

ნანა ჯულაყიძე
ნატალია მანდარია

ბიოუსათრთხოების
პრინციპები

ქუთაისი, 2012

შინაარსი

1. ბიოუსაფრთხოებისა და ბიოლოკალიზაციის საფუძვლები, პრინციპები და სტრატეგია. ბიოლოგიური საფრთხეების კლასიფიკაცია - 6
2. ბიოუსაფრთხოების უზრუნველყოფის ნაციონალური და საერთაშორისო სისტემა - 15
3. ბიოლოგიური უსაფრთხოების დონეები. ბიოლოგიური უსაფრთხოების კონცეფციები ლაბორატორიებში - 20
4. ინფექციური დაავადებები - 24
5. პათოგენური მიკროორგანიზმების ბუნებრივი და ხელოვნური რეზერვუარები - 28
6. ბიოკატასტროფები – ეპიდემიები და პანდემიები, ავარიები ბიოლოგიურად საშიშ ობიექტებზე - 32
7. ახალი და განმეორებით დაბრუნებადი ინფექციური დაავადებები - 37
8. ბუნებრივი კატასტროფები - 44
9. ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენს ინფექციური დაავადებების ცნობილი აღმძვრელების თვისებების ცვლილებაზე და ახალი პათოგენების წარმოქმნაზე - 47
10. ეპიდემიების საწინააღმდეგო გლობალური ღონისძიებების გატარების პრინციპები - 51
11. ბიოლოგიური იარაღი. ბიოტერორიზმი. პოტენციური და რეალური პათოგენები ბიოტერორიზმისათვის - 56
12. ბიოტერორიზმისაგან დაცვის ინსტრუმენტები - 62
13. საერთაშორისო თანამშრომლობა ბიოტერორიზმის წინააღმდეგ - 66
14. გენურ-ინჟინერული ტექნოლოგიები და მათთან დაკავშირებული ბიოლოგიური რისკი - 69
15. ეკოლოგიური ბიოუსაფრთხოების საკითხები გენმოდულირებული ცხოველები და მცენარეები და ბიომრავალფეროვნების პრობლემები - 86

16. საკვები პროდუქტების ბიოლოგიური უსაფრთხოების ძირითადი პრინციპები. საკვები პროდუქციის ბიოლოგიური საფრთხის გამომწვევი ძირითადი კომპონენტები - 95
17. ტრანსგენური საკვები ნედლეულის უსაფრთხოების პრობლემები - 102
18. გენურ-ინჟინერული მოდვაწობის სახელმწიფო რეგულირების სისტემა. საერთაშორისო საკანონმდებლო ბაზა ბიოუსაფრთხოებაში და მისი რეალიზაცია - 107
19. გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმების გავრცელების რეგულირება საქართველოში - 111
20. ნანოტექნოლოგიების ბიოუსაფრთხოების საკითხები - 115
გამოყენებული ლიტერატურა - 128

1. ბიოსაფრთხოებისა და
ბიოლოკალიგაციის საფუძვლები,
პრინციპები და სტრატეგია.
ბიოლოგიური საფრთხეების
კლასიფიკაცია

XXI საუკუნის დასაწყისში გაფართოვდა ადამიანის სიცოცხლისა და ჯანმრთელობის რეალური და პოტენციური საფრთხეების სპექტრი, რაც დაკავშირებულია ბიოლოგიური ბუნების სახიფათო აგენტების ზემოქმედებასთან. უპირველეს ყოვლისა, ეს ბუნებრივი საფრთხეები – ინფექციური აგენტებია, რომლებიც ყოველთვის არსებობდა და მუდამ იარსებებს. საფრთხეების მეორე ჯგუფი დაკავშირებულია ადამიანის მოღვაწეობასთან, რომელიც საწყისშივე კეთილ მიზნებს ისახავს (სხვადასხვა სახის ბიოლოგიური იარაღის გარდა) და აი, პარადოქსი: რაც უფრო სწრაფად ვითარდება ბიოტექნოლოგია და ბიოსამედიცინო მეცნიერებები, რაც უფრო მეტ თანამედროვე წამლებს ამუშავებენ მეცნიერები, მით მაღალია ამ მოღვაწეობის ბიოლოგიური საფრთხე.

ამასთან დაკავშირებით, ბიოლოგიური უსაფრთხოების პრობლემით დაინტერესებულია მთელი მსოფლიო თანამეგობრობა. თანამედროვე ბიოუსაფრთხოება ცოდნის მეცნიერული სფეროა, სადაც ფოკუსირებულია ეპიდემიოლოგიის, მიკრობიოლოგიის, იმუნოლოგიის, ბიოტექნოლოგიის და სიცოცხლის შემსწავლელი სხვა მეცნიერებების უკანასკნელი მიღწევები.

საფრთხეები შეიძლება ატარებდეს რაოდენობრივ, დროით, სივრცობრივ, ხარისხობრივ მახასიათებლებს.

წარმოშობის ხასიათის მიხედვით ბუნებრივი საფრთხეები – მიწისძვრა, მეწყერი, წყალდიდობა და ა. შ. – დაკავშირებულია სატრანსპორტო საშუალებების, საწვავის, ადვილად აალებადი და ფეთქებადსაშიში ნივთიერებებისა და მასალების, მომატებული ტემპერატურისა და წნევის პირობებში მიმდინარე პროცესების, ელექტროენერჯის, ქიმიური ნივთიერებების, გამოსხივების სხვადასხვა სახეების გამოყენებასთან.

ანთროპოგენური საფრთხეები 60-80%-ით დაკავშირებულია

ლია უშუალოდ ადამიანის მოღვაწეობასთან. ანთროპოგენური საფრთხის წყარო ადამიანის გარდა არის ტექნიკური საშუალებები, შენობები, ნაგებობები – ყველაფერი, რაც შექმნილია ადამიანის მიერ (ტექნოსფეროს ელემენტები). ანთროპოგენური საფრთხეებისაგან გამოწვეული ზარალი მით უფრო დიდია, რაც მეტია გამოყენებადი ტექნოგენური საშუალებების სიმჭიდროვე და ენერგეტიკული დონე.

ეკოლოგიური საფრთხე – ოზონის შრის დათხელება, ბიომრავალფეროვნების შემცირება.

სოციალური საფრთხე – ალკოჰოლიზმი, საომარი მოქმედებები, ტერორი.

ფიზიკური საფრთხე მოიცავს ძვალ-კუნთოვან ტრავმებს, რომლებიც ადამიანის მიერ არახელსაყრელ პირობებში შესრულებული სამუშაოს შედეგია.

ქიმიური საფრთხე დაკავშირებულია ბუნებასთან და საშიში ქიმიური ნივთიერების ხასიათთან. ადამიანისათვის (და გარემოსათვის) ქიმიური ნივთიერებები ქმნის ფიზიკურ და ბიოლოგიურ საფრთხეებს:

ფიზიკური საფრთხეების მიხედვით ქიმიური ნივთიერებები შეიძლება იყოს: ფეთქებადსაშიში, დამჟანგველები, სწრაფად აალებადი, ადვილად აალებადი, აალებადი.

ბიოლოგიური საფრთხეების მიხედვით ქიმიური ნივთიერებები შეიძლება იყოს: მაღალტოქსიკური, ტოქსიკური, მავნე, აგრესიული, გამლიზიანებელი, კანცეროგენული, მუტაგენური, ტერატოგენული.

ბიოლოგიურ საფრთხეებს მიეკუთვნება პათოგენური მიკროორგანიზმები, ვირუსები და მათი ცხოველმყოფელობის პროდუქტები.

ფსიქოფიზიოლოგიური საფრთხეები – ფსიქოფიზიოლოგიურად საშიში და მავნე საწარმოო ფაქტორებია, რომლებიც მოქმედების ხასიათის მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: ფიზიკური და ნერვულ-ფსიქიკური გადატვირთვა.

ანთროპოგენური ნარმომობის ბიოლოგიური საფრთხეები. ბიოლოგიური საფრთხე ეწოდება ნებისმიერი დონისა და წარმოშობის (პრიონებიდან და მიკროორგანიზმებიდან – მრავალუჯრედიან ორგანიზმებამდე) პათოგენის უარყოფით ზემოქმედებას, რომელიც ქმნის საფრთხეებს სამედიცინო, სოციალურ, ტექნოლოგიურ, სასოფლო-სამეურნეო და კომუ-

ნალურ სფეროებში. ბიოუსაფრთხოების განმარტებისას ფიგურირებს ტერმინები: „პათოგენური ბიოლოგიური აგენტები“ (პბა), „პათოგენები“ და „ფასეული ბიოლოგიური მასალები“, ანუ მასალები, რომლებიც საჭიროებს ადმინისტრაციულ მართვას, კონტროლს, აგრეთვე დამცველ და სადამკვირვებლო ღონისძიებებს ლაბორატორიებსა და ბიოლოგიურ ცენტრებში. ეს საკმაოდ ფართო ცნებაა, რომელიც მოიცავს არა მარტო პათოგენებსა და ტოქსინებს, არამედ მასალებს, რომლებსაც სამეცნიერო, ისტორიული და ეკონომიკური მნიშვნელობა აქვს:

- კოლექციები და რეფერენს-შტამები (მიკრობიოლოგიური კულტურები, იზოლატები, პაციენტებიდან აღებული შრატების, ქსოვილების და სხვა ნიმუშები, უჯრედული ხაზები, ცილები);

- ვაქცინები და სხვა ფარმაცევტული პრეპარატები;

- საკვები პროდუქტები;

- გენმოდიფიცირებული ობიექტები (de novo კონსტრუირებული ვირუსები, მიკროორგანიზმები – გაუმჯობესებული თვისებებით, დიაგნოსტიკური და ვაქცინური პრეპარატების მისაღებად; დაავადებებისადმი მდგრადი მცენარეები და სხვა);

- არაპათოგენური მიკროორგანიზმები;

- უჯრედული კომპონენტები და გენეტიკური კონსტრუქციები;

- რადიოაქტიურად ნიშნული ნაერთები;

- ბუნებრივი და ლაბორატორიულად მოდიფიცირებული მიკროორგანიზმები.

არსებობს ბიოლოგიური საფრთხის წყაროების ფორმით განსხვავებული, მაგრამ მსგავსი შინაარსის კლასიფიკაციები.

საზოგადოების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე, ბიოლოგიურ-სოციალური ხასიათის საგანგებო სიტუაციებისას, მოსახლეობის, ცხოველებისა და მათი საარსებო გარემოსათვის, ბიოლოგიური საფრთხის ძირითად წყაროებს მიეკუთვნება:

- პათოგენური მიკროორგანიზმები, პრიონები, პარაზიტული დაავადებების აღმძვრელები (საშიში და განსაკუთრებით საშიში ინფექციები, მათ შორის, ბუნებრივ-კვერვანი, სპონტანური და „დაბრუნებადი“);

- ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენით მიკროორგანიზმების არაპათოგენური და პათოგენური შტამებიდან მუტაგენუზის შედეგად აღძრული „ახალი“ პათოგენები;

- დამაზიანებელი ფაქტორები – მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობის პროდუქტები (ტოქსინები, ფერმენტები, ცილოვანი ბუნების ბიორეგულატორები, სუპერანტიგენები, მინიანტისხეულები), ტექნოფილური მიკროორგანიზმები და სხვა;

- გენეტიკურად შეცვლილი ორგანიზმები და გენეტიკური კონსტრუქციები (ვირუსული ვექტორები, ორსპირალიანი რნმ, ონკოგენები, ცილა-ტოქსინების მაკოდირებელი გენები);

- თანამედროვე ანტიმიკრობული პრეპარატებისადმი მდგრადი პათოგენები;

- ეკოპათოგენები – გარემო არის დამაზიანებელი ფიზიკური ობიექტები.

ბიოუსაფრთხოების შესახებ სწავლების ქვაკუთხეა რისკების შეფასება. თანამედროვე წარმოდგენები ბიოლოგიური რისკების შესახებ, პირობითად შეიძლება დავყოთ 4 ძირითად ჯგუფად: ინფექციები, ბიოკატასტროფები, ბიოტერორიზმი და გენური ინჟინერია.

ინფექციური დაავადებები. ინფექციურ ბიოლოგიურ რისკებს მიეკუთვნება:

- მასობრივი ინფექციური დაავადებები – ეპიდემიები, აფეთქებები, პანდემიები, ეპიზოოტიები, ეპიფიტოტიები (მცენარეთა ინფექციური დაავადებები);

- პათოგენური მიკროორგანიზმების ბუნებრივი რეზერვუარები (მღრღნელები, მკბენარები, ჩიტები);

- პათოგენური მიკროორგანიზმების ხელოვნური რეზერვუარები (ციმბირის წყლულით დაავადებული საქონლის სამარხები, ბიოთერმული ღრმულები, სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებში, ლაბორატორიებსა და ბიოფაბრიკებში დაცული სამუზეუმო კულტურული შტამების კოლექციები);

- ინფექციურ დაავადებათა გენეტიკურად მოდიფიცირებული აღმმგრელები.

ინფექციური დაავადებები თანამედროვე საზოგადოებისათვის ერთ-ერთი სერიოზული საფრთხეა. ეპიდემიები მთელს დედამიწაზე უკონტროლოდ ვრცელდება. ამის მიზეზებია: ურბანიზაცია, ეკოლოგიურ-სოციალური პირობების გაუარესება, ახალი ტექნოლოგიები მედიცინასა და კვების ინდუსტრიაში, მკვეთრად გაზრდილი მიგრაციული პროცესები, საერთაშორისო ტურიზმი და ვაჭრობა, მიკრობული ადაპტაციები და მუტაციები, ბუნებრივი ეკოლოგიური სისტემების ცვლილება და სხვა.

ჯანდაცვის მსოფლიო თანასაზოგადოების მონაცემებით, მსოფლიოში ინფექციური დაავადებებით ყოველწლიურად 2 მილიარდი ადამიანი ავადმყოფობს და მათგან 17 მილიონზე მეტი იღუპება. ყოველდღიურად ინფექციისაგან იღუპება 50 ათასი ადამიანი. პლანეტის მოსახლეობის $\approx 50\%$ ცხოვრობს ეპიდემიური ინფექციის მუდმივი საშიშროების პირობებში.

ამ თვალსაზრისით, კაცობრიობისათვის ყველაზე დიდ ბიოლოგიურ საფრთხეს წარმოადგენს შემდეგი პროცესები: (იხ. ცხრილი 1.)

ცხრილი 1

მიკროორგანიზმების მიერ სახეობათაშორისი ბარიერების გადალახვა	ანთროპოზოონოზები. დაცილებული ბიოლოგიური სახეობების ინფექციები
„დაბრუნებადი“ (re-emerging), ვაქცინაციის დახმარებით მართვადი ინფექციები, რომლებიც აქტიურდება ე. წ. ეპიდემიური კეთილდღეობის შემდეგ, მოსახლეობის იმუნიზაციის პროგრამის მუშაობის თანდათანობით შენელების შედეგად	
ახალ ტერიტორიებზე გავრცელებული ინფექციები	იშვიათი, ან მანამდე უცნობი ინფექციების შემოტანა
მანამდე უცნობი პათოგენების მიერ გამოწვეული ახალი (emerging) ინფექციები	უკანასკნელი 35 წლის მანძილზე გამოყოფილი და იდენტიფიცირებულია 41 ახალი პათოგენი
პირობით-პათოგენური მიკროორგანიზმების ეპიდემიოლოგიური მნიშვნელობის ზრდა და ოპორტუნისტული ინფექციებით დასნეზობულების სიხშირის მომატება	ინფექციები, რომლებიც ვლინდება ნებისმიერი ხასიათის იმუნოდეფიციტური მდგომარეობის პირებში
ნოზოკომიალური (ჰოსპიტალური) ინფექციების გავრცელება	
ავარიები და დივერსიები ობიექტებზე, სადაც წარმოებს მუშაობა პათოგენურ მიკროორგანიზმებზე	
ბიოლოგიური ტერორიზმი, მისი ყველა გამოვლინებით	

პათოგენურ ბიოლოგიურ აგენტებთან (პბა) მუშაობა ლაბორატორიებში. ბიოლოგიური რისკების შედარებით მაღალი დონე შეინიშნება პათოგენურ მიკროორგანიზმებთან მუშაობისას.

უკანასკნელი 70 წლის განმავლობაში რეგისტრირებულია 5400-ზე მეტი ლაბორატორიული უბედური შემთხვევა, ბიოტექნოლოგიური საწარმოებიდან გარემოში პათოგენური ბიო-

ლოგიური აგენტების გამოსვლასთან დაკავშირებული – 100-მდე ინციდენტი. ამიტომ მიკრობიოლოგიურ ლაბორატორიებში და საწარმოებში პათოგენურ ბიოლოგიურ აგენტებთან მუშაობისას, უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა, ბიოუსაფრთხოების უზრუნველყოფა.

დაავადებების აღმძვრელებთან დაკავშირებული რისკის რანჟირება ხდება პათოგენური ბიოლოგიური აგენტების ეპიდემიური და კლინიკური საფრთხის შეფასების საფუძველზე. აღნიშნული მოიცავს შემდეგი კატეგორიის ბიორისკებს:

ბიორისკი – ინდივიდი; ბიორისკი – მოსამსახურეთა პროფესიული ჯგუფი; ბიორისკი – მთელი ტერიტორიის პოპულაცია (ქვეყნის და ქვეყანათა ჯგუფის მოსახლეობა).

მიკროორგანიზმების პათოგენურობისა და შრომის პირობების გარდა, კბა-თან მუშაობისას ლაბორატორიებში აუცილებლად უნდა იქნას გათვალისწინებული დამატებითი ფაქტორები, როგორცაა: აეროზოლის წარმოქმნის შესაძლებლობა; პათოგენის კულტურის მოცულობა; მიკროორგანიზმების კონცენტრაცია და ინფექციური დოზა; ინფექციის გადაცემის ბუნებრივი გზები; ლაბორატორიულ პირობებში მანიპულაციებით გამოწვეული ინფიცირების სხვა გზები (პარენტერალური, ჰაერ-წვეთოვანი, ორალური); ინფიცირების პოტენციური შედეგები; აგენტის სტაბილურობა გარემოში; შესრულებადი სამუშაოს ტიპი (in vivo, in vitro); რეკომბინანტულ მიკროორგანიზმებთან მუშაობა; ნებისმიერი გენეტიკური მანიპულაციები ორგანიზმებთან, რომლებმაც შეიძლება გააფართოოს აგენტის „მასპინძელთა“ რიგები, ან შეცვალოს აგენტის მგრძობელობა მკურნალობის ცნობილი და ეფექტური სქემების მიმართ; ადგილებზე ეფექტური პროფილაქტიკური და თერაპევტული ღონისძიებების არსებობა.

ბიოკატასტროფები. წარსულში ბუნებრივი ინფექციების (ჭირის პანდემიები, ქოლერის, ნატურალური ყვავილის, პარტახტიანი ტიფის ეპიდემიები) გავრცელების შედეგად მომხდარ ბიოკატასტროფებს სერიოზული სოციალური ძვრები გამოუწვევია.

ამჟამად ბიოკატასტროფებს ასევე აქვთ ადგილი ისეთი მოვლენების შედეგად, როგორცაა:

- ავარიები ბიოლოგიურად საშიშ ობიექტებზე (ბიოქარხნები, სამხედრო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტები და სხვა);

- ეკოლოგიურად საშიში ტექნოგენური მოღვაწეობა (გრუნტის ამოღება, სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვება, უკიდურესი ჩრდილოეთის კვლევა, რომელიც შეუღლებულია დედამიწის სიღრმეებიდან უძველესი ბაქტერიებისა და სხვა ორგანიზმების ამოღებასთან);

- არაკონტროლირებადი ტექნოგენური მოღვაწეობა (მიკროორგანიზმების ანტიბიოტიკებისადმი მდგრადი პათოგენური შტამების სელექცია და გადარჩევა და სხვა);

- ბუნებრივი კატასტროფები (ღვარცოფები, წყალდიდობები, ცუნამი, რომლებიც იწვევს ინფექციური დაავადებების აფეთქებას).

ბიოტერორიზმი. ექსპერტების აზრით, ნაკლებად კონტროლირებადი და კაცობრიობისათვის ყველაზე საშიში საფრთხეების ჩამონათვალში პირველ ადგილზეა ბიოტერორიზმი და „ეკოლოგიური ომები“ (კლიმატის ცვლილება და სხვა). უკვე ჩადენილი ტერორისტული აქტების, ბიოლოგიური მეცნიერებისა და ბიოტექნოლოგიის მიღწევების ანალიზის საფუძველზე, ბიოლოგიური ტერორიზმი ოფიციალურად აღიარებულია საერთაშორისო უსაფრთხოების მთავარ პოტენციურ საფრთხედ.

ბიოტერორიზმი სამწუხარო რეალობა გახდა 2001 წლის 11 ოქტომბრის შემდეგ, როცა აშშ-ში დააფიქსირეს საფოსტო წერილებით გავრცელებული ციმბირული წყლულის შემთხვევები. დღეისათვის რეგისტრირებულია ბიოტერორიზმის 10-მდე აქტი.

ტერორისტებისათვის ბიოლოგიური იარაღის მიმზიდველობა განპირობებულია შემდეგი მიზეზებით:

- ბიოლოგიური იარაღი ადვილად ხელმისაწვდომია, რადგან საშიში დაავადებების აღმძვრელები ბუნებაში მოიპოვება (გამონაკლისია შავი ყვავილი);

- ბიოლოგიური იარაღი ადვილი დასამზადებელია;

- ყველა ქვეყანაშია სამედიცინო მიკრობიოლოგიური ლაბორატორიები, მიკრობიოლოგიური დაწესებულებები, რომლებიც შეიძლება გადაკეთდეს ბიოლოგიური იარაღის წარმოებისათვის;

- ბიოლოგიური იარაღი, ქიმიური, ან რადიოლოგიური იარაღისაგან განსხვავებით, მოსახერხებელია შესანახად და ტრანსპორტირებისათვის.

ტერორისტული მიზნით გამოყენებული ბიოლოგიური აგენტების ვარგისიანობის განსაზღვრისათვის მნიშვნელოვანი კრიტერიუმებია: მაღალი ინფექციურობა და კონტაგიოზურობა; აუცილებელი დამაზიანებელი ეფექტურობა (დაავადების სავარაუდო კლინიკური გამოვლენა, დასენიანებისა და სიკვდილიანობის განსაზღვრული დონე); გარემო პირობებისადმი მნიშვნელოვანი მდგრადობა; ფართო ეპიდემიური გავრცელების უნარი; რეცეპტურული ფორმების წარმოების სიმარტივე და მისაწვდომობა; პათოგენის გამოყენებისა და გავრცელების სიმარტივე; საარსებო გარემოს ობიექტებში საშიში აგენტის ინდიკაციისა და იდენტიფიკაციის სირთულე; ბიოტერორისტული აქტის განხორციელების შემთხვევაში აღძრული დაავადებების იმუნო- და ექსტრემალური პროფილაქტიკის საშუალებების დეფიციტი, ან არასაკმარისი ეფექტურობა.

ბიოლოგიური უსაფრთხოების სფეროში წამყვანი სპეციალისტების აზრით, მოსალოდნელია ახალი – მესამე თაობის ბიოლოგიური იარაღის – „პოსტგენომური“, ე. წ. მოლეკულური იარაღის შექმნის საფრთხე. საერთაშორისო ლიტერატურაში იგი აღინიშნება, როგორც ABW – Advanced Biological Warfare. ისინი ბიოქიმიური პროცესების სრულიად ახალი, უკვე აღმოჩენილი და ჯერ კიდევ აღმოუჩენელი რეგულატორებია, რომლებიც ხშირად, სულ რაღაც რამდენიმე ათეული ნუკლეოტიდური ნაშთისაგან შედგება, ამიტომ ადვილად აღწევს უჯრედულ მემბრანებში და აქტიურად ახდენს გავლენას სხვადასხვა ბიოქიმიურ პროცესებზე. ისინი გაცილებით დიდ საშიშროებას ქმნის ტრადიციულ პათოგენებთან – ჭირთან, ყვავილთან, ციმბირულ წყლულთან და სხვ. შედარებით.

გმო და მათი პროდუქტები. მოლეკულური ბიოლოგიისა და მოლეკულური გენეტიკის მიღწევების შედეგად განვითარდა გენურ-ინჟინერული ტექნოლოგიები. მათი გამოყენებით შესაძლებელი გახდება ფართო სპექტრის ფუნდამენტური და გამოყენებითი ამოცანების გადაჭრა:

- მემკვიდრული დაავადებების მკურნალობა;
- ახალი თაობის სამკურნალო პრეპარატებისა და კოსმეტიკური საშუალებების შექმნა;
- ტექნიკური ნედლეულის შექმნა;
- სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ახალი ჯიშების

კონსტრუირება;

- წინასწარ განსაზღვრული, მეურნეობისათვის ფასეული ნიშან-თვისებების მქონე ტრანსგენური ცხოველების მიღება;

- ინფექციური დაავადებებისადმი გენეტიკურად მდგრადი ცხოველების პოპულაციის მიღება;

- სამედიცინო მიზნით, ცხოველების, როგორც ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების პროდუცენტების გამოყვანა;

- ადამიანისათვის ცალკეული ქსოვილებისა და ორგანოების დონორი ცხოველების გამოყვანა;

- ახალი ორგანიზმების შექმნა, რომლებიც ხასიათდებიან ისეთი თვისებებით, რომელსაც ბუნებაში ანალოგი არ გააჩნია.

პარადოქსია, მაგრამ ამ უმაღლესი ტექნოლოგიებიდან ეკოსისტემებისათვის სერიოზული საფრთხე მომდინარეობს, რადგან შესაძლებელია მოხდეს ფლორისა და ფაუნის წარმომადგენლების – პათოგენური მიკროორგანიზმების – ტრანსსასაზღვრო გადატანა; უცხო სახეობების, ასევე გენეტიკურად მოდიფიცირებული ობიექტების და მათ საფუძველზე დამზადებული საკვების არაკონტროლირებადი ტრანსსასაზღვრო გადატანა და ინტროდუქცია; შესაძლებელია არაკონტროლირებადი გენურ-ინჟინერული მოღვაწეობისა და გენური თერაპიის წარმოება და სხვა.

გენურ-ინჟინერულმა ტექნოლოგიებმა შედარებით ფართო გამოყენება ჰპოვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ახალი ჯიშების კონსტრუირებისას, რამაც წარმოებული კვების პროდუქტების უსაფრთხოებისადმი განსაკუთრებული მოთხოვნები წამოაყენა. გენეტიკურად მოდიფიცირებული კვების პროდუქტების რეალური, ან პოტენციური ბიოლოგიური რისკების არსებობის ობიექტური წყაროებია:

- მცენარის გენომში დნმ-ს უცხო ფრაგმენტის ჩართვის გაუთვალისწინებლობა;

- უმაღლესი მცენარეების გენების ფუნქციონირებისა და რეგულაციის მექანიზმების არასათანადო შესწავლა;

- ჩართული ტრანსგენის პლეიოტროპული ეფექტის არსებობა;

- ტრანსფორმაციის პროცესის შედეგად გენომის სტაბილურობის დარღვევა და მისი ფუნქციონირების ცვლილება;

- გენომში ჩართული დნმ-ს უცხო ფრაგმენტის

სტაბილურობის დარღვევა;

- დნმ-ს ჩართულ ფრაგმენტში „ტექნოლოგიური ნაგავის“, მათ შორის ანტიბიოტიკებისადმი მდგრადი გენებისა და ვირუსული პრომოტორების არსებობა;

- უცხო ცილის ალერგიული და ტოქსიკური ეფექტები.

ნანონაწილაკები. ამჟამად მსოფლიოში აქტიურად წარმოებს კვლევები ნანონდუსტრიის განვითარების ფართო ნომენკლატურის შემუშავების მიზნით. ნანოტექნოლოგიების გამოყენება მეცნიერებისა და ტექნიკის ერთ-ერთი ყველაზე პერსპექტიული მიმართულებაა. თუმცა, არანაკლებ მნიშვნელოვანია ნანომასალებისა და ნანოტექნოლოგიების გამოყენების პოტენციური საფრთხეების შესწავლა და ადამიანის ჯანმრთელობისათვის მათი უსაფრთხოების კრიტერიუმების შემუშავება. ნანონაწილაკები, რომლებიც სულ უფრო ხშირად გამოიყენება ელექტრონიკაში, კოსმეტოლოგიაში, ქიმიურ წარმოებაში და სხვა სფეროებში, შეიცავს ისეთ სპეციფიკურ ბიოლოგიურ საფრთხეებს, როგორცაა: ტოქსიკურობა; დნმ-ზე და მემკვიდრულ მექანიზმებზე ზემოქმედება; ავთვისებიანი ახალწარმონაქმნების განვითარება; ცოცხალ უჯრედებში ნანოობიექტების გაადვილებული შეღწევა, რაც იწვევს მათი ცხოველმყოფელობის დარღვევას; აგრესიული მიგრაციული უნარი, რომელიც სცილდება ორგანიზმში ქიმიური ნივთიერებების შეღწევისა და მიგრაციის ტრადიციული გზების ჩარჩოებს, რის შედეგადაც ვლინდება ზემოქმედების სისტემური ხასიათი.

