი სასაქონლო ბაზრების ფარგლებს გარეთ გადააქვს. ოკეანის რესურსების გამოყენებაზე დაფუძნებული გადაწყვეტილებები ხშირად მრავალ თანმხლებ სარგებელს იძლევა, როგორიცაა ეკოსისტემის აღდგენა, ნახშირორჟანგის შეკავება და სამუშაო ადგილების შექმნა. ეს მრავალდონიანი ფასობრივი შეთავაზება იზიდავს ლურჯი ეკონომიკისკენ ორიენტირებულ ინვესტორთა ახალ კლასს, რომლებიც ითვალისწინებენ არა მხოლოდ ფინანსურ შემოსავალს, არამედ გარემოსდაცვით და სოციალურ გავლენას. შედეგად, მაკროწყალმცენარეების სექტორი სულ უფრო მეტად მოიაზრება, როგორც გრძელვადიანი და მდგრადი საინვესტიციო სფერო.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ნაწილი 2

შედარებითი ანალიზი: გლობალური ლიდერები და თურქეთი

მაკროწყალმცენარეების (კომერციული წყალმცენარეების) სექტორმა ბოლო წლებში მნიშვნელოვანი ზრდა განიცადა და გლობალურ ეკონომიკაში სულ უფრო მნიშვნელოვანი ადგილი დაიმკვიდრა. 2024 წლის მდგომარეობით, წყალმცენარეების გლობალური კომერციული ბაზარი სხვადასხვა წყაროს მიხედვით, სხვადასხვაგვარად არის შეფასებული, თუმცა ყველა მათგანი მიუთითებს ბაზრის მნიშვნელოვან მოცულობაზე. Fortune Business Insights-ის (2024) მონაცემებით, ბაზარი 2024 წელს დაახლოებით 12,7 მილიარდ აშშ დოლარად იყო შეფასებული და მოსალოდნელია, რომ 2034 წლისთვის 22,82 მილიარდ აშშ დოლარს მიაღწევს, რაც საშუალო წლიური ზრდის ტემპით (CAGR) 6%-ით გაიზრდება.

ბაზრის კიდევ ერთი ანალიზის თანახმად, ბაზრის ზომა 2023 წელს 17,14 მილიარდი აშშ დოლარი იყო, ხოლო 2024 წელს 18,39 მილიარდ აშშ დოლარს მიაღწია და პროგნოზირებულია, რომ ის 2032 წლისთვის 34,56 მილიარდ აშშ დოლარამდე გაიზრდება, საშუალო წლიური ზრდის ტემპით (CAGR) 8,20%-ით. ამ მაჩვენებლებს შორის არსებული განსხვავებები ასახავს იმ ფაქტს, რომ სექტორი ჯერ კიდევ სრულად არ არის განვითარებული და მონაცემთა შეგროვების მეთოდოლოგიები ჯერ კიდევ სრულად სტანდარტიზებული არ არის. ეს, თავის მხრივ, სექტორის ახალი და დინამიკური ბუნების მაჩვენებელია. მსოფლიო ბანკის ბოლო ანგარიშის თანახმად, ზღვის წყალმცენარეების განვითარებად გლობალურ ბაზარს 2030 წლისთვის 11,8 მილიარდ აშშ დოლარამდე გაზრდის პოტენციალი აქვს. ეს საბაზრო ღირებულება დაკავშირებულია არა მხოლოდ ზღვის წყალმცენარეების მიერ ნახშირორჟანგის შთანთქმასთან, არამედ ზღვის ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებასთან, ქალებისთვის დასაქმების შესაძლებლობების შექმნასა და ღირებულებათა ჩამოყალიბების უნართან.

გლობალური ზღვის წყალმცენარეები: ახალი და განვითარებადი ბაზრების ანგარიშში (2023) გაანალიზებულია ზღვის წყალმცენარეების ბაზრის ის გამოყენებითი მიმართულებები, რომლებსაც მაღალი ზრდის პოტენციალი აქვთ. ანგარიში წარმოადგენს ინფორმაციის წყაროს მეწარმეების, ინვესტორებისა და პოლიტიკის შემქმნელებისათვის, რათა დაეხმაროს ზღვის წყალმცენარეების სექტორს თავისი პოტენციალის სრულად რეალიზებაში როგორც მოკლე, ისე გრძელვადიან პერსპექტივაში. დღესდღეობით, კულ-

ტივირებული წყალმცენარეების უმეტესობა გამოიყენება ადამიანის მიერ პირდაპირი გზით მოხმარებისთვის, ან აკვაკულტურაში ახალი საკვების სახით. მომავალში, ზღვის წყალმცენარეებზე დაფუძნებულმა პროდუქტებმა შეიძლება ჩაანაცვლოს ნიაღისეული საწვავი ისეთ სექტორებში, როგორიცაა ტექსტილისა და პლასტმასის წარმოება, უზრუნველყონ ნახშირორჟანგის დაკავება და შექმნან შემოსავლის წყაროები დაუცველი სანაპირო თემებისთვის. ვინაიდან ამჟამინდელ ბაზარზე დომინირებს რამდენიმე აზიური ქვეყანა, რომლებიც კულტივირებული ზღვის მცენარეების 98%-ს აწარმოებენ, შესაბამისად, სხვა რეგიონებშიც არსებობს მნიშვნელოვანი ზრდის შესაძლებლობები.

ანგარიში ფოკუსირებულია ზღვის წყალმცენარეების ათ შედარებით ახალ და განვითარებად გამოყენების მიმართულებაზე, რომლებსაც უკვე არსებულ სექტორებს მიღმა ყველაზე დიდი საბაზრო შესაძლებლობები აქვთ. მოკლევადიან პერიოდში, ყველაზე პერსპექტიული განვითარებადი ბაზრები, მათ შორის ბიოსტიმულატორები, ცხოველთა საკვები, შინაური ცხოველების საკვები და მეთანის შემამცირებელი დანამატები, 2030 წლისთვის, სავარაუდოდ, 4,4 მილიარდ აშშ დოლარს მიაღწევს.

საშუალოვადიან პერსპექტივაში ისეთმა შესაძლებლობებმა, როგორიცაა საკვები დანამატები, ალტერნატიული ცილები, ბიოპლასტმასები და ქსოვილები, შესაძლოა 6 მილიარდ აშშ დოლარს მიაღწიოს. გრძელვადიან პერსპექტივაში ფარმაცევტული პროდუქტებისა და სამშენებლო მასალების მიმართულებით განვითარებადი ბაზრები, სავარაუდოდ, 1,4 მილიარდ აშშ დოლარს მიაღწევს, თუმცა მოსალოდნელია, რომ მნიშვნელოვანი მარეგულირებელი სირთულეები და პროდუქტის განვითარების მაღალი ხარჯები კვლავ შენარჩუნდება.

მაკროწყალმცენარეების ბაზარი რეგიონების მასშტაბით მნიშვნელოვან ზრდას განიცდის, აზია-წყნარი ოკეანის რეგიონი (APAC) დომინანტურ პოზიციას იკავებს და გლობალური ბაზრის დაახლოებით 43%-ს შეადგენს, რომლის ღირებულება 4,9 მილიარდ აშშ დოლარად არის შეფასებული. ეს ძლიერი პოზიცია ბაზარზე უკავშირდება მომხმარებელთა მზარდ ცნობიერებას ჯანმრთელობისთვის სასარგებლო თვისებებისა და მდგრადი პრაქტიკების მიმართ, რაც განაპირობებს მაკროწყალმცენარეების მზარდ გამოყენებას საკვებში, ფარმაცევტულ პროდუქტებსა და ბიოსაწვავის წარმოებაში. ჩრდილოეთ ამერიკაში მოსალოდნელია ბაზრის გაფართოება, რაც განპირობებულია ბუნებრივ საკვებ დანამატებზე მზარდი მოთხოვნით და წყალმცენარეებზე დაფუძნებულ ბიოტექნოლოგიებში ინვესტიციების ზრდით.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ჩრდილოეთ ამერიკის მაკროწყალმცენარეების ბაზარი, როგორც ეს ნავარაუდებია, 2025 წლისთვის მიაღწევს 1,8 მილიარდ აშშ დოლარს, წლიური საშუალო ზრდის ტემპით (CAGR) 9,3%. ამ მონაცემებთან ახლოსაა ევროპაც, რომელიც ხასიათდება მაკროწყალმცენარეებისგან მიღებული ბიოპლასტმასებისა და ბიოსასუქების ძლიერი ბაზრით.

ახლო აღმოსავლეთსა და აფრიკაში, მიუხედავად იმისა, რომ ბაზარი ჯერ კიდევ განვითარების პროცესშია, შეინიშნება შესამჩნევი გადახრა მდგრადი სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკისკენ, რაც ზრდის ინტერესს მაკროწყალმცენარეების გამოყენების მიმართულებით. ლათინურ ამერიკაში ზრდა განსაკუთრებით თვალსაჩინოა ისეთ ქვეყნებში, როგორიცაა ბრაზილია და ჩილე, სადაც მაკროწყალმცენარეების კულტივაცია ინტეგრირდება ადგილობრივ ეკონომიკებში.

2.1. წამყვანი ქვეყნების პოლიტიკისა და მხარდაჭერის მექანიზმების ჩარჩოები

მაკროწყალმცენარეების სექტორის გლობალური ლიდერები ამ სფეროს განიხილავენ როგორც სტრატეგიული ეროვნული მნიშვნელობის საკითხს. თითოეული ქვეყნის მიდგომა მისივე ეკონომიკური, სოციალური და გარემოსდაცვითი მიზნებით ფორმირდება.

აზიის ისეთი ქვეყნები, როგორიცაა ჩინეთი, ფილიპინები, ინდონეზია, იაპონია და კორეა, წამყვან რეგიონებს შორის არიან, სადაც მაკროწყალმცენარეები ეფექტურად მოჰყავთ კომერციული მასშტაბით მთელ მსოფლიოში. ზღვის წყალმცენარეების პროდუქტიულობა, რომელშიც დომინირებს ხუთი ძირითადი გვარი/სახეობის ჯგუფი (Undaria, Pyropia, Gracilaria, Eucheumatoids, Saccharina), 2000 წლის 10,6 მილიონი ტონიდან 2020 წელს 35 მილიონ ტონამდე გაიზარდა. მიუხედავად იმისა, რომ Phaeophyceae-ს (3,1–16,4 მილიონი ტონა) და Rhodophyta-ს კულტივაცია გაფართოვდა (1–18,3 მილიონი ტონა), Chlorophyta-ს ზღვის წყალმცენარეების წარმოება შემცირდა (3,1–1,7 მილიონი ტონა). გლობალური მაკროწყალმცენარეების წარმოების 95%-ზე მეტი მოდიოდა Laminaria saccharina-ზე (35,4%), Kappaphycus/Eucheuma-ზე (33,5%), Gracilaria-ზე (10,5%), Porphyra/Pyropia-ზე (8,6%) და Undaria-ზე (7,4%). 2019 წელს ევროპაში ზღვის წყალმცენარეების წარმოებამ 287,033 ტონა შეადგინა, რაც გლობალური წარმოების დაახლოებით 0,8%-ს შეადგენს.

მსოფლიო ბანკის მიერ ჩატარებული ახალი ანალიზის თანახმად, რომელიც ათ განვითარებად ზღვის წყალმცენარეების ბაზარს ეხებოდა, ზღვის

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

წყალმცენარეების სექტორმა, შესაძლოა, 2030 წლისთვის 11,8 მილიარდ აშშ დოლარს მიაღწიოს. ამ პროგნოზის მიუხედავად, ზღვის წყალმცენარეების ბიზნესში დამატებითი ღირებულების დიდი ნაწილი კვლავ გამოუყენებელი რჩება. არსებული ბაზრების მიღმა, სექტორს გააჩნია დივერსიფიკაციისა და ღირებულების დამატების შესაძლებლობები. მსოფლიო ბანკის 2016 წელს გამოქვეყნებული ანგარიშის თანახმად, ზღვის წყალმცენარეების მეურნეობის წელიწადში 14%-ით გაზრდა 2050 წლისთვის 500 მილიონ ტონას (მშრალი წონა) და საკვებით მომარაგების, შემოსავლის გენერირებისა და ცხოვრების ხარისხის 10%-ით ზრდას გამოიწვევს. ზღვის წყალმცენარეების მეურნეობა კვლავ კონცენტრირებულია შეზღუდული რაოდენობის ქვეყნებში, აღმოსავლეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიის დომინირებით.

აღმოსავლეთ აზიის ქვეყნებში ზღვის წყალმცენარეების მოპოვება და გამოყენება ადამიანის საკვებად და მედიცინაში სულ მცირე 1500 წლით თარიღდება. აღმოსავლეთ აზიაში ზღვის წყალმცენარეების თანამედროვე აკვაკულტურა 1950-იან და 1970-იან წლებს შორის კორეაში, იაპონიასა და ჩინეთში ჩამოყალიბდა. მას შემდეგ მისი წარმოება სწრაფად გაიზარდა, და ზღვის წყალმცენარეების მეურნეობები პოპულარული გახდა მსოფლიოს სხვა რეგიონებშიც. 2020 წელს აზიის გარეთ მდებარე სხვა ქვეყნებმა ზღვის წყალმცენარეების მთლიანი მოცულობის 2%-ზე ნაკლები აწარმოვეს. მიუხედავად ამისა, მსოფლიოს სხვადასხვა მხარეში ზღვის წყალმცენარეების წარმოების მასშტაბირების პერსპექტივა კვლავ იმედისმომცემია. აღმოსავლეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიის ქვეყნები კვლავაც აწარმოებენ მსოფლიოში მოყვანილი ზღვის წყალმცენარეების უდიდეს ნაწილს; ჩინეთი, ინდონეზია, ფილიპინები, ჩრდილოეთ და სამხრეთ კორეა, იაპონია და მალაიზია მთლიანი წარმოების დაახლოებით 98%-ს შეადგენენ. 2019 წელს 98 ქვეყანამ მაკროწყალმცენარეების (909 მილიონი აშშ დოლარი) და ჰიდროკოლოიდების (1,74 მილიარდი აშშ დოლარი) ექსპორტი განახორციელა, რამაც ჯამში, 2,65 მილიარდი აშშ დოლარის სარგებელი მოიტანა. გაეროს კომერციული ვაჭრობის ბაზის მონაცემებით, მაკროწყალმცენარეებისა და მათთან დაკავშირებული პროდუქტების ექსპორტმა 2019 წელს ექსპორტიდან შემოსავალი გამოიმუშავა, როგორც ეს მოცემულია ცხრილი 3-ში.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ცხრილი 3. ზღვის წყალმცენარეებისა და ზღვის წყალმცენარეებზე დაფუძნებული ჰიდროკოლოიდების ექსპორტი, 2019 წ.

ქვეყნები	აშშ დოლარი (მილიონი)
ჩინეთი	578
ინდონეზია	329
კორეის რესპუბლიკა	320
ფილიპინები	252
ჩილე	209
ესპანეთი	145
საფრანგეთი	124
შეერთებული შტატები	102
გერმანია	82
გაერთიანებული სამეფო	78

წყარო: Birleşmiş Milletler Comtrade Veri Tabanı, 2019 წ.

2.1.1. ჩინეთის სახალხო რესპუბლიკა

ჩინეთი მაკროწყალმცენარეების კულტივაციის უდავო ლიდერია და მისი დომინირება ამ სფეროში გრძელვადიანი და ინტეგრირებული საჯარო პოლიტიკიდან გამომდინარეობს. სურსათის უვნებლობის უზრუნველყოფისა და საზღვაო რესურსების დაცვის მიზნების შესაბამისად, ჩინეთის ლიდერები ხაზს უსვამენ როგორც სახმელეთო, ასევე საზღვაო რესურსების მობილიზების მნიშვნელობას.

- **საზღვაო მეურნეობის სტრატეგია:** ჩინეთმა პირველმა დანერგა „საზღვაო მეურნეობის“ კონცეფცია, რომელიც საზღვაო ტერიტორიებს მართვად, წყალქვეშა მეურნეობებად გარდაქმნის. ტრადიციული აკვაკულტურის მიღმა, ეს კონცეფცია მიზნად ისახავს ისეთი ეკოსისტემების შექმნას, რომლებიც ხელს შეუწყობენ საზღვაო ბიომრავალფეროვნების აღდგენას. 2024 წელს ერთადერთმა ქალაქმა – შანვეიმ – 279

მილიონ აშშ დოლარზე მეტი ინვესტიცია ჩადო რვა ასეთი საზღვაო მეურნეობის მშენებლობაში.

- **ლურჯი ნახშირბადის პოლიტიკა:** ჩინეთმა ხაზი გაუსვა „ლურჯი ნახშირბადის“ პოტენციალს, როგორც 2060 წლისთვის ნახშირბადის ნეიტრალიტეტის მიღწევის საშუალება. მთავრობამ შექმნა სხვადასხვა ფინანსური მხარდაჭერის მექანიზმი ლურჯი ნახშირბადის პროექტების წასახალისებლად, მათ შორის მაკროწყალმცენარეების კულტივაციისთვის და მხარი დაუჭირა კერძო კაპიტალის ჩართულობას.

2.1.2. იაპონია

იაპონიაში მაკროწყალმცენარეების გამოყენებას დიდი ხნის ისტორია აქვს, და ის მე-4 საუკუნით თარიღდება. იაპონიის პოლიტიკა ამ სექტორს არა მხოლოდ ეკონომიკურ საქმიანობად, არამედ კულტურული მემკვიდრეობისა და ჯანსაღი ეკოსისტემის ნაწილადაც მიიჩნევს.

- **აღდგენა და დაცვა:** იაპონიის მეთევზეობის სააგენტომ დანერგა პოლიტიკა ზღვის ფსკერის წყალმცენარეების (იზოიაკე) აღდგენის მიზნით. გამოქვეყნდა სახელმძღვანელო დოკუმენტები, რათა მეთევზეებმა შეძლონ ფსკერის წყალმცენარეების აღდგენის დაგეგმვა და განხორციელება. ამ ძალისხმევას მხარს უჭერს სახელმწიფო სუბსიდირების სისტემა, ხოლო ფსკერის წყალმცენარეების მდგომარეობის მონიტორინგისთვის გამოიყენება ახალი ტექნოლოგიები (მაგ., უპილოტო საფრენი აპარატები – დრონები).

2.1.3. ნორვეგია

ნორვეგია აკვაკულტურის (განსაკუთრებით, ორაგულის) გლობალური ლიდერია და მაკროწყალმცენარეების სექტორს არსებულ ინფრასტრუქტურაში აერთიანებს.

- ინტეგრირებული პოლიტიკის მიდგომა: ნორვეგიის პარლამენტი აკვაკულტურის პოლიტიკის ფარგლებში ცალსახად უჭერს მხარს ისეთ ზომებს, რომლებიც მიზნად ისახავს „დაბალტროფიკული აკვაკულტურის, მათ შორის მაკროწყალმცენარეების კულტივაციის მასშტაბის გაზრდას“. ეს პოლიტიკური მიდგომა თანხვედრაშია წამახალისებელ სქემებთან, როგორიცაა ახალი გარემოსდაცვითი ტექნოლოგიების პროგრამა, რომლის მიზანია თევზის მეურნეობის გარემოზე ზემოქმედების შემცირება და ცირკულარული ეკონომიკის სტრატეგიის შემუშავება.

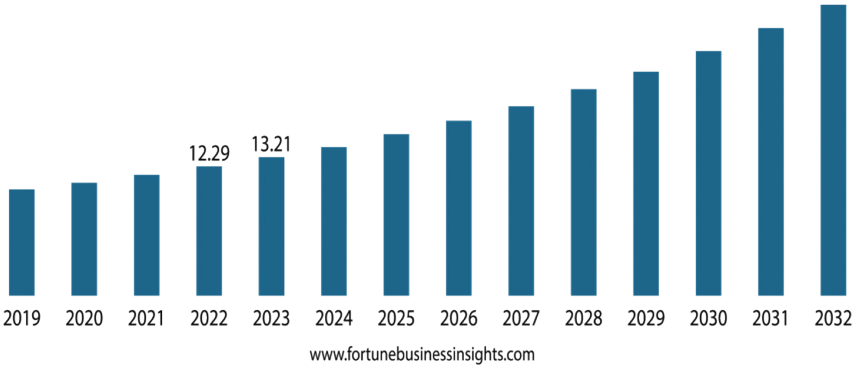
Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

2.1.4. შეერთებული შტატები

მიუხედავად იმისა, რომ აშშ-ის მაკროწყალმცენარეების სექტორი ჯერ კიდევ განვითარების ფაზაშია, ის მზარდი აკვაკულტურის სეგმენტებს შორისაა.

- **კვლევა-განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის მხარდაჭერა:** სამთავრობო უწყებები, როგორიცაა ეროვნული ოკეანისა და ატმოსფეროს ადმინისტრაცია (NOAA), მხარს უჭერენ სექტორს კვლევების ჩატარების საკითხში ადგილმდებარეობასთან, ფერმების დიზაინთან და საუკეთესო მართვის პრაქტიკასთან დაკავშირებით, რათა უზრუნველყონ მაკროწყალმცენარეების კულტივაციის გაფართოება ეკონომიკურად და გარემოსდაცვითი თვალსაზრისით მდგრადი გზით.

სურათი 3: აზია-წყნარი ოკეანის რეგიონის კომერციული ზღვის წყალმცენარეების ბაზრის მოცულობა, 2019–2032 წწ.



წყარო: Fortune Business Insights, 2024.

ზღვის წყალმცენარეების ბაზრის პოტენციალის სრულად რეალიზებისთვის, სექტორს რამდენიმე ფუნდამენტური გამოწვევის გადალახვა მოუწევს. ყველაზე მნიშვნელოვან სირთულეს ზღვის წყალმცენარეების ხელმისაწვდომობა წარმოადგენს, რაც განპირობებულია მოცულობის, მიწოდების თანმიმდევრულობისა და ხარისხის შეზღუდვებით. ზღვის წყალმცენარეების დამატებითი სფეროების განვითარებასთან ერთად, შესაძლოა, წარმოიშვას ფასების ზეწოლის პრობლემა და მარეგულირებელი ბარიერებიც.

ამ გამოწვევების მიუხედავად, ზღვის წყალმცენარეების კულტივაციის კლიმატური და გარემოსდაცვითი სარგებელი, სავარაუდოდ, ხელს შეუწყობს განვითარებადი ბაზრების ზრდის დაჩქარებას. რადგან „მწვანე“ პროდუქტების მიმართ ინტერესი კვლავ იზრდება, ბევრმა პროდუქტის შემქმნელმა განაცხადა, რომ მომგებიანობის შესანარჩუნებლად ისინი ეკოლოგიურ მდგრადობას ეყრდნობიან.

მაშინ როდესაც, გლობალური რესურსები სულ უფრო და უფრო იწურება, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია რესურსების, როგორიცაა ზღვის წყალმცენარეები, მაქსიმალურად ეფექტურად გამოყენება, რომელთაც აქვთ სწრაფად განახლების უნარი და შესაძლებლობა, ხელი შეუწყონ ეკოსისტემების აღდგენას.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ნაწილი 3

მაკროწყალმცენარეების სექტორის მიმდინარე მდგომარეობა თურქეთში და შერჩეულ ეკოსისტემებში

თავისი გრძელი სანაპირო ზოლის, გეოგრაფიული მდებარეობისა და ბიომრავალფეროვნების პოტენციალის წყალობით, თურქეთს მაკროწყალმცენარეების კულტივაციისთვის ხელსაყრელი პირობები აქვს. თუმცა, ეს პოტენციალი ჯერ არ განხორციელებულა მასშტაბურ კომერციულ საქმიანობაში.

3.1. კვლევისა და განვითარების (R&D) სამუშაოები

თურქეთში მაკროწყალმცენარეების შესახებ აკადემიური კვლევები მიმდინარეობს. განსაკუთრებით აღინიშნება, რომ ისეთი რეგიონები, როგორიცაა მაგალითად, ჩანაქკალე, თავისი გეომორფოლოგიური და მარილიანობის განსხვავებების გამო, შესაძლოა, ქმნიდეს კომერციულად ღირებული წყალმცენარეების მრავალი სახეობის კულტივაციის შესაძლებლობებს. ერთ-ერთი მაგალითია მერსინის ყურეში განხორციელებული პროექტი, რომელიც მიზნად ისახავდა ბიოსასუქის წარმოებას ფერმენტაციის გზით, გარკვეული, ბუნებრივად გავრცელებული მაკროწყალმცენარეების სახეობების გამოყენებით. ეს პროექტი იკვლევს მაკროწყალმცენარეების პოტენციურ გამოყენებას ორგანული სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში. სექტორის მიმართ მზარდი ინტერესი სახელმწიფოს მხრიდანაც შეინიშნება. სოფლის და სატყეო მეურნეობის სამინისტრომ, FAO-სთან თანამშრომლობით, ჩაატარა სამუშაო სემინარი თემაზე „მტაცებელი თევზების ალტერნატიული საკვები აკვაკულტურასა და მაკროწყალმცენარეების კულტივაციაში“. ამ ღონისძიებამ გააერთიანა სექტორის მომავლის განსახილველად დაინტერესებული სხვადასხვაა მხარე, როგორიცაა საკვების ინდუსტრია, აკადემიური წრეები და პოლიტიკის შემქმნელები.

3.2. პოლიტიკური და სამართლებრივი სტრუქტურა

თურქეთში აკვაკულტურის ნებართვები გაიცემა ისეთი ფაქტორების გათვალისწინებით, როგორიცაა ეკოლოგიური განხრა და ტურიზმის სექტორი. მარეგულირებელი ბაზა მოიცავს გარემოს დაცვის შედარებით მაღალ სტანდარტებს. აკვაკულტურის ზოგადი რეგულაციები კი ადგენს კონკრეტულ წესებსა და ნებართვის მოთხოვნებს როგორც ბუნებრივი გზით რესურსების მოპოვების საქმიანობისთვის, ისე გადამუშავების ობიექტებისთვის.

ასევე ხელმისაწვდომია კვლევისა და განვითარების მხარდაჭერის მექანიზმები. თურქეთის სამეცნიერო და ტექნოლოგიური კვლევების საბჭო

(TÜBİTAK) მცირე და საშუალო საწარმოებისთვის პროექტებზე დაფუძნებულ დახმარების სქემებს უზრუნველყოფს. სოფლისა და სატყეო მეურნეობის სამინისტროს სოფლის განვითარების ინვესტიციების მხარდაჭერის პროგრამის ფარგლებში, მანქანა-დანადგარების შესაძენად 50%-მდე გრანტებია ხელმისაწვდომი. ამ დამხმარე მექანიზმებმა, შესაძლოა, წაახალისოს მაკროწყალმცენარეების კულტივირებისთვის საჭირო ინფრასტრუქტურული ინვესტიციები.

3.3. მიმდინარე წარმოებისა და კომერციული საქმიანობის ბარიერები

აკადემიური წრეებისა და პოლიტიკის შემქმნელების მხრიდან მზარდი ინტერესის მიუხედავად, თურქეთში მაკროწყალმცენარეების სექტორის განვითარება ჯერ კიდევ არ გადაზრდილა მასშტაბურ კომერციულ წარმოებაში. არსებული ინიციატივები შედარებით მცირე მასშტაბისა და ლოკალიზებულია. მაგალითად, სეიდიკემერში შეიქმნა ზღვის წყალმცენარეების სათბური საკვები დანამატების წარმოებისთვის. ანალოგიურად, იალოვაში შეგროვებული ზღვის წყალმცენარეები სასუქად გადაკეთდა და სათბურებში იქნა გამოყენებული მუნიციპალიტეტის მხრიდან.

ეს ვითარება მიუთითებს „ცოდნიდან მოქმედებამდე“ (knowledge-to-action) არსებულ ხარვეზებზე თურქეთში, რაც აფერხებს მაკროწყალმცენარეების პოტენციალის ფართომასშტაბიან კომერციულ სექტორად გარდაქმნას. გლობალური ლიდერებისგან განსხვავებით, თურქეთში ამ მიმართულებით კონკრეტული, ინტეგრირებული და გრძელვადიანი სტრატეგია ჯერ კიდევ არ არის შემუშავებული, რაც ხაზს უსვამს აკადემიურ კვლევებს, პოლიტიკის მიზნებსა და კომერციულ განხორციელებას შორის უფრო ძლიერი კავშირების ჩამოყალიბების აუცილებლობაზე.

ცხრილი 4: მაკროწყალმცენარეების სექტორის შედარებითი მიმოხილვა: თურქეთი გლობალური ლიდერების წინააღმდეგ

კრიტერიუმი	ჩინეთი	იაპონია	ნორვეგია	თურქეთი
ბაზრის სტატუსი	გლობალური ლიდერი; წამყვანი მწარმოებელი და მომხმარებელი.	ერთგული მომხმარებელი; პირველი სამრეწველო გამოყენების სფეროში.	განვითარებადი ბაზარი, რომელიც ინტეგრირებულია უფრო ფართო აკვაკულტურის სექტორში.	განვითარებადი ბაზარი; კომერციული მასშტაბის წარმოება ჯერ არ დაწყებულა.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

კულტივაციის მიდგომა	საზღვაო მეურნეობა და ინტენსიური წარმოება.	ტრადიციული და თანამედროვე მეთოდების ნაზავი, ორიენტირებული აღდგენაზე.	ინტეგრირებული სისტემები, როგორც დაბალი ტროფიკული აკვაკულტურის ნაწილი.	აკადემიური პროექტები და მცირე მასშტაბის სათბურთან დაკავშირებული წამოწყებები.
ძირითადი მამოძრავებელი ფაქტორები	სურსათის უვნებლობა, „ლურჯი ნახშირბადი“, ეროვნული განვითარების გეგმები.	ღრმად ფესვგადგმული ტრადიციები, იზოიაკეს რესტავრაცია, გარემოს დაცვა.	აკვაკულტურის მდგრადობა, გარემოსდაცვითი ტექნოლოგიები.	აკადემიური ინტერესი; ბუნებრივი შესაძლებლობების ძიება მაღალი ხარჯების (მაგ., სასუქები) დასაძლევად.
ფოკუსი პოლიტიკაზე	კონკრეტული და ინტეგრირებული სახელმწიფო პოლიტიკა, მათ შორის ფინანსური მხარდაჭერა.	სახელმწიფო სუბსიდიები აღდგენისა და მონიტორინგისთვის	აკვაკულტურის პოლიტიკასა და ტექნოლოგიურ წახალისებებში ინტეგრაცია.	აკვაკულტურის ზოგადი რეგულაციები; პროექტებზე დაფუძნებული კვლევისა და განვითარების მხარდაჭერის სქემები.