2. ბიოუსაფრთხოების უზრუნველყოფის ნაციონალური და საერთაშორისო სისტემა

ბიოლოგიური უსაფრთხოება, როგორც მეცნიერება, აერთიანებს საშიში ბიოტური ფაქტორებისაგან ადამიანის დაცვის თეორიასა და პრაქტიკას. ამიტომ, მას ასევე

განიხილავენ, როგორც საინჟინრო დისციპლინას, ანუ როგორც სამედიცინო-ბიოლოგიური, ორგანიზაციული და საინჟინრო-ტექნიკური ღონისძიებებისა და საშუალებების სისტემას, რომელიც მიმართულია პათოგენური ბიოლოგიური აგენტების ზემოქმედებისაგან მომუშავე პერსონალის, მოსახლეობისა და საარსებო გარემოს დაცვისაკენ.

ბიოუსაფრთხოების შემდეგი ასპექტია – ნაციონალური ბიოლოგიური უსაფრთხოება, რომელიც წარმოადგენს პოტენციური და რეალური ბიოლოგიური საფრთხეებისგან პიროვნების, საზოგადოებისა და სახელმწიფოს დაცვის და ზარალის თავიდან აცილების მიზნით განხორციელებად სახელმწიფო და საერთაშორისო, ორგანიზაციული და ტექნიკური ღონისძიებების სისტემას. მთელი რიგი სახელმწიფოების პრაქტიკაში, ბიოლოგიური საფრთხის მინიმიზაციის საშუალებათა არსენალში მნიშვნელოვანი როლი უკავია მოსახლეობის ფართო მასებში სპეციალური სახელმწიფო სტრუქტურების (ბიოუსაფრთხოების ცენტრების) და ორგანიზაციების შემეცნებით და საგანმანათლებლო მოღვაწეობას.

ბიოლოგიური საფრთხეების საწინააღმდეგო ეფექტური ზომების შემუშავებისას შეიძლება ყურადღება გავამახვილოთ შედარებით პრიორიტეტულ მიმართულებებზე.

ფუნდამენტური კვლევების ჩატარება, რომლებმაც ხელი უნდა შეუწყოს დიაგნოსტიკის ახალი, უმაღლესი სიზუსტის მეთოდების შემუშავებას; უახლესი სამკურნალო და პროფილაქტიკური საშუალებების შესაქმნელად თანამედროვე მეთოდების შემუშავებას, რომლებიც პაციენტისადმი ინდივიდუალურ მიდგომებზე იქნება დაფუძნებული. ამგვარი მიდგომა უნდა აიგოს ორგანოებისა და ქსოვილების ფუნქციონირების მექანიზმების მოლეკულურ და უჯრედულ დონეზე შესწავლით; თითოეული ორგანიზმის გენომური, პროტეომური და გენეტიკურად დეტერმინირებული იმუნური სტატუსის უნიკალურობის გათვალისწინებით.

დაავადების აღმძვრელების დიაგნოსტიკისადმი უნიფიცირებული მიდგომების შემუშავება – იმ მიკროორგანიზმების (მათ შორის, გენეტიკურად მოდიფიცირებულების), კვების პროდუქტებისა და სხვა აგენტების მახასიათებლების გათვალისწინებით, რომლებიც განაპირობებს, ან ხელს უწყობს

ინფექციური, გულ-სისხლძარღვთა, იმუნოპათოლოგიური, ონკოლოგიური და სოციალურად მნიშვნელოვანი სხვა დაავადებების განვითარებასა და გავრცელებას.

ფუნდამენტურად-ორიენტირებული სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების ჩატარება მიკრობიოლოგიის, ვირუსოლოგიის, იმუნოლოგიის, გენური ინჟინერიის სფეროებში; ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მიმართული სინთეზის მექანიზმების შესწავლა – ბიოლოგიური საფრთხეებისაგან დაცვისა და პროფილაქტიკის არსებული მეთოდების სრულყოფისა და ახალი მეთოდებისა და საშუალებების, მათ შორის, ვაქცინების შექმნის მიზნით.

ბიოლოგიური უსაფრთხოების სფეროში სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების ინფორმაციულ- და პროგნოზურ-ანალიტიკური უზრუნველყოფის განვითარება. ბუნებრივი და ტექნოგენური ხასიათის სხვადასხვა სიტუაციებში, პოტენციური ბიოლოგიური საფრთხის სისტემური ანალიზი და მოდელირება პროგნოზების შედგენის უკვე შემუშავებული ალგორითმის ფართო პრაქტიკაში დანერგვის საშუალებას იძლევა. შედეგად, სახელდება ახლო, ან შორეულ მომავალში მოსალოდნელი ეპიდემიებისა და აფეთქებების სავარაუდო აღმძვრელები. დამუშავებულია კომპიუტერული პროგრამები, რომლებიც უზრუნველყოფს პათოგენების ეპიდემიისა და ეპიზოოტიის აღძვრისა და განვითარების სავარაუდო სცენარის პროგნოზირებას – ბუნებრივი და ტექნოგენური ხასიათის საგანგებო სიტუაციებში, უსაფრთხოების ზომების გათვალისწინებით. ამ მიზნით, საჭიროა არამარტო მსხვილი კვლევითი ცენტრების, არამედ რეგიონული სამსახურების პროგრამული უზრუნველყოფის დანერგვა და კომპიუტერიზაცია, რაც საერთაშორისო ინფორმაციული ქსელისა და კონსულტაციური სამსახურის (BINAS – Biosafety information Network and Advisory Service) მონაცემთა ბაზების გამოყენებით, გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმების ინფორმაციული მონიტორინგის წარმოების საშუალებას იძლევა. აღნიშნული სამსახური on-line რეჟიმში უზრუნველყოფს ინფორმაციისადმი თავისუფალ მისაწვდომობას.

ახალი და დაბრუნებადი ინფექციებისაგან დაცვის ეფექტური ღონისძიებების შემუშავებისათვის აუცილებელია *ინფექციური დაავადებებისა და მედიცინისათვის მნიშვნელოვანი მიკროორგანიზმების მონიტორინგის გლობალური სისტე-*

მის შექმნა. მაგალითად, ამგვარმა მონიტორინგმა საკმაოდ სწრაფად გამოავლინა მძიმე, მწვავე რესპირატორული სინდრომით (SARS – ინგლისური ექვივალენტი) დაავადების პირველივე შემთხვევები, რომელიც გამოიწვია კორონავირუსის ახალმა ვარიანტმა. მონიტორინგი – უბედური შემთხვევების (საშიშროების) მიზეზების გამოვლენის მიზნით, სამედიცინო-ეკოლოგიური ინფორმაციის შეგროვებისა და კომპლექსური შეფასების ფორმაა. სახელმწიფო ეპიდემიოლოგიური ზედამხედველობისა და ინფექციურ დაავადებებთან ბრძოლის არსებული სისტემები ავლენს ინფექციური დაავადებების აფეთქებას და ახდენს მათ ლოკალიზაციას და ლიკვიდირებას.

სწრაფი რეაგირების ღონისძიებების მომხადება და დაგეგმვა – რაც მიმართულია ბიოტერორისტული აქტის უსწრაფესად ლიკვიდაციისაკენ. ამით მცირდება ტერორისტული აქტის სიმძიმე და იზრდება მკურნალობის ეფექტურობა. 2001წ აშშ-ში შემუშავებულ იქნა „ბიოტერორისტული აქტებისადმი მზადყოფნის სქემა“, რომელიც მისაწვდომი გახდა არა მარტო სპეციალისტების, არამედ ტერორისტებისათვისაც (მაგალითად მისამართით: <http://www.apic.org>). თუმცა იგი დღესაც შეიძლება გამოყენებულ იქნას, როგორც ერთგვარი სტანდარტი ჯანდაცვის სფეროს სპეციალისტებისათვის.

მნიშვნელოვანი ამოცანაა, *ყველა იმ უწყებისა და ორგანიზაციის კოოპერაცია, რომლებსაც უკვე გააჩნია ნაციონალური ბიოუსაფრთხოების უზრუნველყოფის სფეროში შემუშავებული სამართლებრივი და ნორმატიული დოკუმენტები.* მაგალითად, საქართველოს ჯანმრთელობისა და თავდაცვის სამინისტროები, დაავადებათა კონტროლის ეროვნული ცენტრი და სხვა. მათი ძალისხმევის გაერთიანება და ერთიანი ინფორმაციული სივრცის შექმნა, ფინანსური დანახარჯების შემცირების ფონზე, გაზრდის ამ სფეროში გაწეული სამუშაოების ეფექტურობას.

საგანმანათლებლო მოღვაწეობის გაჩაღება, რომელიც უზრუნველყოფს მოსახლეობის ინფორმირებულობას სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიური თვალსაზრისით. ასევე, როგორც კულტურულ-საგანმანათლებლო დაწესებულებებისა და სამრეწველო საწარმოთა მუშაკების, ისე პრაქტიკოსი ექიმების მუდმივ მზადყოფნას, რათა მათ დროულად შეძლონ შეგნებულად ჩადენილი ტერორისტული აქტის განსხვავება – ეპიდემიის სპონტანური შემთხვევისაგან. აუცილებელია

აღნიშნულ სფეროში სასწრაფო დახმარებისა და ფართო პროფილის ექიმების მომზადება. მნიშვნელოვანია, ქართულ ენაზე წიგნებისა და მიმოხილვითი სტატიების გამოქვეყნება, რომლებიც მიემდგვნება ტოქსინებით დაზიანებული და მიკროორგანიზმებით დაინფიცირებული ადამიანების აღმოჩენისა და მკურნალობის მეთოდების განხილვას. ექიმების ცნობიერებაში და ყოველდღიურ პრაქტიკაში უნდა დაინერგოს ეპიდემიოლოგიური სამსახურების ინფორმირება – ისეთი დაავადებების აღმოჩენის შემთხვევაში, რომელიც არ არის დამახასიათებელი წელიწადის მოცემული დროისათვის, გეოგრაფიული ადგილისათვის, ან ავადმყოფის ასაკისათვის; განსაკუთრებით, საშიში ინფექციების ან დაავადებების აღმდგომის შემთხვევაში, რომლებსაც თან სდევს დუნე დაძმლა და ბუღბალური სიმპტომები.

ბიოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით, *საკანონმდებლო ბაზისა და ნორმატივების სრულყოფა*. ამისათვის უნდა შემუშავდეს:

- თანამედროვე პირობებში, ბიოლოგიური უსაფრთხოების ნაციონალური კონცეფცია. უნდა მოხდეს მისი რეალიზაციის პროგრამების სრულყოფა;

- ბიოლოგიური საფრთხეების წყაროების, მახასიათებლების, განვითარების ტენდენციების და სცენარების შეფასების მეთოდოლოგია;

- ტიპური დოკუმენტები, რომლებიც ეხება ინფექციის აღმდგომების „არასანქცირებული“ შეღწევისაგან რეჟიმული ბიოლოგიური ობიექტების დაცულობას; I და II ჯგუფების პათოგენურობის აღმდგომებთან მომუშავე ობიექტების აღჭურვილობის და უსაფრთხოების სისტემის ფუნქციონირების წესებს;

- დოკუმენტები, რომლებიც განსაზღვრავს გენეტიკურად მოდიფიცირებულ მიკროორგანიზმებთან მუშაობის წესებს, მათ მიერ ახლად შემენილი თვისებების შესასწავლ სტანდარტებს, მათი შენახვისა და გარემოში გაუვრცელებლობისათვის პასუხისმგებლობებს.

მოსახლეობის ცხოვრების დონის დაქვეითება, დაბერება, ეკოლოგიური კატასტროფები, სტიქიური უბედურებები და ომები, მთელი პლანეტის მასშტაბით მოსახლეობის ფართო მასების მიგრაცია იწვევს კაცობრიობის ჯანმრთელობის

გაუარესებას. საქართველოს მაგალითზე ჩანს, როგორ გაიზარდა ავადობა ძველ და ახალ ინფექციურ დაავადებებთან ერთად, რომელთა სამკურნალოდ ამჟამად არსებული მედიკამენტები ნაკლებად ეფექტურია. საქართველოში მიმდინარე დეპოპულაცია – განვითარებული ქვეყნებისგან განსხვავებით, მიმდინარეობს დაბალი შობადობისა და მაღალი სიკვდილიანობის პირობებში, რაც საქართველოს ეროვნული უსაფრთხოებისათვის უახლოს მომავალში რეალურ საშიშროებას ქმნის. მრეწველობის ზოგადი დონე და ექსპორტის სტრუქტურა, რომლებშიც ჭარბადაა დაუმუშავებელი ნედლეული, საქართველოს აახლოებს ჩამორჩენილ ქვეყნებთან. ამიტომ სტიქიური უბედურებებისა და ტექნოგენური კატასტროფების, ლოკალური საომარი კონფლიქტებისა და ეროვნული შუღლის გამწვავება იწვევს მნიშვნელოვან ადამიანურ დანაკარგებს, მკვეთრად აუარესებს ცხოვრების დონეს ქვეყანაში და წარმოადგენს ბიოლოგიური საფრთხის ფაქტორს.

3. ბიოლოგიური უსაფრთხოების დონეები. ბიოლოგიური უსაფრთხოების კონცეფციები ლაბორატორიებში

ცნება „ბიოლოგიური საფრთხე“ აღნიშნავს „ინფექციურ აგენტს (ან მის ნაწილს), რომელიც პოტენციურ საშიშროებას წარმოადგენს ადამიანის, ცხოველის და/ან მცენარის ჯანმრთელობისათვის პირდაპირი ზემოქმედების – დასნებოვნების, ან არაპირდაპირი ზეგავლენის – გარემო არის დარღვევის შედეგად“.

ლაბორატორიული ინფექციების სხვადასხვა ჯგუფებისათვის/კატეგორიებისათვის დამუშავებულია პრაქტიკული სახელმძღვანელოები, რომლებშიც აღწერილია ბიოლოგიური მასალის უსაფრთხო შენახვისათვის საჭირო მოწყობილობები, აუცილებელი აღჭურვილობები და ღონისძიებები, რომლებიც უნდა შეასრულოს ლაბორატორიის პერსონალმა. ამ

სახელმძღვანელოებს ეწოდება ბიოლოგიური უსაფრთხოების დონეები. გამოჰყოფენ 4 დონეს, რომელთაგან თითოეული შედგება მიკრობიოლოგიური პროცედურების პირველადი და მეორადი ბარიერებისაგან და თავისებურებებისაგან.

ბიოლოგიური უსაფრთხოების პირველი დონე. მუშაობის წესები უსაფრთხოების ტექნიკის შესაბამისია, აღჭურვილობა და ლაბორატორიის შენობა გამოსადეგია მიკროორგანიზმების ცნობილ შტამებთან მუშაობისათვის, რომლებთან მიმართებაშიც ადამიანის დაავადების შემთხვევები არ დაფიქსირებულა. არ არის აუცილებელი შენობიდან ლაბორატორიის იზოლირება. სამუშაო შეიძლება ჩატარდეს ჩვეულებრივ, სტანდარტული მიკრობიოლოგიური პროცედურებისათვის განკუთვნილ ლაბორატორიულ მაგიდაზე. არ არის საჭირო, და/ან არ გამოიყენება სპეციალური დამცველი მოწყობილობები. ლაბორატორიის პერსონალი გადის უსაფრთხოების ტექნიკის ჩვეულებრივ სწავლებას და იმყოფება ლაბორატორიის უფროსის ხელმძღვანელობის ქვეშ, რომელსაც აქვს სტანდარტულ მიკრობიოლოგიურ ლაბორატორიაში მუშაობის უფლება. ბიოლოგიური უსაფრთხოების ბოქსები მიკროორგანიზმების აღნიშნულ შტამებთან მუშაობისას აუცილებელი არ არის. (იხ. ცხრილი 2.)

ბიოლოგიური უსაფრთხოების მეორე დონე. მუშაობის წესები უსაფრთხოების ტექნიკის შესაბამისია, ლაბორატორიის აღჭურვილობა და შენობა გამოსადეგია ცნობილი მიკროორგანიზმების ფართო სპექტრთან მუშაობისათვის, რომლებიც მიეკუთვნება ზომიერი რისკის ჯგუფს და ადამიანებში იწვევს საშუალო ხარისხის სიმძიმის დაავადებებს.

ბიოლოგიური უსაფრთხოების მეორე დონის პირველისაგან განმასხვავებელი თავისებურებებია:

- ლაბორატორიის პერსონალი გამოცდილი სპეციალისტების ხელმძღვანელობით გადის სპეციალურ სწავლებას პათოგენურ მიკროორგანიზმებთან მუშაობის წესების და მეთოდების შესახებ;
- სამუშაოების მსვლელობისას ლაბორატორიაში შესვლა შეზღუდულია;
- რეკომენდებულია ბასრ საგნებთან ფრთხილი მოპყრობა;

ცხრილი 2.

დონე	მიკროორგანიზმების აღწერა	მიკროორგანიზმების მამ.	უსაფრთხოების წესები	აუცილ ეპიდემიოლოგიური (პირველადი ბარიერი)	დამატებითი აღჭურვ. (მეორადი ბარიერი)
1	არ იწვევენ ინფექციას, განვითარებას უანტიბიოტიკულ მონზრდობებში	Bacillus subtilis, Naegleria gruberi, Infectious canine	ლაბორატორიაში მუშაობის სტანდარტული წესები	არ საჭიროებს	ნივთარა
2	დაკავშირებული არიან ადამიანის დაავადებებთან, გადაცემის საშუალება: კანის საფარის დაზიანება, საკვების მიღება, ლორწოვანი გარსები	Measles virus, Salmonellae, Toxoplasma spp	პირველი დონე და: შემკვების შეზღუდვა; ბიოლოგიური სამშრ. აღწერა. ნივ. უსაფრთხო. მკაცრი ზომები; ნარჩენ. განადგურება და სამედიცინო დამუშავება.	ბიოლოგიური უსაფრთხოების I და II კლასის მოქმედი; პერსონ. დაცვა: ხალათი, ხელთათმანები, ხელბეჭი (საჭიროების მიხედვით)	პირველი დონე და აუცილ ეპიდემიოლოგიური
3	საშიში მიკროორგანიზმები, რომლებიც გადაეცემა აეროგენული გზით, და იწვევენ დაავადებებს, რომლებიც შეიძლება ლეტალური შედეგით დასრულდეს	M. Tuberculosis, St. Louis encephalitis virus, Coxiella Burnetti.	მეორე დონე და: შემკვების შეზღუდვა; ნარჩენებისა და ლაბორატორიული ტანსაცმლის დეკონტამინაცია; თანამშრომლის უსაფრთხოების კონტროლი	ბიოლოგიური უსაფრთხოების I და II კლასის მოქმედი და ფიზიკური ბარიერი ვეღა და მანიპულაციისთვის, პერსონალური დაცვა: ხალათი, ხელთათმანები, ხელბეჭი (საჭიროების მიხედვით)	მეორე დონე და საერთო შენობებისგან ლაბორატორია, იზოლაცია; თვითდაცვა-ტყავი იზოლაციის კარების სისტემები; გასული კაბის რეგისტრაციის შეზღუდვა; ლაბორატორიაში დაბალი წნევის უზრუნველყოფა
4	მიკროორგანიზმები, რომლებიც იწვევენ სიცოცხლისთვის საშიშ ან მკურნალობას დაუქვემდებარებელ ინფექციებს, რომლებიც გადაეცემა უპირატესად აეროგენული გზით (მაგალითად, კუნთოვანი ციკლები, კიროუსი)	Ebolla Zaire, Sin Nombre virus, Rift Valley Fever	მესამე დონე და: ტანსაცმლის გამოცვლა ლაბორატორიაში შესვლის წინ; მხაპი ლაბორატორიიდან გამოსვლის შემდეგ ტანსაცმლის სრული დეკონტამინაცია ლაბორატორიიდან გამოსვლის შემდეგ	ბიოლოგიური უსაფრთხოების III კლასის მოქმედი ან ბიოლოგიური უსაფრთხოების I და II კლასის მოქმედი პერსონალისათვის განკუთვნილი სპეციალური ზონებიან კომბინაციაში (სრულიად დაცვითი სხეული, ჰაერის გადამწმენდი მიმატებული წნევა)	მესამე დონე და: ლაბორატორია, ცალკე შენობაში, ან მკურნალობის ბუნიტში ვაკუუმის მიწოდება/გამოსვლის წნევა; სისტემები, დეკონტამინაციის მიზნით; ბიოლოგიური უსაფრთხოების დამატებითი დამატებითი მოთხოვნების შესრულება

- აუცილებელია სიფრთხილის განსაკუთრებული ზომების დაცვა მანიპულაციებისას, რომელთა მსვლელობისას, შეიძლება წარმოიქმნას აეროზოლები, ან შხეფები. რეკომენდებულია დაცვის ფიზიკური ბარიერების გამოყენება. სამუშაოები აუცილებლად უნდა ტარდებოდეს ბიოლოგიური უსაფრთხოების I და II კლასის ბოქსებში (იხ. ცხრილი 2.)

ბიოლოგიური უსაფრთხოების მესამე დონე. მუშაობის წესები უსაფრთხოების ტექნიკის შესაბამისია. ლაბორატორიის შენობა და აღჭურვილობა გამოსადეგია ადგილობრივ და ეგზოტიკურ მიკროორგანიზმებთან მუშაობისათვის, რომლებიც გადაეცემა ჰაერ-წვეთოვანი გზით და იწვევს მძიმე დაავადებებს შესაძლო ლეტალური დასასრულით. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს პერსონალის დაცვას (პირველადი და მეორადი ბარიერები), აგრეთვე საზოგადოებისა და გარემოს დაცვას. აუცილებელი მოთხოვნაა: სამუშაოების ჩატარება ბიოლოგიური უსაფრთხოების I და II კლასის ბოქსებში (იხ. ცხრილი 2).

ბიოლოგიური უსაფრთხოების მეოთხე დონე. მუშაობის წესები უსაფრთხოების ტექნიკის შესაბამისია. ლაბორატორიის შენობა და აღჭურვილობა მოწყობილია მიკროორგანიზმების საშიშ და ეგზოტიკურ შტამებთან მუშაობისათვის, რომლებიც მაღალ რისკს წარმოადგენს ადამიანის ჯანმრთელობისა და სიცოცხლისათვის. დაავადებები გადაეცემა ჰაერ-წვეთოვანი, ან უცნობი გზებით და არ ემორჩილება მკურნალობას; მათი საწინააღმდეგო ვაქცინები და სამკურნალო პრეპარატები არ არსებობს. ლაბორატორიის პერსონალი გადის სპეციალურ და დეტალურ სწავლებას განსაკუთრებით საშიშ მიკროორგანიზმებთან მუშაობის ტექნიკისა და უსაფრთხოების შესახებ. მათ ხელმძღვანელობს გამოცდილი სპეციალისტი. ლაბორატორიაში შესვლა შეზღუდულია. ლაბორატორია იმყოფება ცალკე შენობაში, ან შენობის აბსოლუტურად იზოლირებულ ნაწილში. დადგენილია ლაბორატორიაში მუშაობის სპეციალური წესები. მკაცრად აუცილებელია სამუშაოს ჩატარება ბიოლოგიური უსაფრთხოების III კლასის ბოქსში.

**პრაქტიკული რეკომენდაციები ბიოლოგიური
უსაფრთხოებისათვის**

1. ლაბორატორიაში ყოველთვის საჭიროა უსაფრთხოების ზომების დაცვა სისხლთან და ბიოლოგიურ სითხეებთან მუშაობისას, აგრეთვე ბასრი საგნების გამოყენების/შენახვისას, აუცილებელია ხელების სპეციალური დამუშავება (უსაფრთხოების უნივერსალური ზომები);
2. ლაბორატორიაში არ შეიძლება საკვებისა და სასმელის მიღება, მოწევა. არ შეიძლება საკვები პროდუქტების შენახვა მაცივრის კამერებში, სადაც მოთავსებულია კლინიკური მასალა;
3. არ შეიძლება პიპეტირების ჩატარება პირით – გამოიყენეთ მექანიკური მოწყობილობები;
4. ყოველდღიურად და საჭიროების მიხედვით (ბიოლოგიური მასალის შემთხვევითი მოხვედრისას) უნდა მოხდეს სამუშაო ზედაპირების დეზინფექცირება;
5. აუცილებელია შესაფერისი ზომის ლატექსური ხელთათმანების გამოყენება;
6. სიტუაციებში, როცა არსებობს სისხლთან და ორგანიზმის ბიოლოგიურ სითხეებთან კონტაქტის მაღალი ალბათობა, აუცილებელია სახის ფარების, ნიღბებისა და დამცველი სათვალებების გამოყენება.

4. ინფექციური დაავადებები

ბიოლოგიური საფრთხის შემცველ ფაქტორთა შორის უპირველესია – ინფექციური აგენტები. დედამიწაზე ბიოლოგიური და გენეტიკური მრავალფეროვნების 90% მიკროორგანიზმთა წილზე მოდის. ამჟამად შესწავლილია მათი 0,4-10%. ადამიანთა და ცხოველთა დაავადებების გამომწვევი და სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების გამანადგურებელი პათოგენური მიკროორგანიზმების რიცხვი 35 ათასს აღემატება. აქედან რამოდენიმე ასეული ბიოლოგიური იარაღის პოტენციური კომპონენტია. ადამიანებში შესწავლილია მიკროორგანიზმებით გამოწვეული 400-მდე ინფექციური დაავადება.

ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მონაცემებით, ადამიანთა როგორც ნადრევი, ისე ზოგადად სიკვდილიანობის უმთავრესი მიზეზია ინფექციური დაავადებები. ყოველწლიურად მსოფლიოში დაახლოებით 51 მილიონი ადამიანი

იღუპება, აქედან 16 მილიონის სიკვდილის მიზეზი ინფექციური და ინვაზიური დაავადებებია.

ინფექციური დაავადებები (Infectious disease) – შეადგენს დაავადებათა ჯგუფს, რომლებსაც აერთიანებს ინფექციით გამოწვეული ზოგადი ნიშნები, ანუ დამახასიათებელი სამედიცინო სიმპტომები – დაავადების გადამტანის ორგანიზმში პათოგენური ბიოლოგიური აგენტების ზრდისა და განვითარების შედეგად. ზოგიერთ შემთხვევაში, ინფექციური დაავადების სიმპტომები შეიძლება არ გამოვლინდეს დაავადების გარკვეული პერიოდის, ან მთელი მისი მსვლელობის მანძილზე. ინფექციურ პათოგენურ აგენტებს მიეკუთვნება ვირუსები, ბაქტერიები, სოკოები, უმარტივესები, მრავალუჯრედიანი პარაზიტები და აბერანტული ცილები, რომლებსაც პროიონებსაც უწოდებენ. აღნიშნული პათოგენური მიკროორგანიზმები დაავადებას იწვევენ მხოლოდ პათოგენის (აღმძვრელის) არსებობისას. აღმძვრელის გადაცემა შეიძლება სხვადასხვა გზით მოხდეს, მათ შორის, ფიზიკური კონტაქტით, საკვებში, ორგანიზმის სითხეებში მოხვედრით, შესუნთქვით, ასევე დაინფიცირებულ ორგანიზმ-გადამტანთან კონტაქტით. ინფექციურ დაავადებებს ხშირად უწოდებენ გადამდებს, რადგან ისინი ადვილად გადაიტანება ავადმყოფთან უშუალო კონტაქტისას. გადამდებ დაავადებებს ასევე მიეკუთვნება ისეთი ინფექციები, რომლებიც გადაიტანება მხოლოდ ორგანიზმ-გადამტანის მიერ, ან სქესობრივი კონტაქტისას, მაგრამ ისინი არ საჭიროებს ავადმყოფის იზოლაციას.

უსაზღვროდ მრავალფეროვან მიკროორგანიზმებს შორის, მხოლოდ რამდენიმეა დაავადებების გამომწვევი. ინფექციური დაავადებები აღიძვრება ამ რამდენიმე აგენტის ზემოქმედებით ინფიცირებადი ორგანიზმის დამცველობით მექანიზმებზე. დას-ნებოვნება და დაავადების სიმძიმე დამოკიდებულია როგორც აღმძვრელის უნარზე, მიაყენოს ზიანი მასპინძლის ორგანიზმს, ასევე მასპინძლის ორგანიზმის უნარზე, წინააღმდეგობა გაუწიოს მას.

ორგანიზმის იმუნიტეტზე დამოკიდებულებით, ინფექციური მიკროორგანიზმები, ანუ მიკრობები იყოფა პირველად პათოგენებად და პირობით-პათოგენურ ორგანიზმებად.

ძირითადად, პათოგენები სხვადასხვა სიმძიმის დაავადებებს იწვევს მასპინძლის ნორმალურ, ჯანმრთელ ორგა-

ნიჰში მოხვედრისა და აქტიურობის, გამრავლებისა და გავრცელებისადმი მიდრეკილების შედეგად. შედარებით გავრცელებული პირველადი პათოგენების უმრავლესობა აავადებს მხოლოდ ადამიანს, თუმცა, მრავალი სერიოზული დაავადებალიძვრება გარემოსთან, ან დაავადების მატარებელთან (მხოლოდ არა ადამიანთან) ადამიანის ურთიერთქმედების შედეგად.

პირობით-პათოგენური მიკროორგანიზმები ინფექციურ დაავადებებს იწვევენ შესუსტებული იმუნიტეტის მქონე ორგანიზმებში. შესაძლებელია, დაავადებები გამოიწვიოს მიკრობებმა, რომლებიც საკმაოდ ხშირად იმყოფებიან ორგანიზმში, მაგალითად, პათოგენურმა ბაქტერიებმა და სოკობმა კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში, ან ზედა სასუნთქ გზებში.

პირობით-პათოგენური მიკროორგანიზმებით გამოწვეული დაავადებების განვითარებისათვის აუცილებელი პირობაა ორგანიზმის დამცველობითი ფუნქციების შესუსტება, რაც შეიძლება განპირობებულ იქნას გენეტიკური დეფექტებით (მაგალითად, ქრონიკული გრანულომატოზი), ანტიბაქტერიული პრეპარატებისა და იმუნოდეპრესანტების გამოყენებით (მაგალითად, მოწამვლისას, ან კიბოს მკურნალობისას, ქიმიოთერაპიის შედეგად), მაიონიზებული გამოსხივების ზემოქმედებით, ან იმუნოსუპრესიული აქტივობის დაავადებებით (მაგალითად, წითელა, მალარია, ან აივ-ინფექცია).

ინფექციური დაავადებების გადაცემა ყოველთვის რომელიმე წყაროდან ხდება. გადაცემის გზების განსაზღვრას დიდი მნიშვნელობა აქვს როგორც ინფექციური აგენტის ბიოლოგიის, ასევე იმ დაავადების განსაზღვრისათვის, რომელსაც იგი იწვევს.

დაავადების გადაცემა ხდება რამდენიმე მექანიზმის მეშვეობით. რესპირატორული დაავადებები და მენინგიტები, როგორც წესი, გადაეცემა აეროზოლის წვეთებთან კონტაქტისას, რომლებიც ვრცელდება ცემინებით, ხველებით, საუბრით, კოცნით და სიმღერითაც კი. კუჭ-ნაწლავის დაავადებები ხშირად გადაეცემა დაბინძურებული საკვების, ან წყლის გამოყენებისას. სქესობრივი გზით გარდამავალი დაავადებები, ჩვეულებრივ ვრცელდება ბიოლოგიური სითხეებით, სქესობრივი აქტივობის შედეგად. ზოგიერთი ინფექციური აგენტი გადაეცემა დაბინძურებულ უსულო საგნებთან (ფომიტებთან – fomites) კონტაქტის შედეგად, მაგალითად, ფულის გადაცემისას

ზოგიერთი აგენტი აღწევს პირდაპირ კანში.

ინფექციური და ინვაზიური დაავადებები შეიძლება გავრცელდეს ორგანიზმი-გადამტანებით. გადაცემა შეიძლება იყოს მექანიკური, ან ბიოლოგიური. მექანიკური გადაცემისას ორგანიზმი-გადამტანი იღებს ინფექციურ აგენტს სხეულის გარე ზედაპირზე და გადასცემს მას პასიური ფორმით. ბიოლოგიური გადაცემისას ორგანიზმი-გადამტანი ინერგავს პათოგენს ორგანიზმში და გადასცემს მას ადამიანს, როგორც წესი, კბენის შედეგად. ამგვარად გადაეცემა სისხლის სერიოზული დაავადებები, მაგალითად, მალარია, ვირუსული ენცეფალიტი და სხვა. ბიოლოგიურ გადაცემას ახორციელებენ ფეხსახსრიანები: კოლოები, რწყილები, ტილები და სხვა.

ინფექციური დაავადებების თავიდან აცილებისა და გავრცელების შემცირების ერთ-ერთი საშუალებაა, მათი ძირითადი მახასიათებლების ცოდნა. შედარებით მნიშვნელოვანი მახასიათებლებია: ვირულენტობა, მანძილი, რომელიც გადალახა დაზარალებულმა დასნებოვნების შემდეგ და კონტაგიოზურობის დონე. მაგალითად ებოლის ვირუსის ადამიანის შტამი, უსწრაფესად არღვევს მსხვერპლის ორგანიზმს და იწვევს სიკვდილს. შედეგად, ავადმყოფი ვერ ასწრებს დასნებოვნების საწყისი ზონიდან შორს წასვლას. გარდა ამისა, აღნიშნული ვირუსი ვრცელდება მხოლოდ კანის, ან მემბრანების (თვალების) დაზიანებით. ინფექცია სისხლთან, ასევე სხვადასხვა გამონადენებთან, მათ შორის, ინფიცირებული ადამიანის ოფლთან კონტაქტისას გადადის. ებოლი ანადგურებს სისხლძარღვებს და ტემპერატურის მატებასა და შინაგან სისხლდენას იწვევს. ჩამოთვლილი თავისებურებების გამო, ებოლის ციებ-ცხელება სწრაფად მიმდინარეობს და ჩვეულებრივ, მცირე გეოგრაფიული რაიონის ფარგლებში რჩება. ხოლო ადამიანის იმუნოდეფიციტის ვირუსი (შიდსი) მსხვერპლს კლავს ძალიან ნელა. ამის შედეგად, სანამ ადამიანი გაიგებდეს, რომ დაავადებულია, იგი ასწრებს დაავადების სხვებზე გადაცემას. ვირულენტობის დაბალი დონე ადამიანებს დიდი მანძილის გადალახვის საშუალებას აძლევს, რაც ზრდის ეპიდემიის რისკს.

5. პათოგენური მიკროორგანიზმების ბუნებრივი და ხელოვნური რეგულირება

პათოგენური მიკროორგანიზმების **ბუნებრივი რეგულირება** – ბიოტური და აბიოტური ობიექტების ერთობლიობა, ანუ პარაზიტული სახეობების ცხოველმყოფელობის ბუნებრივი არეალია. **ბუნებრივი კერა** ეწოდება ერთი, ან რამდენიმე გეოგრაფიული ლანდშაფტის უმცირეს ნაწილს, სადაც განუსაზღვრელად ხანგრძლივი ცირკულაცია მიმდინარეობს დაავადების აღმძვრელსა და ცხოველს შორის, მისი გარედან შეტანის საჭიროების გარეშე. მეორე განმარტება მიეკუთვნება **მოთხოვნებს**. თუ ადამიანი არის იმუნოდეფიციტის (აივ) ვირუსის ერთადერთი მასპინძელი, რომელიც ისე გადაეცემა, რომ არ ხვდება გარემოში, მაშინ იგი ერთდროულად მიეკუთვნება, როგორც „ბუნებრივ კერას“, ასევე „ბუნებრივ რეზერვუარს“. ანუ, ბუნებრივი რეზერვუარი წარმოადგენს ეპიდემიური (ეპიზოოტური) პროცესის პირველად ნიშას, რომელიც ინფექციური დაავადების აღმძვრელის გავრცელების პოტენციურ საფრთხეს ქმნის. ხოლო ტერმინი „ბუნებრივი კერა“ აღნიშნავს კონკრეტულ ტერიტორიაზე გარკვეული ცხოველების ბუნებრივ რეზერვუართან ურთიერთქმედების კერძო შემთხვევას, რის შედეგადაც ისინი ხდებიან აღნიშნულ რეზერვუარში მოზინადრე მიკროორგანიზმების მატარებლები.

„პარაზიტული სისტემა“ – ნებისმიერი ბიოლოგიური სისტემის რეალურად არსებული და მოქმედი ფაქტორია არა ცალკეული ცოცხალი ორგანიზმები, არამედ მათ შორის კავშირი. სისტემა არის ურთიერთქმედებაში მყოფი ელემენტების კომპლექსი. თუმცა, როდესაც რომელიმე ეკოსისტემაში მყარდება ამგვარი კავშირი, მიკროორგანიზმი ყოველთვის არ ასრულებს პარაზიტის როლს. მაგალითად, მელიოიდოზის, ციმბირული წყლულის, ტეტანუსის და სხვა ინფექციების აღმძვრელები მილიონობით წლის მანძილზე ხერხემლიანებისთვის ჩვეულებრივი საპროფიტების როლში გვევლინებიან. მათ პარაზიტებს იმიტომ უწოდებენ, რომ ზოგიერთი ხერხემლიანის ორგანიზმში შემთხვევით მოხვედრისას, იყენებენ მასპინძელს, როგორც მეტაბოლიტების წყაროს და საარსებო გარემოს.

„პირველადი რეზერვუარი“, „მეორადი რეზერვუარი“, „შუალედური რეზერვუარი“. უკანასკნელი ორი ტერმინი გულისხმობს „ცხოველების ბიოლოგიური სახეების მკაფიოდ დადგენილ ერთობლიობას, რომელიც წარმოადგენს მოცემული პარაზიტის ბუნებრივ მასპინძელს“. ეპიდემიური (ეპიზოოტური) ჯაჭვის (ინფექციის წყარო – რეციპიენტი) დარღვევის ღონისძიებების შესამუშავებლად, მნიშვნელოვანია გაირკვეს – რომელი რეზერვუარია პირველადი, და რომელი არა. ხშირად, საშიში ინფექციების აღმძვრელების უმრავლესობის პირველადი რეზერვუარი უცნობია.

მრავალი დაავადების (ჭირის, ფსევდო-ტუბერკულოზის, ქოლერის, პოლიომიელიტის, ტუბერკულოზის, კეთრის და სხვა) აღმძვრელთა ეკოლოგიურმა გამოკვლევებმა, რომლებისათვისაც, თითქოს ჯერ კიდევ 10-12 წლის წინ იყო ცნობილი პირველადი რეზერვუარები, დაადასტურა აღნიშნული ტერმინის პირობითობა. ის, რაც ითვლებოდა პირველად რეზერვუარად, აღმოჩნდა მხოლოდ შუალედური. როგორც ჩანს, „პირველადი რეზერვუარი“ არის იგივე „ბუნებრივი რეზერვუარი“.

ბუნებრივი რეზერვუარების ტიპები. გამოჰყოფენ ინფექციის აღმძვრელთა ბუნებრივი რეზერვუარების ოთხ ტიპს:

1. **ნიადაგის რეზერვუარი** – ინფექციური დაავადების აღმძვრელი კავდება მცენარეებში და ნიადაგის ბინადრებში (უმარტივესებში), აგრეთვე გვხვდება თავისუფალ მდგომარეობაში;

2. **წყლის რეზერვუარი** – პათოგენური მიკროორგანიზმებისათვის მასპინძლის როლში გვევლინება ფიტო- და ზოოპლანქტონის (წყალმცენარეები, უმარტივესები, უმდაბლესი კიბოსნაირები), ბენტოსის (ჭიები, მოლუსკები, ფეხსახსრიანები) და ნექტონის (თევზები) სხვადასხვა წარმომადგენლები;

3. **ტექნოგენური** – აღმძვრელი ბინადრობს ადამიანის მიერ ტრანსფორმირებულ ეკოსისტემებში;

4. **მინისმედა რეზერვუარი** – ინფექციის აღმძვრელების არსებობა დაკავშირებულია მიწისზედა ცხოველებთან, ძირითადად, ძუძუმწოვრებთან და სისხლისმწოველ ფეხსახსრიანებთან.

პირველ სამ რეზერვუარში მობინადრე დაავადების აღმძვრელებს (პათოგენებს) არსებობა უხდებათ მრავალფეროვანი და ფართო დიაპაზონში ცვალებადი გარემო

ფაქტორების ზემოქმედების პირობებში. ისინი ადვილად უძლებენ აღნიშნული ფაქტორების მკვეთრ ცვალებადობას ერთი რეზერვუარიდან მეორეში გადასვლის შემთხვევაშიც. სწორედ აქედან მომდინარეობს ამ მიკროორგანიზმებისათვის დამახასიათებელი საერთო თვისება – მაღალი ეკოლოგიური პლასტიკურობა და სიცოცხლისუნარიანობა – სხვადასხვა აბიოტური ფაქტორების – ტენიანობის, ტემპერატურის, ორგანული შემადგენლობის, pH-ის ფართო დიაპაზონში ცვალებადობის პირობებში.

აღნიშნულ პათოგენებს ეკოსისტემის სხვა ბინადრებთან რთული ურთიერთობები აქვთ – კონკურენცია, სიმბიოზი, ურთიერთობა „მტაცებელი – მსხვერპლი“. აქედან ვითარდება მათი უნარი, გამოიმუშაონ სუბსტანციები, რომლებსაც ჩვენ ვუწოდებთ „პათოგენურობის ფაქტორს“. მათ მიეკუთვნება ადგენილები, რომლებსაც ბაქტერია იყენებს ნებისმიერ საარსებო გარემოში, ზედაპირების კოლონიზაციისათვის; ენზიმები, მაგალითად, ჰიალურონიდაზა, ნეირამინიდაზა და ცალკეული პროტეაზები, რომლებიც ნიადაგში და წყალში მკვდარი ქსოვილების სტრუქტურების დეპოლიმერიზაციას აწარმოებენ; კაფსულა – აქტიური ფაგოციტოზის ბლოკირების მექანიზმებით ამგვარი მიკროორგანიზმები აღწევენ და მრავლდებიან ამებაში და ინფუზორიაში. მაგალითად, ლეგიონელა, კარგად არის ადაპტირებული თავისუფლად მობინადრე ამებაში არსებობისათვის. ადამიანის ფილტვებში შემთხვევით მოხვედრისას, იგი აღწევს ფილტვის მონოციტებში და მაკროფაგებში, იღებს რა მას საკუთარ ბუნებრივ მასპინძლად; ტოქსინები ბუნებრივ ეკოსისტემებში უზრუნველყოფენ ბაქტერიების ანტაგონიზმს სხვა მიკროორგანიზმებთან და მათ დაცვას მტაცებლებისაგან.

დაავადების აღნიშნულ აღმძვრელებს შეუძლიათ ძუძუმწოვრების მიმართ ვირულენტობის შენარჩუნება მათთან ურთიერთქმედების გარეშეც. მაგალითად, მელიოიდოზის აღმძვრელი, რომელმაც დაკარგა ვირულენტობა მყარ საკვებ არეებზე პასირების შედეგად, სწრაფადვე აღიდგენს მას გარკვეული სახის ნიადაგზე მოხვედრისას.

ტექნოგენური, ნიადაგისა და წყლის რეზერვუარების უშუალო ეპიდემიური საფრთხე არც ისე დიდია, თუმცა, მათ შეუძლია „მიიტანოს“ ინფექციის აღმძვრელები მეორად რეზერვუარებში

– ადამიანის უშუალო გარემოცვის სხვადასხვა ობიექტებში, მათ შორის, სამედიცინო სტაციონარებში, სადაც მკვეთრად იზრდება ადამიანების ავადობის რისკი და იქმნება სერიოზული ეპიდემიოლოგიური პრობლემები.

მიწისზედა რეზერვუარის ობლიგატურ პარაზიტებს და სხვა რეზერვუარის პარაზიტებს, რომლებიც ცირკულირებენ მიწისზედა რეზერვუარში (მაგალითად, ჭირის აღმძვრელი) – ანთროპონოზებისა და ზოონოზების აღმძვრელებს, ახასიათებთ, ადამიანებსა და ცხოველებს შორის დაავადების ესტაფეტური გადაცემა. ტექნოგენურ, ნიადაგისა და წყლის რეზერვუარებში მოზინადრე აღმძვრელები, რომლებიც არ ცირკულირებენ მიწისზედა რეზერვუარში, ვერ წარმოქმნიან ეპიდემიურ ჯაჭვს. თბილსისხლიანი პატრონების ინფიცირება ხდება საერთო წყაროდან – მარაოსებურად.

ტექნოგენური რეზერვუარი. ურბოცენოზებში ინფექციის აღმძვრელები იკავებენ ახალ ეკოლოგიურ ნიშებს, რომლებიც ბუნებრივ თანასაზოგადოებებში მათთვის დამახასიათებელი არ არის. გამოჰყოფენ ინფექციური კერების რამდენიმე ძირითად ტიპს, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდება დაავადებების აღმძვრელების საარსებო პირობებით, მათი ცირკულაციის გზებით და ინფექციის ეპიდემიური გამოვლინების კანონზომიერებებით:

ა) *კონდიცირებული ჰაერის ნყლით მომარაგების, ვენტილაციის, ნყლის გამაგრებელი სისტემები*, სადაც დაავადებების აღმძვრელების არსებობა დაკავშირებულია წყლის გარემოსთან, ხოლო ადამიანების ინფიცირება ხორციელდება წყლის, ან აეროზოლის გზით (ლეგიონელები, მთელი რიგი ნაწლავური ინფექციები, ფსევდომონოზები, მიკოზები და სხვა);

ბ) *სასათბურე მეურნეობის, საზოგადოებრივი კვების პროდუქტების გადამამუშავებისა და ცენტრალიზებული შენახვის სისტემები*, სადაც პათოგენური მიკროორგანიზმები შეიძლება დაგროვდეს როგორც პროდუქტებზე, ასევე აღჭურვილობაზე და სხვადასხვა ზედაპირებზე. ისინი განაპირობებს ადამიანების ინფიცირებას ალიმენტარული გზით (იერსინიოზები, ლისტერიოზი, ნაწლავური ინფექციები და სხვა).

გ) *სამედიცინო მომსახურების სისტემები*: სტაციონარები, სამშობიარო სახლები, ამბულატორიები, რომლებშიც ზემოთ განხილულ სისტემებში ჩამოთვლილი პრობლემების გარდა,

იქმნება დამატებითი პირობები ადამიანების ინფიცირებისათვის, რაც დაკავშირებულია ქირურგიულ და ინვაზიურ პროცედურებთან, ხსნარებში ბაქტერიების არსებობასთან და სხვა (სტაფილოკოკური, ოპორტუნისტული ინფექციები, ჰეპატიტი B, აივ და სხვა).

დ) ადამიანის სიცოცხლის უზრუნველყოფის ჩაკეტილი სისტემები წყალქვეშა ნავები, სარაკეტო დანადგარების ბუნკერები, კოსმოსური ხომალდები და სხვა ობიექტები, რომლებშიც იქმნება პირობები პათოგენური მიკროორგანიზმების ხანგრძლივი, დამოუკიდებელი ცირკულაციისათვის.

რასაკვირველია, ტექნოგენური რეზერვუარი იღებს ინფექციებს ბუნებრივი რეზერვუარებიდან. დიდ ქალაქებში მცხოვრებ ადამიანებს ურთიერთობა აქვს ინფექციის ტექნოგენურ კერებთან, რომლებიც ასრულებს ბუნებრივი რეზერვუარების გამამდიერებლების როლს.

6. ბიოკატასტროფები – ეპიდემიები და პანდემიები, ავარიები ბიოლოგიურად საშიშ ობიექტებზე

რომელიმე დაავადების, უპირველეს ყოვლისა, ინფექციების (ჭირი, ყვავილი, ტიფი, ქოლერა, დიფტერია, სკარლატინა, წითელა, გრიპი) ფართო გავრცელებას **ეპიდემია**, ხოლო მედიცინის განყოფილებას, რომელიც შეისწავლის ეპიდემიებს და მასთან ბრძოლის მეთოდებს, ეპიდემიოლოგია ეწოდება. ამჟამად იგი შეისწავლის არაინფექციური დაავადებების ეპიდემიებსაც.

ეპიდემიურ პროცესი გულისხმობს დაავადების (ინფექციური დაავადების შემთხვევაში – ინფექციის აღმძვრელის) უწყვეტ გადაცემას კოლექტივში. ეპიდემიური პროცესის აღმზრისათვის აუცილებელია სამი პირობა:

1. ინფექციური პროცესის აღმძვრელის წყარო, ან არაინფექციური დაავადების მიზეზები;
2. გადაცემის მექანიზმები;

3. დაავადებისადმი მგრძობიარე ადამიანები.

ეპიდემიის აღმკვრელ და მიმდინარეობაზე გავლენას ახდენს როგორც ბუნებრივ პირობებში მიმდინარე პროცესები (ბუნებრივი კეროვნება, ეპიზოოტიები და ა. შ.), ასევე სოციალური ფაქტორები (კომუნალური კეთილმოწყობა, საყოფაცხოვრებო პირობები, ჯანდაცვის მდგომარეობა და სხვა).

ინფექციებს, რომელთა წყაროს წარმოადგენს მხოლოდ ადამიანი, ეწოდება ანთროპოზოზები, ხოლო რომელთა წყაროა ადამიანი და ცხოველები – ანთროპოზოზოზები.

დაავადების ხასიათზე დამოკიდებულებით, ეპიდემიის დროს, ინფექციის აღმკვრელის გადაცემის ძირითადი მექანიზმი შეიძლება იყოს:

- ფეკალურ-ორალური, რომელიც რეალიზდება წყლის, საკვების, ან კონტაქტურ-საყოფაცხოვრებო გზით (მაგალითად, დიზენტერია და მუცლის ტიფი);
- ჰაერ-წვეთოვანი (გრიპი);
- ტრანსმისიური (მალარია და პარტახტიანი ტიფი);
- კონტაქტური (შიდსი, ცოფი).

ზოგჯერ ინფექციის აღმკვრელის გადაცემა ერთდროულად რამდენიმე მექანიზმით მიმდინარეობს. ინფექციური დაავადების მიმდინარეობა დამოკიდებულია პათოგენის ორგანიზმში შეღწევის გზაზე. მაგალითად, ძალიან განსხვავდება ერთმანეთისაგან ჭირის, ან ციმბირული წყლულის ნაწლავური, ფილტვის და კან-ბუბონური (ბუბონი – მკვეთრად გადიდებული და მტკივნეული ლიმფური კვანძების კონგლომერატი, რომელიც სწრაფად ნეკროზდება და ჩირქდება) ფორმები.

პანდემია – ეწოდება ეპიდემიას, რომელიც ხასიათდება ინფექციური დაავადებების გავრცელებით მთელი ქვეყნის, მოსაზღვრე სახელმწიფოების, ზოგჯერ კი მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის ტერიტორიაზე (ქოლერა, გრიპი).

ნატურალური, ანუ როგორც მას ადრე უწოდებდნენ შავი ყვავილი – მაღალკონტაგიოზური (გადამდები), საკარანტინო ვირუსული ინფექციაა, რომლითაც ავადებიან მხოლოდ ადამიანები. იგი დედამიწაზე ფართოდ იყო გავრცელებული და დაავადებულებს შორის სიკვდილიანობა 40%-ს აღწევდა. ამჟამად ნატურალური ყვავილი ლიკვიდირებულია მთელს მსოფლიოში. თუმცა, სამეცნიერო კვლევების დროს შესაძლებელია ლაბორატორიული დასნებოვნება და დაავადების

შემდგომი გავრცელება. ყვავილის გამომწვევია დნმ-შემცველი ვირუსი, რომელსაც ნახულობენ გამონაყარის ელემენტებში კანსა და ლორწოვან გარსზე. ინფექციის წყაროა ავადმყოფი, რომელიც დაავადების პირველ დღეებში პათოგენს გამოყოფს ცხვირხახიდან (ინფექციის გადაცემის ჰაერ-წვეთოვანი გზა), ხოლო მოგვიანებით – ვირუსის შემცველი კანის ქერქისა და ლორწოვანი გარსებიდან (გადაცემის კონტაქტური გზა).

ჭირი – მწვავე ბუნებრივ-კეროვანი ინფექციური დაავადებაა, რომელიც მიეკუთვნება კარანტინული ინფექციების ჯგუფს. იგი მიმდინარეობს განსაკუთრებით მძიმე ზოგადი მდგომარეობით – ციებ-ცხელებით, ლიმფური კვანძების, ფილტვების და სხვა შინაგანი ორგანოების დაზიანებით. ხშირად ვითარდება სეფსისი. დაავადება ხასიათდება მაღალი ლეტალურობითა და უკიდურესად მაღალი კონტაგიოზურობით. ჭირის ბუბონური ფორმის დროს სიკვდილიანობა აღწევდა 95%-ს, ფილტვის ფორმის დროს – 98-99%-ს. ამჟამად, სწორი მკურნალობისას, სიკვდილიანობა არ აღწევს 10%-ს.

ჭირის ცნობილი ეპიდემიები, რომლებმაც წაიღო მილიონობით სიცოცხლე და ღრმა კვალი დატოვა კაცობრიობის ისტორიაში:

იუსტინიანეს ჭირი (541-700 წლები) – ბიზანტიაში შეტანილ იქნა ეგვიპტიდან;

შავი სიკვდილი – ბუბონური ჭირის პანდემია, რომელიც გავრცელდა აღმოსავლეთ ჩინეთიდან, გაიარა ევროპაზე XIV საუკუნის შუა წლებში (1347-1351 წლები). დაიღუპა 34 მილიონი ადამიანი (ევროპის მოსახლეობის მესამედი);

მესამე პანდემია – აღიმგრა ჩინეთში, გავრცელდა ყველა კონტინენტზე სავაჭრო გემების მეშვეობით.

ტიფი – ზოგიერთი ინფექციური დაავადების კრებითი სახელწოდებაა, რომელსაც თან სდევს ფსიქიკის დარღვევა მაღალი ინტოქსიკაციის და ციებ-ცხელების ფონზე. შედარებით ცნობილია პარტახტიანი ტიფი, მუცლის ტიფი და შებრუნებითი ტიფი. XIX საუკუნის პირველ ნახევრამდე დაავადება არ იყოფოდა ჯგუფებად. მუცლის ტიფი ცალკე ჯგუფად გამოიყო 1829 წელს, ხოლო შებრუნებითი ტიფი – 1843 წელს.

გრიპი – სასუნთქი გზების მწვავე ინფექციური დაავადებაა, რომელსაც იწვევს გრიპის ვირუსი. იგი მიეკუთვნება მწვავე რესპირატორული ინფექციური დაავადებების ჯგუფს.

პერიოდულად რეგისტრირდება დაავადების აფეთქებები, ეპიდემიები და ზოგჯერ პანდემიებიც.

ამჟამად, გამოვლენილია გრიპის ვირუსის 2000-ზე მეტი ვარიანტი, რომლებიც ერთმანეთისაგან ანტიგენური სპექტრით განსხვავდება. ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის შეფასებით, სეზონური ეპიდემიის დროს, ვირუსების ყველა შტამისგან მსოფლიოში ყოველწლიურად 250-დან 500 ათასი ადამიანი იღუპება. ზოგიერთ წლებში, სიკვდილიანობის რიცხვი შეიძლება მილიონსაც აღწევს.

ესპანური გრიპი (შტამი H1N1) – 1918-1919 წლებში დაავადებამ წაიღო 40-50 მილიონი ადამიანის სიცოცხლე;

აზიური გრიპი (შტამი H2N2) – 1957-1958 წლებში დაიღუპა დაახლოებით 70 ათასი ადამიანი;

ჰონკონგის გრიპი (შტამი H3N2) –1968-1969 წლებში დაიღუპა 34 ათასი ადამიანი;

ფრინველის გრიპი (შტამი H5N1) – 2003-2008 წლებში დაიღუპა დაახლოებით 360 ადამიანი (დაავადებულთა რაოდენობა ორჯერ მეტი იყო);

ღორის გრიპი (შტამი A/H1N1) – 2009-2010 წლებში დაიღუპა 1900 ადამიანი

აივ – ადამიანის იმუნოდეფიციტის ვირუსი, რომელიც იწვევს დაავადებას, ხანგრძლივი ინკუბაციური პერიოდით – აივ-ინფექციას. რომლის უკანასკნელი სტადია ცნობილია, როგორც შექმნილი იმუნოდეფიციტის სინდრომი (შიდსი). აივ-ინფექციისა და შიდსისგან შედარებით დაზარალებულ ქვეყნებში პანდემია ხელს უშლის ეკონომიკურ ზრდას და ზრდის მოსახლეობის სიღარიბეს. გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის გაერთიანებული პროგრამის – აივ/შიდსი და ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის შეფასებით, 1981 წლიდან 2006 წლამდე, აივ-ინფექციასთან და შიდსთან დაკავშირებული დაავადებებით დაიღუპა 25 მილიონი ადამიანი. 2007 წლის დასაწყისისთვის მთელს მსოფლიოში დაახლოებით 40 მილიონი ადამიანი იყო აივ-ის მატარებელი.