3.3.1. ჩინეთის სახალხო რესპუბლიკა – მაკროწყალმცენარეების სექტორი

როგორც მსოფლიოს მრავალ ნაწილში, ჩინეთშიც იზრდება ინტერესი და ინტენსიური კვლევა-განვითარების ძალისხმევა როგორც არსებულ, ასევე ახალ მიკრო და მაკრო წყალმცენარეულ პროდუქტებზე – დაწყებული მაღალი ღირებულების სპეციალიზებული პროდუქტებით (მაგალითად, ადამიანის მოხმარებისთვის განკუთვნილი საკვები) და დამთავრებული დაბალი ღირებულების სასაქონლო გამოყენებით (მაგალითად, საკვები და საწვავი). ეს ინტერესი წიაღისეული საწვავისგან მომდინარეობს, განსაკუთრებით კი, ქვანახშირზე მომუშავე ელექტროსადგურებიდან, CO_2-ის გამონაბოლქვის შემცირების ეროვნული მიზნით, ასევე „მწვანე“ ენერგიასა და პროდუქტების

მიმართ არსებული მოთხოვნით, რომელთა წარმოებაც მტკნარი წყლის გამოყენების გარეშეა შესაძლებელი.

ამავდროულად, ჩინეთის წყალმცენარეების ინდუსტრია ისეთი გადაუდებელი გამოწვევების წინაშე დგას, როგორიცაა საზოგადოებრივი შეხედულებები წყალმცენარეებზე დაფუძნებული საკვების სარგებლის შესახებ და მაღალი წარმოების ხარჯები, რაც აფერხებს როგორც ადგილობრივ, ასევე საერთაშორისო ბაზრებს.

3.3.2. შავი ზღვის აუზი

შავი ზღვა ძლიერ არის დაბინძურებული ადამიანთა ისეთი საქმიანობების გამო, როგორიცაა საზღვაო ოპერაციები, სოფლის მეურნეობა და მრეწველობა, რამაც გავლენა მოახდინა შავი ზღვის წყლის მახასიათებლებზე (Novac et al., 2020; Shypotilova et al., 2021). ამ საქმიანობებმა ასევე გამოიწვია სამოქალაქო და სამრეწველო ობიექტების დაზიანება, რის შედეგადაც სახეზეა გარემოს დაბინძურება უკრაინაში, განსაკუთრებით შავი ზღვის აუზის წყლის ნაკადებში (Shchiptsov & Goncharov, 2023).

შავ ზღვაში მავნე ნივთიერებების მნიშვნელობა დიდია, ხოლო საზღვაო საქმიანობასთან დაკავშირებული ზღვის ნარჩენების მნიშვნელოვანი წილი სწორედ ამ რეგიონიდან მოდის (Novac et al., 2020). გარდა ამისა, შავი ზღვის სუსტი წყლის ცვლა და არასაკმარისი მაღალი ცირკულაცია კიდევ უფრო ზრდის დაბინძურების პრობლემას (Novac et al., 2020). შავი ზღვის დაბინძურება სერიოზულ გავლენას ახდენს ეკოსისტემასა და წყლის ხარისხზე. მაგალითად, უკრაინაში შეიარაღებული კონფლიქტის შედეგად, სამოქალაქო და სამრეწველო ობიექტების განადგურებამ ხელი შეუწყო შავი ზღვის აუზში გარემოს დაბინძურებას (Shchiptsov & Goncharov, 2023). გარდა ამისა, მოსალოდნელია, რომ მომავალში გაიზრდება წერტილოვანი წყაროებიდან გამოყოფილი მასები, როგორიცაა საკვები ნივთიერებები, მიკროპლასტმასი, კრიპტოსპორიდიუმი და ტრიკლოზანი, რომლებიც შავ ზღვაში ჩაედინება 107 მდინარიდან, რაც ხაზს უსვამს კოორდინირებული საერთაშორისო ძალისხმევის საჭიროებას დაბინძურების მინიმუმამდე დასაყვანად (Strokal et al., 2023).

შავი ზღვის სანაპიროს გასწვრივ მდებარე თურქეთის პროვინციები, როგორიცაა ტრაპიზონი, სამსუნი და ზონგულდაქი, მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს რეგიონულ დაბინძურებას, ძირითადად, სოფლის მეურნეობისა და მრეწველობის გზით (Akkoyunlu, 2018). საზღვაო გარემოს დასაცავად აუცილებელია წყლის ხარისხის ეფექტური მონიტორინგისა და კონტროლის

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

სტრატეგიები, ისევე როგორც ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენება დაბინძურების ზემოქმედების შესამცირებლად. შავი ზღვის დაბინძურების პრობლემის მოგვარება მრავალმხრივ მიდგომას მოითხოვს, მათ შორის ეკოლოგიური საჭიროების სტრატეგიების შემუშავებას, მონიტორინგისა და ხარისხის კონტროლის ძლიერი სისტემების შექმნას და დამაბინძურებლების ზემოქმედების შესამცირებლად ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენებას (Shypotilova et al., 2021; Shchiptsov & Goncharov, 2023). გარდა ამისა, ჩამდინარე ნარჩენი წყლების გაფილტვრამ, შესაძლებელია, ხელი შეუწყოს ეკონომიკური საქმიანობისა და დაბინძურებას შორის კომპრომისების შემცირებას, ხოლო რისკის შეფასება გადამწყვეტი მნიშვნელობისაა რეგიონის ბიოლოგიური საფრთხეების ზემოქმედების შეზღუდვისთვის (Strokal et al., 2023; Ratã & Rusu, 2020).

შავი ზღვის მაკროწყალმცენარეები, განსაკუთრებით მწვანე და ყავისფერი სახეობები, მნიშვნელოვან ინტერესს იწვევს მათი პოტენციური გამოყენების გამო სხვადასხვა ინდუსტრიაში, მათ შორის, ფარმაცევტულ, კოსმეტიკურ, ქსოვილების ინჟინრულ, ჭრილობების სახვევებსა და მედიკამენტოზურ სფეროებში (Sirbu et al., 2020; Cadar et al., 2022; Roşioru, 2024). ეს წყალმცენარეები მდიდარია ბიოაქტიური ნაერთებით, როგორიცაა პოლიფენოლები – ანტიოქსიდანტური და ანტიბაქტერიული მოქმედებით. Ulva lactuca-ს და სხვა მაკროწყალმცენარეების სახეობების, მათ შორის Gongolaria barbata-ს ბიოქიმიურ შემადგენლობაზე გავლენას ახდენს გარემო პირობები და ფიზიოლოგიური მდგომარეობა, რაც, თავის მხრივ, აისახება მათი გამოყენების პოტენციალზე (Cadar et al., 2022; Roşioru, 2024). მაგალითად, Ulva lactuca-ს პოლიფენოლების საერთო შემცველობა და ანტიოქსიდანტური შესაძლებლობა შეიძლება მერყეობდეს ექსტრაქციის მეთოდის და კონკრეტული ზღვის გარემოს პირობების მიხედვით (Cadar et al., 2022). შავ ზღვაში, Ulva lactuca-სა და Gongolaria barbata-ს (ადრე ცნობილი როგორც Cystoseira barbata) გავრცელებასა და სიმრავლეზე გავლენას ახდენს მრავალი ფაქტორი, მათ შორის, სანაპირო ჰაბიტატის ცვლილებები და ადამიანური ზემოქმედებისგან გამოწვეული (ანთროპოგენური) ზეწოლა, როგორიცაა ტურიზმის განვითარება. Ulva lactuca-ს გენეტიკური მრავალფეროვნების კვლევებმა გამოავლინა მოქცევის ზონაში არსებული ცვლილებები და ხაზგასმით აღნიშნა ამ სახეობის შენახვის აუცილებლობა (Hayati & Rahly, 2024). Ulva lactuca-სა და Gongolaria (Cystoseira) barbata-ს ბიომასის გამოყენება ბიოაქტიური ნივთიერებების მისაღებად/ექსტრაქციისათვის დამოკიდებულია ნაერთის სისუფთავეზე, რაც მჭიდროდაა დაკავშირებული საზღვაო ეკოსისტემის მდგომარეობასთან (Sirbu et al., 2020; Cadar et al., 2022; Roşioru, 2024). ანტი-

ოქსიდანტურად აქტიური ნაერთების გამარტივებული პროფილის დადგენა შესაძლებელია, განხორციელდეს ნახევრად რაოდენობრივი ტესტების გამოყენებით, რაც ხაზს უსვამს ნიმუშების აღების ადგილმდებარეობისა და დროის გათვალისწინების მნიშვნელობას. საერთო ჯამში, ისეთი სახეობების ვალორიზაციის პოტენციალი, როგორიცაა Ulva lactuca (Sirbu et al., 2020; Cadar et al., 2022) და Gongolaria barbata (Roşioru, 2024), მაღალია მათი ბიოქიმიური თვისებების გამო, რაც მათ ბიოტექნოლოგიური გამოყენებისთვის შესაფერის სახეობად აქცევს.

რუსეთის სამხრეთ ზღვებში მაკროწყალმცენარეების (ჩარალეს გარდა) ამჟამინდელი სახეობების ჩამონათვალი სულ 478 სახეობას მოიცავს: შავ ზღვაში – 362 სახეობა, აზოვის ზღვაში – 46 სახეობა და კასპიის ზღვაში – 70 სახეობა. 30 წლის წინანდელ მონაცემებთან შედარებით, სახეობათა ჩამონათვალი დაახლოებით 30%-ით გაიზარდა (ზრდის უმეტესი ნაწილი შავ ზღვაში დაფიქსირებულ 96 სახეობას უკავშირდება).

ხმელთაშუა ზღვის თბილი წყლების და ტროპიკული წარმოშობის მწვანე და წითელი მაკროწყალმცენარეები (მაგ., Ceramium, Polysiphonia, Laurencia, Ulva და Chaetomorpha) და ყავისფერი წყალმცენარეები (მაგ., Sargassum და Cystoseira) ძირითად ინვაზიურ ტაქსონებს წარმოადგენენ. დღესდღეობით, სახეობრივი მრავალფეროვნების ყველაზე მაღალი დონე დაფიქსირებულია შავი ზღვის ყირიმისა და თურქეთის სანაპიროებზე, ხოლო თურქეთის სანაპიროსთვის დამახასიათებელი სახეობები მნიშვნელოვნად განსხვავდება შავი ზღვის სხვა გამოკვლეული რეგიონებისგან. თბილწყლოვან კომპლექსს მიკუთვნებული წყალმცენარეები შავ ზღვაში ყველაზე მკვეთრად გაიზარდა 1990-იან და 2000-იან წლებში; დომინანტურია ბორეალურ-ტროპიკული და სუბტროპიკული წარმოშობის სახეობები. ამის საპირისპიროდ, აზოვის ზღვასა და კასპიის ზღვაში მსგავსი ტენდენცია არ დაფიქსირებულა, თუმცა აღინიშნება მლაშე წყლების მწვანე წყალმცენარეების ჰაბიტატების გაფართოება.

შავი ზღვა მლაშე წყლის აუზს წარმოადგენს, რომელიც ნახევრად იზოლირებულია ხმელთაშუა ზღვისგან, ხოლო მისი ჰიდროლოგიური პირობები და ფიტობენთოსის კონცენტრაცია განსხვავდება იმავე რეგიონის სხვა ზღვებისაგან. ტოქსიკური ელემენტები (და ნუკლიდები) ზღვაში ხვდება ატმოსფერული დამაბინძურებლების გზით, მდინარეების მეშვეობით, ნავთობით დაბინძურების შედეგად ან სამრეწველო ნარჩენების ზღვაში პირდაპირი ჩაშვების გზით. მიკროელემენტების ზღვაში გადატანა ხორციელდება დანუბისა და სხვა მდინარეებიდან მომდინარე ზღვის წყლის დინებებით. სანაპირო

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ზონებში ეკოლოგიური პირობები ძალზე მრავალფეროვანია, რის შედეგადაც, წყალმცენარეებში ელემენტების კონცენტრაცია ცვალებადია მრავალი ფაქტორის მიხედვით, მათ შორის სახეობების, გეოგრაფიული მდებარეობისა და სეზონის გათვალისწინებით.

მწვანე მაკროწყალმცენარეები ფართოდ გამოიყენება ზღვის დაბინძურების მონიტორინგისთვის სხვადასხვა გეოგრაფიულ რეგიონში. ისინი გავრცელებულია ბულგარეთის შავი ზღვის სანაპიროზე და ზოგიერთი სახეობა (Ulva rigida, Enteromorpha intestinalis, Cladophora vagabunda), თითქმის, ყველა ტერიტორიაზე გვხვდება. ამიტომ, ისინი შესაფერისია დამაბინძურებლების კონცენტრაციების შედარებითი შეფასების ჩასატარებლად სხვადასხვა ადგილას. მწვანე მაკროწყალმცენარეების სახეობები გამოყენებულია როგორც ბიოინდიკატორები შავ ზღვაში და მეზობელი ზღვების სხვა საზღვაო გარემოში. მიუხედავად იმისა, რომ მკვლევრებმა შავი ზღვის მწვანე წყალმცენარეების სახეობებში მიკროელემენტების კონცენტრაცია გაზომეს, ბულგარეთის შავი ზღვის სანაპირო ზოლში მძიმე და ტოქსიკური მეტალების შესახებ მონაცემები კვლავ შეზღუდული და არასაკმარისია.

მაკროწყალმცენარეების კულტივაციას დიდი პოტენციალი აქვს შავი ზღვის ნაკლებად ღრმა და დაცულ სანაპირო ზოლში, განსაკუთრებით თურქეთის, რუმინეთის, ბულგარეთისა და საქართველოს სანაპირო ზოლის გარკვეულ ნაწილებში.

მაკროწყალმცენარეების კულტივირება ხორციელდება ზღვაში ვერტიკალურად ან ჰორიზონტალურად განთავსებულ თოკებსა და ბადეებზე მიმაგრებით. სწრაფად მზარდი სახეობების, როგორიცაა Ulva და Enteromorpha, კულტივაცია ადვილად შესაძლებელია შავი ზღვის საკვები ნივთიერებებით მდიდარ სანაპირო წყლებში. ისეთ ადგილებში, სადაც ისეთი სახეობები, როგორიცაა Cystoseira, ბუნებრივად მაღალი სიმჭიდროვით ხასიათდება, ეკოსისტემისთვის ზიანის მიყენების თავიდან ასაცილებლად, შესაძლებელია, მართვადი შეგროვების მეთოდების გამოყენება. ეს სახეობები მნიშვნელოვანია იოდის და ალგინატების მაღალი შემცველობის გამო.

მღელვარება ზღვის გარემოს მიკროელემენტებით დაბინძურების შესახებ, ფართოდ აქტუალურია უკვე რამდენიმე ათწლეულის განმავლობაში, განსაკუთრებით იმის გამო, რომ ადამიანის საქმიანობას, მათ შორის ტურიზმს, შეუძლია, მნიშვნელოვანი რაოდენობით ტოქსიკური მეტალების გამოყოფა (Bat et al., 2009), რაც საზოგადოების შეშფოთებას იწვევს (Signa et al., 2020). ეს დამაბინძურებელი ნივთიერებები, რომლებიც წარმოიქმნება სამრეწველო

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

პროცესებიდან, სასოფლო-სამეურნეო ჩამონაწვეთიდან და ურბანული ნარჩენებიდან, არღვევს შავი ზღვის ეკოსისტემის არამყარ ბალანსს (Bat et al., 2018) და მნიშვნელოვან რისკებს უქმნის როგორც ზღვის ბიოტას, ასევე ადამიანის ჯანმრთელობას (Bat & Arıcı, 2018). შავი ზღვა მნიშვნელოვან დაბინძურებას პირდაპირ ხმელეთიდან, ძირითადად კი, მდინარეებიდან აწყდება. გარდა ამისა, დაბინძურება მის სანაპირო ზოლში წარმოიქმნება საზღვაო ტრანსპორტის, სამრეწველო საქმიანობისა და მუნიციპალური კანალიზაციის ჩამდინარე წყლების გამო (Bat et al., 2018). ამიტომ, მაკროწყალმცენარეების, როგორიცაა Ulva და Gongolaria (ყოფილი Cystoseira spp.), გამოყენებით ბიომონიტორინგის კვლევები აუცილებელია მძიმე მეტალების ბიოაკუმულაციის ხარისხის შესაფასებლად (Bat et al., 2021; Nunes et al., 2023) და ამ რეგიონში მსგავსი ეკოლოგიური ზემოქმედების გასაგებად (Neshovska et al., 2021; Rakib et al., 2021).

მრავალრიცხოვანმა კვლევებმა გამოავლინა მაკროწყალმცენარეების ეფექტურობა, როგორც მძიმე მეტალებით დაბინძურების სანდო ბიოინდიკატორები, რაც განპირობებულია მათი უძრავი ბუნებისა და ბიოაკუმულაციის მაღალი უნარით (Bat et al., 2021; Rakib et al., 2021). ეს მახასიათებელი მაკროწყალმცენარეებს საშუალებას აძლევს, ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ასახონ მათ გარშემო არსებულ წყლის გარემოში მძიმე მეტალების კონცენტრაციები, რაც მათ გარემოს მონიტორინგისთვის ღირებულ ხელსაწყოდ აქცევს (Rakib et al., 2021). განსაკუთრებით, ყავისფერი მაკროწყალმცენარეები გამოირჩევიან მაღალი შთანთქმის უნარით, რაც მათ საშუალებას აძლევს, შეაგროვონ გარემოში არსებული დამაბინძურებელი ნივთიერებების მნიშვნელოვანი რაოდენობა; ამ თვისების გამო, ისინი განსაკუთრებით ეფექტურია მეტალური დაბინძურების მონიტორინგისთვის (Aboal et al., 2022). ბიოდაგროვების ეს პროცესი განპირობებულია ფიზიოლოგიური მექანიზმებით, რომლებიც წყალმცენარეებს საშუალებას აძლევს, წყლიდან შეითვისონ და შეინარჩუნონ მეტალები, მაშინაც კი, როდესაც მათი კონცენტრაცია გარემოში ძალიან დაბალია (Bat et al., 2021; Nunes et al., 2023). შესაბამისად, ამ ორგანიზმებში მეტალის კონცენტრაციის ანალიზი საშუალებას იძლევა, ზუსტად აისახოს, რამდენად შეღწევადია დამაბინძურებლები ცოცხალი ორგანიზმებისთვის და რა გავლენას ახდენენ ისინი ზღვის ეკოსისტემებზე (Aboal et al., 2022).

განსაკუთრებით, Ulva-ს გვარი ცნობილია ტყვიის დაგროვების განსაკუთრებული უნარით – მას შეუძლია ტყვიის კონცენტრაცია გარემოსთან შედარებით ათასჯერ მეტად გაზარდოს, რაც ხაზს უსვამს მის, როგორც ამ მეტალის გარემოსდაცვითი ბიოინდიკატორის, სარგებლიანობას (Filippini et al., 2020).

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ამის საპირისპიროდ, Cystoseira-ს სახეობებმა აჩვენა მძიმე მეტალების დაგროვების ცვალებადი უნარი, რაც დამოკიდებულია ისეთ ფაქტორებზე, როგორებიცაა ჰიდროდინამიკური პირობები და ეპიფიტების არსებობა (Nunes et al., 2023). სხვადასხვა მაკროწყალმცენარის ტაქსონებს შორის, მათ შორის Chlorophyta-სა და Phaeophyta-ში, მძიმე მეტალების დაგროვების სახეობათაშორისი ცვალებადობა კიდევ უფრო ართულებს მათ პირდაპირ შედარებას და გარემოს დაბინძურების ზუსტი ასახვისთვის სახეობაზე მორგებულ სპეციფიკურ ანალიზს საჭიროებს (Peng et al., 2022; Nunes et al., 2023). ეს ცვალებადობა ხაზს უსვამს ბიომონიტორინგის კვლევებისთვის შესაბამისი სახეობების სწორად შერჩევის მნიშვნელობას, რადგან სხვადასხვა მაკროწყალმცენარე განსხვავებული მიდრეკილებით ითვისებს კონკრეტულ მეტალებს (Bat et al., 2009).

ამ შედეგების უფრო დეტალური ანალიზი ხელს უწყობს დამაბინძურებლების სივრცითი განაწილების და თითოეული სახეობის, როგორც კონკრეტული მძიმე მეტალების ბიოინდიკატორის, ეფექტურობის გარკვევას, რაც, თავის მხრივ, ხელს უწყობს დაბინძურების მახასიათებლების უფრო გამორჩეულად გაანალიზებას შავი ზღვის სამხრეთ სანაპიროზე. ეს შედარებითი შეფასება ხაზს უსვამს ბიომონიტორინგის პროგრამებში სახეობასთან დაკავშირებული სპეციფიკური ფაქტორების გათვალისწინების აუცილებლობას, რადგან სხვადასხვა მაკროწყალმცენარეს შეიძლება განსხვავებული მეტალების მიმართ განსხვავებული ბიოდაგროვების უნარი ჰქონდეს (Rakib et al., 2021).

ასევე მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ გარემო ფაქტორებს, როგორიცაა ტემპერატურა და მარილიანობა, შეუძლიათ მნიშვნელოვნად იმოქმედონ მაკროწყალმცენარეებში მძიმე მეტალების დაგროვების ტემპზე (Signa et al., 2020). გარდა ამისა, მორფო-ფიზიოლოგიურმა მახასიათებლებმა, როგორიცაა ზედაპირის ფართობი და ზრდის ტემპი, შესაძლოა, უფრო გადამწყვეტი როლი ითამაშოს მეტალების ბიოდაგროვების პროცესში, ვიდრე მხოლოდ სახეობრივმა იდენტურობამ (Rakib et al., 2021). გარდა ამისა, ამ ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური ფაქტორების კომბინირებული ეფექტები შემდგომ კვლევებს საჭიროებს, რათა უკეთ გავიგოთ მათი ურთიერთქმედებითი გავლენა მეტალების შეთვისებასა და შენარჩუნებაზე ზღვის მაკროწყალმცენარეებში, რაც ზრდის მათი, როგორც საიმედო ბიომონიტორების სარგებლიანობას. მომავალი კვლევა უნდა დაეთმოს კონტროლირებად ექსპერიმენტულ პირობებს, რათა გამოიკვეთოს ცალკეული გარემო ფაქტორებისა და წყალმცენარეების თვისებების გავლენა მეტალების დაგროვებაზე.

3.3.3. თეთრი ზღვა (რუსეთი)

კანდალაკშას ყურის კოლვიცას უბე თეთრი ზღვის ნაკლებად შესწავლილი ტერიტორიაა. საველე კვლევები ჩატარდა 2016 წლის 15-დან 21 ივლისამდე პერიოდში მოქცევისა და წყალქვეშა ზონებში (დაივინგის/წყალქვეშა ყვინთვის აღჭურვილობის გამოყენებით). სულ აღირიცხა მაკროწყალმცენარეების ორმოცდაათი სახეობა: 9 ქლოროფიტა, 18 ფაეოფიცეა და 23 როდოფიტა; კანდალაკშას უბეში პირველად იქნა დაფიქსირებული *Choreocolax polysiphoniae* და *Coccotylus hartzii* სახეობები (Mikhaylova et al., 2017).

წითელი წყალმცენარეების ზონა 7 მ-დან 17-18 მ სიღრმემდე ვრცელდება, სადაც შესწავლილი იქნა მაღალი მრავალფეროვნების ზონალური მახასიათებლები და ფიტოცენოზები. Odonthalia dentata-ს სახეობა (7-8 მ) მოიცავს ზღვის წყალმცენარეების 31 სახეობას (ბიომასა 282.1 ± 37.6 გ/მ²; მცენარეული საფარის სიმაღლე 20 სმ), სადაც სუბდომინანტებად Coccotylus truncatus და Polysiphonia stricta არიან. C. truncatus-ის სახეობა (8-9-დან 11-12 მ-მდე) მოიცავს 35 სახეობას (157.4 ± 92.2 გ/მ²; სიმაღლე 10 სმ). C. truncatus–P. rubens-ის სახეობა (11-12-დან 14-15 მ-მდე) კი მოიცავს 26 სახეობას (41.9 ± 1.1 გ/მ²; სიმაღლე 5-6 სმ), სადაც Euthora cristata მეორადი დომინანტია; 15-18 მ სიღრმეზე გვხვდება შეზღუდული რაოდენობის წითელი კორტიკული კალციფიცირებული წყალმცენარეები. დაფიქსირდა ოცდათორმეტი ეპიფიტური წყალმცენარეების სახეობა; P. stricta-ს მაღალ ფოთლებზე განვითარებული მეორადი მიმაგრებები მიუთითებს იმ ადაპტაციაზე რაც მას მყარად დამაგრებაში ეხმარება, ხოლო C. Truncatus, შესაძლოა, ჯგუფურად მცხოვრები, ქვედა სინათლის ზონაში არსებული სახეობა იყოს, რადგან ეპიფიტური ბიომასა, ფაქტობრივად, უტოლდება ბენთოსური წყალმცენარეების ბიომასას.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ნაწილი 4

შესაძლებლობები, რეკომენდაციები, ინვესტიციის ანალიზი

4.1. თურქეთის სტრატეგიული შესაძლებლობები და SWOT ანალიზი

4.1.1. ძლიერი მხარეები/შესაძლებლობები

- **ვრცელი სანაპირო ზოლი და ბიომრავალფეროვნება** — ეგეოსის, ხმელთაშუა ზღვის და შავი ზღვის სანაპიროები წყალმცენარეების/მაკროწყალმცენარეების მრავალფეროვანი სახეობების გავრცელების მყარ საფუძველს წარმოადგენს.
- **კლიმატი და ბუნებრივი რესურსები** — მარილიანი წყლის გარემოზე ხელმისაწვდომობა, მზის სხივები და ხელსაყრელი ტემპერატურული პირობები ბიოლოგიური წარმოების კარგ პირობებს ქმნის.
- **არსებული ბიოტექნოლოგიური და აკადემიური შესაძლებლობები** — უნივერსიტეტებში ფუნქციონირებს შესაბამისი მიმართულებების ფაკულტეტები და დეპარტამენტები (ბიოლოგია, საზღვაო ბიოლოგია, ბიოტექნოლოგია), ლაბორატორიები და მიმდინარე კვლევითი პროექტები.
- **მზარდი ინტერესი და საზოგადოებრივი ცნობიერების ამაღლება** — იზრდება საზოგადოების ინფორმირებულობა ზღვის დაბინძურების, მიკროპლასტიკებისა და მდგრადობის საკითხებზე, ხოლო ისეთი მიდგომები, როგორიცაა „წყალმცენარეების ეკონომიკურ ღირებულებად ქცევა“, სულ უფრო პოპულარული ხდება.
- **მეწარმეობის ეკოსისტემა და გრანტების სქემები** — ისეთი ინსტიტუტები, როგორიცაა TÜBİTAK, რეგიონული განვითარების სააგენტოები და მრეწველობისა და ტექნოლოგიების სამინისტრო, სულ უფრო მეტად უჭერენ მხარს კვლევასა და განვითარებას (R&D) და მდგრად ტექნოლოგიებს.

4.1.2. სუსტი მხარეები და ძირითადი სტრუქტურული ბარიერები/შეზღუდვები

- **შეზღუდული ინვესტიციები და საწყისი ეტაპის დაფინანსების შეზღუდვები** — შეზღუდულია ინფორმაცია იმის შესახებ, არსებობს თუ არა ზღვის წყალმცენარეებზე ორიენტირებული სტარტაპ ინვესტიციები თურქეთში, საზღვარგარეთთან შედარებით. დაკვირვებული ინი-

ციატივები, ძირითადად, პროტოტიპის ეტაპზეა ან მცირე მასშტაბს მოიცავს.

- **წარმოების ხარჯები და მასშტაბური ეკონომიკის ნაკლებობა** — პროტოტიპული პროდუქცია და ბიომასის მიხედვით მიღებული გადაწყვეტილებები, როგორც წესი, ძვირია; მასშტაბის გაზრდა შეზღუდულია მაღალი ხარჯების გამო, რომლებიც დაკავშირებულია დამუშავებასთან, გამოშრობასთან და ბაზრის ხელმისაწვდომობასთან/ლოჯისტიკასთან.

- **ტექნოლოგიური და ინფრასტრუქტურულ ხარვეზები** — გამოცდილება კვლავ შეზღუდულ ეტაპზეა ისეთ მთავარ სფეროებში, როგორიცაა კონტროლირებადი სასოფლო-სამეურნეო სისტემები (საზღვაო და სანაპირო ზოლთან ახლოს), მოპოვების ტექნოლოგიები და ხარისხის სტანდარტები.

- **რეგულაციების და ნებართვების გაურკვევლობა** — რეგულაციები ხშირად ხანგრძლივია და ნაწილობრივ, ფრაგმენტირებული, მათ შორის: სანაპირო/საზღვაო ტერიტორიების ნებართვები, გარემოზე ზემოქმედების შეფასების (EIA) პროცედურები, ბიომრავალფეროვნების დაცვის წესები და გამოყენების/შეგროვების ნებართვები.