ავარიები ბიოლოგიურად საშიშ ობიექტებზე. ბიოლოგიურად პოტენციურად საშიშ ობიექტზე ხდება ისეთი ბიოლოგიური ნივთიერებების წარმოება, გადამუშავება, ან ტრანსპორტირება, რომლებიც საგანგებო სიტუაციების წარმოშობის რეალურ საფრთხეს ქმნის. ამგვარ ობიექტებს მიეკუთვნება:

- კვების მრეწველობის ობიექტები (მეფრინველეობის ფაბრიკები, ხორცის გადამამუშავების საწარმოები და სხვა);

- სამრეწველო და სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრები, რომლებიც მუშაობენ საშიშ (პათოგენურ) მიკროორგანიზმებთან და მათი ცხოველმყოფელობის პროდუქტებთან (ტოქსინებთან).

ნებისმიერი დონისა და წარმოშობის ბიოლოგიური პათოგენები საშიშროებას ქმნის სამედიცინო, სოციალურ, ტექნოლოგიურ, სასოფლო-სამეურნეო და კომუნალურ სფეროებში. ბიოლოგიურად საშიშ ობიექტებზე, როგორც წესი, მრავლადაა სხვადასხვა მიკროორგანიზმები – ინფექციური დაავადებების აღმძვრელები. ზოგიერთი მიკროორგანიზმი გამოყვანილ იქნა, როგორც ბიოლოგიური იარაღი, რომლის წარმოება და გამოყენება ამჟამად აკრძალულია. მაგალითად, ოთხი ბაქტერიული ინფექციის: ჭირის, ქოლერის, ციმბირული წყლულის და ტულარემიის აღმძვრელები, აგრეთვე ნატურალური ყვავილისა და კონტაგიოზური ციებ-ცხელების ვირუსები. ბიოლოგიურად საშიშ ობიექტებზე იცავენ უსაფრთხოების უმკაცრეს ზომებს, თუმცა არ შეიძლება ავარიების, კატასტროფების, ბუნებრივი კატაკლიზმების და ტერორისტული აქტების გამორიცხვა, რომლებმაც შეიძლება გამოიწვიოს ეპიდემიისა და ეპიზოოტიის აღძვრა.

აღნიშნულ ობიექტებზე ავარიების შემთხვევაში შესაძლებელია პერსონალის დაზიანება და რამდენიმე კვადრატულ კილომეტრზე მოსახლეობის დაავადება. პროგნოზირებადი სანიტარული დანაკარგების მაქსიმალურმა რაოდენობამ შეიძლება 12 ათასს მიაღწიოს, მათგან 50%-ს დასჭირდება ჰოსპიტალიზაცია.

ეპიდემიური სიტუაციის სიმძიმე განისაზღვრება რისკის კონტიგენტით (ალკოჰოლიკები, უპოვრები, ბავშვები – სოციალურად დაუცველი ოჯახებიდან), რომლებთანაც გართულებულია პროფილაქტიკური ღონისძიებების ჩატარება და მიგრანტებისა და გადასახლებულთა მოზღვავებით.

ცხოველთა დაზიანების ბიოლოგიური ფაქტორი შეიძლება იყოს თურქული, ციმბირული წყლულის, მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის ჭირისა და სხვა დაავადებების აღმძვრელები; მცენარეების დაზიანებისათვის – პურეული მარცვლების ჟანგას, კარტოფილის ფიტოფტოროზის, სიმინდის და სხვა კულტურების გვიანი ჭკნობის აღმძვრელები; სასოფლო-

სამეურნეო მცენარეების მავნე მწერები, ჰერბიციდები და სხვა ქიმიური ნივთიერებები.

დაავადების გამომწვევი მიკრობების აღმოჩენა შეუძლებელია ადამიანის გრძნობათა ორგანოებით. ეს შესაძლებელია მხოლოდ არასპეციფიკური ბაქტერიოლოგიური (ბიოლოგიური) დაზვერვის ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით.

7. ახალი და განმეორებით დაბრუნებადი ინფექციური დაავადებები

თანამედროვე მსოფლიო აღმოჩნდა ისეთ მდგომარეობაში, როდესაც ეპიდემიები კვლავ უკონტროლოდ და უპრეცედენტო სიჩქარით ვრცელდება დედამიწაზე.

ახალი და განმეორებით დაბრუნებადი ინფექციური დაავადებების შესახებ ცნობები ძალიან სწრაფად ვრცელდება. 70-იანი წლების დასაწყისიდან აღმოჩენილი იქნა 30-ზე მეტი ახალი ინფექცია. მე-4 ცხრილში წარმოდგენილია 1979 წლიდან 1999 წლამდე გამოვლენილი ინფექციური დაავადებები.

ცხრილი. 4

1973 წლიდან გამოვლენილი პათოგენური მიკროორგანიზმები და ინფექციური დაავადებები

წელი	მიკროორგანიზმი	ტიპი	დაავადებები (სინდრომები)
1973	როტავირუსი	ვირუსი	ბავშვებში დიარეის მირითადი მიზეზი
1975	პარვოვირუსი B19	ვირუსი	ქრონიკული ჰემოლიზური ანემიისას, აპლასტიკური კრიზისი
1976	Cryptosporidium	პარაზიტი	მწვავე და ქრონიკული დიარეა
1977	ებოლის ვირუსი	ვირუსი	ებოლის ჰემორაგიული ცხელება

1977	Legionella	ბაქტერია	ლეგიონერების დაავადება
1977	ჰანტანის ვირუსი	ვირუსი	ჰემორაგიული ცხელება თირკმლის სინდრომით (HRFS)
1977	Campylobacter jejuni	ბაქტერია	ენტერიტიები
1980	ადამიანის T-ლიმფოტრო-პული ვირუსი I (HTLV-1)	ვირუსი	T-უჯრედული ლომფომა და ლეიკემია
1981	ტოქსიკური შტამები – Staphylococcus aureus-ის პროდუცენტები	ბაქტერია	ტოქსიკური შოკის სინდრომი (ტამპონების გამოყენება)
1982	Escherichia coli O157:H7	ბაქტერია	ჰემორაგიული კოლიტი; ჰემოლიზური ურემიული სინდრომი
1982	HTLV-II	ვირუსი	ბუსუსოვან-უჯრედოვანი ლეიკემია
1982	Borrelia burgdorferi	ბაქტერია	ლაიმის დაავადება
1983	ადამიანის იმუნოდეფი- ციტის ვირუსი (HIV)	ვირუსი	შემენილი იმუნოდეფიციტის სინდრომი (AIDS)
1983	Helicobacter pylori	ბაქტერია	კუჭის წყლულოვანი დაავადება
1985	Enterocytozoon bienersi	პარაზიტი	მდგრადი დიარეა
1986	Cyclospora cayentanensis	პარაზიტი	მდგრადი დიარეა
1988	ადამიანის ჰერპეს- ვირუსი-6 (HHV-6)	ვირუსი	როზენბერგის ინფექციური ერთემა
1988	E ჰეპატიტი	ვირუსი	პარენტერალური ჰეპატიტი
1989	Ehrlichia chafeensis	ბაქტერია	ადამიანის ერლიხიოზი
1989	C ჰეპატიტი	ვირუსი	პარენტერალური ჰეპატიტი
1991	გუანორიტო	ვირუსი	ვენესუელური ჰემორაგიული ცხელება
1991	Encephalitozoon hellem	პარაზიტი	კონიუნქტივიტი, გაფანტული დაავადება
1991	Babesia-ს ახალი ვარიანტები	პარაზიტი	არატიპიური ბაბეზიოზი

1992	Vibrio cholerae O139	ბაქტერია	ეპიდემიურ ქოლერასთან დაკავშირებული ახალი შტამი
1992	Bartonella henselae	ბაქტერია	კატის ნაკაწრის დაავადება ბაცილარული ანგიომატოზი
1993	სინ ნომბრე ვირუსი	ვირუსი	ჰანტავირუსული ფილტვის სინდრომი
1993	Encephalitozoon cuniculi	პარაზიტი	გაფანტული დაავადება
1994	საბია ვირუსი	ვირუსი	ბრაზილიური ჰემორაგიული ცხელება
1994	ჰენდრა	ვირუსი	ლეტალური ენცეფალოიტები და პნევმონიები
1995	HHV-8	ვირუსი	კაპოშის სარკომა შიდსით დაავადებულებში
1995	Stealth ვირუსი	ვირუსი	ბავშვთა ვაკუოლიზირებადი ენცეფალოპათია
1995	BSE აგენტი	პრიონი	კრეიცფელდ-იაკობის დაავადების ახალი ვარიანტები
1996	ღამურების ავსტრალიური ლისავირუსი	ვირუსი	ცოფის მსგავსი დაავადება
1997	TT ვირუსი	ვირუსი	პოსტტრანსფუზიური ჰეპატიტი
1999	მაიარა ვირუსი	ვირუსი	დენგეს მაგვარი ცხელება
1999	ჰიპა	ვირუსი	ენცეფალიტი

როგორც ცნობილია, ინფექციური დაავადებები ახალ ქვეყნებში და კონტინენტებზე ვრცელდება მწერების, ან ცხოველების მეშვეობით, ამიტომ ზოგჯერ რთულია მათი გაკონტროლება. ასე მოხდა მაგალითად, დასავლეთ ნილოსის ცხელებასთან დაკავშირებით, რომელიც პირველად გამოჩნდა ამერიკის კონტინენტზე 1999 წელს და დღემდე საკმაოდ მყარად არის გაბატონებული და გავრცელებული. უკანასკნელ წლებში დასავლეთ ნილოსის ცხელების ეპიზოოტიური აქტიურობა განსაკუთრებით გამოხატულია აშშ-ს სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში.

მსგავსი მაგალითი დარეგისტრირდა რიფტ-ვალის ცხელებასთან დაკავშირებით, რომელმაც 2000 წელს აღმოსავლეთ

აფრიკიდან პირველად „გადალახა“ წითელი ზღვა და გადავიდა არაბეთის ნახევარკუნძულზე. 2000 წლის 19 ოქტომბერს იემენის სახელმწიფოს რესპუბლიკაში, ოთხ პროვინციაში დარეგისტრირდა დადასტურებული დაავადების 653 შემთხვევა. აქედან 80 ლეტალურად დასრულდა. დამარის პროვინციაში ეს დაავადება ცხოველებს აღენიშნებოდა. მიუხედავად იმისა, რომ იგი შემოიფარგლებოდა ქვეყნის ჩრდილო-დასავლეთის რაიონებით, გაჩნდა მონაცემები სამხრეთ-დასავლეთში მისი ტრანსმისიის შესახებ.

უკანასკნელ წლებში, შედარებით ახალი, ან ადრე იშვიათი დაავადებების მოულოდნელმა აფეთქებებმა შეამფოთა პლანეტის ყველა კონტინენტის მოსახლეობა. ლეგიონერების დაავადება და ლეპტოსპიროზი ავსტრალიაში; კრეიფელდ-ჯაკობის სინდრომის ახალი ვარიანტი ევროპაში; ლასას ცხელება, ყვითელი ცხელება, ჰანტავირუსი, კრიპტოკოკი და E.coli 0157 აშშ-ში და სხვა მაგალითები.

ებოლის ჰემორაგიული ცხელების აფეთქება 1995 წელს, ზაირში, მსოფლიოსთვის დრამატულ მოგონებად დარჩა. მიუხედავად იმისა, რომ სულ 316 ადამიანი დაავადდა, მათგან $\frac{3}{4}$ გარდაიცვალა. დაღუპულთა მესამედი საავადმყოფოს პერსონალიდან იყო. ისინი დაინფიცირდნენ ავადმყოფების სისხლთან და სითხეებთან კონტაქტისას. ორი წლით გვიან, მცირე აფეთქება დაფიქსირდა გაბონში, სადაც დაავადების 58 შემთხვევიდან 43 ლეტალურად დასრულდა. 2001 წელს დაავადება კვლავ დაბრუნდა. ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ გაბონის ერთ-ერთ პროვინციაში დააფიქსირა ებოლის ცხელების 12 დადასტურებული შემთხვევა. მათგან 10 ლეტალურად დასრულდა. იმავე წელს, გაბონში დარეგისტრირდა 57 დადასტურებული შემთხვევა – 48 ლეტალური დასასრულით, ხოლო კონგოში – 20 შემთხვევა 12 ლეტალური დასასრულით. როგორც ცნობილია, ებოლის ჰემორაგიული ცხელება სამედიცინო მეცნიერებაში ცნობილი ინფექციური დაავადებებიდან, ერთ-ერთი ყველაზე ვირულენტური დაავადებაა და დღემდე არ არსებობს ამ დაავადების მკურნალობის რაიმე საშუალება, ან ვაქცინა, რომელიც უზრუნველყოფდა დაცვას. ებოლის ცხელებისაგან გამოწვეული სიკვდილიანობა 50-90%-ია.

აფრიკის რეგიონში დაფიქსირდა მაიმუნის ყვავილის აფეთქების შემამფოთებელი ფაქტები. 2001 წლის ოქტომბერში

კონგოში დაფიქსირდა დაავადების 85 შემთხვევა, რომელთაგან 7 ლეტალურად დასრულდა.

უკანასკნელ ათწლეულში გაიზარდა დენგეს ცხელების შემთხვევები. აღნიშნული დაავადება აღიძრა სამხრეთ-აღმოსავლეთაზიაში 50-იან წლებში. დღეისათვის იგი ენდემურია ამერიკის, აფრიკის, აღმოსავლეთ ხმელთაშუაზღვისპირეთის, სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიისა და წყნარი ოკეანის დასავლეთ ნაწილის 100-ზე მეტ ქვეყანაში. ამ დაავადების შემთხვევათა რაოდენობა უკანასკნელ წლებში ოთხჯერ გაიზარდა სასიკვდილო ჰემორაგიული ფორმის უპრეცედენტო რაოდენობით.

სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიის და წყნარი ოკეანის დასავლეთ ნაწილის ტერიტორიებზე უკანასკნელი ექვსი წლის მანძილზე კვლავ აღინიშნა ზოონოზური და არბო-ვირუსული დაავადებების როგორც განმეორებით, ასევე ახალი ფორმების გავრცელება. მათ შორისაა იაპონური ენცეფალიტის, ლისსა Barmah-ს, როს რივერის და ჩიკუნგუნიას ვირუსები. ზოონოზური ვირუსების გადაცემაში ჩართულნი იყვნენ მათი სავარაუდო მასპინძლები – ღამურები და მფრინავი მელიების ცალკეული სახეობები. დაავადების ახალ ნაირსახეობებს შორის, პირველი იყო ვირუსი – ჰენდრა, რომელსაც ფორმალურად უწოდებენ ცხენის მორბილივირუსს. შემდეგ მას მოჰყვა აფეთქება, რომელიც გამოიწვია ცოფთან ასოცირებულმა ვირუსმა (Australian bat lyssavirus). ასევე აღსანიშნავია ვირუსი, რომელიც ასოცირდება ღორებში მკვდრად მოხადობასთან და სიმახინჯებთან (Menangle virus). მალაიის არქიპელაგის კუნძულებზე გავრცელებული ვირუსი Nipah გახდა ღორებში – ფატალური პნევმონიის, ხოლო ადამიანებში – ენცეფალიტის აფეთქების მიზეზი. რამდენიმე წლის წინ, მფრინავ მელიებში აღმოაჩინეს ვირუსი Tioman, თუმცა ჯერ დაუდგენელია მისი კავშირი ადამიანის, ან ცხოველების რომელიმე დაავადებასთან. არაზოონოზური ვირუსებიდან ამ რაიონებში დაფიქსირდა ენტეროვირუსი-71 და HIV.

სპეციალისტების აზრით, სამხრეთ-აღმოსავლეთის რეგიონი პოტენციურად საშიშია გრიპის ვირუსის ახალი ვარიანტების გავრცელების თვალსაზრისით, რომლებსაც შეუძლია მაღალი სიკვდილიანობის უმსხვილესი ეპიდემიების აღძვრა. უკანასკნელი, მასშტაბებით შეგვიძლია შევადაროთ 1918-1919 წლების „ესპანური გრიპის“ ეპიდემიას. ასეთი საშიშროება გაჩნდა 1997-98 წლებში, როდესაც ადამიანებს

აღმოაჩნდა გრიპის ვირუსის ისეთი შტამები, რომლებიც მანამდე რეგისტრირდებოდა მხოლოდ ფრინველებსა და ღორებში. 2001 წლის მაისში ამ რეგიონში კვლავ დაფიქსირდა გრიპის აფეთქება ფრინველთა შორის, რომლებიც იყიდებოდა ჰონკონგის ბაზრებზე. აღმოჩნდა, რომ იგი გამოიწვია გრიპის H5N1 ქვეტიპის A ვირუსმა. თუმცა, ფრინველებისგან გამოყოფილი აღნიშნული შტამები გენეტიკურად განსხვავდებოდა H5N1 ვირუსისგან, რომელმაც 1997 წელს იგივე რეგიონში გამოიწვია დაავადების აფეთქება ადამიანებში. 2002 წლის თებერვალში გრიპის აფეთქება განმეორდა ჰონკონგის ზოგიერთ ფერმაში. ფრინველებში გრაპოზული ინფექციის ორივე აფეთქებას თან სდევდა დიდი რაოდენობით ლეტალური შედეგი, მაგრამ ადამიანებს შორის დაავადების შემთხვევები ჯერ კიდევ არ იყო რეგისტრირებული.

XX საუკუნეში გამოვლენილ ინფექციურ დაავადებებს შორის ყველაზე ძლიერი გავლენა ადამიანების დაავადებასა და სიკვდილიანობაზე მოახდინა შექმნილი იმუნოდეფიციტის სინდრომმა (შიდსი). უკანასკნელი 50-100 წლის მანძილზე, ადამიანის იმუნოდეფიციტის ვირუსი (აივ), რომელიც ადრე ძირითადად მაიმუნებში (აივ1, აივ2) იყო გავრცელებული, გახდა მსოფლიო პანდემიის ეტიოლოგიური აგენტი. დღეისათვის, აივ/შიდსი გავრცელებულია ისეთი მასშტაბებით, რომელიც საფრთხეს წარმოადგენს მთელი მსოფლიოსათვის. აფრიკაში გავრცელებული შიდსის ეპიდემია გახდა მოსახლეობის მაღალი ავადობისა და სიკვდილიანობის მიზეზი და მნიშვნელოვნად შეამცირა სიცოცხლის საშუალო ხანგრძლივობა. აივ-ით გამოწვეული შიდსი ეფექტური თერაპიის შემთხვევაშიც, ყოველთვის სიკვდილით მთავრდება.

ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მონაცემებით, შიდსის ეპიდემიის საწყისი მომენტისათვის ადამიანის იმუნოდეფიციტის ვირუსით ინფიცირებული იყო 60 მილიონზე მეტი ადამიანი. ლეტალური შემთხვევების რაოდენობით, ეს დაავადება მსოფლიოში მეოთხე ადგილზეა. 2001 წლის ბოლოს, მსოფლიოში 40 მილიონი ადამიანი იყო ვირუსის მატარებელი. მრავალ განვითარებად ქვეყანაში ინფიცირებულთა უმრავლესობა ახალგაზრდაა, განსაკუთრებით გოგონები. შიდსით დაავადებულთა 1/3-ის ასაკი 15-დან 24 წლამდეა და მათგან უმრავლესობამ არც კი იცის, რომ ვირუსის მატარებლები არიან. შიდსი რეგისტრირებულია მსოფლიოს ხუთივე კონტინენტის 206

ქვეყანაში. ოფიციალური მონაცემებით, სადღეისოდ მსოფლიოში შიდსის ვირუსით ინფიცირებული 20 მილიონი ადამიანიდან 80% სქესობრივი გზით დაავადდა (აქედან 70% ჰეტეროსექსუალურ, ხოლო 10% ჰომოსექსუალურ კავშირებზე მოდის). აივ-ით ინფიცირებულია მსოფლიოში აღრიცხულ ნარკომანთა 80%.

ყოველწლიურად მსოფლიოში რეგისტრირდება მალარიით დაინფიცირების 300 მილიონზე მეტი შემთხვევა, რომელიც ძირითადად აავადებს მოსახლეობის ღარიბ ფენებს. დაავადება გავრცელებულია ლათინურ ამერიკაში, აფრიკაში და სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიის ზოგიერთ ქვეყანაში. აფრიკაში ამ დაავადებით ყოველწლიურად 1 მილიონი ადამიანი იღუპება და მათგან უმრავლესობა ბავშვია. პრობლემა დღემდე აგრძელებს გართულებას პარაზიტის წამლებისადმი მდგრადი პოპულაციების გამოჩენის, გარემო პირობების ცვლილებისა და ადამიანების გადაადგილების გამო.

მსოფლიოში სიკვდილიანობის წამყვან მიზეზად რჩება ტუბერკულოზი, რაც გამოწვეულია მისი აღმძვრელის, *Mycobacterium tuberculosis* უნარით, შეეგუოს როგორც ადამიან-მასპინძელის ორგანიზმში, ისე მის საზღვრებს გარეთ არსებულ სხვადასხვა პირობებს. მიმდინარე პერიოდის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა ტუბერკულოზის უკიდევანო გავრცელების შეჩერება. დადგენილია, რომ მსოფლიოში ტუბერკულოზისგან მიყენებული ყოველწლიური ეკონომიკური დანაკარგი 12 ბილიონ დოლარს შეადგენს. ყოველწლიურად 8 მილიონ ადამიანს უვითარდება ტუბერკულოზის აქტიური ფორმა და ამ დაავადებით, ყოველ თხუთმეტ წამში ვიღაც კვდება. ტუბერკულოზი გავრცელებულია ყველგან, მაგრამ მისი გავრცელების ყველაზე მეტი სიჩქარე აღნიშნულია ევრაზიულ რეგიონში და აფრიკის მთელ რიგ ქვეყნებში, სადაც აღინიშნება სოციალურ-ეკონომიკური დამაბულობა.

არანაკლებ მწვავედ დგას ვირუსული C ჰეპატიტით დაავადების პრობლემა, რომელიც ამა თუ იმ ხარისხით, პრაქტიკულად ყველგან არის გავრცელებული. C ჰეპატიტის ვირუსი (HCV) აღმოაჩინეს 1989 წელს, მაგრამ ადამიანის პოპულაციაში მან სავარაუდოდ 300 წლის წინ შემოაღწია და ამჟამად ჯანმრთელობისათვის სერიოზულ საფრთხეს წარმოადგენს. ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მონაცემებით, მსოფლიოში დაახლოებით 170 მილიონი ადამიანი ინფიცირებული C ჰეპატიტით და ყოველწლიურად მას ემატება

3-დან 4 მილიონამდე ახლად ინფიცირებული პირი. მარტო აშშ-ში ყოველწლიურად ჰეპატიტისგან იღუპება 10 000 ადამიანი. ადამიანის პოპულაციაში C ჰეპატიტის ვირუსის არაერთგვაროვნების მიზეზია აღნიშნული რნმ-ვირუსის მუტაციის მაღალი სიჩქარე და სწრაფი ევოლუცია. მისი ბუნებრივი თვისებები ძლიერდება რისკის ფაქტორებით, რომელთა შორისაა, წამლების დანარკოტიკების ვენაში შეყვანა, სისხლის და მისი პრეპარატების გადასხმა, ჰემოდიალიზი, ტატუირება, სექსუალური ქცევა, ინფიცირებული დონორებისაგან ორგანოების გადანერგვა და სამედიცინო დაწესებულებებში სანიტარულ-ჰიგიენური ნორმების დაუცველობა.

8. ბუნებრივი კატასტროფები

ბუნებრივი კატასტროფები დიდ როლს ასრულებდა და ასრულებს ჩვენი პლანეტის ორგანული სამყაროს განვითარებაში. თუმცა, მათი მძვინვარება უზარმაზარ ზიანს აყენებს კაცობრიობას და არღვევს სხვადასხვა რანგის ეკო- და ანთროპოეკოსისტემებს.

კატასტროფა (ბერძნ. Catastrophe – გადატრიალება, დაღუპვა) – მოულოდნელი მოვლენაა, უმართავი, სწრაფად მიმდინარე ბუნებრივი პროცესი, რომელსაც თან სდევს მძიმე შედეგები, რღვევა, მსხვერპლი. კატასტროფები სხვადასხვა სისტემის ფორმირების კანონზომიერი ეტაპებია, რომლებიც განაპირობებს მათ პროგრესულ განვითარებას.

წარმოშობის მიხედვით, კატასტროფა შეიძლება იყოს:

1. ენდოგენური, რომელიც დაკავშირებულია შინაგან ენერგიასა და დედამიწის ძალებთან. მათ მიეკუთვნება მიწისძვრები, ცუნამი, ვულკანების ამოფრქვევა;

2. ეგზოგენური, რომლებიც გამოწვეულია მზის ენერგიით და აქტივობით, ატმოსფერული, ჰიდროდინამიკური და გრავიტაციული პროცესებით. ესენია: ციკლონები და ურაგანები, წყალდიდობები, ჭექა-ქუხილი, მეწყერი, გვალვა, გრივალი და ა. შ.;

3. ცალკე ჯგუფად გამოჰყოფენ ანთროპოგენურ კატასტროფებს, რომლებიც აღიმკრება ადამიანის მოღვაწეობის შედეგად, მაგრამ ძალები, რომლებსაც მივყავართ აღნიშნულ

კატასტროფამდე, შეიძლება იყოს ენდოგენური, ან ეგზოგენური.

კატასტროფებს ასევე ყოფენ მიმდინარეობის ხანგრძლივობის მიხედვით, ანუ ბუნებრივ სისტემებზე ზემოქმედების დროის მიხედვით:

1. იშვიათი სტიქიური, ხანმოკლე უბედურება. იგივე მიწის-ძვრა, ვულკანების ამოფრქვევა, მეწყერი და სხვა;

2. სტიქიური უბედურება, რომელიც აღიძვრება დროში გაწეილი რომელიმე ნეგატიური მოვლენის ზემოქმედების შედეგად. ეს, უპირველეს ყოვლისა, გარემოზე ტექნოგენური ზემოქმედებაა, რომელიც დაკავშირებულია ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს, ლითოსფეროს დაბინძურებასთან და ა. შ. ამ ტიპის კრიზისებს მიეკუთვნება ჩვენი პლანეტის მოსახლეობის რაოდენობის ზრდა, რაც წარმოქმნის საკვებისა და წყლის უკმარისობის პრობლემას. იგი საკმაოდ ხანგრძლივი პროცესია, რომელიც ჩვენს პლანეტაზე სხვადასხვა ტიპის ნეგატიურ ზემოქმედებას ახდენს და გლობალურ ეკოლოგიურ კრიზისს განაპირობებს. თუ XX საუკუნის დასაწყისში მოსახლეობის რაოდენობა 1,5 მილიარდს აღწევდა, ამჟამად იგი 6 მილიარდს ითვლის. საჭიროა მათი გამოკვება, გათბობა, საყოფაცხოვრებო და მორალური მოთხოვნილებების დაკმაყოფილება. ახალი ტერიტორიების ათვისებითა და ინტენსიური დასახლებით, სასარგებლო წიაღისეულის და კვების რესურსების მოპოვებით, მრეწველობის სწრაფი განვითარებით, მიწის სავარგულების დამუშავებით, მეგაპოლისების კატასტროფული ზრდით და სხვა – ძლიერდება გარემოზე ზეწოლა;

3. დროში გაწეილი სტიქიური უბედურება, როდესაც დაზიანება წარმოადგენს საგანგებო სიტუაციის, კატასტროფის, ხანგრძლივ, თანდათან მიღევად შედეგს (მაგალითად, ატომურ ელექტროსადგურზე აფეთქება). ჩერნობილის კატასტროფის უარყოფითი ეკოლოგიური და სოციალური შედეგები თავისი სიძლიერით ვერ მიედრება ვერც ერთ ბუნებრივ კატასტროფას. მეორე მსოფლიო ომის შედეგები (ათეულ მილიონობით მსხვერპლი, ათასობით დანგრეული ქალაქი და სოფელი, სახნავი მიწების განადგურება და სხვა) დღემდე ვლინდება როგორც დემოგრაფიულ, ასევე ეკონომიკურ ასპექტებში.

კატასტროფული მოვლენების კლასიფიცირება შეიძლება იმ ფართობის მიხედვით, რომელსაც მოიცავს მათი ზემოქმედება. ამ პოზიციიდან, კატასტროფა შეიძლება იყოს: *ლოკალური*, რომე-

ლიც ეხება მსხვილი ეკოსისტემების მხოლოდ ცალკეულ უბნებს; რეგიონული, რომლებიც მოიცავს ცალკეულ რეგიონებს, მაგალითად, ევროპას; და ბოლოს, გლობალური, რომლებიც ეხება ჩვენს პლანეტას და მასთან ერთად, ყოველივე ცოცხალს და არაცოცხალს. სწორედ ასეთ კატასტროფებს განეკუთვნება პანდემიები.

არსებული კლასიფიკაციების კიდევ ერთი კრიტერიუმია – ამა თუ იმ კატასტროფის მსხვერპლის რაოდენობა. ასეთ შემთხვევაში გამოჰყოფენ მცირე და მსხვილ კატასტროფებს.

კატასტროფების კლასიფიცირება შეიძლება მიყენებული მატერიალური ზარალის მიხედვით. შესაბამისად, განარჩევენ მნიშვნელოვან და ნაკლებად მნიშვნელოვან კატასტროფებს. შესაძლებელია მათი ზემოქმედების შედეგების ფულად ექვივალენტებში გაზომვა.

რა თქმა უნდა, რთულია ზუსტად განისაზღვროს, რომელ კლასს, ან ტიპს განეკუთვნება ესა თუ ის კატასტროფა, რადგან იგი მრავალფაქტორული და მრავალი მიზეზით გამოწვეული მოვლენაა (მაგალითად, ცუნამი, რომლის მიზეზი შეიძლება იყოს მიწისძვრა, ან ვულკანის ამოფრქვევა). ხშირად, კატასტროფებზე საუბრისას, წმინდა მეცნიერული ანალიზიდან, გადავდივართ ეთიკურ სფეროზე, რადგან ისინი დაკავშირებულია ადამიანების მსხვერპლთან, მორალურ და მატერიალურ ზარალთან.

არსებობს კატასტროფის განსაკუთრებული ტიპი, რომელსაც მიეკუთვნება ომები. ეს არის ზემოქმედება იმ რაიონების ლანდშაფტზე, სადაც მიმდინარეობს საომარი მოქმედებები, ასევე ბიოლოგიურ ობიექტებზე, მათ შორის ამ ტერიტორიებზე მცხოვრებ ადამიანებზე. და თუ პირველი და მეორე მსოფლიო ომების დროს ამ ზემოქმედებას ჰქონდა რეგიონული ხასიათი, დღეისათვის, როცა მრავალი ქვეყნის შეიარაღებული ძალები აღჭურვილია ატომური იარაღით, ამგვარი ზემოქმედება შეიძლება გახდეს გლობალური და გამოიწვიოს არა მარტო ორგანული სამყაროს, არამედ მთელი პლანეტის დაღუპვა.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, კატასტროფებს მიეკუთვნება დაავადებები, რომლებიც გადაიზრდება ეპიდემიებში და პანდემიებში. თუ ადრე საშიში დაავადებები იყო ტიფი და ჭირი, რომლებიც რეგულარულად აზიანებდა ევროპის და აზიის მრავალი რაიონის მოსახლეობას, დღეს ასეთი დაავადებაა აივ-ინფექცია. აღნიშნული დაავადება ემუქრება მთელს კაცობრიობას. ამგვარად, საუბარია გლობალურ კატასტროფაზე.

კაცობრიობისათვის არანაკლებ შემაშფოთებელია მემკვიდრული დაავადებების რაოდენობის ზრდა, რომლის განვითარების ერთ-ერთ ძირითად მიზეზად, რაოდენ გასაკვირიც არ უნდა იყოს, თანამედროვე სამედიცინო დიაგნოსტიკური და სამკურნალო ტექნოლოგიებისა და ჯანმრთელობის დაცვის განვითარების შედეგია. მემკვიდრული დაავადებები თაობიდან თაობას გადაეცემა, გენოფონდში უარყოფით მუტაციებს აგროვებს და სულ უფრო აძლიერებს მათ როლს მომავალ თაობებში. აღნიშნული ვლინდება ალერგიული რეაქციების განვითარებაში და იწვევს მთელ რიგ დაავადებებს. საგანგაშოა ფსიქიკური დაავადებების ზრდა, რომლებიც აისახება კაცობრიობის სოციალურ სტატუსზე და დაკავშირებულია ნარკოტიკული საშუალებების გამოყენებასთან. მსგავსი შენიშვნები ეხება ქრონიკულ დაავადებებსაც, რომლებიც აქტიურად აზიანებს კაცობრიობას (გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების, კიბოს ზრდა) და იძენს მემკვიდრულ ხასიათს (წინასწარგანწყობა).

ბუნებრივი კატასტროფებისაგან დაცვის წინაპირობაა მისი აღმვრის მექანიზმისა და მიზეზების შეცნობა. კატასტროფული მოვლენის არსის ცოდნა საჭიროა მისი პროგნოზირებისა და დამცველობითი ღონისძიებების გასატარებლად.

9. ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენს ინფექციური დაავადებების აღმძვრელების თვისებებზე და ახალი პათოგენების წარმოქმნაზე

ინფექციური დაავადების აღმძვრელთა სამყარო რთული და დინამიურია. იგი მუდმივ ევოლუციას განიცდის. მიკროორგანიზმები სწრაფად მრავლდებიან, ხშირად განიცდიან მუტაციას და ადვილად ადაპტირდებიან ახალ პირობებში. მაგალითად, ვირუსები, რომლებიც გენეტიკური მასალის სახით რნმ-ს იყენებენ, სწრაფად ადაპტირდებიან სხვადასხვა გარემო პირობებში, რაც განპირობებულია მათი გენომის რეპლიკაციაში

მონაწილე ფერმენტების (პოლიმერაზების) შეცდომების დიდი სისწრაფით. სწორედ რნმ-ვირუსები გახდა რამდენიმე მსხვილმასშტაბიანი კვლავ აღძრული და დაბრუნებული ინფექციური დაავადების გავრცელების მიზეზი.

მეოცე საუკუნის მეორე ნახევრიდან, მრავალი ინფექციური დაავადების აღმოფხვრის მოლოდინი საფრთხის წინაშე დადგა. მთელი რიგი ფაქტორების ზეგავლენით, ცნობილმა და ახლად აღძრულმა პათოგენებმა შეიცვალა ეპიდემიური სტატუსი. აღნიშნულ ფაქტორებს განეკუთვნება:

- ქვეყნების განვითარებებს შორის სხვაობის მკვეთრი ზრდა, რის შედეგადაც მრავალი ქვეყანა უძღვეს აღმოჩნდა, გაეწია საკუთარი მოსახლეობისათვის ადექვატური მომსახურება, როგორცაა სუფთა წყლით, საკმარისი საკვებით მომარაგება, დაბინძურებული ჩამდინარე წყლების გასუფთავება და ჯანმრთელობის დაცვა;

- მთელ რიგ ქვეყნებში, სამოქალაქო დამაბულობისა და ომების შედეგად ჯანდაცვის სახელმწიფო და საზოგადოებრივი სისტემის მოშლა;

- სიღარიბემ, ურბანიზაციამ და მასობრივმა გადასახლებამ გამოიწვია ადამიანთა პოპულაციის თავმოყრა დაავადებების ძლიერი აფეთქების აღმზრისათვის ხელსაყრელ პირობებში. ასეთია მაგალითად, სამხედრო ბანაკები და ქალაქის მიუვალი ადგილები;

- ახალი სივრცეების ათვისებამ ადამიანები დააყენა ახალი ინფექციური აგენტების საფრთხის ქვეშ;

- ცხოველთა პოპულაციაში გავრცელებულმა დაავადებებმა შეაღწია ადამიანის პოპულაციაში;

- გარემო არის ცვლილებებმა შეცვალა პათოგენების ეპიდემიურობა და ტრანსმისიის საშუალებები;

- ვექტორების კონტროლის არაეფექტურმა პროგრამებმა განაპირობა მათი გავრცელება, მათ შორის გავრცელდა მდგრადი ვექტორული პოპულაციებიც;

- ანტიმიკრობული მდგრადობის განვითარებამ ადრე განკუნებადი დაავადებები უკურნებელი გახადა;

- საერთაშორისო ტურიზმისა და ვაჭრობის ზრდასთან ერთად, მნიშვნელოვნად გაიზარდა დაავადების სწრაფი გავრცელების პოტენციალი;

- სიტუაციას ართულებს ეპიდემიისას, დაავადების გავრცელების კონტროლის განხორციელების მიზნით, არასწორი

ზომების მიღება, არაადექვატური სოციალური, პოლიტიკური და ეკონომიკური რეაქციები (იხ. მე-5 ცხრილი).

ცხრილი 5.

ადრული ინფექციების მაგალითები და მათი გამორჩენის სავარაუდო ფაქტორები

ინფექცია, ან აგენტი	დაავადების განმაპირობებელი ფაქტორები
ვირუსები	
არგენტინული, ბოლივიური, ჰემორაგიული ცხელება	ცვლილებები სოფლის მეურნეობაში, რომლებიც განაპირობებენ მღრღნელების გავრცელებას
ხარის ღრუბლისებური ენცეფალოპათია	ცვლილებები კვების პროცესში (მსხვილი რქოსანი პირუტყვი)
დენგე, დენგეს ჰემორაგიული ცხელება	ტრანსპორტირება, მოგზაურობა და მიგრაცია. ურბანიზაცია
ეპოლა, მარბურგი	უცნობია (ევროპასა და აშშ-ში მაიმუნების იმპორტი)
ჰანტა ვირუსი	ეკოლოგიისა და გარემო არის ცვლილებები. მასპინძელ – მღრღნელებთან კონტაქტი
ჰეპატიტი B, C	სისხლის გადასხმა, ორგანოების გადანერგვა. გადაცემის სქესობრივი გზა. ინფიცირებული დედიდან – შვილზე ვერტიკალური გადაცემა
აივ	ქალაქებში მიგრაცია და მოგზაურობა. სქესობრივი გზა. ინფიცირებული დედიდან – შვილზე ვერტიკალური გადაცემა წამლების ვენიდან შეყვანა. სისხლის გადასხმა, ორგანოების გადანერგვა
HTLV	სამედიცინო მანიპულაციები
გრიპი (პანდემიური)	ღორის, ან იხვის სკორეს გამოყენება სოფლის მეურნეობაში. გრიპის ვირუსის სახეების გაცვლა ფრინველებსა და ძუძუმწოვრებს შორის
ლასას ცხელება	ურბანიზაცია, რომელიც განაპირობებს მასპინძელ-მღრღნელებთან კონტაქტის ზრდას (ჩვეულებრივ, სახლებში)
რიფტის ველის ცხელება	კაშხალის მშენებლობა, სოფლის მეურნეობა, ირიგაცია, შესაძლებელია ვირუსის ვირულენტობისა და პათოგენურობის ცვლილება

ყვითელი ცხელება	პირობები, რომლებიც ხელს უწყობს დაავადების გადაცემას კოლოებით (ახალ რაიონებში)
ბაქტერიული	
ბრაზილიური მეწამული ცხელება (Haemophilus influenza, biotype aegyptius)	შესაძლებელია, ახალი შტამი
ქოლერა	ეპიდემიისას, სამხრეთ ამერიკაში შემოტანილ იქნა აზიიდან – ცხვრებით. გავრცელებას ხელი შეუწყო წყლის არასაკმარისმა ქლორირებამ. ახალი შტამი (ტიპი O139). აზიიდან შემოტანილი, ტურიზმით გავრცელებული
Helicobacter pylori	როგორც ჩანს დიდხანს ვრცელდებოდა, ახლახანს გამოავლინეს.
ჰემოლიზური ურემიული სინდრომი	საკვების მასობრივი გადამუშავების ტექნოლოგია. ხორცის დასაშვები კონტამინაცია (Escherichia coli O157:H7).
Legionella (ლეგიონერების დაავადება)	გათბობის სისტემების გაცივება (ორგანიზმი იზრდება ბიოფირფიტაზე, რომელიც წარმოიქმნება რეზერვუარში დაყენებული წყლის ზედაპირზე)
ლაიმის ბორელიოზი (Borrelia burgdorferi)	ტყის გაშენება სახლების ირგვლივ და სხვა პირობები, რომლებიც განაპირობებს მკბენარებისა და ირმების მეშვეობით გადაცემას (პატრონი – მეორადი რეზერვუარი)
Streptococcus, A ჯგუფი (ინვაზიური; მანეკროზებელი)	გაურკვეველია
ტოქსიკური შოკის სინდრომი (Staphylococcus aureus)	ულტრასორბირებადი ტამპონები
პარაზიტული	
Cryptosporidium, წყალთან ერთად გადამდები პათოგენები	კონტამინირებული წყალი, წყლის არასაკმარისი გასუფთავება
მალარია („ახალ“ რეგიონებში)	ტურიზმი და მიგრაცია
მისტომატოზი	კაშხალის მშენებლობა

10. ეპიდემიების სანიტაჰმდეგო გლობალური ღონისძიებების გატარების პრინციპები

ინფექციური დაავადებები მნიშვნელოვნად აფერხებს ქვეყნის სოციალურ და ეკონომიკურ განვითარებას. ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის აზრით, ამ წინააღმდეგობის გადასაჭრელად აუცილებელია ეპიდემიური ზედამხედველობის მდგრადი ნაციონალური და საერთაშორისო სისტემების შექმნა, რაც გულისხმობს მომზადებული პერსონალის და შესაბამისი ინფრასტრუქტურის არსებობას, კარგი ხარისხის აუცილებელი მასალების საიმედო შემოტანას და საერთაშორისო ქსელებთან კავშირს.

გლობალური მასშტაბით, ინფექციურ დაავადებებთან საბრძოლველად უკვე არსებობს უზარმაზარი რესურსები. მთელს მსოფლიოში, თანამშრომლობის მიზნით, შექმნილია საერთაშორისო ჯანდაცვის ორგანიზაციის ასობით ცენტრი, რომლებიც სპეციალიზებულია ცალკეულ ინფექციებზე. რიგ ქვეყნებში მოქმედებს ჯანდაცვის პანამერიკული ორგანიზაციის ლაბორატორიების ქსელი, რომლებშიც ჩართულია აშშ-ს მრავალი უნივერსიტეტი. გარდა ამისა, არსებობს კლინიკური ეპიდემიოლოგიის საერთაშორისო ქსელი (INCLIN), პასტერის ინსტიტუტების ქსელი და ინფექციური დაავადებების კონტროლის ცენტრის (CDC) ფილიალები. მრავალი მათგანი სხვადასხვა რეგიონში სავლელ ეპიდემიოლოგების მომზადებას ახორციელებს. ამერიკის არმიამ და საზღვაო-სამხედრო ფორმირებებმა სხვადასხვა ქვეყნებში ასევე ჩამოაყალიბეს სპეციალიზებული კვლევითი ცენტრები. უნდა აღინიშნოს, რომ აღნიშნული რესურსი სპეციალიზებულია კონკრეტულ ამოცანებზე და არ არის ორიენტირებული პათოგენების სრული სპექტრის აღმოჩენასა და იდენტიფიკაციაზე. გამონაკლისია მხოლოდ ეპიდემიოლოგიური დაზვერვის სამსახურები (EIS).

დაავადების კონტროლის წარმატებით განხორციელები-სათვის და ინფექციებთან საბრძოლველად ჯანდაცვის მსოფ-ლიო ორგანიზაცია გვთავაზობს თანამშრომლობას სხვა-დასხვა პარტნიორებთან – მათ შორის, სამთავრობო და

არასამთავრობო ორგანიზაციებთან, კერძო სექტორთან და სამრეწველო დაწესებულებებთან. სისტემა ემყარება სამმხრივ მიდგომას, რომელიც მოიცავს ცნობილი რისკების კონტროლს, მოულოდნელი მოვლენების კონტროლსა და ეპიდემიების საწინააღმდეგო ღონისძიებებისადმი გლობალური და ნაციონალური მზადყოფნის გაუმჯობესებასა და სრულყოფას.

უნდა მოხდეს ცნობილი რისკების შეზღუდვა. ისეთი ეპიდემიები, როგორცაა ქოლერა, დენგე, გრიპი, წითელა, მენინგიტი, შიგელოზი და ყვითელი ცხელება, ასევე დაავადებები, რომლებიც გადაეცემა საკვებით, მუდმივ საფრთხეს წარმოადგენს ადამიანის პოპულაციისათვის. ისინი კარგად არის ცნობილი და, უმეტეს შემთხვევაში, ხელმისაწვდომია მათი კონტროლის ეფექტური ღონისძიებები.

მოულოდნელ, ან უჩვეულო მოვლენებს იწვევს: 1) უცნობი ინფექციური აგენტები, რომლებმაც გადალახეს სახეობათაშორისი ბარიერი ცხოველებსა და ადამიანებს შორის; 2) ახალ გეოგრაფიულ ზონაში გამოჩენილი აგენტები; 3) წინასწარი განზრახვით, გენური ინჟინერიის გზით მიღებული აგენტები, რომლებიც შემოტანილია ბიოტერორისტული აქტის გზით. ზოგჯერ გაუგებარია ახალი პათოგენების წყარო და მათი ტრანსმისიის მექანიზმი, მიუხედავად იმისა, რომ პოტენციურად უზარმაზარი აფეთქებების გამოწვევის, ან დიდი რაოდენობით ადამიანების განადგურების უნარი გააჩნიათ. ასეთი შემთხვევა უკვე დაფიქსირდა ჰანტავირუსულ ინფექციასთან, ებოლის ცხელებასთან და Nipah ვირუსით გამოწვეულ დაავადებებთან დაკავშირებით. ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ კავშირის ელექტრონული საშუალებების გამოყენებით, დაამუშავა ინოვაციური მექანიზმი, რომელიც უცნობი დაავადების აღმზრისას, სწრაფი რეაგირების საშუალებას იძლევა. კერძოდ, შეიქმნა Web-საიტი, სადაც გროვდება ყველა ინფორმაცია. სისტემის მუშაობის პრინციპი დაამუშავა კანადის ჯანმრთელობის დაცვის კომიტეტმა.

ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაცია ატარებს მთელ რიგ ღონისძიებებს, რომლებიც მიმართულია სხვადასხვა ქვეყნების დასახმარებლად, ლაბორატორიების სრულყოფის და ეპიდემიებისადმი მზადყოფნის მიზნით. იგი ნერგავს ბრძოლის ახალ ინსტრუმენტებს, როგორცაა პროგრამა – HealthMap (ინტერაქტიური ინფორმაცია და რუკების შედგენის სისტემა)

და HACA-დან მონაცემთა დისტანციური მიღება. CDC-თან თანამშრომლობით, ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ დაამუშავა ეპიდემიოლოგიის სწავლების პროგრამები და ჯანდაცვის სფეროში კავშირების ქსელი (TEPHINET), რომელიც განაპირობებს საგანგებო სიტუაციებისადმი მზადყოფნას და ყოველთვის იზრუნებს სწავლების ეროვნული პროგრამების ეფექტურობის ამაღლებაზე.

რეალურ პრაქტიკაში, უჩვეულო ინფექციის აფეთქების შემთხვევაში, რომელიც საფრთხეს წარმოადგენს საერთაშორისო ჯანდაცვისათვის, ვაჭრობისა და ტურიზმისათვის, აფეთქების ლოკალიზაციისა და ლიკვიდაციის მიზნით, ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაცია სპეციალურ რაზმებს ქმნის.

სხვაგვარი მიდგომა იქნა შემოთავაზებული გამოჩენილი ეპიდემიოლოგის და ყვავილის დაავადების გლობალური ლიკვიდაციის პროგრამის უშუალო მონაწილის D. A. Henderson-ის მიერ, რომელიც მრავალწლიანი გამოცდილების საფუძველზე მივიდა დასკვნამდე, რომ აუცილებელია შეიქმნას სტაციონარული საერთაშორისო ცენტრების სისტემა, რომელიც განთავსდება 15 რეგიონში. მათი სტრუქტურა უნდა შეიცავდეს:

- ინფექციური დაავადებების კლინიკურ და ამბულატორიულ სამსახურებს;

- კვლევით-დიაგნოსტიკურ ლაბორატორიებს;

- ეპიდემიოლოგიური დაზვერვის სამსახურის ფუნქციის მქონე ეპიდრაზმებს (EIS), რომლებიც გააკონტროლებენ 2-5 მლნ ადამიანთა რაოდენობის მომცველი რეგიონის პოპულაციას;

- საგანმანათლებლო-საწვრთნელი ბაზა ეროვნული და საერთაშორისო პერსონალის მოსამზადებლად.

კონკრეტულ რეგიონზე სისტემატიური დაკვირვებების შედეგად გროვდება მონაცემთა ბაზა, შესაძლებელი ხდება ეპიდემიურ სიტუაციაზე სხვადასხვა ფაქტორების გავლენის შესწავლა, ვლინდება უჩვეულო შემთხვევები, რომლებიც მოითხოვს სერიოზულ კვლევას.

D.Henderson-ის აზრით, რეგიონალური ცენტრების ქსელი უნდა თანამშრომლობდეს ისეთ ორგანიზაციებთან, როგორცაა CDC, NIAID და აკადემიური სამეცნიერო ცენტრები. სტაბილური მუშაობისა და ლეგიტიმურობის უზრუნველსაყოფად, აუცილებელია მათი მჭიდრო კავშირი ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციასთან და იმ ქვეყნის სახელმწიფო სტრუქტურებთან,

სადაც ისინი იმყოფებიან.

დეპარტამენტმა „Communicable Disease Surveillance and Responds“ – „International Center of Genetic Engineering and Biotechnology“ (ICGEB) და მთელ რიგ არასამთავრობო ორგანიზაციებთან ერთად, როგორცაა: „Program for Appropriate Technology in Health“ (PATH), „International Clinical Epidemiology Network“ (INCLIN) და „Training Programs in Epidemiology and Public Health Interventions Network“ (TephiNet), 2000 წელს მოამზადა პროგრამა „Global Monitoring, Research and Training to Control Infectious Diseases“.

საწყის ეტაპზე, პროგრამა ავლენს 10-12 ლაბორატორიას, ან ინსტიტუტს, რომელიც განთავსებულია სტრატეგიულად მნიშვნელოვან, ანუ ისეთ ობიექტზე, სადაც ეპიდემიოლოგიური აფეთქების მაღალი ალბათობა და სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიური ზედამხედველობის არასაკმარისი დონე, მაგრამ ეპიდემიოლოგიური სამუშაოების ჩატარების საკმარისი პოტენციალია. გარდა ამისა, აუცილებელია საჭირო და სახმელეთო ტრანსპორტის მისაწვდომობა, ტელეკომუნიკაციის დამონტაჟების შესაძლებლობა და მომავალში, ცენტრის გაფართოების პერსპექტივა.

შერჩეულ ცენტრებს ექნებათ WHO Collaborating Centers-ის სტატუსი. მათთვის მისაწვდომი იქნება ჯანდაცვის საერთაშორისო ორგანიზაციისა და პარტნიორი ქვეყნების ჯანდაცვის სამინისტროების პროგრამები. თავის მხრივ, თითოეული ცენტრი შეიქმნება რეგიონული საჭიროებების გათვალისწინებით და პირველ ეტაპზე უზრუნველყოფილი იქნება აუცილებელი რესურსით, რომელიც საჭიროა ყველაზე თანამედროვე პოტენციალის დიაგნოსტიკური, კლინიკური და ეპიდემიოლოგიური სამუშაოების საწარმოებლად. შემდეგ ეტაპზე უნდა შეიქმნას ტელეკომუნიკაციები ინფექციურ დაავადებებთან ბრძოლაში მონაწილე სხვა ცენტრებთან, რეგიონულ, ფედერალურ და საერთაშორისო სტრუქტურებთან კავშირისათვის. ყოველი ცენტრი შექმნის რეგიონულ ქსელებს, რომლებიც მოიცავს კლინიკებს, ინსტიტუტებს, სასწავლო დაწესებულებებს და სხვა. იგი აქტიურად იმუშავებს ინფექციურ დაავადებებთან ბრძოლის რეგიონულ პროგრამებში. რეგიონულ ქსელში ჩაერთვება დაწესებულებები, რომლებიც აწარმოებს სპეციალიზებულ ფარმაცევტულ პროდუქციას. ტექნოლოგიების გაცვლის გზით, ამ საწარმოებს შეეძლება სტანდარტული და

დიაგნოსტიკური პრეპარატებით რეგიონის მოთხოვნილებების უზრუნველყოფა.

რეგიონულ ცენტრში უნდა ჩაერთოს კვლევითი ლაბორატორიები, რომლებიც მუშაობს დიაგნოსტიკურ, სამკურნალო პრეპარატებზე და ვაქცინებზე; ლაბორატორიები, რომლებიც იკვლევენ ადამიანისა და გარემომცველი არისათვის ბიოლოგიური ნივთიერებებისა და მიკროორგანიზმების ბიოუსაფრთხოებას.

პროგრამა ითვალისწინებს, რომ 8-10 წლის განმავლობაში შეიქმნება რეგიონული ცენტრების მსოფლიო ქსელი და ინფექციური დაავადებების კონტროლის სრულყოფილი რეგიონული პოტენციალი.

ინფექციურ დაავადებებთან ბრძოლის საერთაშორისო სტრატეგია არ იქნება წარმატებული, თუ ყველა ქვეყანაში არ იქნება დამუშავებული ინფექციურ დაავადებებთან ბრძოლისათვის ნაციონალური გეგმები. ინფექციური დაავადებების აღმკვეთლებთან პირველი შეხება უზღებდა ექიმებს და სწორედ ჯანდაცვის მდგომარეობა განსაზღვრავს ნებისმიერი ინფექციური აფეთქების დროული აღმოჩენისა და მისი შედეგების ლიკვიდაციისათვის ქვეყნის, რეგიონისა და ქალაქის მზადყოფნას. ამიტომ, უპირველეს ყოვლისა, ქვეყანაში აუცილებლად უნდა შეიქმნას პირობები:

- საკმარისი ფინანსირებით, ჯანდაცვის ნაციონალური სისტემის გაძლიერებისათვის;

- სამედიცინო-სანიტარული დახმარების სისტემის განვითარებისა და ფინანსირებისათვის, რომელიც ასევე მოიცავს ინფექციური დაავადებების პროფილაქტიკისა და დიაგნოსტიკის პროგრამებს;

- ინფექციური დაავადებების გავრცელების რისკის ფაქტორების, მათ შორის ეკოლოგიური და დემოგრაფიული ფაქტორების კონტროლის განხორციელებისათვის;

- ინფექციურ დაავადებებთან ეფექტური ბრძოლისათვის ახალი ტექნოლოგიების დამუშავებისა და გავრცელებისათვის;

- ინფექციურ დაავადებებთან დაკავშირებული რისკების და მათთან ბრძოლის ეკოლოგიური მეთოდების შესახებ საზოგადოების ინფორმირებულობისა და მოსახლეობის სანიტარული განათლებისთვის;

- ინფექციური დაავადებების რისკის ფაქტორების კონტრო-

ლისათვის საერთაშორისო კავშირების დამყარებისა და შენარჩუნებისათვის;

წარსულისაგან განსხვავებით, როცა ბრძოლის ერთადერთი საშუალება იყო იზოლაცია და კარანტინი, თანამედროვე მსოფლიო უფრო მზადაა პრევენციული ზომების საშუალებით თავის დასაცველად. დაცვის მთავარი სტრატეგიაა ერთის მხრივ, კავშირის მძლავრი ელექტრონული საშუალებებით, ძლიერი გლობალური ქსელის შექმნა და დაავადებების აფეთქების ოპერატიული გამოვლენისა და დადასტურებისათვის მზადყოფნა, მეორეს მხრივ, ეროვნულ და საერთაშორისო დონეზე სწრაფი და ეფექტური მოქმედება. ორივე სტრატეგიის პრაქტიკაში გასატარებლად, სასიცოცხლოდ აუცილებელია ინფრასტრუქტურის განმტკიცება იმ ქვეყნებში, სადაც შეიძლება აღიძვრას ეპიდემიები. თანამედროვე მსოფლიოში, სადაც მჭიდროდ არის ერთმანეთთან დაკავშირებული ჯანმრთელობის, ეკონომიკისა და ვაჭრობის საკითხები, ინფექციური დაავადებებისაგან დაცვა არ შეიძლება შემოიფარგლოს რომელიმე ერთი ქვეყნის საზღვრებში. ინფექციური დაავადებებით გამოწვეული საფრთხისაგან დაცვა მოითხოვს ერთობლივ, მრავალმხრივ და გლობალურ მოქმედებებს.

11. ბიოლოგიური იარაღი. ბიოტერორიზმი. კოტენციური და რეალური პათოგენები ბიოტერორიზმისათვის

ტერორიზმი XXI საუკუნის ერთ-ერთი ყველაზე საშიში საფრთხეა, რომელიც მთელს კაცობრიობას ემუქრება. ტერორისტები კარგად აცნობიერებენ, რომ ვერ მოახერხებენ ცივილიზებულ სამყაროსთან დაპირისპირებას საომარი შეტაკებებით, ამიტომ პოლიტიკური მიზნების მისაღწევად ირჩევენ ომის წარმოების ასიმეტრიულ მეთოდებს, რომელთა შორის ბიოლოგიური იარაღი შეიძლება გახდეს ტერორისტული

აქციის ჩატარების ერთ-ერთი რეალური საშუალება.

XX საუკუნეში დარეგისტრირებულ იქნა ბიოლოგიური აგენტების უკანონო გამოყენების 100-ზე მეტი შემთხვევა, რომელთაგან 19 წარმოადგენდა ტერორისტულ აქტს. იგივე საუკუნის მეორე ნახევარში ბიოლოგიური აგენტების გამოყენებით ჩადენილ იქნა 66 დანაშაული. თუმცა, წარმატებით ვერ დასრულდა მასობრივი დაავადების გამოწვევის მიზნით მათი გამოყენების ვერც ერთი მცდელობა.