- **ბაზრისა და მოთხოვნის გაურკვევლობა** — მომხმარებლის ცნობიერება, სამრეწველო მოთხოვნები, ნედლეულის მიწოდება და ლოჯისტიკა ჯერ კიდევ არ არის სრულად განსაზღვრული; არსებული პროდუქტის კატეგორიის (საკვები, კოსმეტიკა, სოფლის მეურნეობა, ცხოველის საკვები, ბიომასალები) მიუხედავად, ჯერ კიდევ საჭიროა ძლიერი საბაზრო სტრატეგიის შემუშავება.

- **უნარებისა და ცოდნის (ნოუ-ჰაუ) დეფიციტი** — საერთაშორისო გამოცდილების, ტექნოლოგიების გადაცემის შესაძლებლობების, ეროვნულ/საერთაშორისო სტანდარტებთან გაცნობისა და ხარისხის კონტროლის მეთოდების შეზღუდული ცოდნა.

4.1.3. საინვესტიციო და სამეწარმეო პოტენციალი თურქეთში

თურქეთში, წყალმცენარეების კულტივაციისა და ზღვის მცენარეების სექტორში ინვესტიციები ბოლო წლებში მნიშვნელოვნად გაიზარდა. ამ სექტორში, საწარმოო ობიექტების რიცხვი მზარდია, რამდენიმე ინიციატივამ ბოლო პერიოდში გააქტიურა საქმიანობა და მათ მიერვე მოზიდული უცხოური კაპიტალის მხარდაჭერით სხვადასხვა ინდუსტრიაზე ორიენტირებული სამუშაოები განახორციელეს.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ცხრილი 5: ძირითადი მაკრო წყალმცენარეების სტარტაპები თურქეთში

საწარმო	აღწერა
SeaWean	თურქეთში დაფუძნებული საწარმო, რომელიც ზღვის წყალმცენარეების ექსტრაქტებს აწარმოებს. კომპანია ხაზს უსვამს საკუთარ ამბიციას, გახდეს „გლობალური ლიდერობის კანდიდატი“.
Palgae	ზღვის წყალმცენარეების შემცველი ბიომასალა სასოფლო-სამეურნეო საფარისთვის: წყალმცენარეებზე დაფუძნებული პროდუქტის პროტოტიპის შემუშავება.
Kybele’s Garden	Kybele’s Garden ბაზარზე როგორც ტექნოლოგიების, ასევე პროდუქტის მიმწოდებელია.

თურქეთში, მაკროწყალმცენარეების/ზღვის მცენარეების/წყალმცენარეების ბიოტექნოლოგიის სფეროში:

- **არსებული შესაძლებლობები:** უპირატესობები, როგორიცაა ბუნებრივი რესურსები, კლიმატი, სამეცნიერო ინფრასტრუქტურა და მდგრადობაზე ორიენტირებული საჯარო პოლიტიკა.
- **არსებული ხარვეზები:** ინვესტიციების მოცულობა, ტექნოლოგიური შესაძლებლობები, მასშტაბი, რეგულაციების გამჭვირვალობა და ბაზრის მოთხოვნისა და ბიზნეს-მოდელის დამადასტურებელი მტკიცებულებები.
- **პოტენციური პირველი ინვესტორები:** საჯარო ორგანიზაციები (მაგ., TÜBİTAK, განვითარების სააგენტოები), მდგრადობაზე ორიენტირებული კერძო ინვესტორები და სამრეწველო პარტნიორები (კოსმეტიკა, სოფლის მეურნეობა, კვებითი მრეწველობა).

ძლიერი მხარეები

- **გეოგრაფიული და ეკოლოგიური მრავალფეროვნება:** მაკროწყალმცენარეების კულტივაციისთვის თურქეთს აქვს ხელსაყრელი პირობები, როგორიცაა განსხვავებული საზღვაო ეკოსისტემები და რეგიონები, მაგალითად: ჩანაქკალე, რომელიც ხასიათდება განსხვავებული მარილიანობით (Scispace.com, 2024).
- **აკვაკულტურის მოწინავე სექტორი:** არსებული და სწრაფად მზარდი აკვაკულტურული ინფრასტრუქტურა მაკროწყალმცენარეების კულტი-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ვაციის მყარ საფუძველს წარმოადგენს ინტეგრირებული (IMTA) გზით ზრდის ფარგლებში (TÜDAV, 2020).

- **აკადემიური და ინსტიტუციური ინტერესი:** უნივერსიტეტებში და ისეთ ორგანიზაციებში, როგორებიცაა სოფლის მეურნეობისა და მესაქონლეობის სამინისტრო, მიმდინარეობს მაკროწყალმცენარეებზე მუშაობა, ხოლო ჩატარებული სემინარები მიუთითებს, რომ სექტორისთვის არსებობს ცოდნის და ინტერესის ბაზა (მერსინის უნივერსიტეტის საინფორმაციო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, 2020).
- მაკროწყალმცენარეების იმპორტ-ექსპორტის დინამიკა ასევე მნიშვნელოვანი ფაქტორებია. ისეთი მსხვილი მწარმოებლები, როგორიცაა ჩინეთი, ინდონეზია და სამხრეთ კორეა, ჩრდილოეთ ამერიკასა და ევროპის ბაზრებს დიდი რაოდენობის მაკროწყალმცენარეებით ამარაგებენ.
- 2020 წელს, ზღვის წყალმცენარეების გლობალური ექსპორტის ღირებულება დაახლოებით 11 მილიარდ აშშ დოლარს შეადგენდა და ამ თანხის მნიშვნელოვანი ნაწილი აზიის ქვეყნებზე მოდიოდა. დასავლეთის ბაზრებზე ზღვის წყალმცენარეებზე დაფუძნებული პროდუქტების მოთხოვნის ზრდასთან ერთად, ეს ქვეყნები ზრდიან წარმოების შესაძლებლობებს, რაც ექსპორტს კიდევ უფრო მეტად ზრდის.

სუსტი მხარეები

- **კომერციული წარმოების ნაკლებობა:** აკადემიური და საპილოტე პროექტების არსებობის მიუხედავად, თურქეთში მაკროწყალმცენარეების ფართომასშტაბიანი კომერციული კულტივაცია ჯერ არ დაწყებულა.
- **მაღალი ხარჯები და შეზღუდული ინფრასტრუქტურა:** კულტივაციისა და ექსპლუატაციის მაღალი ხარჯები, რაც გლობალური პრობლემაა, ასევე წარმოადგენს ბარიერს თურქეთის ამ სექტორში ოპერირებისთვის. მასშტაბური საზღვაო მეურნეობისთვის საჭირო ინფრასტრუქტურა და აღჭურვილობა ჯერ კიდევ არ არის ფართოდ გავრცელებული.
- **კონკრეტული სამართლებრივი ბაზის არარსებობა:** მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს აკვაკულტურის ზოგადი მარეგულირებელი ბაზა, მაკროწყალმცენარეების კულტივაციისთვის სპეციფიკურმა და მისი ხელშეწყობისთვის შექმნილმა პოლიტიკის არარსებობამ, შესაძლოა, ხელი შეუშალოს სექტორის სწრაფ ზრდას.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

შესაძლებლობები

- **გლობალური მოთხოვნის ზრდა ბაზარზე:** მაღალი ღირებულების მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებული პროდუქტების, როგორიცაა საკვები, ფარმაცევტული და კოსმეტიკური საშუალებები, სწრაფად მზარდი გლობალური მოთხოვნა თურქეთისთვის მნიშვნელოვან ექსპორტის პოტენციალს ქმნის (ზღვის კულტურების ბაზრის წილი და სტატისტიკა, 2024).

- **ლურჯი ეკონომიკა და მდგრადობაზე ორიენტირებული ინვესტიციები:** სექტორის წვლილი კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული შედეგების (ლურჯი ნახშირბადი) და გარემოს აღდგენის პროცესში, ახალი დაფინანსებისა და ინვესტორების ინტერესების მიზეზი ხდება, სადაც ფინანსური მოგება და გარემოზე დადებითი გავლენა ერთმანეთთან თანხვედრაშია.

- **სოფლის მეურნეობის სექტორში ინტეგრაცია:** სასუქების ფასების ზრდა და მიმართულება ორგანული სოფლის მეურნეობისკენ მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებული ბიოსასუქებისა და ბიოსტიმულატორების ადგილობრივი ბაზრის შექმნის შესაძლებლობას იძლევა (მერსინის უნივერსიტეტის IT დეპარტამენტი, 2024).

- მაკროწყალმცენარეების ბაზარს ასევე მხარს უჭერს მდგრადი აკვაკულტურისა და ზღვის რესურსების მართვის ხელშემწყობი სამთავრობო ინიციატივები. 2021 წელს ევროკავშირმა წამოიწყო „ლურჯი ეკონომიკის“ სტრატეგია, რომელიც მიზნად ისახავს ოკეანის რესურსების გამოყენების მხარდაჭერას და ზღვის წყალმცენარეების კულტივაციის წახალისებას. ეს ინიციატივა თანხვედრაშია ევროკავშირის მიზანთან, მიაღწიოს ცირკულარულ ეკონომიკას და ხელს უწყობს ინვესტიციების ჩადებას მაკროწყალმცენარეების კულტივაციაში.

- გარდა ამისა, ისეთმა ქვეყნებმა, როგორიცაა სამხრეთ კორეა და იაპონია, შემოიღეს რეგულაციები, რომლებიც ხელს უწყობენ ზღვის წყალმცენარეების შეგროვებას და გადამუშავებას, რადგან აღიარებულია, რომ სურსათის უვნებლობის თვალსაზრისით და გარემოს პრობლემების გადაჭრის საკითხში წყალმცენარეებს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება.

- ინოვაციური კულტივაციისა და გადამუშავების ტექნიკის კვლევასა და განვითარებაში ჩადებული ინვესტიციები ზრდის მაკროწყალმცენარეების წარმოების ეფექტურობას. ინოვაციები აკვაკულტურაში, როგორიცაა ავტომატური მოსავლის აღების სისტემები და საკვები ნივთი-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ერებების მართვის სისტემები, მაკროწყალმცენარეების მეურნეობას უფრო მდგრადს და მომგებიანს ხდის. ეს კი, თავის მხრივ, წარმოადგენს ახალ შესაძლებლობებს მწარმოებლებისთვის და ხელს უწყობს ბაზრის გაფართოებას.

საფრთხეები

- **გარემოს დაბინძურება:** სამრეწველო ნარჩენებით გამოწვეული წყლის დაბინძურება ზრდის მაკროწყალმცენარეების კულტივაციის მნიშვნელობას და უარყოფითად მოქმედებს პროდუქტის ხარისხზე.
- **კონკურენცია სინთეზურ ალტერნატივებთან:** ზოგიერთ სექტორში, მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებულ პროდუქტებთან შედარებით, უპირატესობა ენიჭება ლაბორატორიაში წარმოებულ სინთეზურ ინგრედიენტებს, რაც პოტენციურ საფრთხეს წარმოადგენს.
- **არარაციონალური მოპოვების რისკი:** უკონტროლო ან ზედმეტი რაოდენობით ბუნებრივი წყალმცენარეების მოპოვებამ შეიძლება გამოიწვიოს ბიომრავალფეროვნების შემცირება და ეკოსისტემების დაზიანება.
- რეგულაციებთან დაკავშირებული სირთულეები ასევე აფერხებს ბაზრის განვითარებას. სხვადასხვა ქვეყანას აქვს განსხვავებული რეგულაციები მაკროწყალმცენარეების მოპოვებასა და გადამუშავებასთან დაკავშირებით, რამაც შეიძლება გაართულოს საერთაშორისო ვაჭრობა. მაგალითად, ევროკავშირში, საზღვაო სტრატეგიის დირექტივით გათვალისწინებული მკაცრი წესები მიზნად ისახავს საზღვაო რესურსების მდგრადი გამოყენების უზრუნველყოფას.
- რეგულაციების დაცვა მწარმოებლებისთვის შეიძლება ძვირადღირებული და შრომატევადი პროცესი იყოს. ამ სტანდარტების დაკმაყოფილებასთან დაკავშირებული ხარჯები მცირე კომპანიებს ბაზარზე შესვლაში უშლის ხელს, რაც მთლიანობაში, სექტორის განვითარებას ზღუდავს.
- მაკროწყალმცენარეების ბაზრის ერთ-ერთი მთავარი შემზღუდველი ფაქტორი კულტივაციასთან და მოსავლის აღებასთან დაკავშირებული გარემოსდაცვითი პრობლემებია. პოტენციური სარგებლის მიუხედავად, ეს ინდუსტრია მისი ეკოლოგიური ზემოქმედების გამო, მუდმივი კრიტიკის საგანია. მაგალითად, ველური მაკროწყალმცენარეების ჭარბმა მოპოვებამ შეიძლება ბიომრავალფეროვნების დაკარგვა გამოიწვიოს.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

- სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციის მონაცემებით, ზღვის წყალმცენარეების გლობალური წარმოების დაახლოებით 20% ველური მოპოვების საშუალებით მიიღება, რაც მდგრადობასა და ეკოსისტემის სარგებელთან დაკავშირებულ შეშფოთებას ზრდის. არამდგრადმა პრაქტიკამ შეიძლება დააზიანოს ზღვის ბინადრები და გავლენა მოახდინოს ადგილობრივ თევზჭერაზე, რაც ძირს უთხრის მაკროწყალმცენარეების სექტორის გრძელვადიან განვითარებას.

- კიდევ ერთი მთავარი შეზღუდვა სინთეზურ ალტერნატივებთან დაკავშირებული პრობლემაა. ბიო პროდუქტებზე მოთხოვნის ზრდასთან ერთად, ბევრი ინდუსტრია ასევე იკვლევს მაკროწყალმცენარეების სინთეზურ შემცვლელებს. მაგალითად, კვების სექტორში ზოგიერთი მწარმოებელი უპირატესობას ანიჭებს ლაბორატორიაში წარმოებულ ინგრედიენტებს, რომლებიც ბუნებრივი ზღვის მცენარეების თვისებებს იმეორებენ და არ უკავშირდება მდგრადობასთან დაკავშირებულ პრობლემებს.

ზემოთ მოცემული ანალიზი მიუთითებს, რომ თურქეთს სჭირდება სტრატეგიული გზამკვლევი, რომელიც გააერთიანებს მის ძლიერ მხარეებსა და გლობალურ შესაძლებლობებს. სექტორს შეუძლია გაფართოება მდგრადი მეთოდების გამოყენებით, როგორიცაა IMTA, არსებული აკვაკულტურის ინფრასტრუქტურის ჩართულობით, ხოლო ხარჯებთან დაკავშირებული სირთულეების დაძლევა შესაძლებელია მაღალი ღირებულების პროდუქტებზე კონცენტრირებით.

4.2. მაკროწყალმცენარეების კულტივაციაში შეტანილი წვლილი ზოგადი გადმოსახედიდან

მოსახლეობის ზრდასთან ერთად, გაეროს მდგრადი განვითარების მიზნების (SDG) დროულად და მასშტაბურად განხორციელება და საჭირო გარდამტეხი ცვლილებები ახალ, რადიკალურ მიდგომებს მოითხოვს. კერძოდ, საჭიროა ახალი ბიოლოგიური რესურსების მოძიება, რომელთა განხორციელება შესაძლებელია სახნავ-სათესი მიწების, წყლისა და ენერგიის მინიმალური გამოყენებით; რაც ხელს შეუწყობს ადამიანებისა და ცხოველებისთვის ჯანსაღი საკვების წარმოებას როგორც ხმელეთზე, ისე ზღვაში; უზრუნველყოფს მდგრად და ხელმისაწვდომ ენერგიას; და შექმნის ეკოლოგიურად სუფთა, მდგრად მასალას, ამასთანავე, დადებით გავლენას მოახდენს ბიომრავალფეროვნებასა და გარემოზე.

ზღვის წყალმცენარეების მოყვანა პრაქტიკულად განხორციელებადი და მდგრადი აკვაკულტურის მეთოდია, რომელსაც შეუძლია მნიშვნელოვნად

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

შეუწყოს ხელი მდგრადი განვითარების მიზნების (SDGs) მიღწევას. მისი საშუალებით, შესაძლებელია სიღარიბესთან დაკავშირებული პრობლემების აღმოფხვრა, სურსათის უვნებლობის გაუმჯობესება, კლიმატის ცვლილებასთან ბრძოლა და მდგრადი მოხმარებისა და წარმოების განვითარება. ზღვის წყალმცენარეების მოყვანა მრავალ ეკოსისტემურ მომსახურებას უზრუნველყოფს, რასაც, თავის მხრივ, სარგებელი მოაქვს მდგრადი განვითარების მიზნების განვითარებისთვის. ეკოლოგიურად უსაფრთხო ზღვის მცენარეების მოყვანაში ინვესტირებამ შეიძლება უზრუნველყოს ღარიბი და დაუცველი ადამიანებისთვის პროდუქტიული რესურსების ხელმისაწვდომობა, ქალების ჩართულობა საკვების წარმოებასა და მოხმარებაში, ღირსეული სამუშაო ადგილების შექმნა ქალებისა და მამაკაცებისთვის, ადგილობრივი ეკონომიკური განვითარება და ღარიბი და დაუცველი სანაპირო ზონების გაძლიერება.

ამჟამად, ზღვის წყალმცენარეების აკვაკულტურა, ძირითადად, აზიის ქვეყნებშია ორიენტირებული, ხოლო სხვა რეგიონებში აქტივობა ძალიან მცირეა (Araújo et al., 2019; Araújo et al., 2021; Buschmann et al., 2017; Hughes et al., 2012). ზღვის წყალმცენარეების კულტივაცია ევროკავშირის წყლებში შეიძლება დაეხმაროს ევროკავშირს მისი ამბიციური გარემოსდაცვითი მიზნების მიღწევაში, რომლებიც წარმოდგენილია ისეთი ყოვლისმომცველი პოლიტიკური ინიციატივებით, როგორიცაა ,,ევროპული მწვანე შეთანხმება" (COM(2019) 640 საბოლოო), ნახშირორჟანგული ნეიტრალობა (EC, 2019), „ფერმიდან სუფრამდე" (COM(2020) 381 საბოლოო), და მომავალი „ბუნების აღდგენის შესახებ" კანონი (COM(2022) 304 საბოლოო). ამჟამად, ევროკავშირში ზღვის წყალმცენარეების წარმოების 99% ველურ ბუნებაში შეგროვებით ხორციელდება, მაშინ, როცა გლობალურად საპირისპირო ტენდენციაა – 99% წარმოებულია აკვაკულტურის გზით (Vazquez-Calderon et al., 2022).

ამ მოსაზრებების გათვალისწინებით, ევროკომისია (EC) მხარს უჭერს ზღვის წყალმცენარეების კულტივაციას საზღვაო რეგიონებში (COM(2021) 236 საბოლოო). თუმცა, ევროპის წყლებში ამ საქმიანობის შესაძლებლობების შესახებ ინფორმირებულობა ჯერ კიდევ არ არის აყვანილი სათანადო დონეზე. 2022 წლის ნოემბერში, ევროკომისიამ ხაზი გაუსვა რამდენიმე გამოწვევას და რეკომენდაცია გაუწია შესაბამის ზომებს, რათა წყალმცენარეების ინდუსტრია გახდეს მდგრადი, სიცოცხლისუნარიანი და რეგენერაციული სექტორი, რომელიც შეძლებს ევროკავშირის მზარდი მოთხოვნის დაკმაყოფილებას (ევროკავშირის წყალმცენარეების ინიციატივა COM(2022) 592 final). ძირითად პრობლემებს შორისაა მაღალი წარმოების ხარჯები და წარმოების დაბალი მასშტაბები, რასაც ხელს უშლის ევროკავშირის საზღვაო რეგიონებში

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ზრდის პოტენციალის შესახებ სამეცნიერო ცოდნის ნაკლებობა (Araújo et al., 2019; COM(2021) final; van den Burg et al., 2016).

ზღვის წყალმცენარეების მოყვანის შესაძლებლობები დამოკიდებულია იმ გარემო ფაქტორებზე, რომლებიც განსაზღვრავენ სხვადასხვა სახეობის ზრდის სიჩქარეს. აკვაკულტურის პოტენციალის შესაფასებლად, დეტალურად უნდა იქნას შესწავლილი ევროკავშირის საზღვაო რეგიონების გარემო მახასიათებლები. დღესდღეობით, ევროკავშირის წყლებში ზღვის წყალმცენარეების მოყვანის შესაძლებლობების შესახებ კვლევები შეზღუდულია. ზღვის წყალმცენარეების აკვაკულტურის პოტენციალის შეფასება განხორციელდა შვედეთის დასავლეთ სანაპიროზე, სკაგერაკში, სანაპირო ზოლის 150 კმ-იან სიგრძის სანაპირო ზოლზე (Thomas et al., 2019).

ბალტიის ზღვაში წყალმცენარეების მოყვანის შესახებ ჩატარდა კვლევები გარემო მონაცემების გამოყენებით, პოტენციური ზრდის ტემპებისა და ნუტრიენტების შთანთქმის უნარების გამოსათვლელად (Kotta et al., 2022). მსგავსი, მოდელირებაზე დაფუძნებული მიდგომა ადრე გამოიყენებოდა ნიდერლანდებისა და დიდი ბრიტანეთის წყლებში არსებული წყალმცენარეების ობიექტების გარემოზე პოტენციური ზემოქმედების დასადგენად (TÜDAV, 2020).

თუმცა, ევროკავშირის მასშტაბით ზღვის წყალმცენარეების მოყვანის პოტენციალის კომპლექსური შეფასება ჯერ კიდევ არ არის საკმარისი. ევროკავშირმა დიდი ინვესტიციები ჩადო მონიტორინგსა და კვლევაში, საზღვაო რეგიონებში არსებული გარემო პირობების და მათი ცვლილებების შესასწავლად. თუმცა, არსებული მონაცემები ჯერ კიდევ არასაკმარისია საზღვაო გარემოს ცვლადების (მათ შორის სივრცითი და დროითი ცვალებადობის) სრული სურათის შესაქმნელად. აღნიშნულ მონიტორინგულ ღონისძიებებთან ერთად, ევროკავშირმა პროგრესი განიცადა რიცხვითი მოდელების შემუშავებაში, რომლებიც საშუალებას იძლევა, ფართოდ შეფასდეს გარემოს ცვლადები ევროკავშირის წყლებში.

4.3. წყალმცენარეებისგან საწვავის წარმოების პროცედურის ბარიერები

წყალმცენარეებისგან მიღებული ნედლი ნავთობი სხვადასხვა საპილოტე მასშტაბის ობიექტზე იქნა წარმოებული, თუმცა, თითქმის უგულებელყოფილია ის საკითხი, შესაძლებელია, თუ არა წყალმცენარეებისგან მიღებული საწვავის წარმოება ისეთი რაოდენობით, რომ მნიშვნელოვნად ჩაანაცვლოს ნავთობის საწვავი. იმისათვის, რომ წყალმცენარეულ საწვავს მომავალში კომერციული გამოყენება ჰქონდეს, აუცილებელია, კარგად იქნას გააზრე-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ბული და მოგვარდეს ის დაბრკოლებები, რომლებიც ამ დარგის განვითარებას უშლის ხელს.

წყალმცენარეებიდან მიღებული საწვავი ამჟამად უფრო ძვირია, ვიდრე ნავთობისგან მიღებული საწვავი, თუმცა ეს მომავალში, შესაძლოა, შეიცვალოს. სამწუხაროდ, მხოლოდ წარმოების ეკონომიკის გაუმჯობესება საკმარისი არ არის, რომ წარმოება იყოს ეკოლოგიურად მდგრადი ან ფართო მასშტაბით განხორციელებადი. სხვა მნიშვნელოვან რესურსებთან ერთად, წყალმცენარეების საწვავის წარმოებას მაღალი კონცენტრაციის ნახშირორჟანგის (CO_2) დაბალფასიანი წყარო სჭირდება. კონცენტრირებული ნახშირორჟანგის ნაკლებობა წყალმცენარეების საწვავის მნიშვნელოვანი მასშტაბით წარმოების უდიდეს დაბრკოლებას წარმოადგენს. წყალმცენარეების მდგრადი წარმოებისთვის აუცილებელია ფოსფორისა და აზოტის თითქმის სრულად გადამუშავება და ხელახალი გამოყენება, რადგან ეს ნივთიერებები საჭიროა წყალმცენარეების ზრდისთვის. ასევე მნიშვნელოვანია აზოტის ბუნებრივად დაფიქსირების (შეკავების) უნარის განვითარება, რაც წყალმცენარეების საწვავის წარმოებას გაამარტივებს და რომელიც გრძელვადიანი მიზანი უნდა იყოს. თუმცა, საკმარისად დიდი მასშტაბით წარმოების შემთხვევაში, მტკნარი წყლის შეზღუდული ხელმისაწვდომობა წარმოებას მნიშვნელოვან შეზღუდვას შეუქმნის, მაშინაც კი, თუ გამოყენებული იქნება ზღვის წყალმცენარეები.

წყალმცენარეების საწვავის ენერგეტიკული ბალანსის მისაღწევად, აუცილებელია პროცესები, რომლებიც აღადგენს ენერგიას ნავთობის მოპოვების შემდეგ დარჩენილი წყალმცენარეების ბიომასიდან. მოკლევადიან პერსპექტივაში წყალმცენარეების საწვავის ფართოდ გამოყენება ნაკლებად რეალურია, თუმცა საშუალოვადიან პერსპექტივაში შესაძლებელია მისი გამოყენება კონკრეტულ სფეროებში, მაგალითად, ავიაციაში. საწვავის კომერციული წარმოებისთვის აუცილებელია მიკროალგების გენეტიკური და მეტაბოლური გაუმჯობესება, რათა გაიზარდოს საწვავის მიღება და გამარტივდეს მისი ამოღება. გრძელვადიან პერსპექტივაში კი საჭიროა წყალმცენარეების გენეტიკურად მოდიფიცირება ფოტოსინთეზის ეფექტიანობის გასაუმჯობესებლად.

წყალმცენარეები მზის სინათლის ბიოქიმიურ ენერგიას ხმელეთის მცენარეებზე უფრო ეფექტურად გარდაქმნიან (Stephenson et al., 2011). მწვანე მიკროწყალმცენარეებს იგივე ძირითადი ფოტოსინთეზის მექანიზმი აქვთ, რაც C3 ტიპის ხმელეთის მცენარეებს. ნორმალურ ატმოსფერო პირობებში გაზრდილი C3 ტიპის მცენარეების მაქსიმალური ფოტოსინთეზური ეფექტი-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ანობა დაახლოებით 4.6%-ია (Zhu et al., 2008), რაც იმას ნიშნავს, რომ მიღებული მზის ენერგიის მთლიანი 4.6% შესაძლებელია, გარდაიქმნას ბიომასის ენერგიად. პრაქტიკაში, წლიური საშუალო ეფექტურობა, როგორც წესი, არ აღემატება 2.4%-ს (Zhu et al., 2008). ამისგან განსხვავებით, ღია გარემოში, დამატებითი CO_2-ით გამდიდრებულ პირობებში გაზრდილი წყალმცენარეების შემთხვევაში, ფოტოსინთეზის საშუალო წლიური ეფექტურობა 5%-ზე მეტია, ხოლო ველური ტიპის სახეობებისთვის შესაძლო მაქსიმუმი შეფასებულია 8.3%-ით (Chisti, 2012).

პოტენციურად, წყალმცენარეები წარმოადგენენ საწვავის რამდენიმე სხვადასხვა წყაროს (Kröger & Müller-Langer, 2012):

წყალმცენარეების ბიომასა წვისთვის – პირდაპირი წვისთვის, ან წყალმცენარეების ნედლი ნავთობის წარმოებისთვის, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სხვადასხვა სატრანსპორტო საწვავის, როგორიცაა დიზელი, ბენზინი და რეაქტიული საწვავი (ნავთი) წარმოებაში (Lestari et al., 2009). ბიოგაზი – ბიომასის ანაერობული დაშლის გზით (Zamalloa et al., 2011; Markou et al., 2013); ბიოწყალბადი; ბიოეთანოლი – წყალმცენარეებიდან მიღებული ნახშირწყლების ფერმენტაციის გზით (Matsumoto et al., 2003; Ho et al., 2013); ბიოეთანოლი, რომელიც პირდაპირ წარმოიქმნება წყალმცენარეების ფოტოსინთეზის გზით (Williams, 2009; Lü et al., 2011).

წყალმცენარეებიდან მიღებული სხვადასხვა ტიპის საწვავს შორის, მთავარი ყურადღება წყალმცენარეების ზეთის წარმოებას ეთმობა, რომელსაც შემდეგ იყენებენ სატრანსპორტო თხევადი საწვავების დასამზადებლად. მრავალ კომპანიას ჰქონდა კომერციალიზაციის მცდელობა. იმ რამდენიმე კომპანიიდან, რომლებიც წყალმცენარეებისგან თხევადი საწვავის კომერციალიზაციას ცდილობენ, უმეტესობა ფოკუსირებულია ფოტოსინთეზის გზით წარმოებულ ზეთებზე. სხვა კომპანიები ცდილობენ ნახშირორჟანგისა და წყლის პირდაპირ ფოტოსინთეზური გზით გარდაქმნას საწვავად. მაგალითად, Algenol Biofuels მუშაობს გენეტიკურად მოდიფიცირებულ წყალმცენარეებში ნახშირორჟანგიდან ბიოეთანოლის პირდაპირ წარმოებაზე, ხოლო Joule Unlimited, Inc. (www.jouleunlimited.com) მსგავს მიდგომას იყენებს სხვა საწვავის წარმოებისთვის. ფოტოსინთეზური პროცესისგან განსხვავებით, Solazyme, Inc. მცენარეული წარმოშობის შაქარს იყენებს ზეთით მდიდარი წყალმცენარეების გასაზრდელად.