1984 წელს რელიგიურმა სექტანტებმა გამოიყენეს სალმონელას მიკრობები (*Salmonella typhimurium*) ორეგონას შტატის დეილსის მხარის ქალაქების რესტორნებში, რამაც გამოიწვია 751 ადამიანის კვებითი მოწამვლა, თუმცა ამას ლეტალური შედეგი არ მოჰყოლია.

2001 წელს აშშ-ზე განხორციელდა ბიოლოგიური შეტევა ციმბირული წყლულის გამოყენებით, რაც მსხვერპლით დამთავრდა. ძირითად კითხვებზე: „ვინ, როგორ, რატომ?“ დღემდე არ არსებობს ზუსტი პასუხი. ოფიციალურად, მიებისას, ამერიკის მთავრობამ ყურადღება გაამახვილა ამერიკელი ვირუსოლოგის მოღვაწეობაზე, რომელიც ორი წლის მანძილზე მუშაობდა USAMRIID-ში (ამერიკის სამხედრო მედიცინის ინსტიტუტში, რომელიც იკვლევდა ინფექციურ დაავადებებს – შტატი მერილენდი, ფორტ-დეტრიკი). დღემდე უცნობია, იყო თუ არა ეს მოვლენები დაკავშირებული 2001 წლის 11 სექტემბრის ტერორისტულ აქტებთან. ეჭვმიტანილი მუშაობდა ბიოლოგიური დაცვის საკითხებზე, კონტრაქტების ხელმძღვანელად. თავისი სამსახურით იგი დაკავშირებული იყო ერთ-ერთ პროფესიონალთან, რომელსაც მნიშვნელოვანი წვლილი ჰქონდა შეტანილი ბიოლოგიური იარაღის შექმნაში. ცნობილ პროფესიონალთან ეჭვმიტანილი ვირუსოლოგის ურთიერთობებმა და აქტიურმა თანამშრომლობამ მისაწვდომი გახადა საიდუმლო ინფორმაცია, რომელიც ეხებოდა პრეპარატების წარმოების ტექნოლოგიას. მას ასევე ხელი მიუწვდებოდა სახელმწიფო დაწესებულებასთან, რომელიც მუშაობდა ციმბირული წყლულის აღმძვრელ შტამ – AMES-ზე და აწარმოებდა ციმბირული წყლულის სპორების მშრალ ფხვნილს. დაავადების კონტროლისა და პროფილაქტიკის ამერიკული ცენტრის მიერ შეგროვილი ფაქტებით, პრინსტონის (ნიუ-ჯერსი) საფოსტო ყუთიდან გავიდა 18 წერილი, რომლებიც შეიცავდა

ციმბირული წყლულის სპორებს. კიდევ ოთხი შემთხვევა მოხდა მომდევნო რვა კვირაში. დამზადებული და გავრცელებული დაავადების გამომწვევი სპორები სხვადასხვა ხარისხის იყო. ზოგიერთი ნიმუში არ იყო კარგად დამუშავებული, ხოლო ზოგი – მაღალი დისპერსიულობით ხასიათდებოდა და ამიტომ ჰაერ-წვეთოვანი გზით ადვილად ვრცელდებოდა. სწორედ პრეპარატების მაღალმა ხარისხმა აფიქრებინა სპეციალისტებს, რომ ასეთი მიკრობიოლოგიური სისუფთავისა და დისპერსიის ფხვნილი შესაძლებელია დამზადებულიყო მხოლოდ სახელმწიფო ლაბორატორიებსა და დაწესებულებებში. ამიტომ ზოგიერთი მკვლევარის აზრით, ასეთი სახელმწიფო შეიძლება ყოფილიყო ერაყი.

იმ ორგანიზაციებისა და ცალკეული პიროვნებების სპექტრი, რომლებსაც ტერორის ინსტრუმენტად ბიოლოგიური აგენტების გამოყენება შეუძლია, საკმაოდ ფართოა. ისინი განსხვავდება ჯგუფების შემადგენლობით, ფინანსირების წყაროებით, იდეოლოგიით, მოტივაციით და გამოყენებული მეთოდებით. მათში შედის მსხვილი, კარგად ფინანსირებადი ორგანიზაციები, ოპოზიციური მეამბოხე ჯგუფები, რელიგიური და საკულტო სექტები, რომლებიც „ქვეყნის დასასრულის“ იდეოლოგიას ქადაგებენ, სხვადასხვა სახის ნაციონალისტური ჯგუფები, ცალკეული პოლიტიკური დაჯგუფებები და მოძრაობები, ასევე მარტოხელა ტერორისტები. სახელმძღვანელოს – „ახალი ტერორი: სახეზეა ბიოლოგიური და ქიმიური იარაღის გამოყენების საფრთხე“ – მონაცემების მიხედვით, ბიოლოგიური იარაღის გამოყენებისას, დაავადებების 17% გავრცელდა ჰაერის გზით, 11% – წყლიდან, 15% – საკვებიდან და სასმელებიდან, 13% – ინექციების, ან სხვა კონტაქტის საშუალებით, 16% – წამლებიდან. ხოლო შემთხვევათა 28%-ის გავრცელების გზების დადგენა ვერ მოხერხდა. აშშ-ში თვლიან, რომ ბიოლოგიური იარაღის სავარაუდო გამავრცელებელი ქვეყნების სიაშია ეგვიპტე, ისრაელი, ერაყი, ირანი, ჩინეთი, ლიბანი, კორეა და ტაივანი.

ბიოტერორიზმის საშიშროება მთელი რიგი წინაპირობით განისაზღვრება:

1. ტერორისტების მიერ სხვადასხვა ტიპის ბიოლოგიური იარაღის გამოყენება, ეპიდემიის სწრაფად გავრცელებას და შესაბამისად, უმოკლეს დროში დიდი რაოდენობით ადამიანების,

ცხოველებისა და სასოფლო სამეურნეო კულტურების განადგურებას იწვევს. ექსპერტების შეფასებით, 100კგ ციმბირული წყლულის სპორების გაფანტვისას გამოწვეული კატასტროფის შედეგები მრავალჯერ აჭარბებს მეგატონური ბირთვული იარაღის აფეთქებით გამოწვეულ შედეგებს;

2. მსოფლიოში ბიოლოგიური იარაღის დიდი პოტენციური წყარო არსებობს. ზოგადად, მედიცინის და ინფექციური დაავადებების პროფილაქტიკის და მკურნალობის განვითარების მიზნით, სხვადასხვა ვაქცინებისა და ასაცრელი მასალების შესაქმნელად საჭიროა ბაქტერიული შტამების გამოყოფა და შენახვა. თუმცა, ისინი პოტენციურად ყველა იმ დაავადების წყაროა, რომელთა სამკურნალოდაც არიან განკუთვნილნი. დაახლოებით გამოთვლებით, 67 ქვეყანაში თავმოყრილია სხვადასხვა ბაქტერიული შტამის 453 კოლექცია, რომლებიც განაწილებულია სხვადასხვა ორგანიზაციებში. 54 სამედიცინო ცენტრში ინახება ციმბირული წყლულის გამომწვევეები, 18-ში ჭირის აღმძვრელები. სამედიცინო და ბიოლოგიურ ცენტრებში დაცულია სასიკვდილო ბაქტერიების დიდი რაოდენობა. არასაიმედოა მათი შენახვის პირობები, ამიტომ ნებისმიერ შემთხვევაში, ისინი შესაძლებელია ტერორისტების ხელში აღმოჩნდეს;

3. ზოგიერთი სახის ბიოლოგიური იარაღის წარმოება არ არის რთული და არ საჭიროებს რაიმე სპეციალურ აღჭურვილობას. ბუნებაში ისედაც უამრავი, ადამიანისათვის პოტენციურად საშიში მიკროორგანიზმია და ხშირად, ადამიანის სამეურნეო მოღვაწეობის პროდუქტები მათი წარმოებისათვის საჭირო საწყის მასალად გვევლინება;

4. ბიოლოგიური იარაღი ადვილად ტრანსპორტირდება. ამავე დროს, საკმაოდ რთულია მისი აღმოჩენა ნებისმიერი სახის შემოწმების დროს;

5. ტერორისტების მიერ გამოყენებული პოტენციური მიკროორგანიზმების ჩამონათვალში 48 მიკროორგანიზმია (25 ვირუსი, 13 ბაქტერია, 10 ტოქსინი). მათ მიერ გამოწვეული თითოეული ინფექცია საჭიროებს პროფილაქტიკისა და მკურნალობის საკუთარ, ორიგინალურ მეთოდებს, რაც მნიშვნელოვნად ართულებს პოტენციური თავდასხმისათვის მზადყოფნის შესაძლებლობას;

6. შეუძლებელია წინასწარ განისაზღვროს ბიოტერორიზმის

განხორციელების ადგილი, დრო და გამოყენებული ბიოლოგიური აგენტის სახეობა. ამიტომ, ყოველთვის არსებობს ბიოლოგიური იარაღის გამოყენების, ან გამოყენების მცდელობის საფრთხე. ბიოლოგიური შეტევის შედეგად განვითარებული ინფექციური დაავადებები ხასიათდება არასპეციფიკური კლინიკური სიმპტომებით (მაგალითად, ციებცხელება), განსაკუთრებით მათი განვითარების მომენტიდან პირველ საათებში. ამიტომ, აუცილებელია განსაზღვრული დიფერენციალურ-დიაგნოსტიკური ნიშნების ცოდნა, რათა იდენტიფიკაციის სპეციალური მეთოდების გამოყენებამდე, სავარაუდოდ განისაზღვროს დაავადების აღმძვრელთა ჯგუფი. არსებობს ინფექციური დაავადებების სწრაფი მიკრობიოლოგიური დიაგნოსტიკის გარკვეული სირთულეები. ამიტომ როცა გამოხატულია სავარაუდო ინფექციის კლინიკური სურათი, აუცილებელია სასწრაფოდ, ანტიბიოტიკური თერაპიის დაწყება;

7. სხვადასხვა ორგანიზმებზე, მათ შორის დაავადების გამომწვევ ბაქტერიებზე და ვირუსებზე წარმოებული გენურ-ინჟინერული ექსპერიმენტები ქმნის დამატებით მძლავრ, ბიოლოგიურსაფრთხეს. გენური ინჟინერიის სფეროში ჩატარებული ექსპერიმენტები, ე. წ. ვექტორული ტექნოლოგიები, რომლებიც გამოიყენება ერთი ორგანიზმიდან მეორეში გენების გადასატანად. გენეტიკურად შეცვლილი ორგანიზმები ბიოსფეროსათვის აბსოლუტურად ახალი და უცხოა, რომლებსაც მასზე სრულიად მოულოდნელი ზემოქმედების მოხდენა შეუძლია.

მსოფლიოს მშვიდობიანი მოსახლეობისათვის ყველაზე საშიში 40-მდე ბიოლოგიური აგენტი (ვირუსები, ან ვირუსული ჯგუფები, ბაქტერიები, რიკეტსიები, სოკოები და ტოქსინები) იყოფა სამ კატეგორიად, სადაც ისინი განლაგებულია საშიშროების ხარისხის მიხედვით (იხ. მე-6 ცხრილი).

ცხრილი 6

ბიოლოგიური აგენტები	დაავადებები
A კატეგორია	
Variola major	ნატურალური ყვავილი
Bacillus anthracis	ციმბირული წყლული
Yersinia pestis	ჭირი

Clostridium botulinum (ბოტულინის ტოქსინები)	ბოტულიზმი
Francisella tularensis	ტულარემია
ფილოვირუსები და არენავირუსები (ებოლის და ლასას ვირუსები)	ვირუსული ჰემორაგიული ცხელება
B კატეგორია	
Brucella spp.	ბრუცელოზი
Burkholderia mallei	ქოთაო
Burkholderia pseudomallei	მელიოდოზი
Alphaviruses	ენცეფალიტი
Rickettsia prowazekii	პარტახტიანი ტიფი
ტოქსინი (მაგალითად, რიცინი, სტაფილოკოკური ენტეროტოქსინი B)	ტოქსიკური სინდრომები
Chlamydia psittaci	ორნითოზები
კვებითი უსაფრთხოებისათვის საშიში პათოგენები (e.g., Salmonella spp., Escherichia coli O157:H7)	
წყლის უსაფრთხოებისათვის საშიში პათოგენები (e.g., Vibrio cholerae, Cryptosporidium parvum)	
C კატეგორია	
საშიში აგენტები (მაგალითად, Nipah ვირუსი, ჰანტავირუსი)	

აგროტერორიზმის თავისებურებები – აგროტერორიზმი ეწოდება სოფლის მეურნეობის, ან კვების ინდუსტრიის დაწესებულებების წინააღმდეგ ქიმიური, ან ბიოლოგიური იარაღის გამოყენებას. სამხედრო ბაზებთან, ან სამთავრობო შენობებთან შედარებით, მინდვრებზე და ფერმებზე შეტევის განხორციელება გაცილებით ადვილი და დიდი ზარალის გამომწვევია.

აშშ-ს კონგრესის კვლევითი სამსახურის მონაცემებით, თუ ტერორისტები შეძლებენ ეპიზოოტიის გამოწვევას, ეს შეიძლება ამერიკის ეკონომიკას დაუჯდეს 10-დან 30 მილიარდამდე. აქვე გათვალისწინებულია სოფლის მეურნეობის პროდუქციის ექსპორტის გარდაუვალი შემცირება, რამაც ზარალი შეიძლება გაზარდოს 140 მილიარდ დოლარამდე. კოლოსალური ზიანის გამოწვევა შეუძლია არა იმდენად ეპიდემიას, რამდენადაც, სასოფლო-სამეურნეო ცხოველებში მავნე კომპონენტების

დამატებას. მაგალითად, 2001 წელს ბელგიაში პრემიერ-მინისტრი იძულებული გახდა, გადამდგარიყო, რადგან აღმოჩნდა, რომ ქათმების საკვები შეიცავდა კანცეროგენს – დიოქსინს. საკვებს იყენებდა ბელგიის, საფრანგეთისა და ნიდერლანდების 1400 ფერმა. აღნიშნული ინფორმაციის გავრცელების შემდეგ მრავალ ქვეყანაში აიკრძალა არა მარტო ბელგიური ქათმის, არამედ ძროხის და ღორის ხორცის შეტანა. ბელგიის სოფლის მეურნეობის ზარალმა 1 მილიარდ დოლარს მიაღწია. აგროტერორიზმი უპირველეს ყოვლისა საშიშია იმიტომ, რომ მსგავსი ტერორისტული აქტის ორგანიზებას არ სჭირდება განსაკუთრებული ცოდნა და ტექნოლოგიები. როგორც XX საუკუნის ისტორიამ აჩვენა, მიკრობიოლოგიაში საბაზისო ცოდნის მქონე ნებისმიერ ადამიანს შეუძლია დამოუკიდებლად აწარმოოს და გამოიყენოს ბიოლოგიური იარაღი, რომელიც გაანადგურებს სოფლის მეურნეობის ობიექტებს.

12. ბიოტერორიზმისაგან დაცვის ინსტრუმენტები

საბრძოლო ბიოლოგიური აგენტი ეწოდება არა ყველა სახის პათოგენურ მიკროორგანიზმს, არამედ მხოლოდ იმ მიკრობს, ან ვირუსს, რომელიც ფლობს თვისებათა კომპლექტს და შერჩეულია ბაქტერიული ომის მიზნებისათვის, რადგან პასუხობს მთელ რიგ მოთხოვნებს და შეუძლია კონკრეტული სამხედრო ამოცანის შესრულება. არსებობს ათი ძირითადი კრიტერიუმი, რომელიც განსაზღვრავს ბაქტერიოლოგიურ ომში ინფექციური აგენტების გადარჩევასა და გამოყენებას: 1) პათოგენურობა; 2) სამხედრო ეფექტურობა; 3) აღმძვრელის არსებობა; 4) მდგრადობა; 5) გადაცემის გზები; 6) ეზიდემიურობა; 7) სახეობრივი იმუნოზაცია; 8) თერაპია; 9) აღმოჩენა; 10) უკუქმედება.

პათოგენურობა გულისხმობს მოცემული სახეობის მიკროორგანიზმის უნარს, გამოიწვიოს დაავადება. ძირითადად, ეს ეხება მიკრობების რაოდენობას, რომელიც აუცილებელია გარკვეულ პირობებში დაავადების (ან სიკვდილის) გამო-

საწვევად. ბაქტერიოლოგიურ ომში მნიშვნელოვანია, რომ დაავადების გამომწვევი აგენტები ხასიათდებოდეს მაღალი პათოგენურობით, ანუ კონკრეტული ობიექტის დასნებოვნებისათვის აუცილებელი მიკრობების რაოდენობა იყოს უკიდურესად მინიმალური. ეს საჭიროა პირველ რიგში, ბაქტერიოლოგიური იარაღის ეფექტურობისათვის, ანუ მცირე რაოდენობის მიკროორგანიზმების გავრცელება დიდი ტერიტორიების დასენიანებისათვის. ასევე არსებობს უკუდამოკიდებულება პათოგენურობასა და წინააღმდეგობრიობას შორის, რაც გაცილებით მნიშვნელოვანი ფაქტორია. თუ დასნებოვნებისათვის საკმარისია ერთი მიკრობი, მაშინ დაავადების გავრცელების შესაძლებლობა გაცილებით რეალურია, ვიდრე იმ შემთხვევებში, როცა დაავადებას იწვევს მიკროორგანიზმების დიდი რაოდენობა. ზოგჯერ, ერთი მიკრობი ფლობს თვისებას, რომელიც ანეიტრალებს ორგანიზმის წინააღმდეგობის უნარს.

საბრძოლო ეფექტურობა პათოგენურობის ფაქტორზე არა-ნაკლებ მნიშვნელოვანია. თუ რომელიმე აგენტი სავარაუდოდ უნდა გამოიყენონ იარაღის სახით, მაშინ მას უნდა შეეძლოს სამიზნე ობიექტის მწყობრიდან გამოყვანა. ეს უნარი განისაზღვრება მის მიერ გამოწვეული დაავადების ხასიათით. ამას მიეკუთვნება სიკვდილის შემთხვევების რაოდენობა (სიკვდილის რაოდენობა დაავადების ყოველ 100 შემთხვევაზე); დაავადების მწვავე სტადიის ხანგრძლივობა (პერიოდი, რომლის განმავლობაშიც, ადამიანი სრულიად გამოდის მწყობრიდან); გამოჯანმრთელების პერიოდის ხასიათი და ხანგრძლივობა, აგრეთვე ინკუბაციური პერიოდის ხანგრძლივობა. სასიკვდილო შემთხვევების რაოდენობა და მოცემული აგენტის მიერ გამოწვეული დაავადების ხანგრძლივობა განსაზღვრავს აგენტის არა შერჩევას, არამედ გამოყენების ხასიათს – მის კონკრეტულ, ტაქტიკურ გამოყენებას.

დაავადების გამომწვევის არსებობის კრიტერიუმი გულისხმობს, რომ უნდა არსებობდეს მისი საკმარისი რაოდენობით მიღების საშუალება. სერიოზული დაავადებები თანამედროვე მსოფლიოს მეცნიერების ყურადღებას იპყრობს. სხვადასხვა ქვეყნები მშვიდობიან პერიოდში, სამეცნიერო კვლევის მიზნით, ინფექციური აგენტების გაცვლას აწარმოებენ. სირთულეს ქმნის გასაიდუმლოებულობა, რაც დაკავშირებულია საბრძოლო, ან

ბიოტერორისტული შეტევისათვის მზადებით. ინფექციური აგენტების დიდი რაოდენობით მისაღებად საჭიროა შესაბამისი კულტურების მიღება. ბაქტერიების უმრავლესობა კარგად მრავლდება მარტივ საკვებ არეებზე, ზოგიერთი მათგანი საჭიროებს სპეციალურ საკვებს და ვიტამინებს. სოკოები მრავლდება მარტივ არეებზე. რიკეტსიები და ვირუსები მრავლდება მხოლოდ მათთვის შესაფერისი მასპინძლის უჯრედებში. რიკეტსიებისა და ვირუსების უმრავლესობა კარგად მრავლდება ქათმის კვერცხში ინოკულირებისას და იქ შესაბამისი პირობების შექმნისას. არსებობს დაავადების გამომწვევი აგენტები, რომლებიც არ კულტივირდება არც ერთი ამ მეთოდით. ასეთ მიკრობებს ბაქტერიოლოგიურ ომში არ იყენებენ. მათ რიცხვს მიეკუთვნება სპიროქეტები და შებრუნებითი ტიფის აღმძვრელები.

მდგრადობა გულისხმობს გარემოს ზემოქმედებისადმი გამძლეობას, რომლებიც მიკროორგანიზმებზე დამანგრეველად მოქმედებს (გამომშრობა, ულტრაიისფერი გამოსხივების ზემოქმედება, მაღალი ტემპერატურა, ან მადეზინფექცირებელი საშუალებების მაღალი კონცენტრაციები), აგრეთვე, სავსე პირობებში ვირულენტობის შენარჩუნების უნარი. დაავადების გამომწვევი ბაქტერიების ვირულენტობა შეიძლება შესუსტდეს, ან გაქრეს როგორც არახელსაყრელ, ისე ხელსაყრელ პირობებში. შესაძლებელია ყველაზე ნაკლებად მდგრადი ბაქტერიების სტაბილურობის გაზრდა ლაბორატორიული დამუშავების გზით. მდგრადი აღმძვრელები, მაგალითად, ციმბირული წყლულის სპორები, შეიძლება გამოყენებულ იქნას ღია ადგილების დასნებოვნებისათვის, რადგან ასეთ პირობებში ისინი საკმაოდ ხანგრძლივად იარსებებენ. ხოლო შედარებით არამდგრადი, მაგალითად, ტულარემიის ბაცილები, ან ცერებროსპინალური მენინგიტის კოკები შეიძლება გადატანილ იქნას წყაროდან მსხვერპლზე უშუალო გადაცემის მეთოდებით, მაგალითად ჰაერ-წვეთოვანი გზით.

დაავადების გადაცემის კრიტერიუმი და ეპიდემიურობა ეხება ბაქტერიოლოგიურ ომში აგენტების ტაქტიკურ გამოყენებას. აგენტების შერჩევისას მის ეპიდემიურობას შეიძლება არ მიექცეს ყურადღება, მაგრამ აუცილებლად ითვალისწინებენ ინფექციის გადაცემის გზებს. მაგალითად, ამა თუ იმ ინფექციური აგენტის უნარი, გადაცემულ იქნას ჰაერის გზით, მოწმობს

ბაქტერიოლოგიური ომის წარმოებისათვის მის ვარგისიანობაზე. ამავე დროს, მნიშვნელობა არა აქვს, დაავადების გადაცემა ჰაერის გზით, ბუნებრივ პირობებში ხდება, თუ ხელოვნურ პირობებში. მაგალითად, ყვითელი ციებ-ცხელება და პარტახტიანი ტიფი ბუნებრივ პირობებში გადაიტანება მწერების მიერ, თუმცა, მათ შეუძლია გავრცელება ჰაერის გზითაც. მიუხედავად იმისა, რომ ბაქტერიოლოგიური ომის დროს, შედარებით გავრცელებულია ადამიანების მასობრივი დასნებოვნება ჰაერის გზით, უნდა გავითვალისწინოთ დასნებოვნების სხვა გზებიც. აგენტები, რომლებიც გადაეცემა წყლით, ან საკვებით, ბაქტერიოლოგიური იარაღისათვის თითქმის არ გამოიყენება, რადგან ერთის მხრივ, არსებობს წყლისა და საკვები პროდუქტების შემოწმების კარგად განვითარებული სისტემა, მეორეს მხრივ, შესაბამისი აგენტები დაბალი ვირულენტობით გამოირჩევა.

სახეობრივი იმუნიზაციისა და თერაპიის კრიტერიუმი განისაზღვრება იმით, რომ ნებისმიერი აგენტის შედარებითი ეფექტურობა დამოკიდებული იქნება პროფილაქტიკური ღონისძიებებით, ვაქცინაციით, ძლიერმოქმედი წამლებით, ან ანტიბიოტიკებით მოსახლეობის დაცვის მოქმედი საშუალებების არსებობაზე.

ბაქტერიოლოგიური ომის დროს, დაავადების აღმძვრელი აგენტის აღმოჩენის კრიტერიუმი განისაზღვრება ამოცნობის სირთულით, იმ რეგიონში, რომლის წინააღმდეგაც იგი გამოიყენეს. ომის, ან ტერორისტული აქტის დროს, დაავადების გამომწვევი აგენტის აღმოჩენა და ამოცნობა ურთულეს ამოცანად რჩება. ამიტომ, მისი არჩევისას, ცდილობენ გაითვალისწინონ, მისი ამოცნობის სირთულე, ან სიმარტივე. და აქედან გამომდინარე აირჩიონ რთულად აღმოსაჩენი აგენტი, თუმცა ბაქტერიოლოგიური ომისას, ეს ფაქტორი განსაკუთრებულ როლს არ ასრულებს.

უკუქმედების კრიტერიუმი – დაავადების გამომწვევ აგენტს უნარი აქვს დაასენიანოს ის ადამიანები, რომლებმაც იგი იარაღის სახით გამოიყენეს. ეს უნარი დამოკიდებულია ბიოლოგიური აგენტების ორ თვისებაზე: მათ პათოგენურობასა და ეპიდემიურობაზე. რადგან ბაქტერიოლოგიური ომისათვის ირჩევენ შედარებით პათოგენურ აგენტებს, უნდა არსებობდეს მეთოდები, რომლებიც დაავადებისგან დაიცავდა მასზე მომუშავე პირებს. როდესაც საბრძოლო ბიოლოგიური აგენტის

შერჩევა დასრულებულია, იარაღის სტრატეგიული და ტაქტიკური ღირებულებების შესაფასებლად, აუცილებელია მათი პოტენციური უკუქმედების განსაზღვრა.

13. საერთაშორისო თანამშრომლობა ბიოტერორიზმის წინააღმდეგ

აშშ-ში 2001 წლის 11 სექტემბრის ტრაგედიამ და მოგვიანებით, ციმბირული წყლულის სპორების გავრცელებასთან დაკავშირებულმა მოვლენებმა, მნიშვნელოვნად გაზარდა ბიოტერორიზმის საფრთხისადმი მსოფლიოს ქვეყნების ყურადღება.

2002 წლის 12 ივნისს აშშ-ში მიღებულ იქნა კანონი საზოგადოებრივი ჯანდაცვის უსაფრთხოების და ბიოტერორისტულ ქმედებაზე საპასუხო მზადყოფნის შესახებ („Bioterrorism Act“ Pub.L.,107-188), რომელიც შედგება რამდენიმე განყოფილებისაგან:

1. ნაციონალური მზადყოფნა ბიოლოგიური და სხვა სახის ტერორიზმის მოსაგერიებლად, რომელიც ზარალს აყენებს საზოგადოებრივ ჯანმრთელობას;

2. საშიში ბიოლოგიური აგენტების და ტოქსინების წარმოებაზე და გამოყენებაზე კონტროლის გაძლიერება;

3. საკვები პროდუქტისა და სამკურნალო საშუალებების დაცვისა და უსაფრთხოების უზრუნველყოფა;

4. სასმელი წყლის რესურსების უსაფრთხოების უზრუნველყოფა;

5. უსაფრთხოების უზრუნველყოფის დამატებითი განყოფილებები.

კანონის შესრულება დაევალა ადმინისტრაციას წამლებისა და საკვები პროდუქტების კონტროლის დარგში (FDA), დაავადებათა პროფილაქტიკისა და კონტროლის ცენტრებს (CDC), ცხოველებისა და მცენარეების ჯანმრთელობის მდგომარეობის კონტროლის სააგენტოს (APHIS). ბიოტერორიზმის წინააღმდეგ ბრძოლისთვის გამოიყო 4,6 მილიარდი დოლარი, რომელიც განკუთვნილი იყო ვაქცინების მარაგის შესაქმნელად, სურსათის

ინსპექციის სრულყოფისათვის და წყლით მომარაგების სისტემის უსაფრთხოების განსამტკიცებლად.

საერთაშორისო დოკუმენტებს, რომლებიც არეგულირებს კონტროლს ბიოლოგიური იარაღის წარმოებასა და გავრცელებაზე, მიეკუთვნება 1925 წელს მიღებული ჟენევის ოქმი და 1975 წელს ხელმოწერილი საერთაშორისო კონვენცია ბაქტერიოლოგიური (ბიოლოგიური) და ტოქსიკური იარაღის დამუშავების, წარმოებისა და დაგროვების აკრძალვის შესახებ.