ბევრი წყალმცენარე ზეთს აგროვებს (Banerjee et al., 2002; Chisti, 2007; Griffiths & Harrison, 2009; Griffiths et al., 2012). წყალმცენარეების ბიომასაში ზეთის შემცველობა, როგორც წესი, მნიშვნელოვნად იზრდება, თუ საკვები

ნივთიერებებით დეფიციტური კულტივაციის ან სხვა სტრესის გამომწვევ ეტაპს მოსდევს საკვები ნივთიერებებით მდიდარი ზრდის ეტაპი (Illman et al., 2000; Rodolfi et al., 2009; Mazzuca Sobczuk & Chisti, 2010; Griffiths et al., 2012; Dillschneider et al., 2013). სულ მცირე, ზოგიერთ შემთხვევაში, წყალმცენარეებში ზეთი ასევე გროვდება როცა აზოტი საკმარისია, თუ დამატებით ნახშირი მიეწოდება (Fan et al., 2012).

წყალმცენარეების ზეთი შეიცავს სხვადასხვა კომპონენტს: ტრიგლიცერიდების გარდა, შეიძლება შეიცავდეს ტერპენოიდულ ნახშირწყალბადებს (Banerjee et al., 2002), პოლარულ ლიპიდებს, ჟანგბადის შემცველ არატრიგლიცერიდულ კაროტინოიდულ ზეთებს და ქლოროფილებს. ყველა ეს ნაერთი მდიდარია ენერგიითა და ნახშირბადით. წყალმცენარეების ნედლი ნავთობის ენერგეტიკული შემცველობა დაახლოებით 35,800 კჯ·კგ$^{-1}$-ია, რაც ნავთობში შემავალი საშუალო ენერგიის დაახლოებით 80%-ს შეადგენს (ჩისტი, 2012). წყალმცენარეების ნედლი ნავთობი ნავთობის პოტენციურ შემცვლელს წარმოადგენს სხვადასხვა სატრანსპორტო საწვავის წარმოებისთვის (ბიოტექნოლოგიის ჟურნალი, 2013).

წყალმცენარეების ნედლი ზეთი, როგორც წესი, მდიდარია გრძელჯაჭვიანი პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავებით (Belarbi et al., 2000; Ward & Singh, 2005; Guschina & Harwood, 2006; Harwood & Guschina, 2009; Nichols et al., 2010) და ამიტომ, ზოგჯერ, შესაძლოა, ნაკლებად იყოს შესაფერისი ბიოდიზელის წარმოებისთვის სხვა მცენარეული ზეთების მსგავსად (Knothe, 2011; Stansell et al., 2012). მიუხედავად ამისა, წყალმცენარეების ზეთი წარმატებით გარდაიქმნა ბენზინად, დიზელად და ნავთის საწვავად, რომლებიც არაფრით განსხვავდება ნავთობპროდუქტებისგან (Chisti, 2012). წყალმცენარეებისგან მიღებულმა თხევადმა საწვავმა კვლევებში უმაღლესი მაჩვენებლები აჩვენა (Johnson & Wen, 2009; Haik et al., 2010; Babich et al., 2011; Haik et al., 2011; Chen et al., 2012; Khan et al., 2012); შესაბამისად, მიუხედავად იმისა, რომ წყალმცენარეებისგან მიღებული სატრანსპორტო საწვავი ამჟამად ხელმისაწვდომი არ არის, ეს ტექნოლოგია უკვე გამოცდილია და მუშაობს.

კომერციული პროცესის აჩქარების ფონზე, წყალმცენარეების საწვავის მასშტაბური წარმოებისთვის არსებულ სერიოზულ დაბრკოლებებს ხშირად ყურადღება არ ექცევა. წყალმცენარეებისგან საწვავის კომერციული მასშტაბით წარმოების დაბრკოლებები, ძირითადად, გამოწვეულია ენერგიის მაღალი დანახარჯებით (მოსავლის შეგროვება და გამოშრობა), დიდი ინვესტიციური ხარჯებითა (ფოტობიორაქტორები (PBR) და გადამამუშავებელი ობიექტები) და დაბალი ღირებულების ბიომასის მიღების შეზღუდული შესაძლებლობით.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ამ ტექნოლოგიის მომავალი დამოკიდებულია ბიოდიზელის ბიოგადამამუშავებელი ქარხნის მოდელზე, რომელიც საწვავის ხარჯებს საგრძნობლად შეამცირებს მაღალი ღირებულების წყალმცენარეების თანაპროდუქტების გაყიდვით და გენეტიკური ინჟინერიის საშუალებით ისეთი წყალმცენარეების ჯიშების განვითარებაზე, რომლებიც ზეთს ეფექტურად გამოიმუშავებენ. თუმცა, თუ ეს პრობლემები არ მოგვარდა, წყალმცენარეების ბიოსაწვავი ვერ შეძლებს გაუწიოს კონკურენცია ნავთობს გლობალურ ენერგეტიკულ ბაზარზე.

წყალმცენარეების მეურნეობის, განსაკუთრებით დახურული ფოტობიორეაქტორების (PBR) შექმნის საწყისი ინვესტიცია ძალიან მაღალია, ჩვეულებრივ სოფლის მეურნეობასთან ან წიაღისეულის საწარმოებთან შედარებით. PBR-ები საჭიროებს რთულ მილსადენებს, ტუმბოებს, სენსორებს და ტემპერატურის/pH-ის საკონტროლო მოწყობილობებს. წყალმცენარეების ზრდა ასევე დამოკიდებულია აზოტის (N) და ფოსფორის (P) დიდ რაოდენობაზე, რაც საკვები ნივთიერებების მიწოდებას მნიშვნელოვან სამოქმედო ხარჯად აქცევს. მიუხედავად იმისა, რომ ჩამდინარე წყლებიდან საკვები ნივთიერებების აღდგენას სარგებლის მოტანა შეუძლია, ამისთვის საჭირო იქნება დამატებითი ინვესტიცია. გარდა ამისა, უწყვეტი მონიტორინგი, მოსავლის შეგროვება, მოპოვება და გადამუშავება მოითხოვს კვალიფიციურ პერსონალს და მაღალ შენახვის/მომსახურების ხარჯებს.

წყალმცენარეების უჯრედებიდან ზეთის მოსაპოვებლად გამოიყენება რთული და ძვირადღირებული მეთოდები: უჯრედის დაშლა – ძლიერი უჯრედგარსების მექანიკური (მკვეთრი დამუშავება, ულტრაბგერით დამუშავება) ან ქიმიური (გამხსნელები) დაშლა, რასაც მოჰყვება ტრანსესტერიფიკაცია, სადაც წყალმცენარეების ნედლი ზეთი მეთანოლისა და კატალიზატორების გამოყენებით გარდაიქმნება ძრავისთვის გამოსაყენებელ ბიოდიზელად. ამ პროცესების ეფექტურობა და ღირებულება პირდაპირ განსაზღვრავს საწვავის საბოლოო ფასს, ხოლო წყალმცენარეების ბიომასის მხოლოდ საწვავად გამოყენება აუარესებს საერთო ღირებულება–სარგებლის თანაფარდობას.

ხარჯების კომპენსაციისთვის უნდა იქნას გამოყენებული „ბიოგადამამუშავებელი ქარხნის კონცეფცია“, რომელიც გულისხმობს ზეთის გამოყოფის შემდეგ დარჩენილი მაღალი ღირებულების ნივთიერებების (ცილები, ნახშირწყლები, პიგმენტები) გამოყოფას და რეალიზაციას საკვები დანამატების, კოსმეტიკური საშუალებებისა და ცხოველთა საკვების სახით. ამ დამატებით შემოსავლით ბიოსაწვავის ღირებულება ნავთობთან უფრო ახლოს მოდის, თუმცა დამატებითი გადამუშავება ზრდის პროცესის სირთულეს და საწყის ინვესტიციას.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ნაწილი 5

მაკროწყალმცენარეების ინვესტიციები და ფინანსური განვითარება

მაკროწყალმცენარეების სექტორში ინვესტიციები გლობალურად სულ უფრო იზრდება „ლურჯი ეკონომიკის“ და „ბიოტექნოლოგიის“ ძირითადი მიმართულებების ქვეშ. მიუხედავად იმისა, რომ თურქეთში ამ სფეროსთვის სპეციალური საინვესტიციო ეკოსისტემა ჯერ არ ჩამოყალიბებულა, მოქმედი საინვესტიციო ფონდების ფოკუსირებული მიმართულებები მაკროწყალმცენარეების პროექტებისთვის გარკვეულ შესაძლებლობებს ქმნის.

5.1. გლობალური ინვესტიციის ტენდენციები

ბოლო ხუთი წლის განმავლობაში, საწარმოო კაპიტალის ინვესტიციები მაკროწყალმცენარეების სექტორში შედარებით სტაბილური იყო და 2022–2024 წლებში დაახლოებით 112–118 მილიონ აშშ დოლარს შეადგენდა. ეს ინვესტიციები მიუთითებს იმაზე, რომ სექტორი ნელ-ნელა გადადის საწყისი კვლევებისა და ინოვაციების ეტაპიდან ბაზარზე პროდუქციის კომერციალიზაციასა და მასშტაბირებაზე. ინვესტიციების გეოგრაფიული განაწილება, ძირითადად, კვლავ ჩრდილოეთ ამერიკასა და ევროპაზეა კონცენტრირებული, თუმცა აზიაში ინვესტიციების ზრდა განსაკუთრებით საყურადღებოა.

5.2. მსხვილი საერთაშორისო ინვესტორების პროფილები

“Hatch Blue და Blue Revolution” ფონდი – ეს ირლანდიაში დაფუძნებული გლობალური საინვესტიციო ფონდია, რომელიც ორიენტირებულია ისეთ სფეროებზე, როგორიცაა მდგრადი აკვაკულტურა, რეგენერაციული მეურნეობა და „ლურჯი ნახშირბადის“ საკითხთან დაკავშირებულ გადაწყვეტილებებზე. Blue Revolution ფონდის საინვესტიციო სტრატეგია აშკარად მოიცავს ინვესტირებას ისეთ პროექტებში, როგორიცაა „რეგენერაციული ზღვის წყალმცენარეების და მოლუსკების მეურნეობა“. ისეთ პარტნიორებთან ერთად, როგორიცაა ევროპის საინვესტიციო ფონდი (EIF) და *The Nature Conservancy*, ფონდი იყენებს საინვესტიციო მიდგომას, რომელიც ერთდროულად აერთიანებს ფინანსურ სარგებელს და გარემოზე დადებით გავლენას.

სხვა საერთაშორისო კომპანიები: მიუხედავად იმისა, რომ ეს კომპანიები ამ სექტორში პირდაპირ ინვესტორები არ არიან, მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებული პროდუქტების მომხმარებელი მსხვილი კომპანიები შეიძლება გახდნენ პოტენციური ბიზნესპარტნიორები. მაგალითად, კომპანია Corbion-ი

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

აწარმოებს AlgaPrime™ DHA-ს – ომეგა-3-ის მდგრად წყაროს ცხოველთა საკვებისთვის. BASF-მა, Acadian Plant Health™-თან პარტნიორობით, თავის სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის პორტფოლიოს ზღვის წყალმცენარეების ექსტრაქტებიდან მიღებული ბიოსტიმულატორები დაამატა. კომპანია DSM-Firmenich-ი საკვებსა და ნუტრაცევტიკულ პროდუქტებში იყენებს მაკროწყალმცენარეებიდან მიღებულ ნივთიერებებს, როგორიცაა კარაგენანი.

5.3. პოტენციური თურქი ინვესტორები

თურქეთში ამჟამად არ არსებობს საწარმოო კაპიტალის ფონდი, რომელიც სპეციალურად მაკროწყალმცენარეების სექტორზე იქნება ორიენტირებული. ამიტომ ადგილობრივ საწარმოებს უწევთ საკუთარი ბიზნესმოდელების უფრო ფართო საინვესტიციო თემებზე მორგება, რათა შეძლონ ინვესტორების დაინტერესება. ქვემოთ მოცემულია პოტენციური ადგილობრივი ინვესტორების სია, რომლებსაც მაკროწყალმცენარეების პროექტებში ინვესტირება შეუძლიათ.

- საწარმოო ფონდები:
    - **Boğaziçi ფონდი:** როგორც „ღრმა ტექნოლოგიებსა“ და „მდგრად ინოვაციებზე“ ორიენტირებული ფონდი, შესაძლოა, დაინტერესდეს ბიოტექნოლოგიისა და აგროტექნოლოგიების სფეროში მაკროწყალმცენარეების პროექტებით.
    - **Revo კაპიტალი:** ეს ფონდი ინვესტირებას ახორციელებს ტექნოლოგიაზე ორიენტირებულ B2B და B2C საწარმოებში და შესაძლოა, განიხილოს ინოვაციური მაკროწყალმცენარეების გამოყენება, განსაკუთრებით, აკვაკულტურასა და კვების ტექნოლოგიებში.
    - **Diffusion Capital Partners (DCP)/დიფუზიური კაპიტალ პარტნიორები:** მისი მიზანია, განახორციელოს ინვესტირება მხოლოდ ღრმა ტექნოლოგიებსა და საწარმოებში, რომლებიც „რთულ პრობლემებს აგვარებენ“, ამიტომ ეს ფონდი შესაფერისი კანდიდატია მაკროწყალმცენარეების ბიოტექნოლოგიისა და ბიოგადამამუშავებელი პროექტებისთვის (BaseTemplates, 2025).
- **კორპორაციული ფონდები და ჰოლდინგური კომპანიები:**
    - **ჯანმრთელობისა და ბიოტექნოლოგიის ცვლადი ფონდი (TBE):** ფონდის სტრატეგია, რომელიც ჯანდაცვისა და ბიოტექნოლოგიის სფეროს ადგილობრივ და უცხოურ კომპანიებში ინვესტირებას გულისხმობს, იმაზე მიუთითებს, რომ ის შეიძლება წარმოადგენდეს

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

დაფინანსების წყაროს მაკროწყალმცენარეების ფარმაცევტულ და ნუტრაცევტიკულ გამოყენებაზე ორიენტირებული საწარმოებისთვის (TEB Portföy, 2025).

- **სხვა ინვესტორები:** KPMG-ის ანგარიშში ნახსენები ფონდები, რომლებიც ინვესტიციებს ახორციელებენ ისეთ სფეროებში, როგორიცაა ფინტექი და კვების ტექნოლოგიები (Kings Research, 2025), ისევე როგორც ჰოლდინგური კომპანიების საწარმოო ფონდებმა, შესაძლოა, ინტერესი გამოხატონ ინოვაციური ბიზნესმოდელებით მაკროწყალმცენარეების სექტორში.
- **საჯარო და განვითარების ფინანსური საკითხები:**
- **სტამბულის საწარმოო კაპიტალის ინიციატივა (iVCi):** ევროპის საინვესტიციო ფონდის (EIF) მხარდაჭერით დაარსებულმა ამ ფონდმა წვლილი შეიტანა თურქეთში ვენჩურული კაპიტალის ეკოსისტემის განვითარებაში. საერთაშორისო მხარდაჭერით შექმნილი მსგავსი ფონდი მომავალში შეიძლება გახდეს პროექტების დაფინანსების წყარო „ლურჯი ეკონომიკის“ სფეროში.

თუ ინვესტორი თურქეთში წყალმცენარეების/მაკროწყალმცენარეების სფეროში ინვესტირებას განიხილავს, ქვემოთ მოცემულ სფეროებზე ორიენტირება ამ პროცესს დააჩქარებს:

ცხრილი 6: სფეროები, რომლებზეც ინვესტორებმა უნდა გაამახვილონ ყურადღება

სფერო	რატომ არის პოტენციალი მაღალი / აუცილებელი ელემენტები
კულტივაცია / მეურნეობა ინფრასტრუქტურა (საზღვაო / კონტროლირებადი სისტემები)	მაღალი ხარისხის ნედლეულის მიწოდების უზრუნველსაყოფად შესაძლებელია მართვადი კულტივაციის ხარჯების შემცირება; სახეობების შერჩევისა და სეზონურობის საკითხების მართვა.
მოპოვების / დამუშავების ტექნოლოგიები	აქტიური ნაერთების (პოლისაქარიდები, პოლიფენოლები და ა.შ.) გამოყოფა, დამაბინძურებლების მოცილება, სტაბილური პროდუქტის მყარ ფორმად გარდაქმნა. ეს ეტაპი მოითხოვს ინტენსიურ ტექნოლოგიურ ექსპერტიზას და წარმოების შესაძლებლობებს.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

პროდუქტიდან ბაზარზე გასვლის სტრატეგიები	პროდუქტების საწყისი ეტაპი შეიძლება იყოს კოსმეტიკური ინგრედიენტები, სასოფლო-სამეურნეო ბიოსტიმულატორები და საკვები დანამატები. ისეთი სფეროები, როგორიცაა შეფუთვა/ბიომასალები, მოიცავს მაღალ ტექნიკურ პრობლემებს და მოითხოვს მომხმარებელთა მხრიდან აღიარებას.
კორპორაციული და საზოგადოებრივი თანამშრომლობის უზრუნველყოფა	კვლევისა და განვითარების გრანტები, უნივერსიტეტებსა და მრეწველობას შორის თანამშრომლობა, საზღვაო კვლევითი ინსტიტუტების მხარდაჭერა; რეგულაციური ხელშეწყობა; სანაპირო ზონის გამოყენების ნებართვები; ინფრასტრუქტურული მოთხოვნები, როგორიცაა გარემოზე ზემოქმედების შეფასების (EIA) ნებართვები.
მდგრადობა და სერტიფიკაცია	გარემოზე ზემოქმედება, ნახშირბადის კვალი, ბიომრავალფეროვნებაზე ზემოქმედება, პროდუქტის უსაფრთხოება/სისუფთავე – ეს ფაქტორები გავლენას ახდენს საინვესტიციო გადაწყვეტილებებზე.
ბაზრის და მომხმარებლის ცნობადობა	ადგილობრივი მომხმარებლები და ინდუსტრია უფრო უკეთ უნდა გაეცნოს წყალმცენარეებისგან წარმოებულ მდგრადი პროდუქტებისა და ბიომასალის ალტერნატივებს. ამისთვის მნიშვნელოვანია სწორი ბრენდინგი, განათლება და ეფექტური კომუნიკაცია.

ცხრილი 7: „ლურჯი ეკონომიკის“ შერჩეული ინვესტორები (საერთაშორისო და თურქი)

ინვესტორი	ქვეყანა	ფოკუსის სფერო	შესაბამისი სექტორები	აღწერა
Hatch Blue	ირლანდია	მდგრადი აკვაკულტურა	რეგენერაციული აკვაკულტურა, აკვაკულტურის ტექნოლოგიები, „ლურჯი ნახშირბადი“, ალტერნატიული ზღვის პროდუქტები.	„ლურჯი ეკონომიკის“ სფეროში მსოფლიოში ერთ-ერთი ყველაზე აქტიური ფირმა, რომელიც მაკროწყალმცენარეებთან დაკავშირებული პროექტების აშკარა მხარდამჭერია

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

Blue Revolution Fund	ირლანდია	ადრეული ეტაპის აკვაკულტურა	აკვაკულტურა, „ლურჯი ნახშირბადი“, ზღვის წყალმცენარეებისა და მოლუსკების ფერმები.	ფონდი, რომელსაც Hatch Blue მართავს; ის ინვესტიციებს გარემოსდაცვითი და სოციალური ზემოქმედების მიზნებისთვის ახორციელებს.
Boğaziçi Ventures	თურქეთი	ინოვაციური საწარმოები	მაღალი ტექნოლოგიები, ხელოვნური ინტელექტი, ფინანსური ტექნოლოგიები, სასოფლო-სამეურნეო ტექნოლოგიები.	ფოკუსირებულია თურქეთში მაღალი ტექნოლოგიების სფეროში განხორციელებულ საწარმოებზე; შესაძლოა, დაინტერესებული იყოს აკვაკულტურის ან ბიოტექნოლოგიის პროექტებით.
Revo Capital	თურქეთი	ტექნოლოგიური პროექტები	B2B ქლაუდ/ღრუბლოვანი სერვისები, ხელოვნური ინტელექტი, კიბერუსაფრთხოება და ფინანსური ტექნოლოგიები.	ახორციელებს ინვესტირებას ტექნოლოგიურ საწარმოებში თურქეთში, აღმოსავლეთ ევროპასა და ბალტიისპირეთში.
Diffusion Capital Partners	თურქეთი	მაღალი ტექნოლოგიები	სიცოცხლის შემსწავლელი მეცნიერებები, სასოფლო-სამეურნეო ტექნოლოგიები, ენერგეტიკა და გარემოს დაცვა.	ინვესტირებას ახდენს ტექნოლოგიურად ინტენსიურ სტარტაპებში, რომლებიც წყვეტენ რთულ პრობლემებს. ეს შესაფერისი პროფილია მაკროწყალმცენარეების ბიოტექნოლოგიის პროექტებისთვის..
TEB Portfolio	თურქეთი	ბიოტექნოლოგიის ფონდები	ჯანდაცვისა და ბიოტექნოლოგიის ინდუსტრია.	შესაძლოა, ფარმაცევტულ და ნუტრაცევტიკულ პროდუქტებზე ორიენტირებული პროექტებისთვის დაფინანსების პოტენციური წყარო იყოს.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ნაწილი 6

მაკროწყალმცენარეებისგან წარმოებული პროდუქტების პოტენციური გამოყენების სფეროებზე არსებული მოსაზრებები

მაკროწყალმცენარეები, რომლებიც ასევე ცნობილია, როგორც ზღვის წყალმცენარეები, მრავალუჯრედიან, წყლის გარემოში მცხოვრებ, ფოტოსინთეზურ ორგანიზმებს წარმოადგენენ. ისინი ფართოდ არიან გავრცელებული ოკეანეებში, განსაკუთრებით, სანაპირო ზონებში, სადაც შეიძლება მიეკრან კლდეებსა და სხვა მყარ სუბსტრატებს ან არსებობდნენ თავისუფლად მცხოვრები ფორმების სახით. როგორც საზღვაო გარემოში ფოტოსინთეზური ორგანიზმების ერთ-ერთი ძირითადი ჯგუფი, მაკროწყალმცენარეები ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა სფეროში, განსაკუთრებით, საკვებისა და ფარმაცევტული პროდუქციის წარმოებაში. მათი ფართო გავრცელების, მარტივი ხელმისაწვდომობის და ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის მექანიზმის საშუალებით შთანთქმის მაღალი ეფექტურობის გათვალისწინებით, მათ შეუძლიათ დიდი რაოდენობით საკვები ნივთიერებებისა და მეტაბოლიტების წარმოება.

მაკროწყალმცენარეებს ასევე შეუძლიათ ბიოაქტიური ნაერთების მაღალი რაოდენობით დაგროვება, ჩამდინარე წყლების დამუშავების პროცესში აზოტისა და ფოსფორის შემცველი ნივთიერებების ათვისების გზით. ეს მიმოხილვა, ძირითადად, ეხება მაკროწყალმცენარეების გავრცელების თავისებურებებს და მათ უნიკალურ ბიოაქტიურ გამოყენებას საკვების, ფარმაცევტული პროდუქტებისა და გარემოს რეაბილიტაციის სფეროებში. მაკროწყალმცენარეებში არსებული ფუნქციური კომპონენტები და ბიოაქტიური ნივთიერებები მნიშვნელოვანია საკვების წარმოებისა და/ან მედიკამენტების შემუშავებაში. მაკროწყალმცენარეების ჩართვა ჩამდინარე წყლებისა და ნარჩენი აირების გაწმენდის პროცესში, რესურსების აღდგენასთან ერთად, უზრუნველყოფს ბიოაქტიური ნაერთების მდგრად წარმოებას.

ამ კონტექსტში ჩვენ კონსულტაცია გავიარეთ დოქტორ მერვე კაიასთან, მიუნხენის ტექნიკური უნივერსიტეტის ლექტორთან, რომელიც ახორციელებს კვლევასა და განვითარების (R&D) პროექტებს, მაკროწყალმცენარეების, როგორც ბიოსტიმულატორების წარმოებისთვის ნედლეულად გამოყენების მიმართულებით. მან ხაზგასმით აღნიშნა, რომ **ევროპაში წყალმცენარეები უკვე ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა პროდუქტში**, განსაკუთრებით, **თევზის საკვებსა და სასუქებში**, და რომ მოპოვება ერთ-ერთი ყველაზე

მნიშვნელოვანი ეტაპია როცა წყალმცენარეები ასეთი ნარევების დასამზადებლად გამოიყენება. დოქტორმა კაიამ აღნიშნა, რომ მსგავსი ტიპის პროდუქტები უკვე კომერციულად დაინერგა სხვადასხვა ქვეყანაში, განსაკუთრებით კანადაში, ჩინეთში, იაპონიასა და ტაილანდში და სადაც კომერციალიზაციის პროცესში სექტორზე მორგებული ექსტრაქციის შემთხვევაში, ამ სექტორებში მომხმარებელთა პოტენციალი მაღალია. თურქეთის ბაზრის განხილვისას, მიუხედავად იმისა, რომ თურქეთში მაკროწყალმცენარეების სექტორი ჯერ კიდევ ადრეულ ეტაპზეა, ინტერესი სწრაფად იზრდება. მომხმარებლებისა და ინდუსტრიის ცნობადობა იზრდება უნივერსიტეტების კვლევებისა და მცირე სტარტაპების მცდელობების წყალობით. შეიძლება ითქვას, რომ ცნობიერების ამაღლების ძირითადი ფაქტორებია მდგრადობა და ნახშირორჟანგის შემცირება, ჯანმრთელობისა და ფუნქციური საკვების მიმართ მზარდი ინტერესები და, მათთან დაკავშირებული, ცირკულარული ეკონომიკის პრაქტიკებისა და ბიოპლასტმასის მზარდი ტენდენცია.

დოქტორი კაია აღნიშნავს, რომ თურქეთის მაკროწყალმცენარეების სექტორი ჯერ კიდევ ადრეულ ეტაპზეა, თუმცა აშკარად მზარდი სფეროა და აცხადებს, რომ წყალმცენარეების მიმართ ინტერესი სწრაფად იზრდება და ცნობადობა უნივერსიტეტების კვლევებისა და მცირე მასშტაბის ინიციატივების წყალობით მატულობს. როგორც ის აღნიშნავს, ამ სფეროში განვითარების გამომწვევი ძირითადი გლობალური ტენდენციებია მდგრადობა და ნახშირორჟანგის კვალის შემცირება, ცირკულარული ეკონომიკისა და ბიოპლასტმასისკენ გადასვლა, ასევე, ჯანმრთელობისა და ფუნქციური საკვებისადმი მზარდი ინტერესი. დოქტორ კაიას თქმით, თურქეთის ძლიერი მხარეები ამ სექტორში მის მდიდარ სანაპირო ეკოსისტემებში, უნივერსიტეტებში არსებულ აქტიურ კვლევით ჯგუფებსა და ახალგაზრდა მეწარმეობის ეკოსისტემაშია. დოქტორი კაია ხაზს უსვამს, რომ რეგულაციების სიცხადის ნაკლებობა (მაგალითად, წყალმცენარეებზე დაფუძნებული ბიოსტიმულატორები ჯერ კიდევ არ არის მკაფიოდ განსაზღვრული ორგანული სასუქების რეგულაციაში) და ინვესტორების შეზღუდული ინტერესი სექტორის მთავარ სისუსტეს წარმოადგენს. ამასთან, იგი აღნიშნავს, რომ მიმდინარე კვლევებში განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ყავისფერი წყალმცენარეებიდან (Laminaria, Sargassum) პოლისაქარიდების მოპოვებას.

დოქტორი კაია ხაზგასმით აღნიშნავს, რომ ყავისფერი წყალმცენარეებისგან მიღებულ ალგინატებს – თესლის დაფარვის ინდუსტრიაში მათი მზარდი გამოყენების გამო – შედარებით მაღალი კომერციული პოტენციალი აქვთ. თურქეთში წყალმცენარეებთან დაკავშირებულ საქმიანობაზე საუბრისას, იგი ხაზს უსვამს, რომ ქვეყანას გააჩნია მყარი აკადემიური ცოდნის ბაზა და

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

რომ კვლევითი პროექტები, განსაკუთრებით, ეგეოსისა და შავი ზღვის სანაპიროებზე ხორციელდება; თუმცა, საერთაშორისო მასშტაბით, კომერციალიზებული პროდუქტების რაოდენობა დაბალი რჩება. დოქტორი კაია აღნიშნავს, რომ მიუხედავად იმისა, რომ თურქეთი ძლიერი პოზიციით გამოირჩევა როგორც პუბლიკაციების ხარისხით, ისე მათი რაოდენობით, ქვეყანას ჯერ კიდევ არ მიუღწევია საკმარისი დონისთვის ამ აკადემიური შედეგების პატენტებად და სტარტაპებად გარდაქმნის თვალსაზრისით. იგი ასახელებს ძირითად ნაბიჯებს, რომლებმაც შეიძლება ამ სფეროს განვითარებას შეუწყოს ხელი რეგულაციების, ინვესტიციების, მეწარმეობისა და საჯარო პოლიტიკის მიმართულებით. როგორიცაა მეწარმეებისთვის კვლევისა და განვითარების (R&D) წახალისების უზრუნველყოფა, საპილოტე წარმოების ობიექტების სახელმწიფო მხარდაჭერა და უნივერსიტეტებსა და ინდუსტრიას შორის თანამშრომლობის გაძლიერება.

დოქტორი კაია აღნიშნავს, რომ ახალგაზრდა მკვლევრები მზად არიან, მეწარმეობის იდეის მიმართ და ინტერესს იჩენენ წყალმცენარეებისგან მიღებული ბიომასალებისა და ფუნქციური საკვების სტარტაპების მიმართ. მისი შეფასებით, თურქეთში ჩამოყალიბებული ახალი თაობის ბიოტექნოლოგიურ საწარმოებს აქვთ პოტენციალი, გავიდნენ ევროპულ ბაზარზე და საჭირო ხელშემწყობი პირობების შექმნის შემთხვევაში, შეძლებენ მაღალი დამატებული ღირებულების მქონე სარგებლის მიღებას. დოქტორი კაია ხაზს უსვამს, რომ თურქეთში მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებული პროდუქტები, სავარაუდოდ, გასცდება ნიშური კვლევის სფეროს და გადაიქცევა უფრო ფართო კომერციულ ეკოსისტემად. ის ასევე აცხადებს, რომ სწრაფი ზრდა განსაკუთრებით მოსალოდნელია მდგრადი შეფუთვის, ცხოველთა და ფუნქციური საკვების სფეროში და რომ სახელმწიფო პოლიტიკაც მხარს დაუჭერს ამ ცვლილებას.

ბოლუს აბანტ-იზეთ-ბაისალის უნივერსიტეტის ბიოლოგიის დეპარტამენტის ლექტორის, გულაი კარაგიულეს თქმით, წყალმცენარეების სექტორის განვითარება, როგორც მიკრო, ასევე მაკრო მიმართულებით, ბოლო ხუთი წლის განმავლობაში დაჩქარდა მის მიერ შექმნილი დამატებითი ღირებულების პროპორციულად. მისი თქმით, მოცემულს ის ფაქტი ადასტურებს, რომ როგორც TÜBİTAK, ასევე სამინისტრო მხარდაჭერას უწევენ ამ სფეროს. კარაგიულე აღნიშნავს, რომ მიუხედავად იმისა, რომ კლიმატური კრიზისი უარყოფითად მოქმედებს სექტორზე, თურქეთის პროდუქციის წარმოებისთვის შესაფერისი კლიმატი მნიშვნელოვან უპირატესობას წარმოადგენს. თუმცა, მისივე აზრით, გარკვეული ნაკლოვანებები, როგორიცაა ამ სფეროში მომუშავე აკადემიური პერსონალის შეზღუდული რაოდენობა და

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

საზღვარგარეთიდან მრავალი ნივთის, მათ შორის წარმოებაში გამოყენებული სხვადასხვა ქვე-პროდუქტისა და დანადგარების (მაგ., რეაქტორების) იმპორტის აუცილებლობა, ანელებს სექტორული განვითარების ტემპს. კარაგიულე აღნიშნავს, რომ ისეთი სახეობები, როგორიცაა Gracilaria dura და Sargassum acinarium, განსაკუთრებით ღირებულია ფუნქციური საკვებისთვის და მიაჩნია, რომ სექტორი აუცილებლად განვითარდება ამ მიმართულებით. ის ასევე აღნიშნავს, რომ ტექნოპარკში დაარსებული კომპანიის მეშვეობით **არის ჩართული** წარმოებაში, თუმცა **პროდუქცია ჯერ კიდევ საერთაშორისო დონეს ვერ აღწევს**, რაც გამოწვეულია ამ სფეროში აკადემიკოსების მცირე რაოდენობით და მულტიდისციპლინური თანამშრომლობის ნაკლოვანებით. როგორც კარაგიულე პროგნოზირებს, გაიზრდება პროდუქციის მრავალფეროვნება, განსაკუთრებით, კოსმეტიკის სფეროში და წყალმცენარეები ფართოდ იქნება გამოყენებული დიეტურ დანამატებში. ის ასევე პროგნოზირებს მიკროწყალმცენარეების გამოყენების სფეროში ჩამდინარე წყლების პროექტების განვითარებას და აღნიშნავს, რომ მეწარმეობისა და საჯარო პოლიტიკის სფეროებში ყველაზე დიდ პრობლემას არ წარმოადგენს კანონმდებლობა, არამედ ინვესტიციები და მისი აზრით, აუცილებლად უნდა გაძლიერდეს ხელშემწყობი მექანიზმები.

ათათურქის უნივერსიტეტის სოფლის მეურნეობის ფაკულტეტის მცენარეთა დაცვის დეპარტამენტის პროფესორი, დოქტორი რეჯეპ კოტანი, რომლის საქმიანობის სფეროც მოიცავს ბაქტერიოლოგიას, მწერების კონტროლს, მცენარეთა დაავადებათა მართვას და შესაბამისად, ძირითადად, მიკრობული სასუქებისა და ბიოპესტიციდების წარმოებაზე მუშაობს, აღნიშნავს, რომ თურქეთში ზღვის წყალმცენარეების მნიშვნელოვანი რაოდენობა საზღვარგარეთიდან შემოდის და რომ მათი გამოყენება ხდება იმ სასუქებთან შერევის გზით, რომლებიც სოფლის მეურნეობაში გამოიყენება. კოტანის აზრით, მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ ამ სექტორში – რომელსაც ისეთი ფაქტორები განაპირობებს, როგორიცაა მდგრადობა და კლიმატური კრიზისი – მასშტაბურად დიდი რაოდენობით მოსავლის შეგროვება არ ხორციელდება, კულტივაცია კვლავ ძალიან შეზღუდულია და ძირითადად, ეგეოსის რეგიონით შემოიფარგლება. ის ასევე აღნიშნავს, რომ ჩინეთის შემთხვევა მნიშვნელოვან მაგალითად უნდა ჩაითვალოს: ჩინეთში ველურ ბუნებაში 261 000 ტონა წყალმცენარე იკრიფება, მაშინ, როდესაც კულტივაციაზე დაფუძნებული წარმოება წყალმცენარეების თითქმის 14 მილიონ ტონას აღწევს. კოტანის მიხედვით, საკუთარ კვლევებში ისინი, ძირითადად, იყენებენ კლოდიელსა და სპირულინას და რომ ეს სახეობები, როგორც წესი, გამოიყენება მიკრობული სასუქებისა და ბიოპესტიციდების წარმოებისთვის. თურ-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ქეთში სამეცნიერო შედეგისა და პროექტების საერთაშორისო დონესთან შედარებისას, კოტანი ამტკიცებს, რომ თურქეთის სამეცნიერო კვლევაში მნიშვნელოვანი ხარვეზები არ არსებობს, თუმცა მნიშვნელოვნად ჩამორჩება ისეთ სფეროებში, როგორიცაა რეალიზებადი პროდუქციის შემუშავება, პატენტების მოპოვება და ინდუსტრიაში ინტეგრაცია. ის ასევე აღნიშნავს, რომ განსაკუთრებით პესტიციდების შემთხვევაში, პროდუქტის ლიცენზიებისა და რეგისტრაციების მიღების ეტაპზე რეგულაციური ჩარჩო შეიძლება პრობლემური იყოს. პროფესორი დოქტორი რეჯეპ კოტანი ხაზს უსვამს, რომ მაკროწყალმცენარეების სექტორი, სავარაუდოდ, მომდევნო 5-10 წლის განმავლობაში განვითარდება, რადგან მდგრადობა და კლიმატური კრიზისი ხშირად რჩება დღის წესრიგში, ხოლო ორგანული სოფლის მეურნეობა იხვეწება. იგი ხაზგასმით აღნიშნავს, რომ ეს ზრდა, ძირითადად, **მიკრობული სასუქებისა** და ბიოპესტიციდების საშუალებით განხორციელდება.

სტამბულის გელიშიმის უნივერსიტეტის არქიტექტურის დეპარტამენტის ფაკულტეტის წევრი, დოქტორი ნევზათ ომერ საატჩიოღლუ, რომელმაც სხვადასხვა პროექტში ჩაატარა აკადემიური კვლევები როგორც მიკრო, ასევე მაკროწყალმცენარეებზე, აღნიშნავს, რომ წყალმცენარეები, თავდაპირველად, ძირითადად, სამკურნალოდ/ბიორემიდაციისთვის და გამწმენდი მიზნებისთვის, გამოიყენებოდა, თუმცა, აცხადებს, რომ განვითარების იგივე დონე ჯერ არ დაფიქსირებულა ისეთ სექტორებში, როგორიცაა კვების პროდუქტები, მშენებლობა, მასალები, კომპოსტირება და ენერგიის წარმოება და რომ იდეებიდან რეალურ განხორციელებამდე გადასვლა განსაკუთრებით შენელებულია სამშენებლო სექტორის ხანგრძლივი და კონსერვატიული ბუნების გამო. რაც შეეხება გლობალურ მეგატრენდს წყალმცენარეების გამოყენების განვითარებასთან დაკავშირებით, დოქტორი საატჩიოღლუ ხაზს უსვამს, რომ ასეთი ტექნოლოგიების ქალაქის მასშტაბით დანერგვა განსაკუთრებით ღირებული და პერსპექტიულია წყლის გაწმენდის, ჰაერის ფილტრაციის და ენერგიის წარმოების თვალსაზრისით. თუმცა, შენობის/არქიტექტურის მასშტაბით მისი განხორციელება უფრო რთულია ისეთი კრიტერიუმების გამო, როგორიცაა ეფექტურობა და საწყისი კაპიტალური ხარჯები. საატჩიოღლუს მიხედვით, პრაქტიკაში მთელი ქალაქის ინფრასტრუქტურის ზედა დონიდან ტრანსფორმაცია უნდა განხორციელდეს ეტაპობრივად, რაც მრავალმხრივი სარგებლის ადგილობრივად რეალიზების საშუალებას იძლევა. მისივე მტკიცებით, ასეთი ძალისხმევის შედეგად, შესაძლებელი იქნებოდა ზღვების, მაგალითად, მარმარილოს ზღვის კანალიზაციის ნარჩენების ჩაშვებისა და დაგროვების ადგილებად გამოყენების თავიდან აცილება. საატჩიოღლუ აღნიშნავს, რომ სრული დაგეგმარება უნდა განხო-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

რციელდეს ეტაპობრივად, სპეციალურად ქალაქისა და რეგიონის საჭიროებებზე მორგებული მიდგომებით, და ხაზს უსვამს, რომ ასეთი ინვესტიცია საბოლოოდ, ძალიან ეფექტური და სარგებლის მომტანი იქნება. ამ სექტორში თურქეთის ძლიერი და სუსტი მხარეების შეფასებისას, დოქტორი საატჩიოღლუ აღნიშნავს, რომ ისეთი ფაქტორები, როგორებიცაა ყოვლისმომცველი, მაღალ დონეზე დაგეგმვის ნაკლებობა, წყალმცენარეების პოტენციალის შესახებ ზოგადი ცნობიერების უკმარისობა და კვალიფიციური ტექნიკური პერსონალის არასაკმარისი რაოდენობა, სექტორის მნიშვნელოვან უარყოფით მხარეებს წარმოადგენს. ის ასევე აღნიშნავს, რომ საზღვარგარეთ წყალმცენარეების მზარდმა და მასშტაბურმა გამოყენებამ თურქეთის მუნიციპალიტეტების ინტერესი გამოიწვია, რისთვისაც შეიქმნა ადგილობრივი, მცირე მასშტაბის ექსპერიმენტულ-დაკვირვებითი რეალიზაციის ჯგუფები და რომ სწორი ხელმძღვანელობით, წყალმცენარეებს შეიძლება ჰქონდეთ მაღალი კომერციული ღირებულება, განსაკუთრებით, ფარმაცევტიკასა და კოსმეტიკაში. როგორც ის აღნიშნავს, ქალაქის მასშტაბით, მიუხედავად მაღალი საწყისი ინვესტიციისა და ექსპლუატაციის ხარჯების შესაძლებლობისა, წყლის გამწმენდი სისტემებისა და ენერგიის წარმოება კვლავ ეკონომიკურად მომგებიანი შეიძლება აღმოჩნდეს.

საატჩიოღლუ აცხადებს, რომ თურქეთში სამეცნიერო შედეგები და პროექტები ჯერ კიდევ შეზღუდულია, ძირითადად, მცირე მასშტაბისაა და არსებობს საჭიროება ფართომასშტაბიანი, მრავალსაგნობრივი (მულტიდისციპლინური) კვლევითი პროექტებისათვის. ის ხაზს უსვამს, რომ ასეთი სამუშაოების ფარგლებში, დიდი გამწმენდი სისტემებისთვის საჭირო ინფრასტრუქტურისა და ინვესტიციების მნიშვნელოვანი ნაწილი შესაძლებელია, დაფინანსდეს ევროპული კავშირის სამეცნიერო-კვლევითი და რეალიზაციის ფონდის მხრიდან. თუმცა, დასძენს, რომ ეს მოითხოვს გეგმების, პროექტებისა და კვლევითი აქტივობების შემუშავებას საჯარო სექტორის, უნივერსიტეტისა და მუნიციპალური თანამშრომლობის გზით.

საატჩიოღლუს მიხედვით, წყალმცენარეების წარმოების საწარმო ობიექტების შექმნა, განსაკუთრებით კომპოსტირების, ენერგიის გამომუშავებისა და ნარჩენების გადამუშავების მიმართულებით, შესაძლებელს გახდის, წარმოებული იქნას განსხვავებული „ნედლეული“, რომელიც მორგებული იქნება სხვადასხვა ფუნქციასა და გამოყენების მეთოდზე მრავალ სექტორში. ის აცხადებს, რომ წყალმცენარეებზე დაფუძნებული გამწმენდი ტექნოლოგიები წარმოადგენს მაღალი პოტენციალის მქონე გადაწყვეტილებას, რომელიც ერთსა და იმავე ეკოსისტემაში აერთიანებს ნარჩენების გასუფთავების, ჰაერის ხარისხის გაუმჯობესებისა და ბიოენერგიის წარმოების პროცესებს.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ეს მიდგომა ამცირებს ნახშირორჟანგის კვალს, ანელებს ნარჩენების ჩადინებას ზღვებში, მდინარეებსა და მიწისქვეშა წყლებში და გაწმენდილი წყლის მეორედ გამოყენების საშუალებას იძლევა. ამ პროცესში წარმოქმნილი წყალმცენარეების ბიომასა შეიძლება გარდაიქმნას კომპოსტად და გამოყენებულ იქნას ენერგიის წარმოებისთვის ბიოაირის/ბიოსაწვავის სახით. სოციალური და გარემოსდაცვითი სარგებლის გათვალისწინებით, მისი საბოლოო დასკვნით, ეს სისტემები ფართოდ უნდა დაინერგოს მუნიციპალიტეტების მიერ და სავალდებულო გახდეს შესაბამისი კანონმდებლობის ფარგლებში.

ასოცირებული პროფესორი, დოქტორი მურატ თელი, ბოლუს აბანტ იზეთ ბაისალის უნივერსიტეტის ბიოლოგიის დეპარტამენტის ფაკულტეტის წევრი, რომელიც კვების სექტორში კვლევას ატარებს და მიკრო და მაკრო წყალმცენარეების გამოყენებით ფუნქციური საკვების წარმოებაზე მუშაობს, აცხადებს, რომ ბოლო ხუთი წლის განმავლობაში წყალმცენარეებთან მომუშავე კომპანიების რაოდენობა მნიშვნელოვნად გაიზარდა. თუმცა, აღნიშნავს, რომ ამ კომპანიების უმეტესობა მცირე ბიზნესი ან სტარტაპია და ამტკიცებს, რომ ამ სფეროში მოქმედმა მსხვილმა კომპანიებმა უნდა ჩამოაყალიბონ მოქნილი, მულტიდისციპლინური გუნდები, რადგან მცირე კომპანიებს არ გააჩნიათ ასეთი სამუშაოების შესასრულებლად საჭირო კაპიტალი. სწორედ ამიტომ, ის ყურადღებას ამახვილებს სტარტაპებსა და მსხვილ ფირმებს შორის თანამშრომლობის დამყარებაზე. ამ სფეროში განვითარებული მიმდინარე მეგატენდენციების გათვალისწინებით, ის აღნიშნავს, რომ წყალმცენარეების მიმართ ინტერესი ნახშირორჟანგის გამოყოფასთან დაკავშირებული ფაქტების შემდეგ გაიზარდა და აღნიშნავს, რომ 1 გრამ წყალმცენარეს (მშრალი მასა) შეუძლია დაახლოებით 5 გრამი CO_2-ის შთანთქმა, შესაბამისად, წყალმცენარეებს პირველი ადგილი უჭირავთ, როგორც ეფექტურ ნედლეულს. ტელი ასევე აღნიშნავს, რომ თურქეთში ახლად შემოღებულმა მოტივაციის მომცემმა ზომებმა დადებითი გავლენა იქონია სექტორზე. ის ხაზს უსვამს, რომ თურქეთის კლიმატური პირობები განსაკუთრებით ხელსაყრელია მრავალფეროვანი შტამების/სახეობების მოსაყვანად და სექტორის ერთ-ერთ მთავარ სუსტ მხარედ ამ სფეროში დასაქმებულ ადამიანთა მცირე რაოდენობას ასახელებს. ასოცირებული პროფესორის, დოქტორ მურატ ტელის თქმით, მრავალი ქვე-პროდუქტი და მოწყობილობა, როგორიცაა მაგალითად, რეაქტორები, იმპორტირებულია საზღვარგარეთიდან.

როგორც ტელი აღნიშნავს, თურქეთის სამეცნიერო ნაშრომები და პროექტები საერთაშორისო დონესთან შედარებით, ჯერ კიდევ ჩამორჩებიან საერთაშორისო სტანდარტებს, რადგან ამ სფეროში ცოტა აკადემიკოსია დასაქმებული და ხაზს უსვამს, რომ კვლევები არ ხორციელდება მრავალსაგ-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ნობრივი (მულტიდისციპლინური) მიდგომით. ის მიიჩნევს, რომ მაკროწყალმცენარეების სექტორზე მომდევნო 5-10 წლის განმავლობაში, მოთხოვნა გაიზრდება და პროდუქტები საბოლოოდ იქნება აღიარებული მომხმარებლების მიერ და, სავარაუდოდ, მოთხოვნის ზრდასთან ერთად, ინვესტიციური ეკოსისტემაც განვითარდება. ის ასევე აღნიშნავს, რომ ნახშირორჟანგის გამონაბოლქვზე გადასახადები ხელს შეუწყობს ამ სფეროს განვითარებას.

სინოპის უნივერსიტეტის მეთევზეობის ფაკულტეტზე მოღვაწე პროფესორი, დოქტორი ლევენთ ბათი ატარებს კვლევებს სინოპის სანაპირო ზოლში გავრცელებული მაკროწყალმცენარეების სახეობების იდენტიფიკაციისა და ეკოლოგიური სტექიომეტრიის შესახებ, მუშაობდა სინოპის სანაპირო ზოლში აღმოჩენილ დომინანტურ მაკროწყალმცენარეებში მძიმე მეტალების დონის განსაზღვრაზე და იკვლევდა ამ სახეობების, როგორც ბიომონიტორებად გამოყენების საშუალებებს. ის განსაკუთრებით ამახვილებს ყურადღებას ცისტოზეირაზე – ყავისფერ წყალმცენარეებში და ულვაზე (ზღვის სალათის ფურცლები) – მწვანე წყალმცენარეებში. ეს კვლევები მოიცავს: წყალმცენარეების ქსოვილებში დაგროვილი მძიმე ლითონების კონცენტრაციების შედარებას მიმდებარე წყლებსა და ნალექებში არსებული მეტალების კონცენტრაციებთან და მათი ბიომონიტორებად გამოყენების შეფასებას; ასევე, სასუქებსა და ბიოპლასტიკებზე ცდების ჩატარებას. ბათის მიხედვით, პროექტებისა და აკადემიური კვლევების განხორციელება მნიშვნელოვანია თურქეთში არსებული მაკროწყალმცენარეების ღირებულების ასამაღლებლად. ამ კონტექსტში, MACRO CLEAN პროექტიც ძალიან მნიშვნელოვანია, რადგან ის მაკროწყალმცენარეების (სასუქები და ბიოპლასტმასები) გამოყენების სხვადასხვა სფეროს მოიცავს და ხელს შეუწყობს სექტორულ განვითარებას. ის აღნიშნავს, რომ თურქეთი ძლიერი პოტენციალის მქონე ქვეყანაა და რომ კერძო სექტორსა და საჯარო დაწესებულებებს შორის თანამშრომლობა აუცილებელია ამ არსებული პოტენციალის გასაზრდელად. ის ასევე აღნიშნავს, რომ საზოგადოებაში არსებობს კონკრეტული სტერეოტიპი საკვებ წყალმცენარეებთან დაკავშირებით: მათი ვიზუალის, სუნის და რელიგიური შეხედულებების გამო, ადამიანები უარს ამბობენ მათ მოხმარებაზე. მიუხედავად იმისა, რომ ამ მიმართულებით სხვადასხვა მცდელობა ხორციელდება, ეს სტერეოტიპი წარმოადგენს ბარიერს საკვები მაკროწყალმცენარეების მარკეტინგისა და ფართოდ გავრცელებისთვის. მაკროწყალმცენარეები ნახშირორჟანგის ძირითადი შთამნთქმელები არიან, რომლებიც ფოტოსინთეზის საშუალებით, დიდი რაოდენობით ნახშირორჟანგს შთანთქავენ. ისინი გვთავაზობენ ბუნებრივ გადაწყვეტილებას კლიმატის ცვლილების წინააღმდეგ ბრძოლაში და ამ გზით, გლობალურად მნიშვნელოვან როლს

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ასრულებენ ნახშირორჟანგის გამოყოფის შემცირებაში. მაკროწყალმცენარეები სწრაფად მზარდი და განვითარებადი ორგანიზმებია; სწრაფი ზრდის შედეგად, მათ შეუძლიათ გამოიწვიონ ევტოფიცირების პრობლემები. მოპოვებული მაკროწყალმცენარეების ისეთ პროდუქტებად გარდაქმნა, როგორიცაა ბიოპლასტმასი, სასუქები და ბიოსაწვავი, ერთ-ერთი ინოვაციური მიდგომაა, რომელიც ბოლო პერიოდში განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს. წყალმცენარეები ასევე ბუნებრივ, ჯანსაღ, ფუნქციონალურ და ინოვაციურ საკვებად ითვლება. ვიტამინების, მინერალებისა და ცილების მაღალი შემცველობის წყალობით, ისინი ძვირფას ნედლეულს მიეკუთვნება, განსაკუთრებით, კვების და კოსმეტიკის სექტორებში.

პროფესორ დოქტორ ლევენთ ბათის თქმით, დღესდღეობით, ადგილი აქვს სწრაფვას ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტებისკენ. მსოფლიოს მოსახლეობის ზრდასთან ერთად, ნამარხი რესურსები სწრაფად იწურება. მაკროწყალმცენარეების შედარებით დაბალი ღირებულება არის მთავარი მიზეზი, რის გამოც, ისინი მდგრადი წარმოებისთვის იდეალურ ნედლეულად მიიჩნევიან. თურქეთის სამი მხრიდან ზღვით გარშემორტყმული გარემო ხელს უწყობს სხვადასხვა მაკროწყალმცენარის სახეობების არსებობას მის სანაპირო რეგიონებში. ტექნოლოგიების განვითარებისა და ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტებისადმი მზარდი ინტერესის გამო, კერძო და საჯარო დაწესებულებებმა გააძლიერეს ძალისხმევა მაკროწყალმცენარეების პოტენციური გამოყენების სფეროებზე. აკადემიური კვლევები, თავის მხრივ, ძირითადად, ორიენტირებულია სახეობების იდენტიფიკაციაზე, ეკოლოგიურ თავისებურებებზე და ბიოტექნოლოგიურ გამოყენებებზე. ნახშირორჟანგის შთანთქმის უნარი, ალტერნატიული საკვების წყაროდ გამოყენების შესაძლებლობა და ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტებში გამოყენებადობა თურქეთის ძლიერ მხარეებს შორისაა ამ სექტორში.

მაკროწყალმცენარეების საბოლოო პროდუქტებად გარდაქმნა ამ ეტაპზე მხოლოდ აკადემიური კვლევების დონეზე რჩება; ის ჯერ კიდევ არ არის კომერციული მასშტაბის. უფრო ფართოდ გამოყენებისთვის საჭიროა ძლიერი სამრეწველო ინვესტიციები და მოწინავე ტექნოლოგიები. თუმცა, თურქეთს ამჟამად არ გააჩნია როგორც საჭირო ინვესტიციები, ისე ტექნოლოგიები. ამ სფეროში ჯერ არ არსებობს დადგენილი რეგულაციური პრაქტიკა. კანონმდებლობა და საზოგადოების ინფორმირებულობის/ცნობიერების ამაღლების მცდელობა თურქეთის ერთ-ერთ სუსტ მხარეს წარმოადგენს, თუმცა შესაბამისი რეგულაციების შემუშავებისა და საზოგადოების ცნობიერების ამაღლების გზით ამ პრობლემების მოგვარება შესაძლებელია.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ბიოტექნოლოგიაში, გარემოსდაცვით გამოყენებაში ან ფარმაცევტულ და კოსმეტიკურ სექტორებში უფრო მაღალი კომერციული პოტენციალის მქონე პროდუქტებთან დაკავშირებით, აკადემიური კვლევები მიუთითებს, რომ წითელი წყალმცენარეების სახეობები აგარისა და კარაგენანის წარმოების ძირითად წყაროს წარმოადგენს და შესაბამისად, უპირატესად გამოიყენება გელის წარმომქმნელი აგენტების სახით.

ყავისფერი წყალმცენარეები, ძირითადად, გამოიყენება ბიოპლასტმასების, ბიოსაწვავისა და სასუქების წარმოებაში, ხოლო მწვანე წყალმცენარეები – მაღალი ცილის, ვიტამინებისა და მინერალების შემცველობის გამო – შეიძლება ჩაითვალოს როგორც ფუნქციური საკვები და საკვები დანამატი. მიუხედავად იმისა, რომ თურქეთში მაკროწყალმცენარეების სფეროში სამეცნიერო ნაშრომებისა და პროექტების რაოდენობა იზრდება, ისინი, ძირითადად, ისეთ თემებზეა ორიენტირებული, როგორიცაა ეკოლოგიური მონიტორინგი და ტაქსონომია. საფრანგეთში, ახალ ზელანდიასა და აზიის ქვეყნებში მაკროწყალმცენარეებთან დაკავშირებული გარკვეული რეგულაციები უკვე არსებობს. თუმცა, თურქეთში მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებული ინგრედიენტების სტანდარტიზაცია ჯერ ჩამოყალიბებული არ არის.

პროფესორი დოქტორი ლევენთ ბათი აცხადებს, რომ თურქეთში ზღვის წყალმცენარეების კულტივაცია ჯერ არ არის **ჩამოყალიბებული როგორც სტატისტიკურად აღიარებული ქვესექტორი;** მაკროწყალმცენარეების თითქმის მთლიანი წარმოება აზიის ქვეყნებში ხორციელდება და კომერციალიზაციის თვალსაზრისით, თურქეთი მნიშვნელოვნად ჩამორჩება ისეთ ქვეყნებს, როგორიცაა ნორვეგია, საფრანგეთი და ესპანეთი. ამ სფეროს განვითარების ხელშესაწყობად – საკანონმდებლო ბაზის, ინვესტიციების, მეწარმეობისა და საჯარო პოლიტიკის თვალსაზრისით – შესაძლებელია, განხილულ იქნას შემდეგი ნაბიჯები:

- შესაძლოა, ჩამოყალიბდეს გამოყენებადი მაკროწყალმცენარეების სახეობების ჩამონათვალი (მაგალითად, წყალმცენარეების შესწავლისა და შეფასების ცენტრს (CEVA) აქვს მარეგულირებელი დაფარვის სფერო 25 მაკრო-წყალმცენარის სახეობაზე).
- სანაპირო რაიონებში შეიძლება განისაზღვროს ზღვის წყალმცენარეების კულტივაციის ზონები.
- შესაძლოა, ამოქმედდეს ეროვნული დაფინანსებისა და წამახალისებელი პროგრამები (მაგ., TÜBİTAK, KOSGEB).
- შესაძლებელი იქნება ევროკავშირის ფონდებში მონაწილეობა.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

- შესაძლოა, გათვალისწინებული იყოს საკრედიტო/სესხის მხარდაჭერის მექანიზმები.
- შესაძლოა, წახალისდეს საჯარო-კერძო პარტნიორობის პროექტები.
- შესაძლოა, გაძლიერდეს უნივერსიტეტებში საგანმანათლებლო და კვლევითი შესაძლებლობები.
- შესაძლოა, განხორციელდეს მომხმარებელთა ცნობიერების ამაღლებისა და გავრცელების/ინფორმაციის აქტივობები.

ლევენთ ბათი აღნიშნავს, რომ მისი გუნდი ატარებს საპილოტე კვლევებს და უნივერსიტეტის კამპუსში არსებულ სათბურში მოყვანილი მარწყვისა და სალათის ფურცლებზე სასუქის სახით (მყარი, თხევადი და კომპოსტის ფორმით) შემოწმებას. ის აღნიშნავს, რომ მარწყვი და სალათის ფურცლები შერჩეული იქნა იმ მიზეზით, რომ მათი მოყვანა მარტივია, შედეგები მოკლე დროში მიიღწევა და დასძენს, რომ საწყის ეტაპზე მიმდინარეობს კვლევები ბიოპლასტიკებზე.

თავის სამომავლო გეგმებში ის ხაზს უსვამს, რომ მომდევნო 5-10 წელი პილოტური პროექტების განხორციელების თვალსაზრისით, გამორჩეული იქნება. მისი თქმით, სინოპი შეიძლება ჩაითვალოს რეგიონული წარმოების ცენტრად ლურჯი ეკონომიკისა და ლურჯი ზრდის ფარგლებში, და თუ შესაბამისი მარეგულირებელი ჩარჩოები და საინვესტიციო მხარდაჭერა დაინერგება, სექტორი ათ წელიწადში მნიშვნელოვან ინდუსტრიად შეიძლება იქცეს.

დასკვნის სახით, მაკროწყალმცენარეები მნიშვნელოვანია ლურჯი ეკონომიკისთვის. მათ აქვთ ჯანმრთელობის, ეკოლოგიური და ეკონომიკური მაღალი პოტენციალი. გარდა იმისა, რომ ისინი ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტებია, მაკროწყალმცენარეები ასევე მნიშვნელოვანია ნახშირორჟანგის შთანთქმის, წყლის ხარისხის გაუმჯობესებისა და ეკოსისტემური სერვისების თვალსაზრისით. მათი გამოყენების სფეროები ფართოა. ამიტომ, სტანდარტიზაცია პრიორიტეტულად უნდა განვითარდეს. მაკროწყალმცენარეები კანონმდებლობაში ცალსახად უნდა იყოს გათვალისწინებული. მეწარმეობა უზრუველყოფილი უნდა იყოს ფონდებისა და წახალისების გზით. პილოტური კვლევების გაზრდით, თურქეთი მიჩნეული უნდა იქნეს რეგიონული განვითარების წარმოების ადგილად.