კონვენცია კრძალავს მიკრობიოლოგიური, ან სხვა ბიოლოგიური აგენტების, ან ტოქსინების დამუშავებას, წარმოებას, დაგროვებას, ან რაიმე სახით შეძენას და შენახვას – როგორც არ უნდა იყოს მათი წარმოშობა და წარმოების მეთოდი. იკრძალება ისეთი სახეობის და იმ რაოდენობის მიკროორგანიზმების წარმოება, რომლებიც არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას პროფილაქტიკური, დამცველობითი, ან სხვა მშვიდობიანი მიზნებისათვის. იკრძალება მტრული მიზნით, ან შეიარაღებული კონფლიქტისას გამოყენებული ბიოლოგიური აგენტების, ან ტოქსინებისათვის განკუთვნილი იარაღის, აღჭურვილობის, ან გადატანის საშუალებების წარმოება. აგენტების, ტოქსინების, იარაღის, აღჭურვილობისა და გადატანის საშუალებების განადგურება, ან სამშვიდობო მიზნებზე გადართვა უნდა მოხდეს კონვენციის ძალაში შესვლიდან არა უგვიანეს ცხრა თვისა. ბაქტერიოლოგიური და ტოქსიკური იარაღის დამუშავების, წარმოებისა და დაგროვების აკრძალვის შესახებ კონვენციის საკითხები განხილეს 1996 წელს კონფერენციაზე, სადაც დაადგინეს, რომ კონვენციის განმტკიცებისაკენ მიმართული ღონისძიებები განიხილება მონაწილე სახელმწიფოების სპეციალური ჯგუფის მიერ. კონვენცია ხელმოწერილია 144 ქვეყნის მიერ, მაგრამ მათგან 18 ქვეყანამ რატიფიცირება არ მოახდინა.

1996 წლის კონფერენციის გადაწყვეტილებით, კონვენციის მონაწილე სახელმწიფოების შემადგენლობით შეიქმნა სპეციალური ჯგუფი იურიდიულად აუცილებელი ინსტრუმენტის დასამუშავებლად, რომელიც განამტკიცებდა კონვენციას მასში შესწორებების შეტანის გარეშე. ოქმის პროექტი შეიცავს 23 სტატიას, ასევე დამატებებსა და დანართებს.

ამჟამად კონტროლის მექანიზმის შემუშავებაზე, ჟენევაში მუდმივად მუშაობს სპეციალური ჯგუფი, რომელიც პირველ

რიგში, მოიცავს განსაკუთრებულად საშიში ინფექციების შტამების კოლექციების (მათ შორის, მუშა კოლექციების) შენახვაზე კონტროლის დაწესების, მათი მისაწვდომობის შეზღუდვის საკითხებს. ეს ბიოტერორიზმის თავიდან აცილების მნიშვნელოვანი პირობაა.

ბიოტერორიზმის აღმოფხვრის ყველაზე მძლავრი ფაქტორია მეცნიერების განვითარება ვაქცინოპროფილაქტიკის სფეროში. თუ გამოჩნდა ინფექცია, აუცილებლად უნდა იყოს მზა ვაქცინა, რომელიც მოახდენს საშიშროების ლიკვიდაციას.

სხვადასხვა სახელმწიფოების ძალისხმევით, შესაძლებელია პროგრესის მიღწევა ახალი სამკურნალო პრეპარატების, ვაქცინების და ანტიდოტების შექმნაში; უფრო ეფექტური მიდგომების შემუშავება ბიოლოგიური იარაღის გამოყენების შედეგების ლიკვიდაციის აქციებისადმი – კერძოდ, მასობრივი ინფიცირების პირობებში, ჯანმრთელობის დაცვის სისტემების ფუნქციონირების შესაძლებლობების გაფართოება; გარემოს დეზინფექციის ზომების განსაზღვრა და მოსახლეობაში პანიკის თავიდან აცილების მიზნით, ინფორმაციის გავრცელების საშუალებების სრულყოფა.

მსგავსი სამოქმედო პროგრამა არა მარტო მოსახლეობის ბიოტერორიზმისაგან ეფექტურ დაცვას უზრუნველყოფს, არამედ ჯანმრთელობის დაცვის სისტემას აძლიერებს. ინფექციური დაავადებები თავისთავად ქმნის პრობლემებს საერთაშორისო უსაფრთხოებისათვის, რადგან იგი ემუქრება მთავრობის სტაბილურობას, ეკონომიკურ ზრდას და ადამიანურ რესურსებს. ამიტომ პროგრამა, რომელიც განამტკიცებს საერთაშორისო უსაფრთხოებას, სრულყოფს ჯანდაცვის სისტემას და განავითარებს მსოფლიო მასშტაბის პარტნიორულ ურთიერთობებს, აუცილებლად უნდა დაფინანსდეს. ტერორიზმი, მისი ყველა გამოვლინებით და მასობრივი განადგურების იარაღის გამოყენება – გლობალური ხასიათის საფრთხეა და ცალკეულ ქვეყნებს არ შეუძლია მისი გამკლავება. სხვადასხვა სახელმწიფოები უნდა მოქმედებდეს შეთანხმებულად, რათა მოახდინოს გლობალური ტერორისტული ქსელების ლიკვიდაცია, არ მისცეს მათ ორგანიზაციების შექმნის და ტერორისტული აქტების მომზადებისა და განხორციელების საშუალება. ამას დასჭირდება ხანგრძლივი საერთაშორისო თანამშრომლობა მთელი რიგი

მიმართულებით, რომელიც მოიცავს სამართალდამცავი სტრუქტურების ურთიერთთანამშრომლობას, ფინანსურ ზომებს, ფულადი ნაკადების გაკონტროლებას და მათ ბლოკირებას. ტერორისტების მოსამზადებელი ცენტრების განადგურების მიზნით, ზოგჯერ მიზანშეწონილია გარკვეული სამხედრო აქციების განხორციელება.

14. გენურ-ინჟინერული ტექნოლოგიები და მათთან დაკავშირებული ბიოლოგიური რისკი

უახლესი ბიოტექნოლოგიის, პირველ რიგში გენური და უჯრედული ინჟინერიის, განვითარებამ შესაძლებელი გახადა უსაფრთხოების მშვიდობიანი ასპექტების – ჯანდაცვისა და სრულფასოვანი კვების უზრუნველყოფა. ბიოტექნოლოგიამ დიდი წვლილი შეიტანა ჯანდაცვის გაუმჯობესებაში, კვების პროდუქტების წარმოების ზრდაში, ტყეების აღდგენაში, მრეწველობის სრულყოფაში, წყლის გასუფთავებასა და საშიში ნარჩენების გაუვნებლყოფაში და სხვა. ბიოტექნოლოგიური გზით აწარმოებენ გენურ-ინჟინერულ ცილებს (ინტერფერონებს, ინსულინს, ჰეპატიტის საწინააღმდეგო ვაქცინებს და ა. შ.), ფარმაცევტულ მრეწველობაში გამოსაყენებელ ფერმენტებს, კლინიკური კვლევისათვის საჭირო დიაგნოსტიკურ საშუალებებს (ტესტ-სისტემებს ნარკოტიკებისათვის, წამლებს, ჰორმონებს და სხვა), ვიტამინებს, ბიოდაშლად პლასტმასებს, ანტიბიოტიკებს, ბიომეთავსებად მასალებს. განსაკუთრებული როლი ენიჭება სასოფლო-სამეურნეო ბიოტექნოლოგიას – ტრანსგენური მცენარეების შექმნას და კულტივაციას, მცენარეების დაცვის საშუალებების მიკრობიოლოგიურ სინთეზს, შინაური ცხოველების საკვების წარმოებას და სხვა.

მედიცინის სფეროში გენეტიკური ტექნოლოგიების განვითარებამ პრინციპულად შეცვალა მრავალი დაავადების პათოგენეზის კვლევის მიდგომები და შექმნა საფუძველი მოლეკულური მედიცინის განვითარებისათვის. კლინიკურ

მედიცინაში გაჩნდა ისეთი ცნებები, როგორცაა კლინიკამდელი დიაგნოსტიკა, პრეკონცეფციური პროფილაქტიკა, გენოდიანოსტიკა და გენოთერაპია. ადამიანის გენეტიკის განვითარების უახლეს მიზნებსა და ამოცანებში შედის ფუნქციონალური გენომიკის შესწავლა. გენომის ელემენტარულ ერთეულებს შორის ფუნქციური (სისტემური) კავშირის ცოდნის გარეშე შეუძლებელია ონტოგენეზის, უჯრედის, ქსოვილის, ორგანოს ფუნქციონირების (სეკრეტის გამოყოფა, მორფოგენეზი, ინვოლუცია, ავთვისებიანი წარმონაქმნი, დაბერება და ა. შ.) გაგება.

უახლესი ბიოტექნოლოგიის ერთ-ერთი პირველი პროდუქტი, რომელიც განკუთვნილია ლაბორატორიის გარეთ, სამედიცინო-პრაქტიკული გამოყენებისათვის, იყო ცილები. ამჟამად მიმდინარეობს ახალი პრეპარატების ინტენსიური ძიება და გამოცდა, რომლებსაც მომავალში მძიმე დაავადებების სამკურნალოდ გამოიყენებენ.

გენური ინჟინერიის მეთოდები წარმატებით გამოიყენება არა მარტო დაავადებების დიაგნოსტიკის, არამედ მათი წარმატებით მკურნალობის მიზნითაც. მაგალითად, ბიოტექნოლოგიური მეთოდებით მიღებულია ადამიანის ზრდის ჰორმონი.

განვითარდა გენური თერაპია – ადამიანის უჯრედის მემკვიდრული დეფექტების გამოსწორება, მასში ნორმალური გენეტიკური მასალის შეყვანის გზით. გენური თერაპია განსაკუთრებით პერსპექტიულია, თუ გავითვალისწინებთ იმ ფაქტს, რომ თანამედროვე მედიცინისათვის ცნობილია 4 ათასამდე მემკვიდრული დაავადება. გენური თერაპია ეწოდება მემკვიდრული, მულტიფაქტორული და არამემკვიდრული (ინფექციური) დაავადებების მკურნალობას პაციენტის უჯრედებში ახალი გენების შეყვანით – გენური დეფექტების მიზანმიმართული ცვლილების, ან უჯრედებისათვის ახალი ფუნქციების მინიჭების მიზნით. პირველი მონოგენური მემკვიდრული დაავადება, რომლის საწინააღმდეგოდ გამოიყენეს გენური თერაპიის მეთოდები, იყო მემკვიდრული იმუნოდეფიციტი, რომელიც განპირობებულია გენში ადენოზინდეზამინაზას (ადა) მუტაციით. 1990 წლის 14 სექტემბერს, ბეტესდში (აშშ) ოთხი წლის გოგონას წარმატებით გადაუწერეს თავისივე ლიმფოციტები, რომლებიც შეიცავდა წინასწარ, ორგანიზმის გარეთ (ex vivo) ტრანსფორმირებულ ადა გენს (გენი ადა+გენი neo+რეტროვირუსული ვექტორი).

ამჟამად, ამ დაავადების გენური თერაპიის კლინიკური გამოცდა მიმდინარეობს იტალიაში, საფრანგეთში, დიდ ბრიტანეთსა და იაპონიაში.

წარმატებული გენოთერაპიისათვის გადამწყვეტი პირობაა, სამიზნე უჯრედებში უცხო გენის ეფექტური გადატანის, ანუ ტრანსფექციის, ან ტრანსდუქციის (ვირუსული ვექტორების გამოყენებით) განხორციელება; აღნიშნულ უჯრედებში მათი ხანგრძლივი ფუნქციონირების უზრუნველყოფა და გენის სრულფასოვანი მუშაობისათვის (ექსპრესიისათვის) პირობების შექმნა. ტრანსფექცია შეიძლება ჩატარდეს:

- სუფთა („მიშველი“ – naked) დნმ-ს გამოყენებით, რომელიც ლეგირებულია (ჩაშენებულია) შესაბამის პლაზმიდაში;

- კომპლექსირებული დნმ-ს გამოყენებით. იგი წარმოადგენს პლაზმიდურ დნმ-ს, რომელიც დაკავშირებულია მარილებთან, ცილებთან (ტრანსფერინი), ორგანულ პოლიმერებთან (DEAE-დექსტრანი, პოლილიზინი, ლიპოსომები) ან ოქროს ნაწილაკებთან;

- ვირუსული ნაწილაკების შემადგელობაში შემავალი დნმ-ს გამოყენებით, რომელსაც არ გააჩნია რეპლიკაციის უნარი.

გენური თერაპიისას ხშირად იყენებენ თერაპევტული გენის შეტანის მეთოდს; მუშავდება დეფექტური გენების კორექციის, დეფექტური გენის ნორმალურით შეცვლის მეთოდები; ნორმალური გენის ექსპრესიის გაძლიერებისა და ბლოკირებული გენის ექსპრესიის აღდგენის მეთოდები; დაავადების გამომწვევი გენის ექსპრესიის ბლოკადის მეთოდები.

პაციენტის უჯრედებში თერაპევტული გენის შესაყვანად იყენებენ სპეციალურ ვექტორებს. ამასთან, ურთულეს პრობლემას წარმოადგენს ისეთი მიდგომების შემუშავება, რომელიც უზრუნველყოფს გენეტიკური მასალის სპეციფიკურ, ეფექტურ და უსაფრთხო გადატანას პაციენტის შესაბამის უჯრედ-სამიზნეებში. პრობლემა მნიშვნელოვნად რთულდება, როცა გადასატანია დიდი ზომის გენი (ვექტორებს გააჩნიათ შეზღუდული ტევადობა), განსაკუთრებით უჯრედის ბირთვში. გენის სწორად შეტანა უზრუნველყოფს მის ფუნქციონირებას ადამიანის მთელი სიცოცხლის განმავლობაში და შესაბამისი დაავადებისგან პაციენტის სრულ გამოჯანმრთელებას.

ვექტორის სახით შეიძლება შესუსტებული და მოდიფიცირებული ვირუსების (რეტროვირუსები, ადენო-

ასოცირებული ვირუსები, ჰერპესვირუსი და სხვა) გამოყენება. ასევე გამოიყენება გენის გადატანის უნარის მქონე სინთეზირებული ვექტორები. კლინიკური გამოყენებისათვის აუცილებელია ვექტორს ჰქონდეს განსაზღვრული თვისებები, თუმცა უნივერსალური ვექტორი არ არსებობს. ნებისმიერ მათგანს შეიძლება ჰქონდეს უპირატესობა, ან ნაკლი:

1. ზოგი ვექტორი ადვილად აღწევს გაყოფად უჯრედებში, მაგრამ ვერ აინფიცირებს მოსვენების მდგომარეობაში მყოფ უჯრედებს (რეტროვირუსები);

2. ვექტორს შეუძლია ვირუსულ ცილებზე იმუნური პასუხის გამოწვევა, რასაც თან სდევს ორგანიზმიდან შეტანილი გენეტიკური მასალის სწრაფი ელიმინაცია (ადენოვირუსები);

3. ვექტორები აღწევენ არაგაყოფად უჯრედში, მაგრამ პოტენციურსაფრთხეს ქმნიან ადამიანისათვის (ლენტივირუსები, მაგალითად, აივ);

4. არაპათოგენური ვექტორები, რომლებიც აინფიცირებენ არაგაყოფად უჯრედებს და უზრუნველყოფენ შეყვანილი გენების ხანგრძლივ ექსპრესიას, მაგრამ მათ არ შეუძლიათ დნმ-ს დიდ უბნების დაკავშირება (ადენო-ასოცირებული ვირუსები);

5. არაიმუნოგენური ვექტორები, რომლებსაც გენეტიკური მასალა დიდი რაოდენობით გადააქვთ ადამიანის ორგანიზმში, თუმცა ბევრად ნაკლები რაოდენობით – უჯრედის ბირთვში, ამასთან, ისინი შედარებით სწრაფად იშლებიან ორგანიზმში, ანუ გადატანილი გენის ექსპრესირება ხანმოკლეა (ლიპოსომები).

ვექტორის და მისი გადატანის მეთოდის სწორად შერჩევა გენური თერაპიის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ეტაპია.

უჯრედ-სამიზნედ გამოიყენება ლიმფოციტები, ძვლის ტვინის, სოლიდური სიმსივნის, ღვიძლის, ფილტვის, გულის, ჩონჩხის კუნთების უჯრედები და სხვა. მიმდინარეობს გენეტიკური მასალის რეციპიენტის ორგანიზმში გადატანის გზების კლინიკური კვლევები. იყენებენ სხვადასხვა სახის *in vivo* მიდგომებს (კლინიკურ კვლევებში გამოყენებულია გადატანის 18 გზა).

გენეტიკური მასალის პირდაპირი ინექცია – ტრანსგენის უჯრედში *in vivo* გადატანის ყველაზე მარტივი მეთოდია, როდესაც დნმ ქსოვილში შეჰყავთ ინექციის გზით. აღნიშნული მეთოდის გამოყენების სფეროები შემოიფარგლება ისეთი ქსოვილებით, როგორცაა კანი, თიმუსი და განივზოლიანი

კუნთები და ე. წ. სოლიდური სიმსივნეები (სიმსივნე, სადაც ავთვისებიანი უჯრედები განლაგებულნი არიან ფენის სახით და არ გააჩნიათ სტრუქტურული ორგანიზაციის რაიმე ნიშანი. ამ ტიპის სიმსივნეებში შემაერთებელი ქსოვილი პრაქტიკულად არ არსებობს).

ბალისტიკური ტრანსფექცია ემყარება ორგანოებისა და ქსოვილების დაბომბვას მძიმე მეტალების (ოქრო, ვოლფრამი) მიკრონაწილაკებით, რომლებიც დაფარულია პლაზმიდური დნმ-ით. მიკრონაწილაკები გადიან უჯრედულ შრეებში და თან გადააქვთ გენეტიკური კონსტრუქცია უჯრედის ბირთვებში. შეღწევის სიღრმე, როგორც წესი, მცირეა – 1მმ-მდე, ამიტომ მეთოდი გამოიყენება კანისა და ხრტილის უჯრედების ტრანსფექციისათვის. განსაკუთრებულ პირობებში მიკრონაწილაკები ქსოვილში 4-5 მმ-ზე აღწევს და გენი გადააქვს განივზოლიანი კუნთის ბოჭკოებში.

გენეტიკური მასალის შეყვანა სისხლძარღვებში გამოიყენება ღვიძლის, თირკმლებისა და შარდგამომყოფი გზების სამკურნალოდ. გენეტიკური მასალის აეროზოლური შეყვანა სასუნთქ გზებში გამოიყენება ფილტვის დაავადებების მკურნალობისას.

მემკვიდრული დეფექტის გენური კორექციის სტანდარტული სქემა რამდენიმე თანმიმდევრული ეტაპისაგან შედგება. იგი იწყება სრულფასოვნად მომუშავე (ექსპრესირებადი) გენეტიკური კონსტრუქციის შექმნით, რომელიც შეიცავს გენის აზრობრივ (ცილის მაკოდირებელ) და რეგულატორულ ნაწილებს. შემდეგ ეტაპზე ირჩევენ ვექტორს, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს გენის ეფექტური და მიზანმიმართული გადატანა უჯრედ-სამიზნეში. შემდეგ ტარდება ტრანსფექცია (მიღებული კონსტრუქციის გადატანა) უჯრედ-სამიზნეში, ფასდება მისი ეფექტურობა და პირველადი ბიოქიმიური დეფექტის კორექტირების ხარისხი, როგორც უჯრედული კულტურების პირობებში (in vitro), ასევე in vivo – ბიოლოგიურ მოდელებზე – ცხოველებზე. მხოლოდ ამის შემდეგ აწარმოებენ კლინიკურ გამოცდას. გენური თერაპიის თვალსაზრისით, ყველაზე მარტივი დაავადებებია მონოგენური დაავადებები, რომლებიც საჭიროებს ერთ გენთან მუშაობას. მაგალითად, ჰემოფილია, დიუშენის კუნთოვანი დისტროფია, ნამგლისებური ანემია. ამჟამად მიმდინარეობს ადამიანის 30-მდე მონოგენური დაავადების გენური თერაპიის მეთოდების პრეკლინიკური და კლინიკური გამოცდა.

კლინიკური კვლევისას ხშირად ჩნდება გარკვეული პრობლემები: ვექტორები ყოველთვის ვერ აღწევენ საჭირო უჯრედებამდე, გენების გადატანა არაეფექტურია, ან მათი ექსპრესიის ხანგრძლივობა არასაკმარისია თერაპევტული ეფექტის მისაღწევად. ხშირად ვითარდება უჯრედული, ან ჰუმორული იმუნური პასუხი ვირუსულ, ან უცხო ცილებზე, რაც საჭიროებს გენეტიკური მასალის განმეორებითი დოზების შეყვანას და სხვა. აღნიშნული პრობლემებისა და ნაკლის აღმოსაფხვრელად აუცილებელია ფუნდამენტური და უფრო მიზანმიმართული კლინიკური კვლევის ჩატარება.

გაცილებით რთულია შეძენილი დაავადებების კვლევა, რომელთა განვითარება განპირობებულია გენების კომპლექსური ურთიერთქმედებით და გარემო ფაქტორების ზემოქმედებით. მათ მიეკუთვნება დიაბეტი, ოსტეოპოროზი, რევმატიოიდული ართრიტი, კიბო და შიდსი.

კარდიოლოგიაში გენების გადასატანად მუშავდება ადენო-ვირუსული ვექტორების გამოყენების მეთოდები, რომლებიც გამოიწვევენ მიოციტების ჰიპერპლაზიას ინფარქტგადატანილი პაციენტის მიოკარდიუმის უჯრედებში. თუმცა, კლინიკურ პრაქტიკაში ამ მეთოდების დანერგვას ხელს უშლის მიოკარდში გენეტიკური მასალის პირდაპირი შეყვანისას უჯრედების დაზიანება და ადენოვირუსის ანტიგენებზე უჯრედული იმუნური პასუხის ინდუქცია.

გულის იშემიური დაავადების სამკურნალოდ პერსპექტიულია გენური თერაპიის მეთოდი, რომელიც მიმართულია ახალი სისხლძარღვების წარმოქმნის სტიმულაციაზე (ანგიოგენეზი). ემბრიონული განვითარების სტადიაზე, ანგიოგენეზის პროცესში მონაწილეობს ზრდის მრავალი ფაქტორი. თუმცა, მოზრდილ ადამიანში ანგიოგენური ფაქტორები ძირითადად პროდუცირდება ჭრილობების შეხორცებისას, აგრეთვე ზოგიერთი პათოლოგიური პროცესისას (ავთვისებიანი სიმსივნეების ზრდისას, ან დიაბეტური რეტინოპათიისას). ანგიოგენური გენური თერაპიის მეთოდების დამუშავებისას სწავლობენ ზრდის ფაქტორებს, რომელთა გამოყენება შესაძლებელია ანგიოგენეზის აქტივაციისათვის. სოლიდური ავთვისებიანი სიმსივნით დაავადებულთა სამკურნალოდ, პირიქით, მუშავდება ზრდის ემბრიონული ფაქტორის გამომუშავების ინჰიბირების გზით, ანგიოგენეზის დათრგუნვის

მეთოდები.

დამუშავებულია სისტემა, რომელიც ატარებს სისხლის შედედების ერთ-ერთი ფაქტორის პროდუცირების მაკოდირებელ გენს. ჰემოფილით დაავადებულის კუნთში ასეთი ვექტორის შეყვანა იწვევს სისხლდენის თავიდან აცილებას.

აღსანიშნავია, რომ გენური თერაპიის ღონისძიებები მიმართული უნდა იყოს კონკრეტული ავადმყოფისადმი და უნდა ეხებოდეს მხოლოდ მას. მემკვიდრული დაავადებების აღმოფხვრა შესაძლებელი გახდება ჩანასახის სასქესო უჯრედებზე ზემოქმედებით – მათში ჯანმრთელი გენის შეყვანით. გენური თერაპიის მეთოდებით შესაძლებელი გახდება გენეტიკური პათოლოგიების მკურნალობა ნაყოფის საშვილოსნოსშიგა განვითარების პერიოდში. ინტენსიურად გაყოფად უჯრედებში შეყვანილი გენი ხელს შეუშლის დაავადების განვითარებას. თუმცა თანამედროვე ტექნოლოგიები არ იძლევა ადამიანის სასქესო უჯრედების და ადრეული, იმპლანტაციამდელი ჩანასახების დონეზე გენური დეფექტების კორექციის ჩატარების საშუალებას. ამ დროს იქმნება არასასურველი, ხელოვნური გენური კონსტრუქციებით, ან შეტანილი მუტაციებით გენოფონდის დაბინძურების საფრთხე, რამაც კაცობრიობას შეიძლება მოუტანოს გაუთვალისწინებელი შედეგები. ამასთან, სამეცნიერო ლიტერატურაში სულ უფრო ხშირად და დაჟინებით გაისმის მოთხოვნები, ადამიანის სასქესო და ჩანასახოვანი უჯრედების გენოკორექციის მიზანშეწონილების თაობაზე დისკუსიების განახლების შესახებ.

რადგან გენური თერაპიის გამოყენება მრავალი რელიგიური, ეთიკური და სამედიცინო კამათის თემაა, ევროსაბჭომ ჯერ კიდევ 1996 წელს მოაწერა ხელი კონვენციას ადამიანის ღირსებისა და უფლებების დაცვის შესახებ. აღნიშნული კონვენციის ოთხ პუნქტიდან ერთ-ერთი ეხება ადამიანის გენომის ინტერვენციას და ხაზგასმით აღნიშნავს, რომ გენომის ნებისმიერი ცვლილება შეიძლება მოხდეს მხოლოდ სომატურ უჯრედებში. გარდა ამისა, „კონვენცია ადამიანის უფლებებზე და ბიომედიცინაზე“ შეიცავს აკრძალვას სასქესო ნიშნით სელექციაზე.

მრავალი ფარმაცევტული კომპანია სამკურნალო პრეპარატების წარმოებისათვის იყენებს რეკომბინანტული დნმ-ტექნოლოგიებს. ფარმაცევტულ ბაზარზე ასეთ პრეპარატებს მიეკუთვნება მაგალითად, კომპანიების – Eli Lilly, Novo Nor-

disk, Hoechst, Berlin-Chemie, Pharmacia მიერ წარმოებული ადამიანის ინსულინის და სომატოტროპინის (ზრდის ჰორმონი) რეკომბინანტული ანალოგები. კომპანია Janssen-Cilag-ის მიერ წარმოებული ერთროპოეტინი.

გენურ თერაპიასთან ძალიან ახლოსაა ex vivo მიდგომა. იგი ემყარება ავადმყოფის ორგანიზმში ჯანმრთელი ადამიანის, ან ცხოველის უჯრედების შეყვანას, რომელიც შეიცავს ნორმალურად ფუნქციონირებად გენს. თუმცა, აქ საუბარია არა გენურ, არამედ უჯრედულ თერაპიაზე, ანუ ტრანსპლანტოლოგიაზე.

ნერვული სავარცხელის ღეროვანი უჯრედები თვითგანახლებადი, მულტიპოტენტური წინამორბედებია. მათ შეუძლიათ in vitro ერთი, ან რამდენიმე კლასის ნეირონის, გლიის და მიოფიბრობლასტის გენერირება. სავარცხელის მიგრირებადი უჯრედებიდან წარმოიქმნება სახის ძვალ-კუნთოვანი სისტემა, თიმუსი, შიგა ყურის ყველა ელემენტი, გულის გამტარი სისტემა, პერიფერიული ნერვული სისტემა, თირკმელზედა ჯირკვალი.

დიფერენცირების გზაზე მდგარ შვილეულ უჯრედს ეწოდება „+transient amplifying cell“. ისინი ღეროვან უჯრედებთან შედარებით, უფრო ხშირად იყოფა, მაგრამ ფლობს შეზღუდულ პროლიფერაციულ პოტენციალს და განიხილება, როგორც ინიციალური საფეხური ტერმინალური დიფერენცირების გზაზე. ისინი დიფერენცირდება პოსტ-მიტოზურ უჯრედებად და ბოლოს, ტერმინალურად დიფერენცირებულ უჯრედებად, რომლებსაც არა აქვს გაყოფის უნარი.

ცხოველიდან ღეროვანი ემბრიონული უჯრედი პირველად მიიღეს 1981 წელს თავის ემბრიონიდან. ადამიანის ემბრიონიდან ღეროვანი უჯრედის მიღებას კიდევ 17 წელი დასჭირდა. 1999 წელს ჟურნალმა „Science“ აღნიშნული ფაქტს XX საუკუნის ბიოლოგიის უმნიშვნელოვანესი მოვლენა უწოდა.

განაყოფიერების შემდეგ კვერცხუჯრედი იწყებს გაყოფას და იძლევა 2, 4, და შემდეგ 140 უჯრედს, რომლებიც წარმოქმნიან ბლასტოციტს. მის გარეგან გარსს არღვევენ ხელით (მიკრომანიპულატორით), ან ფერმენტებით და იღებენ ღეროვან უჯრედებს. კულტურაში მოთავსებისას, შესაძლებელია მათი გამრავლება და ორგანიზმის სპეციალიზებულ – ნერვულ, კუნთოვან, ღვიძლის, კანის და ა. შ. უჯრედებად გადაქცევა, რომლებსაც შემდეგ გადაუნერგავენ ავადმყოფს მკვდარი, ან დაავადებული უჯრედების ნაცვლად.