ემრე იაკუპ აისანი, PETIMORE-ის თანადამფუძნებელი, ფირმა, რომელიც მუშაობს – განსაკუთრებით, წყალმცენარეებზე დაფუძნებული სამეცნიერო

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

კვლევებზე, საკვების ინდუსტრიისთვის წარმოებაში გადატანასთან დაკავშირებით – აცხადებს, რომ წყალმცენარეები თევზის საკვებში გამოიყენება ფერისა და არომატის გამაძლიერებლებად და რომ ამჟამად, მიმდინარეობს კვლევები მათი საკვები ღირებულების გამოყენების მიზნითაც. ის აღნიშნავს, რომ ამ მიმართულებით მუშაობის განვითარების ყველაზე მნიშვნელოვანი მამოძრავებელი ძალა კლიმატური კრიზისია. აისანი დასძენს, რომ რადგან თურქეთი შედარებით გვიან განვითარდა ინდუსტრიალიზაციის პროცესში, მისი ნიადაგისა და წყლის სტრუქტურა ბევრ ქვეყანასთან შედარებით, უფრო სუფთაა, რაც იმას ნიშნავს, რომ მას ჯერ არ დაუკარგავს მრავალი სახეობა და რომ თურქეთის კლიმატური პირობები მეტად ხელსაყრელია მრავალი სახეობის მოშენებისა და კულტივირებისთვის. აისანი აღნიშნავს, რომ PETIMORE, ძირითადად, საკონსულტაციო მომსახურებას სთავაზობს და შესაბამისად, მიწოდებასთან დაკავშირებული პრობლემა არ აქვს. თუმცა ხაზს უსვამს, რომ მწარმოებლებისთვის ყველაზე დიდი გამოწვევა ლოჯისტიკაა: პროდუქცია შორეული აღმოსავლეთიდან ან კანადიდან შემოდის, რაც როგორც ნახშირბადის კვალის ზრდას, ისე ხარჯების მნიშვნელოვნად გაზრდას იწვევს.

ის ხაზს უსვამს, რომ სექტორს ზრდის მნიშვნელოვანი პოტენციალი აქვს როგორც საკვების თვალსაზრისით, ასევე ადამიანის კვების ბაზარზე და აღნიშნავს, რომ მიუხედავად იმისა, რომ ამ ეტაპზე ჯერ კიდევ მცირეა რეალურად დიდი ინდუსტრიული მასშტაბით მოქმედი საწარმოებების რაოდენობა, მომდევნო ხუთი წლის განმავლობაში, მოსალოდნელია ასეთი ობიექტების რიცხვის ზრდა, რაც ამ მიმართულებებში სექტორის პოტენციალს კიდევ უფრო გააძლიერებს.

როგორც კომპანია PALGAE-ს თანადამფუძნებელი, ეილულ ერი აცხადებს, მიკროწყალმცენარეების გამოყენებით წყალმცენარეებზე დაფუძნებულ პლასტმასის ნედლეულს ამუშავებს, ძირითად პროდუქტად ბიოპლასტიკურ გრანულებს აწარმოებს, თავის პროდუქციას ფხვნილის სახითაც უკეთებს რეალიზაციას და ამ პროცესში მაკროწყალმცენარეებს იყენებს როგორც თავსებად აგენტებს, აღნიშნავს, რომ ბოლო წლებში ბაზარზე მნიშვნელოვანი ზრდა დაფიქსირდა. მისი თქმით, ამ ზრდის მთავარი განმაპირობებელი ფაქტორი კლიმატური კრიზისია. მისი თქმით, ინდუსტრიის მომარაგებისთვის საჭირო წყალმცენარეების საკმარისი რაოდენობა ხელმისაწვდომი არ არის, რის გამოც, კულტივაციაზე დაფუძნებული წარმოების დაწყების აუცილებლობა კვლავ აქტუალურია. ეილულ ერის აზრით, თურქეთის ყველაზე დიდი უპირატესობა სწორედ რომ მისი კლიმატია, რომელიც მრავალი სახეობის მოშენებისთვის მეტად ხელსაყრელია. როგორც აღნიშნავს, წყა-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ლმცენარეების მოწოდება ხდება ვიეტნამიდან და მათ ყველაზე დიდ გამოწვევას ლოჯისტიკის შედეგად წარმოქმნილი ნახშირორჟანგის გამოყოფა წარმოადგენს. ის ასევე აღნიშნავს, რომ პროდუქციის გრანულის ფორმით გადაზიდვამ შეიძლება სერტიფიცირების მხრივ, გარკვეული სირთულეები გამოიწვიოს. მომავლის პერსპექტივებზე საუბრისას, **ერი** ასახელებს ახალ მიმართულებებს, სადაც მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებულ პროდუქტებს ზრდის პოტენციალი აქვთ, მათ შორის, კოსმეტიკა, ბუნებრივი პიგმენტაციის გამოყენებები, ტექსტილის საღებავები და საკვები საღებავები. ერი ასევე აღნიშნავს, რომ მათი მუშაობის პროცესში ისინი თანამშრომლობდნენ **მარმარას უნივერსიტეტთან**, **სტამბულის უნივერსიტეტთან**, **ბოღაზიჩის უნივერსიტეტთან** და **პორტუს უნივერსიტეტთან** და მისი ვარაუდით, მაკროწყალმცენარეების გამოყენება მომდევნო 5-10 წლის განმავლობაში, კიდევ უფრო გაიზრდება, წყალმცენარეებზე დაფუძნებული ბიოპლასტიკის გამოყენების ზრდასთან ერთად.

Biorld Kimya-ს თანადამფუძნებელი ფარუკ ტამტურკი, რომელიც წყალმცენარეებზე დაფუძნებული საკვების ფორმულირების მიმართულებით მუშაობს, აღნიშნავს, რომ ისინი ამ სფეროში 2017 წლიდან მუშაობენ და ბოლო სამი წლის განმავლობაში, სტარტაპების რაოდენობის მნიშვნელოვანი ზრდა შენიშნეს, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი პროგრესი ომეგა-3-ისა და ცილის სფეროში დაფიქსირდა. ის აღნიშნავს, რომ თევზისგან მიღებული პროდუქტები შეიძლება შეიცავდეს მძიმე მეტალების მნიშვნელოვან რაოდენობას, მაშინ როცა მაკროწყალმცენარეები ომეგა-3-ის მნიშვნელოვან წყაროს წარმოადგენენ. ტამტურკის მიხედვით, მსოფლიო მეგატენდენციებიდან, რომლებიც ამ სფეროს განვითარებას უწყობს ხელს, ნახშირორჟანგის შეწოვისა და გარდაქმნის შესაძლებლობები ერთ-ერთ მთავარ ფაქტორად ითვლება და თურქეთს წარმოებისთვის ძალიან ხელსაყრელი კლიმატური პირობები აქვს, ადამიანური კაპიტალის თვალსაზრისით კი, საკმაოდ ძლიერია და შესაბამისად, აქვს პოტენციალი ამ ტერიტორიაზე მიმზიდველ ცენტრად იქცეს. თუმცა, ის ხაზს უსვამს, რომ ეს პოტენციალი რეალიზდება არა წყალმცენარეების მოპოვებით, არამედ კულტივირებით. მიწოდების ჯაჭვში ლოჯისტიკური თვალსაზრისით, მათ წინაშე არსებული მთავარი გამოწვევის შეჯამებისას, ტამტურკი ამბობს, რომ წყალმცენარეებთან დაკავშირებული წესები და სამართლებრივი რეგულაციები პრობლემას არ წარმოადგენს, თუმცა, საკვების წარმოების პროცესში წყალმცენარეებისგან საკვების წარმოებისთვის კონკრეტული მარეგულირებელი ნორმები არ არსებობს. ის ხაზს უსვამს, რომ პროდუქტის ძირითადი მახასიათებლების ჩამოთვლა შეუძლებელია და რომ ის ბაზარზე სტანდარტული საკვები დანამატით რე-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ალიზდება. ტამტურკი დასძენს, რომ კვების სექტორში მაკროწყალმცენარეებისგან მიღებული პროდუქტების სამომავლო ზრდის პოტენციალს ხედავს და თვლის, რომ ზრდა განსაკუთრებით ვეგანური საკვების მიმართულებით იქნება. იგი ასევე ხაზს უსვამს, რომ მომდევნო 5-10 წლის განმავლობაში მოსალოდნელი განვითარების შესაბამისად, მაკროწყალმცენარეები გამოყენებული იქნება მრავალ სექტორში – სამედიცინო გამოყენებიდან დაწყებული კოსმეტიკური საშუალებებითა და საკვებით დამთავრებული – და რომ ახალ სახეობებთან მუშაობითა და შესაბამისი რეგულაციების ამოქმედების პარალელურად (როგორც ეს აღმოსავლეთ აზიასა და ევროკავშირში ხდება), მაკროწყალმცენარეები გაცილებით უფრო დიდი დოზით იქნება ყოფითი ცხოვრებისა და ყოველდღიურობის ნაწილი.

დოქტორი ჰალიმ აიდინი, Ufuk Tarım-ის თანადამფუძნებელი – სასოფლო-სამეურნეო კომპანია, რომლის ლაბორატორიაც ატარებს აკრედიტებულ სასუქების ანალიზს და აწარმოებს ქიმიურ, ორგანულ, ორგანომინერალურ სასუქებს, მცენარეთა ზრდის მარეგულირებელ საშუალებებსა და ნიადაგის კონდიციონერებს – აღნიშნავს, რომ თურქეთში წყალმცენარეებთან დაკავშირებით, არ არსებობს კონკრეტული რეგულაცია, რაც რეალურ პრობლემას ქმნის. ის აღნიშნავს, რომ რეგისტრაციის შემდეგ პროდუქტი რეგისტრირდება როგორც ორგანული სასუქი. ის ხაზს უსვამს, რომ ასეთი რეგისტრაცია არ ასახავს წყალმცენარეების ბიოშეღწევადობას და შესაბამისად, ხელს უშლის წყალმცენარეებზე დაფუძნებული პროდუქტების რეალური ღირებულების გამოვლენას. აიდინი აცხადებს, რომ სექტორში დადებითი ცვლილებები შეინიშნება ისეთი ფაქტორების გამო, როგორიცაა კლიმატური კრიზისი და ორგანული სოფლის მეურნეობის განვითარება. ის დასძენს, რომ თურქეთის სამინისტრო, როგორც წესი, ბაზრის მოთხოვნებზე დაყრდნობით მოქმედებს და შესაბამისად, აქტიურად არ ატარებს კვლევებს, უზრუნველყოფს მომარაგებას და არ ინიცირებს მაღალი ბიოშეღწევადობის მქონე პროდუქტების წარმოების მიმართულებით – რომელსაც, ჩვეულებრივ, კერძო სექტორი ასრულებს. როგორც აიდინი აღნიშნავს, წესებსა და ნორმატივებში საჭიროა განხორციელდეს გარკვეული ცვლილებები და მიიჩნევს, რომ წყალმცენარეები და მათგან მიღებული პროდუქტები არ უნდა კლასიფიცირდეს ერთ კატეგორიაში ორგანულ სასუქებთან ერთად. ის ასევე აცხადებს, რომ მომდევნო 5-10 წლის განმავლობაში, თურქეთის სოფლის მეურნეობის სექტორში წყალმცენარეებზე მოთხოვნა მნიშვნელოვნად გაიზრდება, რადგან სოფლის მეურნეობაში პროდუქტიულობის ზრდის მიუხედავად, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებში ხარისხის პრობლემები კვლავ არსებობს. ის ხაზს უსვამს, რომ სექტორმა უნდა მიმართოს ორგანული წყა-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

როების გამოყენებას, რომლებსაც შეუძლიათ, უზრუნველყონ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების ხარისხობრივი მახასიათებლები, და რადგან თითოეული მაკროწყალმცენარის სახეობას განსხვავებული თვისებები აქვს, სწორედ ეს განსხვავებული მახასიათებლები უნდა იქნეს შესწავლილი, დადასტურებული და შემდეგ ბაზარზე შეტანილი.

მეჰმეთ ჯან სუჯუ, Kybele's Garden-ის კვლევისა და განვითარების (R&D) ხელმძღვანელი – კომპანია, რომელიც აერთიანებს სხვადასხვა მაკრო და მიკრო წყალმცენარეს და დამუშავების შემდეგ ფერმენტაციის ტექნოლოგიის გამოყენებით ქმნის მაღალი ღირებულების ნედლეულსა და პროდუქტებს საკვების, სოფლის მეურნეობისა და კოსმეტიკის სექტორებისთვის – აცხადებს, რომ თურქეთში ამ სფეროში ყველაზე ფართოდ აღიარებული მიმართულება სასუქების სექტორია. როგორც ის აღნიშნავს, თითქმის, ყველა სასუქების მწარმოებელ კომპანიას უკვე აქვს პროდუქტი ამ სფეროში და რომ განვითარების წამყვან მსოფლიო მეგატენდენციებს კლიმატური კრიზისი და მდგრადობა წარმოადგენს. სუკუს მიხედვით, სასუქების სექტორს უკვე ჩამოყალიბებული ბაზარი აქვს; თუმცა, კვების სფეროში სექტორის სტრუქტურა საკმაოდ სუსტი ჩანს, განსაკუთრებით, კულტურულ მიზეზთა გამო. სუკუს აზრით, მომარაგების ჯაჭვის ძირითადი პრობლემები ადგილობრივი მომწოდებლების არარსებობაშია, ისევე როგორც ნედლეულის იმპორტის მაღალ ხარჯებსა და მდგრადი პროცესის შენარჩუნებისას წარმოქმნილ დიდი რაოდენობით ნახშირორჟანგში. **სუკუ** ასევე აღნიშნავს, რომ კანონმდებლობასთან დაკავშირებული სირთულეები, ძირითადად, თავს იჩენს საბოლოო პროდუქტის შემქმნელებისთვის, განსაკუთრებით კი საკვები პროდუქტების მიმართულებით, როგორც ნორმატიული პრობლემები. მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებული პროდუქტების სამომავლო ზრდის პოტენციალთან დაკავშირებით, **სუკუ** სოფლის მეურნეობის, საკვებისა და კოსმეტიკის ბაზრის განვითარებას პროგნოზირებს მომდევნო 10 წლის განმავლობაში, და რომ დაიწყება მუშაობა ახალი სახეობების მიმართულებით და განვითარდება ფართოდ გამოყენებადი ტექნოლოგიები, განსაკუთრებით ბიოტექნოლოგიაში. იგი ხაზს უსვამს, რომ პროდუქტის განვითარებისთვის საჭიროა მარეგულირებელი ქმედებები და როდესაც კომპანიებს მხოლოდ რეგულირებადი პროდუქტებით შეუძლიათ მუშაობა, ახალი პროდუქტის შექმნა რთულდება. იგი აღნიშნავს, რომ აუცილებელია ნორმატივები სხვა სახეობებთან მუშაობისთვისაც, ხოლო 1,5-2 წლიანი დამტკიცების პროცესი აფერხებს პროდუქტის კომერციალიზაციას.

სელენ შენალი, **Algbio**-ს თანადამფუძნებელი, კომპანია, რომელიც წყალმცენარეებს მიკროწყალმცენარეებზე მუშაობით აწარმოებს და ისეთ სახეობებს,

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

როგორებიცაა Chlorella და Scenedesmus, თავდაპირველად, იყენებს ნარჩენი წყლების გამწმენდ პროცესში, ხოლო შემდგომ მათგან ქმნის პროდუქტებს, როგორიცაა ბიოსაწვავი და ბიოპლასტიკი, და ასევე უზრუნველყოფს მომსახურებას ნარჩენი წყლების გაწმენდის, ნახშირორჟანგის შეწოვისა და შესაბამისი კვლევისა და განვითარების (R&D) მიმართულებით – აცხადებს, რომ ხუთი წლის წინ მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებული პროდუქტები საკვების სექტორში მხოლოდ დამაკავშირებელ ნივთიერებებად ითვლებოდა. თუმცა, იგი აღნიშნავს, რომ დღესდღეისობით, როდესაც საკვების ინდუსტრიაში ფუნქციური საკვების თემაც აქტიურად განიხილება, მაკროწყალმცენარეების გამოყენება დაიწყო ისეთ სექტორებშიც, როგორიცაა კოსმეტიკა, წყლის გაწმენდა, ბიოპლასტმასი და სასუქები და რომ ამ მიმართულებებში კომპანიებიც ეტაპობრივად ერთვებიან. შენალი ხაზგასმით აღნიშნავს, რომ თურქეთში წყალმცენარეებზე მომუშავე ადამიანების რაოდენობა ევროპის ქვეყნებთან შედარებით, ნაკლებია და აღნიშნავს, რომ ამ სფეროში საქმიანობას, ძირითადად, ახორციელებენ აკადემიკოსების მიერ დაფუძნებული სტარტაპები. იგი დასძენს, რომ ნახშირორჟანგის შთანთქმის, შენახვისა და გარდაქმნის ტექნოლოგიებმა მნიშვნელოვნად გააფართოვა წყალმცენარეების ბაზარი, განსაკუთრებით კი ევროპაში და ამ პროცესის ძირითადი მამოძრავებელი ძალა მდგრადობა და კლიმატური კრიზისია. შენალი აღნიშნავს, რომ თურქეთში წყალმცენარეების წარმოების მოცულობა თითქმის უმნიშვნელოა; მომწოდებლების რაოდენობა დაბალია; ხოლო ნედლეულის მიწოდება, როგორც წესი, უნივერსიტეტებზეა დამოკიდებული. თუმცა, მისი თქმით, უნივერსიტეტები ამ პროდუქტებს კომერციული გამოყენებისთვის არ უზრუნველყოფენ. ის აღნიშნავს, რომ წყალმცენარეებთან დაკავშირებით, არ არსებობს მარეგულირებელი დაბრკოლება, თუმცა წყალმცენარეებიდან მიღებულ პროდუქტებთან დაკავშირებით, არსებობს მარეგულირებელი ხარვეზები. ამასთან, ის დასძენს, მიუხედავად იმისა, რომ ისეთი სფეროები, როგორიცაა ბიოსაწვავი და ბიოპლასტმასი, კვლავაც პოპულარულია, პროდუქტის მნიშვნელობამ სამედიცინო კუთხით მხოლოდ ახლახან დაიწყო აღიარების მოპოვება. შენალის თქმით, მცენარეული ცილები და ვეგანური საკვები მომავალში აქტუალური იქნება. იგი ასკვნის, რომ მომდევნო 5-10 წლის განმავლობაში, მაკროწყალმცენარეების სექტორი განსაკუთრებით ავიაციის საწვავისა და ვეგანური ცილების მიმართულებით განვითარდება და ნახშირორჟანგის სასაზღვრო რეგულირების მექანიზმის **(CBAM)** ამოქმედება წყალმცენარეების სექტორის განვითარებას კიდევ უფრო შეუწყობს ხელს.

ჩუკუროვას უნივერსიტეტის, მეთევზეობის ფაკულტეტის, საზღვაო მეცნიერებათა დეპარტამენტის ფაკულტეტის წევრი, პროფესორი დოქტორი ოია იშიკი აცხადებს, რომ მისი კვლევის ძირითადი მიმართულება წყალმცენა-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

რეთა ზეთები და მათი პიგმენტაციაა. იგი აღნიშნავს, რომ მაკროწყალმცენარეებზე კვლევები დღითიდღე იზრდება და სხვადასხვა წყაროდან სულ უფრო მეტი მოთხოვნა მოდის კულტურების მიწოდებაზე. ის განსაკუთრებულად უსვამს ხაზს, რომ მიუხედავად აკადემიური კვლევების მნიშვნელოვანი მოცულობისა, მასშტაბური წარმოება თითქმის არ არსებობს და წყალმცენარეების მხოლოდ ველურ ბუნებაში შეგროვება კომერციული ხედვის განვითარებას ართულებს. იშიკის მიხედვით, წყალმცენარეების სექტორის განვითარების მთავარი გლობალური მეგატენდენცია მდგრადობაა. თუმცა, მიუხედავად იმისა, რომ თურქეთში ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი ინვესტიციები უნდა ხორციელდებოდეს, ინვესტორთა რაოდენობა კვლავაც საკმაოდ მცირეა. საინვესტიციო გარემოში არსებული სირთულეების მიუხედავად, მისი აზრით, წყალმცენარეების მრავალი სახეობის მოსაყვანად ხელსაყრელი თურქეთის კლიმატი ადგილობრივ ბაზარს საინტერესოს და პერსპექტიულს ხდის. იშიკი ხაზს უსვამს სურსათის, თევზის საკვების, საკვები დანამატებისა და სასუქების სექტორებში არსებულ ძლიერ კომერციულ პოტენციალს, ასევე აღნიშნავს, რომ თურქეთი ძლიერია სამეცნიერო პროექტების თვალსაზრისით და რომ ამ მიმართულებით ძალიან მაღალი ხარისხის კვლევები ხორციელდება. პროფესორი დოქტორი ოია იშიკის მიხედვით, ამ სფეროს რეალიზაციისთვის საჭირო ყველაზე მნიშვნელოვანი ნაბიჯი – იქნება ეს რეგულაციები, ინვესტიციები, მეწარმეობა თუ საჯარო პოლიტიკა – საინვესტიციო შესაძლებლობების გაფართოებას წარმოადგენს. იგი აღნიშნავს, რომ 20 წლის წინ წყალმცენარეებზე მოთხოვნა თითქმის არ არსებობდა, დღეს კი მომხმარებელთა მხრიდან ძლიერი მოთხოვნაა და, შესაბამისად, მომავალში მოთხოვნის კიდევ უფრო გაზრდას ვარაუდობს. იგი დასძენს, რომ უახლოეს პერიოდში, წყალმცენარეების გამოყენების გარდა, ფაქტობრივად, სხვა ალტერნატივა არ დარჩება, განსაკუთრებით, ნახშირორჟანგის შთანთქმის პერსპექტივიდან გამომდინარე, და რომ მხარდაჭერის მექანიზმები უნდა გაიზარდოს სექტორის მოსალოდნელი განვითარების შესაბამისად.

თურქეთში მოქმედი ქრაუდინვესტირების პლატფორმის, „ **Fon Angels** /ფონ ენჯელსის“, გენერალური მენეჯერის, მუსტაფა შიჰკას თქმით, წყალმცენარეების სექტორის ნიშური ბუნების გამო, ამ სფეროში აქტიურად მოქმედი კომპანიების/მონაწილეების რაოდენობა შეზღუდულია. შიჰკა აღნიშნავს, რომ მდგრადობა და ნულოვანი ნახშირორჟანგის პოლიტიკა ამ სფეროს განვითარების წამყვან გლობალურ მეგატრენდებს შორისაა; თუმცა, აცხადებს, რომ მათ ამ თემასთან დაკავშირებული სტარტაპების განაცხადები ჯერ არ მიუღიათ. იგი აღნიშნავს, რომ მარეგულირებელი თვალსაზრისით, მათ შეუძ-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ლიათ დაფინანსების უზრუნველყოფა უკვე იდეის ეტაპზეც. ის ხაზს უსვამს, რომ ასეთი პროექტები, ჩვეულებრივ, ხანგრძლივ სამეცნიერო-კვლევით და განვითარების ციკლებს მოიცავს, პროდუქტის სასიცოცხლო ციკლი ხუთ ფაზად უნდა იქნეს დაყოფილი და ბაზარზე შესვლა უნდა მოხდეს შუალედური პროდუქტებით, საბოლოო ეტაპის დასრულებას კი არ უნდა დაელოდონ. ამ სფეროში ინვესტირებისთვის ხელსაყრელი სტარტაპის ყველაზე კრიტიკულ მახასიათებლებთან დაკავშირებით, იგი ხაზს უსვამს, რომ თუ პროდუქტი შემუშავებულია სანდო ინსტიტუტებთან ერთად ჩატარებული კონცეფციის დამტკიცების (PoC) საფუძველზე, ამ ყოველივეს შეუძლია ინვესტორებში სულ მცირე ნდობის დათესვა. თუმცა, ის ასევე აღნიშნავს, რომ თურქეთში ინვესტორები არ ელოდებიან ხანგრძლივი კვლევისა და განვითარების პროცესებს, ხოლო მომდევნო ხუთი წლის განმავლობაში, მაკროწყალმცენარეების საფუძველზე შექმნილი საწარმოების საინვესტიციო პოტენციალი, სავარაუდოდ, გაიზრდება, რადგან მზარდი მოთხოვნა მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს მათი ინვესტიციების მოზიდვის შესაძლებლობას.

მეჰმედ გენჩოსმანოღულარი, İSTAÇ A.Ş.-ის კვლევისა და განვითარების/R&D სფეროს ხელმძღვანელი – ნარჩენების მართვის კომპანიაში, რომელიც ახორციელებს გაწმენდით ღონისძიებებს როგორც ხმელეთზე, ისე ზღვაში, 500 კმ-იანი სანაპირო ზოლის მასშტაბით –აცხადებს, რომ არსებობს მაღალგანვითარებული კვლევა-განვითარებაზე ორიენტირებული პროექტები, თუმცა წყალმცენარეების შეგროვებისა და გამოყოფისთვის საჭიროა დიდი ინვესტიციები. ამ კონტექსტში, ის აღნიშნავს, რომ İSTAÇ ამზადებს კვლევით-განვითარებით პროექტებს, რომლებიც მიზნად ისახავს მის მიერ შეგროვებული წყალმცენარეების მაქსიმალურად გამოყენებას. მეჰმეთ გენჩოსმანოღულლარი, კლიმატის ცვლილებას მთავარ გლობალურ მეგატრენდად მიიჩნევს, რაც ასევე წყალმცენარეების განვითარებას განაპირობებს და ამბობ, რომ ვითარება მძიმდება როგორც ნახშირორჟანგის გამოყოფის, ისე ზღვის დაბინძურების თვალსაზრისით. დადებით და ძლიერ ასპექტებთან ერთად, როგორიცაა თურქეთში მომუშავე მეცნიერების რაოდენობისა და ხარისხის ზრდა, ცნობიერების ამაღლება და თემასთან დაკავშირებული წამახალისებელი მზარდობა, სექტორი ასევე სუსტი სურათის წინაშე დგას, რადგან წყალმცენარეების შეგროვება დიდ ხარჯებთან არის დაკავშირებული და სწორედ ამ ხარჯების გამო, მსხვილი კომპანიები, როგორც წესი, ინვესტიციების ჩადებას ერიდებიან. გენჩოსმანოღულლარი აღნიშნავს, რომ İSTAÇ არა მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებული პროდუქტების მწარმოებელი, არამედ მაკროწყალმცენარეების შემგროვებელი ობიექტია და მისივე შეფასებით, İSTAÇ-ს აქვს პოტენციალი, რომ ამ სფეროში ნედლეულის მთავარი

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

მიმწოდებელი გახდეს. თუმცა, წყალმცენარეები შერეული სახეობების სახით გროვდება და მათი დაცალკევება ასევე მნიშვნელოვან ფინანსურ დანახარჯებთან არის დაკავშირებული.

გენჩოსმანოღულარი აღნიშნავს, რომ ისინი პერიოდულად ამზადებენ კვლევისა და განვითარების პროექტებს, რომელთა მიზანია შეგროვებული წყალმცენარეების პროდუქტად გარდაქმნა. მისი თქმით, ყველაზე მნიშვნელოვანი გამოწვევა, რომლის წინაშეც დგანან, დაკავშირებულია შეგროვებისა და ტრანსპორტირების სირთულეებთან, რაც განპირობებულია გრძელი სანაპირო ზოლის დაფარვის აუცილებლობითა და დაბინძურების მაღალი დონით. მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს მოსაზრება, რომ კვების და კოსმეტიკის სექტორებს მნიშვნელოვანი პოტენციალი აქვთ პერსპექტიულ მომავალ ინდუსტრიებს შორის, იგი აღნიშნავს, რომ მათ მიერ შეგროვებული წყალმცენარეების ამ მიმართულებებით გამოყენებას არ მიიჩნევენ შესაძლებლად, ზღვის დაბინძურების მაღალი ხარისხის გამო. ის ასევე აღნიშნავს, რომ ილდიზის ტექნიკურ უნივერსიტეტთან თანამშრომლობით ჩატარდა კვლევები მაკროწყალმცენარეების ბიოაირად გარდაქმნისა და მაკროწყალმცენარეების სასუქად გამოყენების მიმართულებით და ისინი მასალების უზრუნველყოფით უჭერენ მხარს უნივერსიტეტის მრავალ პროექტს. მაკროწყალმცენარეების სექტორში მომდევნო 5-10 წლის განმავლობაში მოსალოდნელი განვითარების შეჯამებისას, გენჩოსმანოღულარი აცხადებს: „სექტორი აუცილებლად განვითარდება“. რადგან ჩვენ ნარჩენების მართვის სექტორში ვმოქმედებთ, სხვა სექტორებში განვითარების დინამიკას სრულად ვერ ვაფასებთ, თუმცა, ჩვენი პერსპექტივიდან გამომდინარე, ზღვის დაბინძურების ზრდის ფონზე, ნარჩენების მოცულობა მნიშვნელოვნად მატულობს, ამიტომ, ადრე თუ გვიან, ჩვენ მოგვიწევს ისეთი ობიექტების შექმნა, რომლებიც ამ მასალის ღირებულების გაზრდასა და ეფექტიან გამოყენებას უზრუნველყოფს“. აღნიშნულის საფუძველზე, იგი საჭირო ქმედებებს შემდეგნაირად აჯამებს:

- შესაბამისმა უწყებებმა სანაპირო პროვინციების მუნიციპალიტეტები უნდა წარმართონ შესაბამისი მიმართულებით და ხელი შეუწყონ შესაბამისი ინფრასტრუქტურის შექმნას.
- მუნიციპალიტეტებს ამ სფეროში საკმარისი საშუალებები და ცოდნა არ გააჩნიათ, ამიტომ შესაბამისმა უწყებებმა უნდა უზრუნველყონ წყალმცენარეების პროდუქტად გარდაქმნის პროცესის მხარდაჭერა, რათა მათი განადგურების ნაცვლად, შესაძლებელი გახდეს მათი ღირებულების ზრდა და ხელახალი და უფრო ეფექტური გამოყენება.

- უნდა შეიქმნას კულტივაციისა და მოშენების სპეციალიზებული ზონები.

მაკროწყალმცენარეებში, როგორც ლურჯი ეკონომიკის ერთ-ერთ მიმართულებაში, ინვესტირების მსურველთა რაოდენობა მაღალი არ არის. ამ კონტექსტში, ნიდერლანდებში დაფუძნებული Rubio Impact Venture ფონდის ძირითადი მისიაა, ითანამშრომლოს მსოფლიო ცვლილებისკენ მიმართულ მეწარმეებთან, რათა უზრუნველყოს გლობალური გამოწვევების საპასუხოდ მასშტაბირებადი და სისტემური გადაწყვეტილებების დანერგვა. რუბიოს ერთ-ერთმა პარტნიორმა, ედვარდ ვან დერ ჰაუტმა, განაცხადა, რომ ფონდი ინვესტირებას ახორციელებს ადრეულ ეტაპზე მყოფ, მისიაზე ორიენტირებულ დამფუძნებლებში, რომლებიც ახორციელებენ მასშტაბირებად გადაწყვეტილებებს გარემოზე ზემოქმედებისა და კომერციული შემოსავლის კვეთაზე. იმის გათვალისწინებით, რომ წყალმცენარეებს შეუძლიათ მნიშვნელოვანი როლი შეასრულონ მდგრადი კვების სისტემების განვითარებაში და დაბალ ნახშირორჟანგოვანი ინგრედიენტების წარმოებაში, ედვარდ ვან დერ ჰაუტი აღნიშნავს, რომ Rubio-მ ადრეც დაუჭირა მხარი წყალმცენარეების/მაკროწყალმცენარეების პროექტებს, განსაკუთრებით კი Arborea-ს, რომელიც ავითარებს დაბალი CO_2-ის შემცველობის წყალმცენარეების კულტივაციის ტექნოლოგიას და რომ მათი ინვესტორის როლი უნდა განვიხილოთ, როგორც კაპიტალის, მმართველობის, გავლენის შეფასებისა გაზომვისა და კომერციული მასშტაბირების ყველა ეტაპის პრაქტიკული მხარდაჭერა. ვან დერ ჰაუტის მიხედვით, თურქეთს გააჩნია გრძელი სანაპირო ზოლი, გარკვეულ რეგიონებში არსებული აკვაკულტურის ცოდნა და მზარდი აკადემიური ინტერესი; თუმცა, მაკროწყალმცენარეების კომერციული ღირებულების ჯაჭვები კვლავ ადრეული განვითარების სტადიაზეა, განსაკუთრებით, ჩრდილო-დასავლეთ ევროპასა და აზიასთან შედარებით. მიუხედავად იმისა, რომ პერსპექტიული საპილოტე პროექტები და აკადემიური კვლევები სექტორში პოზიტიურ დინამიკას ქმნიან, ვერტიკალურად ინტეგრირებული, კომერციული მასშტაბის ზღვის წყალმცენარეების კომპანიების რაოდენობა კვლავ შეზღუდული რჩება. მოსალოდნელია აქტიური ექსპერიმენტები საკვები ინგრედიენტების, კოსმეტიკის და გარემოსდაცვითი აღდგენის სფეროებში, თუმცა ძირითადი დაბრკოლებები კვლავ წარმოების მასშტაბისა და სტაბილური მიწოდების უზრუნველყოფას ეხება. ამ სფეროს განვითარებაზე გავლენას ახდენენ შემდეგი ძირითადი ფაქტორები: მდგრადობა და ცირკულარული ბიოეკონომიკა (მიწის დაბალი დონით გამოყენება, მცირე მტკნარი წყლის საჭიროება), ბუნებრივი მეთოდებით ნახშირორჟანგის დონის შემცირება და „ლურჯი ნახშირბადი“ კონცეფციები, ალტერნატიული

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

პროტეინებისა და მდგრადი ინგრედიენტების მიმართ მზარდი მოთხოვნა, რეგულატორული და კორპორაციული ვალდებულებები მიწოდების ჯაჭვების დეკარბონიზაციისთვის, ასევე ახალი ბიომასალების (ბიოპლასტიკა, ტექსტილი, საკვების დამატებები) მიმართ მზარდი ინტერესი.

მაკროწყალმცენარეებში ჩადებული ინვესტიციის გამოცდილებასთან დაკავშირებით, ვან დერ ჰაუტმა აღნიშნა, რომ რუბიომ უკვე განახორციელა ინვესტირება წყალმცენარეების ტექნოლოგიებში (Arborea) და კვლავ მზადაა, მხარი დაუჭიროს მაკროწყალმცენარეებთან დაკავშირებულ ისეთ პროექტებს, რომლებიც ტექნოლოგიურად გამორჩეულია, აქვთ დაცული ინტელექტუალური საკუთრება ან სისტემური დიზაინი, კარგად დაკომპლექტებული დამფუძნებელი გუნდი და მნიშვნელოვანი გავლენა. მან ხაზგასმით აღნიშნა, რომ ისინი ასეთ შესაძლებლობებს აფასებენ კონკრეტულ შემთხვევებზე დაყრდნობით, განსაკუთრებული ყურადღება მიექცევა პროდუქტის ბაზართან შესაბამისობასა და გავლენას. ვან დერ ჰაუტის მიხედვით, ძირითადი რისკები შემდეგი სახითაა წარმოდგენილი:

- ბიოლოგიისა და კულტივაციის გაფართოება განსხვავებულ საზღვაო პირობებში;
- მიწოდების ჯაჭვი და სეზონური ცვალებადობა, რომელიც გავლენას ახდენს ობიექტის ეკონომიკაზე;
- მარეგულირებელი და ნებართვების გაცემასთან დაკავშირებული შეფერხებები საზღვაო მეურნეობებში;
- პროდუქტისა და ბაზრის რისკი (შესაძლებელია თუ არა, რომ წარმოებულმა პროდუქტმა გაუძლოს კონკურენციას როგორც ფასის, ისე ხარისხის თვალსაზრისით).
- გარემოსდაცვითი რისკები, რომლებიც მოსავლიანობის ცვალებადობას იწვევს (დაავადებები, შტორმები, ევტროფიკაცია);

კითხვაზე „რა არის ამ სფეროში ინვესტირებისთვის მიმზიდველი პროექტების კრიტიკული წარმატების ფაქტორები?“ ვან დერ ჰაუტმა უპასუხა: „ძლიერი და გამყარებული კულტივაციის ტექნოლოგია ან უნიკალური ინტელექტუალური საკუთრების (IP) პორტფელი; ადრეული ბაზრის ვალიდაცია გადახდისუნარიანი მომხმარებლების მონაწილეობით; მასშტაბირებადი/ფართო და ეკონომიურად ეფექტური შეგროვება და დამუშავება; გარემოზე ზემოქმედების აუდიტირებადი, მაჩვენებლები; და მკაფიო გზამკვლევი, რომელიც უზრუნველყოფს წინასწარ პროგნოზირებად, მთელი წლის განმავლობაში სტაბილურ მიწოდებას.

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

თავის შეფასებაში მან დასძინა: „ოპტიმისტურად ვარ განწყობილი, მაგრამ პრაგმატულად. ველოდები საპილოტე პროექტის დაწყებას და რამდენიმე მასშტაბირებად კომერციულ წარმატებას, განსაკუთრებით, მაღალი ღირებულების სეგმენტებში (კოსმეტიკა, ნუტრაცევტიკები, სპეციალური ინგრედიენტები) და, პროცესების და ლოჯისტიკის გაუმჯობესებასთან ერთად, B2B რესურსებში (საკვების დანამატები, ბიოპოლიმერები). თუმცა, ვფიქრობ, რთული იქნება დაბალი მარჟის მქონე პროდუქტების მომგებიანად წარმოდგენა, თუ ხარჯების მნიშვნელოვანი შემცირება არ განხორციელდება“.

ამ კონტექსტში, მომდევნო 10 წლის განმავლობაში, მაკროწყალმცენარეების სექტორი, სავარაუდოდ, მრავალი მცირე საპილოტე პროექტიდან უფრო ნაკლებ, მაგრამ უფრო მსხვილ კომერციულ ოპერაციებზე გადავა. ღირებულების მაქსიმალურად ანაზღაურების და ხარჯების შემცირების მიზნით, მაღალი დონის ინტეგრაცია, სავარაუდოდ, უფრო გავრცელებული გახდება. გაუმჯობესებული კულტივირების მეთოდები (სახეობების შერჩევა, კონტროლირებადი გარემო), მოსავლის აღებისა და დამუშავების თანამედროვე ტექნოლოგიები, ავტომატიზაცია და ბიოდამუშავების პროცესში მიღწეული პროგრესი მაღალი ღირებულების მქონე ნაერთების უფრო ეფექტურ მოპოვებას უზრუნველყოფს. სურსათისა და ცხოველთა საკვების გარდა, ზრდა სავარაუდოა ნუტრაცევტიკებში, კოსმეტიკაში, ბიოპლასტიკებში, ბიოსასუქებში, ნახშირორჟანგის გამოყოფის შემცირებასა და გარკვეულ შემთხვევებში, სამშენებლო მასალის გამოყენებაში. მთელი სექტორის მასშტაბით მოსალოდნელია მაკროწყალმცენარეებზე დაფუძნებული პროდუქტების (სურსათის/ცხოველის საკვების უვნებლობა, მდგრადი სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკა) უფრო სტანდარტიზებული რეგულირება; სერტიფიცირების პროგრამები და გამჭვირვალობა გახდება გავრცელებული და შესაძლოა, აუცილებელიც. ხარჯების შემცირების თვალსაზრისით, გაუმჯობესების შედეგად, შესაძლოა, გაიზარდოს ინვესტორთა ინტერესი; მოსალოდნელია, გაიზარდოს შერეული დაფინანსება, საჯარო-კერძო პარტნიორობა და პოლიტიკური წამახალისებელი საშუალებები, ხოლო ნახშირორჟანგის შემცირების კუთხით, განხორციელებული ფინანსირება ახალი შემოსავლის წყაროდ მოევლინება.

მაკროწყალმცენარეებთან დაკავშირებით განსახორციელებელი პოლიტიკა მოიცავს: მაკროწყალმცენარეების კულტივაციის, გადამუშავებისა და პროდუქტის დამტკიცების მკაფიო, თანმიმდევრული და გამარტივებული ნებართვების გაცემის პროცესებს; პილოტური პროექტებიდან კომერციულ მასშტაბზე გადასვლა შერეული საფინანსო ინსტრუმენტების მეშვეობით,

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

რომლებიც ამცირებენ რისკებს კულტივაციისა და დამუშავების ობიექტებში საჯარო და კერძო ინვესტიციებისთვის; კვლევისა და განვითარების (R&D) დაფინანსება, უნივერსიტეტებსა და ინდუსტრიებს შორის თანამშრომლობა და პრაქტიკული დემონსტრაციული პროექტები კომერციალიზაციის პროცესის დასაჩქარებლად. გარდა ამისა, პროგნოზირებად პოლიტიკას მიეკუთვნება: ეროვნული და საერთაშორისო მდგრადი განვითარების სტანდარტების, გამჭვირვალობის სისტემებისა და ხარისხის სერტიფიკატების შემუშავება ბაზარზე წვდომის უზრუნველსაყოფად.

სტეფანი რაკელსის, Aqua-Spark-ის ბიზნესის განვითარების ხელმძღვანელის მიხედვით, თურქეთი საინტერესო ქვეყანაა. მას ძლიერი საფუძველი აქვს – სანაპიროზე წვდომა, წყალმცენარეებთან დაკავშირებით, ადგილობრივი კულინარიული გამოცდილება და აქტიური საზღვაო მეცნიერების საზოგადოებები – მაგრამ ნორვეგიის, იაპონიის ან ინდონეზიის მსგავს ბაზრებთან შედარებით, კომერციული წყალმცენარეების სექტორი კვლავ დიდწილად უცნობია. არსებობს პერსპექტიული საპილოტე მეურნეობები, კვლევითი პროექტები და რამდენიმე მცირე გადამამუშავებელი საწარმო; თუმცა, ფართო მასშტაბის კულტივაცია, მაღალი ღირებულების მქონე პროდუქტთა ინტეგრაცია და მუდმივი ინდუსტრიული დამუშავების შესაძლებლობა ჯერ კიდევ შეზღუდულია. ბაზრის ცნობადობა და სამრეწველო მოთხოვნა იზრდება, თუმცა უმეტესობა პროექტებისა ჯერ კიდევ პილოტურ ან ადრეულ კომერციულ სტადიაზეა. ამ სფეროში, მდგრადობა და ცირკულარული ბიოეკონომიკა ქმნის მოთხოვნას დაბალი რესურსით მიღებულ ბიომასაზე და ბუნებისთვის სასარგებლო გადაწყვეტილებებზე. გარდა ამისა, ზღვის წყალმცენარეებს მნიშვნელოვანი როლი აქვთ, უზრუნველყონ სანაპირო ზოლის მდგრადობა და შეიტანონ წვლილი ნახშირორჟანგის შემცირებაში (მიუხედავად იმისა, რომ გაზომვა და შემოწმება ჯერ კიდევ განვითარების პროცესშია), რაც ხელს უწყობს სექტორის ზრდას. ზღვის წყალმცენარეების, როგორც საკვები ინგრედიენტის (ან საკვები დანამატი), გამოყენება მცოხნავ ცხოველებში მეთანის შესამცირებლად და აკვაკულტურაში შეზღუდული თევზის ფქვილის ჩასანაცვლებლად, ასევე მოთხოვნის ზრდის ერთ-ერთ მიზეზს წარმოადგენს. თურქეთის სანაპირო ზოლის მრავალფეროვნება ეგეოსის, მარმარილოსა და ხმელთაშუა ზღვებში, მისი განვითარებული ზღვის პროდუქტების ინდუსტრია და შესაფერისი ლოჯისტიკური ინფრასტრუქტურა მთავარ უპირატესობებად ითვლება. მაკროწყალმცენარეების საწარმოების ძირითად რისკებს შორისაა შტორმები, მავნებლები, დაავადებები და სეზონურობა, რაც გავლენას ახდენს მოსავლიანობაზე; ბიომასის თანმიმდევრული, მაღალი ხარისხის მიწოდების ან მასშტაბური გადამუშავების

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

შეუძლებლობა; ახალი პროდუქტის კატეგორიების გაურკვეველი ან დაბალი მოთხოვნა; და ნედლი ბიომასის ფასთა ცვალებადობა.

ინვესტირებისთვის მიმზიდველი პროექტების კრიტიკული წარმატების ფაქტორები მოიცავს ძლიერი გუნდის ყოლას, რომელიც ფლობს გამოცდილებას აკვაკულტურის ოპერაციების, დამუშავების/ინჟინერიის სფეროს, მარეგულირებელი საკითხებისა და კომერციული განხორციელების მიმართულებით. განმეორებადი და მდგრადი კულტივაციის პროტოკოლებისა და გავრცელების მეთოდების დანერგვა; ასევე მიწოდების ჯაჭვის ისეთი სისტემის დანერგვა, რომელიც უზრუნველყოფს გამოშრობის/დამუშავებისა და გამჭვირვალობის ასპექტებს. მომდევნო ხუთი წლის განმავლობაში, მაკროწყალმცენარეების მოყვანაზე ორიენტირებული პროექტების პოტენციალი შეიძლება დავახასიათოთ როგორც მაღალი, თუმცა არა ერთგვაროვანი. ინვესტირება მიმზიდველი იქნება იმ კომპანიებისთვის, რომლებიც ყურადღებას ამახვილებენ კონკრეტული პროდუქტის სექტორზე (ინდუსტრიულ საკვების დანამატებზე, გარკვეულ ნუტრაცევტიკულ ექსტრაქტებზე და მასშტაბურ საკვებსა ან ბიოპოლიმერების საწყის მასალებზე), იმ შემთხვევაში, თუ შეძლებენ მოსავლის საიმედო ხარისხის უზრუნველყოფას და ხარჯების შემცირებას. წარმატებულნი იქნებიან ის კომპანიები, ვინც აკონტროლებენ როგორც სოფლის მეურნეობას, ასევე გადამუშავებას, ან ისინი, ვინც უზრუნველყოფენ გრძელვადიან პარტნიორობას სურსათისა და ცხოველთა საკვების კომპანიებთან. რეგულაციების გამჭვირვალობა და პროდუქტის დადასტურებული ეფექტურობა (მაგ., მეთანის სტაბილური შემცირება მეცხოველეობაში, საკვების სარგებელი) გაზრდის ინვესტიციებს. სექტორი მასშტაბური ინვესტიციებისთვის მზად იქნება მას შემდეგ, რაც შეძლებს სტაბილურ მიწოდებას, კონკურენტუნარიანი ფასების და მყარი ბაზრების დემონსტრირებას. მაკროწყალმცენარეები, სავარაუდოდ, ლურჯი ბიოეკონომიკის ერთ-ერთ მთავარ საყრდენად იქცევიან, თუმცა წარმატება დამოკიდებული იქნება ძლიერ ღირებულებათა ჯაჭვების შექმნაზე – საწყისი ეტაპიდან დაწყებული დამუშავების ეტაპით დამთავრებული – პოლიტიკის შემქმნელების მიერ შემუშავებული მხარდამჭერი ზომები ფერმების ლიცენზირების და ახალი პროდუქტების დამტკიცების პროცესის უზრუნველსაყოფად. სექტორის გასაძლიერებლად, პოლიტიკოსებმა მაკროწყალმცენარეები უნდა განიხილონ, როგორც „სამმაგი სარგებლის“ მომტანი ინდუსტრია, რომელიც მხარს უჭერს კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებულ ქმედებებს, მდგრად სასურსათო სისტემებს და რეგიონულ ეკონომიკურ განვითარებას;

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

Sea6-ის წარმომადგენელ ნელსონ ვადასერის თქმით, თურქეთს აქვს კარგი ხელსაყრელი პირობები, როგორიცაა ხმელთაშუა და შავი ზღვის გრძელი სანაპირო ზოლი და მზარდი აკადემიური ინტერესი. თუმცა, სექტორი, ძირითადად, ჯერ კიდევ ახალბედაა და უფრო მეტად კვლევაზეა ორიენტირებული, ვიდრე ინდუსტრიაზე. მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს პერსპექტიული პილოტური პროექტები და ნიშური კომერციული პროდუქტები, ფართო მასშტაბური ოკეანის მეურნეობა, ინტეგრირებული დამუშავება და სრულად განვითარებული წარმოების და დამუშავების სისტემა ჯერ კიდევ არ არის დამკვიდრებული. მაკროწყალმცენარეების სექტორზე მოთხოვნას რამდენიმე გლობალური ტრენდი აჩქარებს: გლობალური მდგრადობისა და კლიმატის დღის წესრიგი (მათ შორის, ბუნებრივი გზით ნახშირორჟანგის შემცირების გზები) ალტერნატიული ცილებისა და მდგრადი საკვები წყაროების ძიება, განახლებადი ქიმიური ნივთიერებებისა და ბიოპლასტიკების საჭიროება (რომლებიც ბუნებრივ რესურსებზეა დაფუძნებული და ნაკლებად აბინძურებს გარემოს); და რეგენერაციული სოფლის მეურნეობა – ანუ მიწათმოქმედება, რომელიც აუმჯობესებს ნიადაგის ჯანმრთელობას (ნიადაგის გამაძლიერებელი პროდუქტებითა და ბიოსტიმულატორებით). გარემოსდაცვითი, სოციალური და მმართველობითი (ESG) კრიტერიუმები, ასევე კლიმატთან დაკავშირებული დაფინანსება სულ უფრო მეტად ხდება მიზეზი, რომ მეტი ფინანსები ჩაიდოს ოკეანესთან დაკავშირებულ პროექტებში. Sea6-ის ძირითადი სტრატეგია საქმიანობის ყველა ეტაპის საკუთარი ძალებით მართვაა – სასოფლო-სამეურნეო ტექნოლოგიებიდან დაწყებული პროდუქტის განვითარებით დასრულებული – და არა მხოლოდ გარე ინვესტორის როლში ყოფნა.

თუმცა, თუკი ეკოსისტემა ხელსაყრელია, Sea6-ის კვლავ მზად არის სტრატეგიული პარტნიორობებისა და ერთობლივი პროექტებისთვის იმ ბაზრებზე (მათ შორის თურქეთში), სადაც ადგილობრივი პარტნიორები და პოლიტიკის პირობები მდგრადი განვითარების საშუალებას იძლევიან.

მაკროწყალმცენარეებში ინვესტირების ძირითადი რისკები შეიძლება ასე ჩამოვაყალიბოთ: მასშტაბის გაზრდის რისკი (პილოტური პროექტის შედეგების დაბალფასიან, მაღალი მოცულობის წარმოებად გარდაქმნა), მიწოდების სქემის სანდოობა (ბიომასის მუდმივი ხარისხისა და მოცულობის უზრუნველყოფა); წესებისა და ნორმების გაურკვევლობა (ოკეანის მეურნეობის ნებართვები და პროდუქტის სტანდარტები; და ბაზარზე ადაპტაცია (ფასების კონკურენტუნარიანობა და არსებული ალტერნატივის მიმღებ-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ლობა მომხმარებლების მხრიდან). მომავალი ხუთი წლის შეფასებისას, გონივრულია იმის თქმა, რომ საინვესტიციო პერსპექტივები მიმზიდველი და სწრაფი ტემპით იზრდება, რის შედეგადაც მოსალოდნელია ინვესტორების მზარდი ინტერესი სასოფლო-სამეურნეო საშუალებების (ბიოსტიმულატორების), ალტერნატიული სურსათის/ცხოველთა საკვების ინგრედიენტების და ბიომასალების მიმართ. 5-10 წლის განმავლობაში, შეგვიძლია ველოდოთ ოკეანის მეურნეობის თანამედროვე ტექნოლოგიებით გაშენებას; მაკროწყალმცენარეების ბაზაზე მიღებული ბიოსტიმულატორების, საკვები ინგრედიენტების და ალტერნატიული ცილოვანი საშუალებების უფრო ფართო გამოყენებას; და ასევე, მოსალოდნელია წყალმცენარეებისგან მიღებული ბიომასალებისა და ბიოპლასტიკების სფეროს განვითარება, პარალელურად, სპეციალიზებული სტარტაპების და კომპლექსურად გაერთიანებულ კომპანიებს შორის თანამშრომლობის გაღრმავება და კაპიტალის ნაკადების ზრდა იქ, სადაც რეგულაციური ნორმები და ბაზრის პირობები ნათელი და გარკვეულია. სექტორის განვითარების მხარდასაჭერად, პოლიტიკის შემქმნელებმა პრიორიტეტი უნდა მიანიჭონ ნორმატიული აქტების სიცხადეს (ნებართვები და პროდუქტის სტანდარტები), მიზნობრივ სახელმწიფო დაფინანსებას და პილოტური პროექტებიდან კომერციულ მასშტაბირებაზე რისკების შემცირებას, ასევე პროგრამებს, რომლებიც გააძლიერებს ინდუსტრიას, აკადემიურ წრეებსა და ინვესტორებს შორის თანამშრომლობას. სწორი პოლიტიკური მიდგომის შემთხვევაში, თურქეთი შეიძლება სწრაფად გახდეს ხმელთაშუა ზღვის მაკროწყალმცენარეების ეკონომიკის რეგიონალური ლიდერი.

„მიროვას ენერგეტიკული გარდამავალი პერიოდის/მდგრადი ოკეანის ფონდის“ საინვესტიციო ანალიტიკოსის, თეოფილ ავგუსტინის თქმით, ზღვის წყალმცენარეები განახლებადი, სწრაფად მზარდი წყაროა და შეუძლია სარგებლის მიღება მოულოდნელი, მასობრივი წყალმცენარეების ყვავილობიდან (მაგალითად, სარგასუმი), ხოლო ინვესტორები სულ უფრო მეტად აფასებენ ცირკულარი ეკონომიკის პრინციპს და დაბალი ნახშირორჟანგის რესურსების გამოყენებას. ლურჯი ნახშირორჟანგის პროექტისა და ბუნებრივი გზით ნახშირორჟანგის შეკავების მეთოდების მიმართ ინტერესი მოთხოვნას ზრდის, ხოლო ზღვის წყალმცენარეები წარმოადგენენ ფართო სფეროს ბაზარზე და გამოიყენება როგორც საკვებ ინგრედიენტად, ასევე აკვაკულტურაში საკვებ კომპონენტად და საქონლის საკვებ დანამატად, მეთანის შემცირების მიზნით. „მიროვა“ (თავისი მდგრადი ოკეანის ფონდის მეშვეობით) ხელმძღვანელობდა ინვესტიციას Carbonwave-ში, კომპანიაში, რომელიც სარგასუმის სახეობებს ბიომასალებად გარდაქმნის. მაკროწყა-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

ლმცენარეების საწარმოებში ინვესტირებისას ყველაზე მნიშვნელოვან რისკებს მასშტაბირებისა და დამუშავების რისკი წარმოადგენს. ასევე შეინიშნება, რომ მაკროწყალმცენარეების სტარტაპები ნიშური სექტორიდან გადადიან ძირითად ბაზარზე, მათ შორის: მდგრადი სოფლის მეურნეობა (ბიოსასუქები, ნიადაგის გამაძლიერებელი ნივთიერებები), საკვები და კვება (ფუნქციური ინგრედიენტები) და კოსმეტიკური და ფარმაცევტული პროდუქტებში (ბიოაქტიური ნივთიერებები). ზღვის წყალმცენარეების სტარტაპ ეკოსისტემა განსაკუთრებით განვითარდება იმ რეგიონებში, სადაც ძლიერი საზღვაო კვლევითი შესაძლებლობებია და პოლიტიკა ხელს უწყობს ამ სფეროს განვითარებას. საწარმოო კაპიტალი მიჰყვება ამ ტენდენციას, განსაკუთრებით, შემდეგი მიმართულებებით:

- საქონლის საკვები მეთანის შემცირებისთვის
- ბიოდეგრადირებადი შეფუთვები
- ფუნქციური საკვების ინგრედიენტები

სექტორის გლობალური განვითარების უზრუნველსაყოფად აუცილებელია აკადემიური წრეებისა და ინდუსტრიული თანამშრომლობის ხელშეწყობა – სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ერთობლივი კვლევებისა და კომერციალიზაციის გზების მხარდაჭერა – და საზღვაო ბიოტექნოლოგიის განათლების წახალისება.

დასკვნები და რეკომენდაციები

მაკროწყალმცენარეების სექტორი გლობალურად დინამიკური და პერსპექტიული სფეროა, რომელიც აერთიანებს გარემოსდაცვით და ეკონომიკურ სარგებელს. ბაზრის მონაცემები ნათლად მიუთითებს, რომ მომდევნო ათწლეულის განმავლობაში, მოსალოდნელია სექტორის მნიშვნელოვანი ზრდა. ეს ზრდა განპირობებულია არა მხოლოდ ტრადიციული საკვების მოხმარებით, არამედ ინოვაციური მიდგომებითაც, როგორიცაა მეთანის გამოყოფის შემცირება მესაქონლეობაში, გარემოს აღდგენა და მაღალი ღირებულების ბიოტექნოლოგიური პროდუქტები. ეს ცვლილება აჩვენებს, რომ მაკროწყალმცენარეები პირველადი საქონლიდან მრავალმხრივ, უნივერსალურ რესურსად გარდაიქმნებიან, რომელიც გამოიყენება ბიოგადამუშავების პროცესებში. მსოფლიო ლიდერები (ჩინეთი, იაპონია, ნორვეგია) ამ შესაძლებლობას მიზნობრივი პოლიტიკის მეშვეობით აძლიერებენ, რაც დაკავშირებულია ისეთ ეროვნულ პრიორიტეტებთან, როგორიცაა სურსათის უვნებლობა, გარემოს დაცვა და აკვაკულტურის მდგრადობა. ამ ქვეყნებმა შეიმუშავეს სამართლებრივი ჩარჩოები, კვლევისა და განვითარების ფინანსირების მექანიზმები, ისევე როგორც წამახალისებელი ქმედებები მაკროწყალმცენარეების კულტივაციისა და კომერციალიზაციის დასაჩქარებლად. თურქეთისა და შავი ზღვის აუზის გეოგრაფიული უპირატესობების, არსებული აკვაკულტურის ინფრასტრუქტურისა და მზარდი აკადემიური ინტერესის მიუხედავად, მაკროწყალმცენარეების სექტორი ჯერ არ გადასულა მასშტაბურ კომერციულ საქმიანობაზე. პროგრესი, ძირითადად, შემოიფარგლება მცირე საპილოტე პროექტებითა და აკადემიური კვლევებით, რაც მიუთითებს ცოდნისა და მოქმედებისკენ სწრაფვის მუდმივ ხარვეზზე სამეცნიერო შესაძლებლობების კომერციულ წარმოებად გარდაქმნის თვალსაზრისით. ამ ხარვეზის აღმოსაფხვრელად და სექტორის სრული პოტენციალის გამოსავლენად, საჭიროა შემდეგი სტრატეგიული ნაბიჯების გადადგმა:

მაკროწყალმცენარეების კომპლექსური სტრატეგიის შემუშავება: მაკროწყალმცენარეების კულტივაციის მხარდასაჭერად უნდა განისაზღვროს მკაფიო გზამკვლევი – ჩინეთის „ზღვის მეურნეობის“ მიდგომის ან ნორვეგიის „დაბალტროფიკული აკვაკულტურის“ სტრატეგიის მსგავსად. ამ სტრატეგიამ უნდა გაამარტივოს ნორმატიული აქტები, უზრუნველყოს გარემოსდაცვითი მდგრადობა და გაზარდოს ინვესტორთა ნდობა.

მაღალი დამატებული ღირებულების მქონე პროდუქტებზე ფოკუსირება: წარმოების მაღალი ღირებულების გათვალისწინებით, ადრეულ ეტაპზე ყუ-

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

რადღება უნდა მიექცეს მაღალი მარჟის მქონე პროდუქტებს – საკვებ პროდუქტებთან ერთად – როგორიცაა ბიოსტიმულატორები, ნუტრაცევტიკები და კოსმეტიკური ინგრედიენტები, რომლებიც კრიტიკულად მნიშვნელოვანია ეკონომიკური მდგრადობისთვის.

ტექნოლოგიებისა და ინოვაციების განვითარება: გენეტიკური გაუმჯობესებისა და ეკონომიურად ეფექტური ბიოგადამამუშავებელი პროცესების კვლევამ და განვითარებამ ცენტრალური როლი უნდა ითამაშოს მოსავლიანობისა და მომგებიანობის გაზრდაში. საჯარო-კერძო პარტნიორობა, პილოტური ობიექტები და ტექნოლოგიების გადაცემის პროგრამები ხელს უწყობენ პროგრესის დაჩქარებას.

საჯარო-კერძო პარტნიორობას, საპილოტე ობიექტებს და ტექნოლოგიების გადაცემის პროგრამებს შეუძლია პროგრესის დაჩქარება.

სტრატეგიული ინვესტორების მოზიდვა: საწარმოებმა თავი უნდა წარმოაჩინონ არა მხოლოდ როგორც „ზღვის წყალმცენარეების მეურნეობებმა“, არამედ როგორც „ღრმა ტექნოლოგიების“ ან „ლურჯი ბიოტექნოლოგიის“ კომპანიებმა. ეს მიდგომა უკეთესად შეესაბამება ადგილობრივ საწარმოო კაპიტალის ფონდების საინვესტიციო სტრატეგიებს და გააუმჯობესებს დაფინანსების მიღების შესაძლებლობას. ისეთ საერთაშორისო ფონდებთან პარტნიორობა, როგორიცაა Hatch Blue, უზრუნველყოფს როგორც კაპიტალს, ისე გლობალურ ცოდნაზე/ნოუ-ჰაუზე წვდომას.

დასკვნის სახით, მაკროწყალმცენარეების სექტორი წარმოადგენს არა მხოლოდ ეკონომიკურ შესაძლებლობას, არამედ სტრატეგიულ სფეროსაც, რომელსაც შეუძლია წვლილი შეიტანოს სურსათის უვნებლობაში, გარემოს დაცვასა და კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებულ ქმედებებში. ამ პოტენციალის გააქტიურება შესაძლებელი იქნება მხოლოდ მრავალმხრივი, კარგად განსაზღვრული და მომავალზე ორიენტირებული სტრატეგიის მეშვეობით.

წყაროები

1. Aboal, J. R., Pacín, C., García-Seoane, R., Varela, Z., González, A. G., & Fernández, J. Á. (2022). ყავისფერ წყალმცენარეებში მძიმე მეტალების კონცენტრაციის გლობალური შემცირება ბოლო 90 წლის განმავლობაში. საშიში მასალების ჟურნალი, 445,130511. *https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.130511*
2. Akkoyunlu, A. (2018). შავი ზღვის ხმელეთზე დაბინძურება თურქეთის სანაპირო ზოლის გასწვრივ. J. Mar. Sci. Res. Dev, 8, 248. *https://doi.org/10.4172/2155-9910.1000248*
3. Bat, L., Gökkurt, O., Sezgïn, M., Üstün, F., & Şahin, F. (2009). შავი ზღვის შეფასება თურქეთის სანაპირო რეგიონის დაბინძურების წყაროების მიხედვით. ღია საზღვაო ბიოლოგიის ჟურნალი, *3* (1), 112. *https://doi.org/10.2174/1874450800903010112*
4. Bat L, Öztekin A, Şahin F, Arıcı E, Özsandıkçı U. (2018). შავი ზღვის დაბინძურების მიმოხილვა თურქეთში. MedFAR., 1(2): 67-86.
5. Bat L, Arıcı E. (2018). Chapter 5. თურქეთის ზღვებიდან თევზებში, მოლუსკებსა და კიბოსნაირებში მძიმე მეტალების დონე და ადამიანის ჯანმრთელობისთვის პოტენციური რისკი. In: Holban AM, Grumezescu AM. (Eds.) საკვების ბიოინჟინერიის სახელმძღვანელო, ტომი 13, საკვების ხარისხი: ჯანმრთელობისა და დაავადების ბალანსი. Elsevier, აკადემიური გამომცემლობა, ISBN: 978-0-12-811442-1, pp. 159-196. *http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-811442-1.00005-5*
6. Bat L, Arici E, Öztekin A. (2021). შავი ზღვის სანაპიროზე ხარისხობრივი საფრთხეები: ზღვის წყლის, ნალექის, მაკროწყალმცენარეებისა და ზღვის ბალახების მძიმე ლითონებით დაბინძურება. In: Shit P.K., Adhikary P.P., Sengupta D. (eds) გარემოს დამაბინძურებლების სივრცითი მოდელირება და შეფასება. გარემოსდაცვითი გამოწვევები და გადაწყვეტილებები. Springer, Cham. pp. 289-325. *https://doi.org/10.1007/978-3-030-63422-3_18*
7. Cadar, E., Negreanu-Pirjol, T., & Negreanu-Pirjol, B. S. (2022). რუმინეთის შავი ზღვის სანაპიროზე მდებარე Ulva lactuca-ს სახეობების ანტიოქსიდანტური და ანტიბაქტერიული პოტენციალი. ევროპული საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებისა და მედიცინის ჟურნალი, 5(1), 27-39.
8. Chasani, A. R., Febrianti, M. W., & Rifqi, M. S. (2025). ზღვის სალათის ფურცლის (Ulva spp.) ფენიტური მრავალფეროვნება და ურთიერთობები ინდონეზიის გუნუნგკიდულის სამხრეთ სანაპიროზე, იოგიაკარტა. საზღვაო ინჟინერიის ინოვაციებისა და კვლევის საერთაშორისო ჟურნალი., 10(1). *https://doi.org/10.12962/j25481479.v10i1.4746*

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

9. Hayati, R. & Rahly, F. (2024). Ulva lactuca-ს გენეტიკური მრავალფეროვნება მოქცევის ზონიდან Ulee Lheue სანაპიროზე აჩეში, ინდონეზია. ჟურნალი ბუნებრივი. *https://doi.org/10.24815/jn.v24i1.33972*
10. Roșioru, D. (2024). შავი ზღვის სანაპიროდან Gongolaria barbata (Stackhouse) Kuntze 1891-ის ბიოქიმიური დახასიათება და გამოყენების შესაძლებლობები. რუმინელი მეცნიერების აკადემიის ანალები, ბიოლოგიურ მეცნიერებათა სერია., 13 (1), 41-52.
11. Sirbu, R., Negreanu-Pirjol, T., Mirea, M., & Negreanu-Pirjol, B. S. (2020). რუმინეთის შავი ზღვის სანაპიროზე მდებარე სამი მწვანე წყალმცენარის ბიოაქტიური ნაერთები თერაპიული თვისებებით. ევროპული საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებისა და მედიცინის ჟურნალი., 3(1), 87-106.
12. Filippini, M., Baldisserotto, A., Menotta, S., Fedrizzi, G., Rubini, S., Gigliotti, D., Valpiani, G., Buzzi, R., Manfredini, S., & Vertuani, S. (2020). მძიმე მეტალები და პოტენციური რისკები იტალიის ბაზარზე არსებულ საკვებ წყალმცენარეებში. ქიმიოსფერო, 263, 127983. *https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127983*
13. Neshovska, H., Manev, I., & Kirov, V. (2021). ბულგარეთის სამხრეთ შავი ზღვის სანაპიროს წყალში, ყავისფერ წყალმცენარეებსა (Cystoseira barbata) და ზღვის ბალახში (Zostera marina) მძიმე მეტალების დონე. ვეტერინარული მეცნიერებებისა და მეცხოველეობის საერთაშორისო ჟურნალი, 6(1), 15. *https://doi.org/10.22271/veterinary.2021.v6.i1a.317*
14. Nunes, N., Ferraz, S., Venuleo, M., Barros, A. I. R. N. A., & Carvalho, M. Â. A. P. de. (2023). მძიმე მეტალების პერსპექტივიდან გამომდინარე, უსაფრთხოა თუ არა მადეირას არქიპელაგისა და აღმოსავლეთ ატლანტიკის გრან კანარიის კუნძულის მაკროწყალმცენარეების ბიომასა ლურჯი ბიოეკონომიკის პროდუქტების განვითარებისთვის? გამოყენებითი ფიკოლოგიის ჟურნალი, 36(2), 811. *https://doi.org/10.1007/s10811-023-03146-1*
15. Novac, V., Moraru, L., Gasparotti, C., & Rusu, E. (2020). საზღვაო ოპერაციებთან დაკავშირებული შავი ზღვის ნარჩენებით დაბინძურება. In E3S Web of Conferences, 180, 04018. EDP Sciences. *https://doi.org/10.1051/e3sconf/202018004018*
16. Peng, Z., Guo, Z., Wang, Z., Zhang, R., Wu, Q., Gao, H., Wang, Y., Shen, Z., Lek, S., & Xiao, J. (2022). სამხრეთ ჩინეთის ზღვის ტროპიკულ სანაპიროებზე ზღვის წყალმცენარეებში მძიმე მეტალების სახეობრივი ბიოაკუმულაცია და ჯანმრთელობის რისკის შეფასება. მთლიანი გარემოს მეცნიერება., 832, 155031. *https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155031*

17. Ratã, V, & Rusu, L. (2020). ბალასტური წყლის დაბინძურების რისკის შეფასება შავ ზღვაში. მექანიკური ტესტირება და დიაგნოსტიკა 10(4), 35-40. *https://doi.org/10.35219/MTD.2020.4.05*
18. Rakib, Md. R. J., Jolly, Y. N., Dioses-Salinas, D. C., Pizarro-Ortega, C. I., De-la-Torre, G. E., Khandaker, M. U., Alsubaie, A. S., Almalki, A. S. A., & Bradley, D. A. (2021). მაკროწყალმცენარეები ბენგალის ყურის კოქს-ბაზარის სანაპირო წყლებსა და მიმდებარე ტერიტორიებზე ლითონის დაბინძურების ბიომონიტორინგის დროს. სამეცნიერო ანგარიშები 11(1). *https://doi.org/10.1038/s41598-021-99750-7*
19. Shypotilova, O., Kozhanov, A., Lohinova, L., & Lohinov, O. (2021). შავი ზღვის დაბინძურების პრობლემა უკრაინის ოდესის რეგიონში. IOP კონფერენციების სერია: დედამიწისა და გარემოსდაცვითი მეცნიერება., 915 (1), *https://doi.org/10.1088/1755-1315/915/1/012008*
20. Signa, G., Andolina, C., Tomasello, A., Mazzola, A., & Vizzini, S. (2020). δ15N ხმელთაშუა ზღვის კუნძულებზე ტურისტული აქტივობებით გამოწვეული საკვები ნივთიერებების შეყვანის მონიტორინგის ხელსაწყოდ გამოყენებული მაკროწყალმცენარეები. ზღვის დაბინძურების ბიულეტენი, 159, 111504. *https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111504*
21. Shchiptsov, O. A. & Goncharov, O.Yu. (2023). შავი ზღვის დაბინძურების მდგომარეობის ევროპული კვლევითი პროექტი „Black Sea SIERRA“: უკრაინელი ოკეანოგრაფების მისია და მონაწილეობა. Geofizicheskiy Zhurnal. *https://doi.org/10.24028/gj.v45i6.293315*
22. Türker Gülen, AKIN, İlknur მაკროწყალმცენარეების კულტურის საინვესტიციო პოტენციალი ჩანაქკალეში, თურქეთი | საერთაშორისო სამეცნიერო და პრაქტიკული კონფერენციის „რეგიონების ბულგარეთი“ მასალები, erişim tarihi Eylül 14, 2025, *https://science.uard.bg/index.php/regions/article/view/659*
23. გლობალური ბაზრის ანალიზი, 2024 *https://market.us/report/macroalgae-market/*
24. კომერციული ზღვის წყალმცენარეების ბაზრის წილი და სტატისტიკა – 2034 – Fact.MR, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 22 აგვისტოს, *https://www.factmr.com/report/4493/commercial-seaweed-market*
25. კომერციული ზღვის წყალმცენარეების ბაზრის ზომა, წილი | პროგნოზი [2032], წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 22 აგვისტოს, *https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/commercial-seaweed-market-100077*

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

26. ფერმებში მოყვანილი ზღვის წყალმცენარეები | ინდუსტრიები – WWF, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://www.worldwildlife.org/industries/farmed-seaweed*
27. Mikyalova T, კოლვიცას ყურის ფოტოზური ზონის ქვედა ნაწილში მაკროფიტობენტოსის სახეობრივი შემადგენლობა და სტრუქტურა (კანდალაკშას ყურე, თეთრი ზღვა), 2017.
28. მაკროწყალმცენარეების ბაზრის ზომა, წილი | CAGR 5.2%, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 16 სექტემბერს, *https://market.us/report/macroalgae-market/*
29. ზღვის წყალმცენარეების აკვაკულტურა – NOAA Fisheries, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 16 სექტემბერს, *https://www.fisheries.noaa.gov/national/aquaculture/seaweed-aquaculture*
30. ზღვის წყალმცენარეების ინდუსტრია – მიმოხილვა, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://www.fao.org/4/y3550e/y3550e02.htm*
31. ზღვის წყალმცენარეები – ენერგეტიკის დეპარტამენტი, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://www.energy.gov/sites/prod/files/2019/03/f61/Chapter%205.pdf*
32. მაკროწყალმცენარეების გაგება: ნუტრაცევტიკის, ფარმაცევტული და ომიკის ასპექტების ყოვლისმომცველი შესწავლა – PMC – PubMed Central, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10780804/*
33. მაკროწყალმცენარეების მეტაბოლიტების ბიორაფინირების ბოლოდროინდელი მიღწევები და..., წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://www.researchgate.net/publication/360212308_Recent_developments_in_biorefining_of_macroalgae_metabolites_and_their_industrial_applications_A_circular_economy_approach*
34. ზღვის მცენარეების ინოვაციური გადამუშავება და სამრეწველო გამოყენება – MDPI, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის სექტემბერში, *https://www.mdpi.com/2673-9410/5/1/10*
35. AlgaPrime™ DHA წყალმცენარე ომეგა-3 – კორბიონი, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://www.corbion.com/products/algae-ingredients-products/algaprimedha*
36. წყალმცენარეები ომეგა-3 DHA-სთვის | მდგრადი აკვაკულტურის ინგრედიენტები – Corbion, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 14 სექტემბერს, 37, *https://www.corbion.com/markets/algae-ingredients/aquaculture*

37. ზღვის მცენარეების როლი ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესებასა და კულტურების განვითარებაში გლობალური სასურსათო დაუცველობის პრობლემის მოსაგვარებლად – MDPI, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://www.mdpi.com/2673-7655/5/3/29*
38. BASF-ის BioSolutions-ი მცენარეებს ბუნებრივად ჯანსაღად ზრდის საშუალებას აძლევს, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://agriculture.basf.com/global/en/business-areas/crop-protection-and-seeds/BioSolutions*
39. Acadian Plant Health™ | ჩრდილოეთ ამერიკა | მთავარი, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 10 სექტემბერს, *https://acadianplanthealth-na.com/*
40. უმაღლესი ხარისხის, დადასტურებული ზღვის წყალმცენარეების ექსტრაქტი მებაღეობის მწარმოებლებისთვის – Acadian Plant Health, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის სექტემბერს, *https://acadianplanthealth-na.com/products/acadian/*
41. Denizden Tarlaya: Makroalglerden Organik Gübre Üretimi ile Tarıma Yeni Bir Soluk! (2020) - MERSİN ÜNİVERSİTESİ Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 10 სექტემბერს, *https://bidb.mersin.edu.tr/haberler/390527/denizden-tarlaya-makroalglerden-organik-gubre-uretimi-ile-tarima-yeni-bir-soluk*
42. Denizden Tarlaya: Makroalglerden Organik Gübre Üretimi ile Tarıma Yeni Bir Soluk! - Mersin Üniversitesi, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 11 სექტემბერს, *https://www.mersin.edu.tr/haberler/390527/denizden-tarlaya-makroalglerden-organik-gubre-uretimi-ile-tarima-yeni-bir-soluk*
43. Haberler – Denizden Tarlaya: Makroalglerden Organik Gübre Üretimi ile Tarıma Yeni Bir Soluk! (2016) - Mersin Üniversitesi, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 11 სექტემბერს, *https://finans22.mersin.edu.tr/haberler/390527/denizden-tarlaya-makroalglerden-organik-gubre-uretimi-ile-tarima-yeni-bir-soluk*
44. pmc.ncbi.nlm.nih.gov, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 14 სექტემბერს,, *https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9658329/*
45. ზღვის წყალმცენარეების დამუშავების SWOT ანალიზი IL-ების გამოყენებით. ResearchGate, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 19 სექტემბერს, *https://www.researchgate.net/figure/SWOT-analysis-of-seaweeds-processing-using-ILs_fig4_341705855*
46. მაკროწყალმცენარეების მეურნეობა ხელს უწყობს მდგრად ზრდას ლათინურ ამერიკაში – მექსიკის ბიზნეს სიახლეები, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 19 სექტემბერს, *https://mexicobusiness.news/agribusiness/news/macroalgae-farming-boosts-sustainable-growth-latin-america*

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

47. ახალი ცენტრი ზღვის მცენარეების გლობალურ ეკონომიკაში გამოყენების ხელშეწყობისთვის – Berkeley News, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 19 სექტემბერს, *https://news.berkeley.edu/2024/10/02/new-center-to-advance-use-of-seaweed-in-the-global-economy/*
48. CRISPR-ზე დაფუძნებული ბიოინჟინერია მიკროწყალმცენარეებში სამრეწველო მნიშვნელობის ბიომოლეკულების წარმოებისთვის – Frontiers, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 19 სექტემბერს, *https://www.frontiersin.org/journals/bioengineering-and biotechnology/articles/10.3389/fbioe.2023.1267826/full*
49. A CRISPR/Cas9 system adapted for gene editing in marine alg სისტემა ადაპტირებულია ზღვის წყალმცენარეებში გენების რედაქტირებისთვის ae, erişim tarihi Eylül 19, 2025, *https://www.vliz.be/imisdocs/publications/ocrd/289639.pdf*
50. გარდამტეხი მომენტები ზღვის წყალმცენარეების გენეტიკურ ინჟინერიაში: შესაძლებლობების გაფართოება მომდევნო ათწლეულში – PMC – PubMed Central, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4052329/*
51. მაკროწყალმცენარეების გენეტიკური გაუმჯობესება: მდგომარეობა დღემდე და მომავლის საჭიროებები – ResearchGate, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 6 სექტემბერს, *https://www.researchgate.net/publication/233990142_Genetic_improvement_of_macroalgae_Status_to_date_and_needs_for_the_future*
52. Saccharina latissima-სა და Gracilaria tikvahiae-ს მაკროწყალმცენარეების მრავალი კულტივაციის სისტემისა და საბოლოო გამოყენების სტრატეგიების შედარება ტექნოეკონომიკური ანალიზისა და სასიცოცხლო ციკლის შეფასების საფუძველზე – MDPI, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 6 სექტემბერს, *https://www.mdpi.com/2071-1050/15/15/12072*
53. მაკროწყალმცენარეების გამოყენება გაეროს მდგრადი განვითარების მიზნების მისაღწევად CO_2-ის აღდგენისა და აკვაკულტურის გარემოს გაუმჯობესების გზით, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 7 სექტემბერს, *https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/26388081.2022.2025617*
54. ევროკავშირი-ჩინეთის ლურჯი ნახშირბადის პროექტი, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 6 სექტემბერს, *https://ocean-climate.org/wp-content/uploads/2025/06/EU-China-Blue-Carbon-Project.pdf*
55. books.rsc.org, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 6 სექტემბერს, *https://books.rsc.org/books/edited-volume/2250/chapter/8237456/Marine-Macroalgae-Sustainable-Practices and#:~:text=Many%20species%20of%20brown%20macroalgae,nutrient%20cycling%20in%20marine%20ecosystems.*

56. ლურჯი ტალღის გავლა: ოკეანეზე ორიენტირებული ვენჩურული კაპიტალის აღზევება – გარემო შემდეგი, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 6 სექტემბერს, *https://environmentnext.org/riding-the-blue-wave-the-rise-of-ocean-focused-venture-capital/*
57. ლურჯი რევოლუციის ფონდი | ISIF, წვდომა განხორციელდა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://isif.ie/portfolio/blue-revolution-fund*
58. „ლურჯი რევოლუციის ფონდმა“ აკვაკულტურაში ინვესტიციებისთვის 93 მილიონი დოლარი მოიზიდა – გარემოსდაცვითი გრანტები, წვდომა 2025 წლის 6 სექტემბერს, *https://www.topenvironmentgrants.com/NewsItem/558201/452/Blue+Revolution+Fund+Raises+%2493+Million+for+Aquaculture+Investment*
59. ჩინეთი საზღვაო მეცხოველეობას აფართოებს სურსათის უვნებლობის გასაძლიერებლად – Global Times, წვდომა 2025 წლის 8 სექტემბერს, *https://www.globaltimes.cn/page/202503/1330175.shtml*
60. საზღვაო მეცხოველეობა: ჩინეთის ლურჯი გადაწყვეტა სურსათის უვნებლობისთვის, წვდომა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://bcas.edpsciences.org/articles/bcas/full_html/2024/01/bcas2024016/bcas2024016.html*
61. ლურჯი ნახშირბადის მართვა ნახშირბადის ნეიტრალიტეტისთვის ჩინეთში: პოლიტიკის შეფასება და პერსპექტივები, – წვდომა 2025 წლის 8 სექტემბერს, *https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10568102/*
62. სრული სტატია: წყალმცენარეების კულტივაციის ხელახალი კონცეფცია ჩინეთში: კლიმატის კანონმდებლობა და პოლიტიკის შედეგები – Taylor & Francis Online, წვდომა 2025 წლის 10 სექტემბერს, *https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17583004.2024.2349941*
63. წყალმცენარეების ძირების კონსერვაციისა და აღდგენის სახელმძღვანელო პრინციპები, წვდომა 2025 წლის 10 სექტემბერი, *https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_zyoho_bako/attach/pdf/mobahozen_sozo_isoyaketaisaku-3.pdf*
64. ნორვეგიელმა კანონმდებლებმა აკვაკულტურის პოლიტიკასთან დაკავშირებით მიაღწიეს შეთანხმებას; ძირითადი წესები ჯერჯერობით ძალაში დარჩება | Intrafish, წვდომა 2025 წლის 10 სექტემბერს, *https://www.intrafish.com/salmon/norwegian-lawmakers-reach-agreement-on-aquaculture-policy-core-rules-to-remain-in-place-for-now/2-1-1829620*
65. Scispace.com, წვდომა 2025 წლის 10 სექტემბერს, *https://scispace.com/pdf/investment-potential-of-macroalgae-culture-in-canakkale-46fwefpcfu.pdf*
66. ახალი ამბები; FAO İle Tarım ve Orman Bakanlığı İşbirliğiyle Balıklar İçin Alternatif Yemler ve Makro Alg Yetiştiriciliği Çalıştayı Düzenlendi., წვდომა 2025 წლის 10 სექტემბერს, *https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Haber/247/*

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN

Fao-Ile-Tarim-Ve-Orman-Bakanligi-Isbirligiyle-Baliklar-Icin-Alternatif-Yemler-Ve-Makro-Alg-Yetistiriciligi-Calistayi-Duzenlendi

67. Tarım Orman Bakanlığı Belgeler Arşivi, Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği,mevzuatı ve alan belirleme çalışmaları 03.04.2019, წვდომა 2025 წლის სექტემბერს, *https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Su%20Kalitesi%20H%C4%B0E%20Haber%202019/%C3%9Clkemizde%20Su%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi,%20Mevzuat%C4%B1%20ve%20Alan%20Belirleme%20%C3%87al%C4%B1%C5%9Fmalar%C4%B1.pdf*
68. SU ÜRÜNLERİ YÖNETMELİĞİ - Trabzon İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, წვდომა 2025 წლის 14 სექტემბერს. *https://trabzon.tarimorman.gov.tr/Belgeler/BSU/SU%20%C3%9CR%C3%9CNLER%C4%B0%20Y%C3%96NETMEL%C4%B0%C4%9E%C4%B0.doc*
69. 1501 - TÜBİTAK Sanayi Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı, წვდომა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://tubitak.gov.tr/tr/destekler/sanayi/ulusal-destek-programlari/1501-tubitak-sanayi-ar-ge-projeleri-destekleme-programi*
70. Tarım ve Orman Bakanlığı Hibelerine Nasıl Başvurulur? (2024 Yılı KKYDP % 50 Hibeli Desteklemeler) – YouTube, წვდომა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://www.youtube.com/watch?v=hIjQ8MuE-kw*
71. Tarımda 41 Makine ve Ekipmana % 50 Hibe Desteği - Ulusal Hububat Konseyi, წვდომა 2025 წლის 10 სექტემბერს, *https://www.uhk.org.tr/tr/tarimda-41-makine-ve-ekipmana-50-hibe-destegi/*
72. Seydikemer Türkiye'nin İlk Ve Tek Yosun Serasi Demirler'de – YouTube, წვდომა 2025 წლის 10 სექტემბერს, *https://www.youtube.com/watch?v=UO36_LhVm3A*
73. Sahilden Toplanan Yosunlar Gübreye Dönüştürülüyor - YouTube, წვდომა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://www.youtube.com/watch?v=IfcnFB4-pjA*
74. ჩინეთის „ზღვის მცენარეების დედაქალაქი" სიაპუს ოლქი ყოველწლიური მოსავლის აღებას იწყებს სიახლეები ფუჯიანის პროვინციის სახალხო მთავრობა, წვდომა 2025 წლის 11 სექტემბერს, *http://fujian.gov.cn/english/news/202504/t20250422_6903589.htm*
75. საზღვაო აკვაკულტურა თურქეთში: მიღწევები და მენეჯმენტი – TÜDAV, წვდომა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://tudav.org/wp-content/uploads/2020/12/Marine_Aquaculture_in_Turkey_2020_low.pdf*
76. წყალმცენარეების სტარტაპების ინვესტიციის ტენდენციები – ნულოვანი ელენერგო მოხმარება, წვდომა 2025 წლის 11 სექტემბერს, *https://netzeroinsights.com/resources/algae-startups-investment-trends/*
77. Hatch Blue – წვდომა 2025 წლის 14 სექტემბერს *https://www.hatch.blue/*

78. ევროპის საინვესტიციო ფონდი/ EIF მხარს უჭერს „ლურჯი რევოლუციის ფონდს“ InvestEU პროგრამის მიერ მხარდაჭერილი მდგრადი აკვაკულტურის ინვესტიციების ფარგლებში, წვდომა 2025 წლის 10 სექტემბერს, *https://www.eif.org/InvestEU/news/2024/eif-supports-blue-revolution-fund-in-boosting-sustainable-aquaculture-investments-backed-by-the-investeu-programme.htm*
79. 2025 წელს წყალმცენარეების ცილების ბაზარზე გავლენის მქონე ტოპ 10 კომპანია – Kings Research, წვდომა 2025 წლის 10 სექტემბერს, *https://www.kingsresearch.com/blog/top-10-algae-protein-companies-2025*
80. მცენარეული ნაღების ყველი | DSM-Firmenich, წვდომა 2025 წლის 4 სექტემბერს, *https://www.dsm-firmenich.com/en/businesses/taste-texture-health/news-events/downloads/event-downloads/plant-based-cream-cheese.html*
81. თურქეთში 2025 წელს 9 საუკეთესო VC ინვესტორი – BaseTemplates, წვდომა 2025 წლის 4 სექტემბერს, *https://www.basetemplates.com/investors/top-9-vc-investors-in-turkey*
82. Boğaziçi საწარმოები – Girişim Sermayesi Yatırım Şirketi, წვდომა 2025 წლის 4 სექტემბერს, *https://bogaziciventures.com/*
83. Home - Revo, წვდომა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://revo.vc/*
84. დიფუჟენ კაპიტალ პარტნიორები /Diffusion Capital Partners - Home, წვდომა 2025 წლის 14 სექტემბერს, *https://dcp.vc/*
85. TBE - TEB Portföy Sağlık ve Biyoteknoloji Değişken Fon, წვდომა 2025 წლის 19 სექტემბერს, *https://www.tebportfoy.com.tr/yatirim-fonlari/teb-portfoy-saglik-ve-biyoteknoloji-degisken-fon*
86. Türkiye Startup Yatırımları 2025 1. Çeyrek - KPMG International, წვდომა 2025 წლის 29 აგვისტოს, *https://kpmg.com/tr/tr/home/insights/2025/05/turkiye-startup-yatirimlari-2025-birinci-ceyrek.html*
87. სტამბულის საწარმოო კაპიტალის ინიციატივა (iVCi) – ევროპის საინვესტიციო ფონდი, წვდომა 2025 წლის 29 აგვისტოს, *https://www.eif.org/what_we_do/resources/IVCi/index.htm*

Interreg Co-funded by the European Union
NEXT Black Sea Basin
MACRO CLEAN