ემბრიონულმა ღეროვანმა უჯრედმა შეიძლება მიიღოს ნებისმიერი პროგრამა. მისი უნარი, გადაიქცეს ნებისმიერი ტიპის უჯრედად – განპირობებულია ემბრიოგენეზის ადრეულ სტადიაზე ჩანასახის ზრდაზე პსუბსიმგებელი გენების შესაბამისი რნმ-ების სიჭარბით. რაც იმას ნიშნავს, რომ ღეროვანი უჯრედის მთავარი ფუნქცია, შემდგომ უჯრედულ თაობაში მრნმ-ს გადატანაა.

ემბრიონული ღეროვანი უჯრედის გარდაქმნის გზების შესწავლა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მედიცინისათვის, რადგან შესაძლებელი გახდება უჯრედი-წინამორბედისგან მასიური ქსოვილის და პრინციპში, ადამიანის ნებისმიერი ორგანოს მიღება. ემბრიონული ღეროვანი უჯრედების რომელიმე ორგანოში გადანერგვისას ყოველთვის წარმოიქმნება მხოლოდ ამ ორგანოს უჯრედები, ამიტომ მათ იყენებენ დაზიანებული ორგანოებისა და ქსოვილების აღსადგენად, მრავალი მძიმე დაავადების სამკურნალოდ.

უჯრედულმა თერაპიამ უკვე გაიარა მეცნიერული ექსპერიმენტის სტადია და მრავალ ქვეყანაში პრაქტიკულად გამოიყენება. განსაკუთრებით პერსპექტიულია უჯრედული თერაპია ისეთი მძიმე დაავადებების სამკურნალოდ, როგორცაა ათეროსკლეროზი, პარკინსონის დაავადება, გაფანტული სკლეროზი, სახსრების დაავადება. დაავადებათა ჩამონათვალი დიდია და მოიცავს ისეთ შემთხვევებს, რომლებიც პრაქტიკულად არ ექვემდებარება მედიკამენტურ მკურნალობას.

ჰემოპოეზური ემბრიონული უჯრედების ტრანსპლანტაცია – მკურნალობის უძლიერესი მეთოდია, რომელიც გამოიყენება ონკოლოგიაში, ქირურგიაში, ჰემატოლოგიაში, კლინიკურ იმუნოლოგიაში, ენდოკრინოლოგიაში, კარდიოლოგიაში, თერაპიაში, ფსიქიატრიაში, მეანობაში, ნევროლოგიასა და ნეიროქირურგიაში. მისი დახმარებით შეიძლება ასობით დაავადების მკურნალობა.

მარტო ჰემატოლოგიაში ღეროვანი უჯრედების გამოყენებით შეიძლება განიკურნოს ანემიები, ლეიკემიები, ლეიკოზები და სხვა ჰემატოლოგიური დაავადებები. ადამიანის 5 დღის ჩანასახიდან გამოყოფილი ღეროვანი უჯრედებიდან მიიღეს წითელი და თეთრი სისხლის უჯრედები და თრომბოციტები. ამგვარად მიღებული სისხლი იდეალურია გადასასხმელად, რადგან იგი ვირუსებისგან და ბაქტერიებისგან „სუფთაა“.

გარდა ამისა, ამ ტექნოლოგიის საფუძველზე შეიძლება შეიქმნას სისხლი, რომელიც თავისი მახასიათებლებით მიესადაგება პაციენტის სისხლს.

ემბრიონული უჯრედების კვლევის სფეროში მეცნიერების განადიოზული წარმატებების მიუხედავად, აშშ-ში და გერმანიაში ისინი შეჩერებულია, თუმცა ამ მიმართულებით მუშაობას აგრძელებს ინგლისი, იაპონია, ავსტრალია და სხვა განვითარებული ქვეყნები. სამეცნიერო კვლევების აკრძალვის ძირითადი მიზეზი – ეთიკურია, რადგან ემბრიონული უჯრედების ძირითადი წყაროა ხელოვნური განაყოფიერების ნარჩენი მასალა და სამედიცინო აბორტის ნარჩენი ფეტალური ქსოვილი. ეკლესია, რელიგიური და სხვა საზოგადოებრივი ორგანიზაციები უდიდეს ზეწოლას ახდენს პრეზიდენტებსა და ხელისუფლებებზე და მოუწოდებს, აიკრძალოს აბორტი, ემბრიონული ღეროვანი უჯრედების კვლევა და სამკურნალოდ გამოყენება.

ამის მიუხედავად, შვეიცარიის ხელისუფლებამ მეცნიერებს ღეროვანი უჯრედების კვლევის ნებართვა იმ პირობით მისცა, რომ ისინი იწარმოებს მკაცრი სახელისუფლებო კონტროლის ქვეშ და არ ექნება კომერციული მიზანი. სამედიცინო კვლევები ჩატარდება უკვე დაშლილი ემბრიონების ღეროვანი უჯრედების ხაზებზე (ძირითადად, აბორტის მასალებზე).

უკანასკნელ წლებში მედიცინაში გაჩნდა ახალი მიმართულება – ძვლის ტვინში არსებული, ე. წ. სტრომალური ღეროვანი უჯრედების შესწავლა. ისინი განაპირობებს ორგანოების და ქსოვილების დაზიანებული უბნების აღდგენას, კურნავს ნებისმიერ ჭრილობას, დაზიანების ადგილზე გარდაიქმნება ორგანიზმისათვის აუცილებელ, ნებისმიერ – ძვლოვან, გლუვკუნთოვან, ღვიძლის, გულის კუნთის და ნერვულ უჯრედებად.

ახალშობილი ადამიანის ძვლის ტვინში 10 ათას ღეროვან, სისხლმზად უჯრედზე მოდის ერთი სტრომალური უჯრედი. მოზარდებში სტრომალური უჯრედი 10-ჯერ მეტია. 50 წლის ასაკში ნახევარ მილიონ ღეროვან უჯრედზე მოდის ერთი სტრომალური უჯრედი, ხოლო 70 წლის ასაკში მილიონ ღეროვან უჯრედზე – ერთი სტრომალური უჯრედი. დონორული სტრომალური უჯრედების მიღება მოსახერხებელია ახალშობილის ჭიპლარიდან და პლაცენტიდან, სადაც ისინი

ასევე საკმარისი რაოდენობითაა. ვარაუდობენ, რომ ახლო მომავალში სტრომალური უჯრედების სამრეწველო წყარო გახდება ჭიპლარი, პლაცენტა და ცხიმოვანი ქსოვილი, რადგან სტრომალური უჯრედების მიღება შესაძლებელია ცხიმოვანი ქსოვილის უჯრედების – ადიპოციტებისგან.

მოზრდილ ორგანიზმში, ღეროვანი უჯრედების დიდი ნაწილი ძვლის ტვინში იმყოფება. როგორც ცნობილია, ძვლის ტვინში მიმდინარეობს სისხლის წარმოქმნა. იგი შედგება ორი სახის ღეროვანი უჯრედებისაგან: ა) ჰემოპოეზური ღეროვანი უჯრედები, რომელთაგან მიიღება სისხლის უჯრედების ყველა ცნობილი ნაირსახეობა და ბ) სტრომალური ღეროვანი უჯრედები. ძვლის ტვინის გარდა, მცირე რაოდენობით ღეროვანი უჯრედები (ე. წ. ღეროვანი ქსოვილოვანი უჯრედები) გვხვდება უშუალოდ ქსოვილებში: კუნთოვან ქსოვილში – მიობლასტები, ძვლოვან ქსოვილში – ოსტეობლასტები და სხვა.

სისხლმზად სისტემაში მრავალი ღეროვანი უჯრედი. მათ მარტივი სტრუქტურა აქვს, მუდმივად განახლებას განიცდის და სისხლის უჯრედებში მათი გარდაქმნის გზები კარგად არის შესწავლილი. სტრომალური უჯრედები კი მცირე რაოდენობითაა. ისინი რთული, მაღალი სიცოცხლის ხანგრძლივობის რთული სისტემებია, რომელთა განახლება იშვიათად ხდება. სტრომალური უჯრედების გარდაქმნის გზების შესწავლა ახლახან დაიწყო. როგორც გამოკვლევებმა აჩვენა, ისინი, ისევე როგორც სისხლის უჯრედების წინამორბედები, მუდმივად ცირკულირებს ძუძუმწოვრების სისხლის მიმოქცევის სისტემაში.

ადამიანის ძვლის ტვინიდან აღებულ ღეროვან უჯრედებზე *in vitro* ცდებით დადასტურდა, რომ მათ გააჩნია სისხლმარღვის უჯრედებად გარდაქმნის უნარი. უფრო მეტიც, აღნიშნული უჯრედების ინექციისას ინფარქტგადატანილი თავგების ორგანიზმში, დაფიქსირდა გულის ქსოვილის დაზიანებული ადგილისაკენ მათი მიგრაცია. სხვა ექსპერიმენტით დადასტურეს, რომ ძვლის ტვინის ღეროვან უჯრედებს შეუძლია გულის კუნთის უჯრედებად გარდაქმნა. მეცნიერები იმედოვნებენ, რომ მალე ძვლის ტვინიდან მიღებულ ღეროვან უჯრედებს გამოიყენებენ ინფარქტის შემდეგ დაზიანებების აღმოსაფხვრელად.

სტრომალური უჯრედების თერაპევტულ გამოყენებაში

ლიდერობს ორთოპედია. ექიმების ხელში უნიკალური ნივთიერებებია: განსაკუთრებული ცილები, ე. წ. bone morphogenic proteins (BMP), რომლებიც იწვევს სტრომალური უჯრედების ძვლოვან უჯრედებად – ოსტეობლასტებად გარდაქმნას.

ემბრიონულიდან განსხვავებით, სტრომალური ღეროვანი უჯრედები – ბუნების მიერ გამოცდილი, ორგანიზმის საკუთარი აღმდგენელი რეზერვია. იმუნური კონფლიქტის რისკი არ არსებობს და მათი ავთვისებიანი გარდაქმნის შესაძლებლობა მინიმალურია. სტრომალური უჯრედების გამოყენება მისაღებია მორალურ-ეთიკური თვალსაზრისითაც. ამიტომ ისინი XXI საუკუნის აღდგენითი მედიცინის საფუძველი უნდა გახდეს. მეცნიერები ამტკიცებენ, რომ მათ უკვე იპოვეს კლონირების შემცველი და არ არის აუცილებელი „მწვანე შუქი“ მიეცეს გაუგებარ და საშიშ კლონირებას.

გენოპროფილაქტიკა. გენური ინჟინერიის მეთოდების გამოჩენასთან ერთად, შესაძლებელი გახდა ცოცხალი რეკომბინანტული ვაქცინების მიღება. 1980 წელს ჩატარდა პირველი გენურ-ინჟინერული ექსპერიმენტები ადამიანის ჰერპესის ვირუსზე, 1981 წელს – ადამიანის ადენოვირუსზე, ხოლო 1982 წელს ყვავილის ვაქცინის ვირუსზე. გაჩნდა ჰიბრიდული ვირუსების კონსტრუირების იდეა, რომელიც ადამიანის, ან ცხოველის დაინფიცირებისას მოახდენს არა მარტო საკუთარი ცილების, არამედ სხვა პათოგენური ვირუსების პროტექტური ცილების სინთეზს, რომელთათვისაც არ არსებობს ეფექტური ვაქცინა. ასეთ ჰიბრიდულ ვირუსებს უწოდეს ცოცხალი პოლივალენტური ვაქცინები. ცოცხალი ვაქცინები დასაინფიცირებელ ორგანიზმში აინდუცირებენ არა მარტო ანტისხეულოვან (ჰუმორულ) იმუნურ პასუხს, არამედ T-უჯრედულ იმუნურ პასუხსაც, რასაც ვირუსული ინფექციისგან დაცვისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს. ციტოტოქსიკური T-ლიმფოციტები პროდუცირდება მხოლოდ ენდოგენურად, ორგანიზმის უჯრედებში სინთეზირებულ ანტიგენზე საპასუხოდ და არ პროდუცირდება იგივე ანტიგენის ეგზოგენურად შეყვანისას.

ამიტომ ცოცხალი პოლივალენტური ვირუსსაწინააღმდეგო ვაქცინების დამუშავებით იქმნება სხვადასხვა ინფექციური დაავადების იმუნოპროფილაქტიკის შესაძლებლობა. ვირუსებს, რომელთა გენომში ჩართულია უცხო გენები, ვექტორულ

ვირუსებს, ან ვექტორებს უწოდებენ. ცოცხალი პოლივალენტური ვაქცინების შექმნისას ვექტორების სახით მიზანშეწონილია ისეთი ვირუსების გამოყენება, რომლებიც უკვე გამოიყენება ცოცხალი ვაქცინების სახით. ცოცხალი რეკომბინანტული ვაქცინები მიიღეს ყვითელი ცხელების, ღორის აფრიკული ჭირის, პოლიომიელიტის ვირუსების ვაქცინური შტამების საფუძველზე.

ახალი თაობის ვაქცინების მიღების გზაა დნმ-ვაქცინების ტექნოლოგია. ორგანიზმში შეჰყავთ დნმ-ს არაგამრავლებადი მოლეკულები (პლაზმიდური ვექტორები), რომლებიც შეიცავს ვირუსების ძირითადი ანტიგენების გენებს და ინექციის შემდეგ ადამიანის ორგანიზმის უჯრედებში ახდენს მათ ექსპრესიას, ეფექტური და ხანგრძლივი იმუნური პასუხის გამომუშავების მიზნით.

აღნიშნულ ტექნოლოგიას 1992 წელს საფუძველი დაუდო ტანგისა და თანაავტორების შრომებმა. მათ დაადასტურეს, რომ ჰიბრიდული პლაზმიდა, ორგანიზმში სხვადასხვა გზით (კანი, ვენა, კუნთი) შეყვანის შედეგად აღწევს უჯრედებში და ხანგრძლივად რჩება მათში. ჰიბრიდული პლაზმიდით კოდირებული სამიზნე ცილა პროდუცირდება უჯრედებში, ახდენს რა პათოგენის შესაბამისი ცილის ბიოსინთეზის პროცესის იმიტირებას.

დნმ-ვაქცინები ეფექტურობას ავლენენ სიმსივნეების მკურნალობის, ან პროფილაქტიკისას, ალერგიული და აუტო-იმუნური დაავადებებისას. ორგანიზმში დნმ-ვაქცინები აინდუცირებენ სრული სპექტრის იმუნურ პასუხს, რომელიც მოიცავს ციტოლიზურ T-უჯრედებს, T-ხელპერულ უჯრედებსა და ანტისხეულებს. დნმ-ვაქცინებისადმი იმუნური პასუხი შეიძლება გაძლიერდეს გენურ-ინჟინერული ანტიგენით, რაც უზრუნველყოფს მის წარდგენას (პრეზენტაციას) B- და T-უჯრედებთან. უფრო მეტიც, იმუნური პასუხის მოდულირება შესაძლებელია გენეტიკური ადიუვანტებით – ვექტორების ფორმით, რომლებიც ახდენენ ბიოლოგიურად აქტიური დეტერმინანტების ექსპრესირებას, ან უფრო ტრადიციულია ადიუვანტები, რომლებიც აძლიერებენ უჯრედებში დნმ-ს გამოყენებას. დნმ-ვაქცინებს უწოდებენ მესამე თაობის ვაქცინებს. ვაქცინის გადატანა უჯრედების ბირთვებში სხვადასხვა გზებით ხორციელდება: კანში, ან კუნთში უნემსო ინჟექტორით

მიკრობული დნმ-ს „გასროლით“; ვაქცინის შემცველი ლიპოსომების საშუალებით, რომლებსაც აქტიურად შთანთქავს უჯრედები.

ამ მომენტისათვის შექმნილია დაახლოებით 60-მდე ასეთი ვაქცინა (მათ შორის ააშიდის, გრიპის, ცოფის, ლიმფოციტარული ქორიომენინგიტის, B და C ჰეპატიტის, ჰერპესის, პაპილომის, აგრეთვე მალარიის, ლეიშმანიოზის, ტუბერკულოზის აღმძვრელების საწინააღმდეგო ვაქცინები), მათგან 40 გადის შემოწმებას ცხოველებზე.

რნმ-რეპლიკონების საფუძველზე შექმნილი ვაქცინები ასევე ეფექტურად ახდენს ადამიანის უჯრედებში უცხო ანტიგენების ექსპრესიას. ისინი უჯრედებში არ მრავლდებიან და არ ერთვებიან უცხო გენომში, რაც მათ პოტენციურად უფრო უსაფრთხოს ხდის. პირველად ასეთი შესაძლებლობის დემონსტრირება განახორციელეს სემლიკის ტყის ვირუსის (ალფავირუსი) მაგალითზე. ამ ვირუსის რეპლიკონს *in vivo* ჰეტეროლოგიური ცილების ექსპრესირების უნარი აქვს. გრიპის ვირუსის ანტიგენების (ჰემაგლუტინინი და ნუკლეოპროტეინი) მაკოდირებელი ვექტორებით თავგების იმუნიზაციას მიიღეს იმუნური პასუხი, რომელიც იცავდა მათ გრიპის ვირუსით ინფიცირებისგან. ბოლოწლებში ასევე გაჩნდა მაღალპათოგენური მარბურგის ვირუსის საწინააღმდეგო, უსაფრთხო ვაქცინის შექმნის უნიკალური შესაძლებლობა.

თანამედროვე ვაქცინოლოგიაში რევოლუციური მიმართულებაა ვაქცინების შემუშავება ტრანსგენური მცენარეების საფუძველზე, რომელთა გენომში ჩანერგილია პათოგენური მიკროორგანიზმის გენომის შესაბამისი ფრაგმენტი.

მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტული მონაცემები მოწმობს ამგვარი ვაქცინების შექმნისა და პრაქტიკული გამოყენების ფართო პერსპექტივაზე. იმუნიზაციის ორალური გზა ყველაზე უსაფრთხო და ხელმისაწვდომია. მცენარეული ვაქცინების კვებითი წყაროს ასორტიმენტი შეუზღუდავია. არანაკლებ მნიშვნელოვანია მათი ეკონომიურობაც.

პირველად ასეთი ვაქცინა მიიღეს 1992 წელს: თამბაქოს ტრანსგენურმა მცენარემ დაიწყო „ავსტრალიური“ ანტიგენის პროდუცირება. მცენარიდან მიღებული და ნაწილობრივ გასუფთავებული ანტიგენის თავგებში შეყვანით გამოიწვიეს ძლიერი იმუნური პასუხი.

1998 წელს ქოლერული ანატოქსინის B-სუბერთეულის მაპროდუცირებელი კარტოფილით გამოკვებულ თაგვებში მიიღეს ძლიერი დამცველობითი რეაქცია, მათი ქოლერიტ დაინფიცირებისას. ანალოგიური წითელას საწინააღმდეგო ვაქცინა მიიღეს თამბაქოსგან.

1998 წლიდან მუშაობენ კარტოფილის ვაქცინის გამოცდაზე, რომელიც აპროდუცირებს ენტეროპათოგენური ნაწლავის ჩხირის ანტიგენებს. ამჟამად მიმდინარეობს მუშაობა დიარეის და B ჰეპატიტის აღმძვრელი ვირუსის საწინააღმდეგო ანალოგიურ ვაქცინაზე. ასევე, მიმდინარეობს პომიდორზე გამოზრდილი ცოფის საწინააღმდეგო ვაქცინის გამოცდა ცხოველებზე.

თანამედროვე ვაქცინოლოგიის ერთ-ერთი აქტუალური პრობლემაა კომპლექსური ვაქცინების დამუშავება, რომელთა საშუალებით, შესაძლებელი გახდება რამდენიმე ინფექციის საწინააღმდეგო იმუნიზაცია. იდეალური ვაქცინისადმი მოთხოვნაა – პრეპარატის ერთი ინექციით ყველა ინფექციის საწინააღმდეგო ვაქცინაცია.

მრავალკომპონენტური ვაქცინების შექმნას ართულებს შემდეგი ფაქტორები:

- ზოგიერთი ანტიგენის, სტაბილიზატორის, კონსერვანტის, ადიუვანტებისა და სხვათა ფიზიკურ-ქიმიური შეუთავსებლობა;

- ანტიგენებიდან მიღებული მრავალკომპონენტური კომბინაციის არასაკმარისი სტაბილურობა;

- კომპლექსური ვაქცინის ცალკეული კომპონენტებისადმი და რევაქცინაციის ვადებისადმი შეძენილი იმუნიტეტის განსხვავებული ხანგრძლივობა.

ადამიანზე ჩატარებული გამოკვლევებით ნაჩვენებია აქტიური კომბინირებული ვაქცინების შექმნის შესაძლებლობა, რომლებიც შედგება ინაქტივირებული და ცოცხალი კომპონენტებისაგან. ისინი შეიძლება დაჯგუფდეს ანტიგენებისა და ვაქცინური შტამების შეთავსებადობის შესაბამისად. სავარაუდოდ, ახლო მომავალში პრაქტიკულ ვაქცინოლოგიაში გამოიყენებენ ორ ძირითად მრავალკომპონენტურ ვაქცინას: ერთს – ცოცხალს, მეორეს – ქიმიურს (ინაქტივირებულს). ასეთი ვაქცინების მისაღებად გამოიყენებენ ბიოდეგრადირებად მიკროსფეროებს, რომლებიც ერთის მხრივ, დაიცავს ანტიგენს გარემოს მავნე ზემოქმედებისაგან, ხოლო მეორეს მხრივ, დაიშლება და

გამოათავისუფლებს ანტიგენს დანიშნულების ადგილზე.

მიკროკაფსულები შედგება არატოქსიკური პოლიმერების – ლაქტიდის, ან გლიკოლიდისაგან და მათი თანაპოლიმერებისაგან. მიკროსფეროები შეიძლება იყოს სხვადასხვა სიდიდის. ჩვეულებრივ, მათი მაქსიმალური დიამეტრი არ აღემატება 10 მიკრონს. ვაქცინის შეყვანა შეიძლება ნებისმიერი გზით (პარენტერალურად, ორალურად, ინტრანაზალურად და სხვა).

ექსპერიმენტულ პირობებში გამოცდილია რამდენიმე ათეული ასეთი ვაქცინა. მიკროსფეროების საშუალებით შესაძლებელია ვაქცინაციის ჩატარება ერთდროულად, რამდენიმე ინფექციის საწინააღმდეგოდ: თითოეული კაფსულა შეიძლება შეიცავდეს რამდენიმე ანტიგენს, ხოლო იმუნიზაციისათვის შეიძლება სხვადასხვა მიკროკაფსულების ნარევის აღება. ამგვარად, მიკროკაფსულირება მნიშვნელოვნად ამცირებს ვაქცინაციისას ინექციის რაოდენობას.

ვაქცინების სტაბილურობის, მათი ტრანსპორტირებისა და შენახვის გამარტივების მიზნით, შეიქმნა ახალი ე. წ. „ყინულ-კარამელის“ ტექნოლოგიები. საუბარია შაქარ ტრეგალოზას უნარზე – ცოცხლად შეინახოს უჯრედები უკიდურესი ხარისხის გაუწყლოების პირობებში. ტრეგალოზა, ისევე როგორც სხვა შაქრები, გვხვდება მრავალი ორგანიზმის ქსოვილებში – სოკოებიდან დაწყებული, ძუძუმწოვრებით დამთავრებული. იგი განსაკუთრებით ბევრია უდაბნოს მცენარეებში. ტრეგალოზას უნარი აქვს, მისი ნაჯერი ხსნარის გაცივებისას გადავიდეს „ყინულ-კარამელის“ მდგომარეობაში, რომელიც უზრუნველყოფს ცილოვანი მოლეკულების იმობილიზაციას, დაცვასა და შენახვას. წყალთან კონტაქტისას „ყინულ-კარამელი“ სწრაფად ღლვება და გამოათავისუფლებს ცილებს.

ვაქცინების შესანახად მსგავსი ტექნოლოგიის გამოყენება, პირველ რიგში, შეამცირებს მათი ტრანსპორტირებისა და შენახვის ხარჯებს და აამაღლებს თერმოსტაბილურობას. ასევე მათი საშუალებით შეიძლება შეიქმნას ახალი ფორმები, მაგალითად, ვაქცინური ნემსები, რომლებიც კანში შეყვანისთანავე გაღლვება და გარკვეული სიჩქარით გამოათავისუფლებს ვაქცინას. შესაძლებელია ვაქცინის მომზადება სწრაფადხსნადი ფხვნილის სახით, ინჰალაციისათვის, ან კანში ინექციისათვის.

კანქვეშა იმუნიზაცია – კიდევ ერთი სიახლეა ვაქცინების წარმოებაში. აღმოჩნდა, რომ ქოლერული ტოქსინის B-სუბერ-

თეულთ გაჟღენთილი კანის სალბუნები, არ იწვევს ტოქსიკურ ეფექტს. ამავე დროს, ისინი ააქტიურებს ანტიგენის მაპრეზენტირებელ უჯრედებს და აღიმკრება, როგორც ანტისხეულური, ისე უჯრედული ძლიერი იმუნური პასუხი. ამჟამად მიმდინარეობს იმუნიზაციის ამგვარი ფორმის გამოცდა ტეტანუსის, ცოფის, დიფტერიის და გრიპის ვირუსების საწინააღმდეგოდ.

გენოღიაგნოსტიკა. მოლეკულური მედიცინა პრაქტიკულად გამოიყენება მემკვიდრული დაავადების მოლეკულური დიაგნოსტიკისათვის – ორგანიზმის განვითარების ნებისმიერ სტადიაზე, მათ შორის დაბადებამდე (პრენატალური დიაგნოსტიკა). ასევე შესაძლებელია ზოგიერთი გავრცელებული დაავადებებისადმი წინასწარგანწყობილი გენების განსაზღვრა და გენომური „დაქტილოსკოპია“ – გენომის სტრუქტურის თავისებურების ანალიზის საფუძველზე, პიროვნების ზუსტი იდენტიფიკაცია.

ადამიანის გენომი მოიცავს 35-50 ათას სხვადასხვა გენს. ზოგიერთ მათგანში ცვლილებები იწვევს რამდენიმე ათას მემკვიდრულ დაავადებას. უკვე ცნობილია პრაქტიკულად ყველა მემკვიდრული დაავადების გამომწვევი გენები. მათი აღმოჩენის მეთოდები მარტივი და უნივერსალურია, ამიტომ ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში.

ფეხმძიმობის ადრეულ ვადებში (მეათე კვირიდან) მემკვიდრული დაავადებების გამომწვევი გენების გამოვლენა ავადმყოფი ბავშვის დაბადების თავიდან აცილების საშუალებას იძლევა. პრენატალური დიაგნოსტიკით შესაძლებელია ისეთი დაავადებების გამოვლენა, როგორცაა, ჰემოფილია, მუკოვისციდოზი, დიუშენის მიოდისტროფია, ფენილკეტონურია, მყიფე X-ქრომოსომის სინდრომი და სხვა.

მოლეკულური დიაგნოსტიკის მეთოდებით ვლინდება არა მარტო მემკვიდრული დაავადებების მაკოდირებელი, არამედ ამა თუ იმ დაავადების მიმართ წინასწარგანწყობის გენებიც. გენომში ასეთი გენების არსებობით გამოწვეულ პათოლოგიებს შორის განასხვავებენ დაავადებას „გვიანი საწყისით“ და მულტიფაქტორულ დაავადებებს. დაავადებები „გვიანი საწყისით“ (მაგალითად, სარძევე ჯირკვლის კიბო, ალცჰეიმერის დაავადება, მსხვილი ნაწლავის პოლიპოზური კიბო, რიგი ნეიროდეგენერაციული დაავადებები) გენეტიკურად

შეიძლება აღმოჩნდეს ბავშვის დაბადების შემდეგ, თუმცა ხილული სიმპტომები ვითარდება უფრო გვიან ასაკში. მულტიფაქტორული დაავადებები (მაგალითად, დიაბეტი, ჰიპერტონია, ათეროსკლეროზი, ზოგიერთი ონკოლოგიური დაავადება) ასევე განისაზღვრება დაბადებისთანავე, მაგრამ ისინი ვლინდება მხოლოდ არახელსაყრელ გარემო პირობებში.

15. ეკოლოგიური ბიოსაფრთხოების საკითხები. გენმოდიფიცირებული ცხოველები და მცენარეები და ბიომრავალფეროვნების პრობლემები

გენური ინჟინერია მემცენარეობაში – ექსპერიმენტული საშუალებების სიტემაა, რომლებიც დნმ-ს რეკომბინანტული (ჰიბრიდული) მოლეკულები სახით ხელოვნური გენეტიკური სტრუქტურების კონსტრუირებას ახდენს. გენური ინჟინერიის არსი მდგომარეობს მცენარეში უცხო გენების გადატანაში, რომლებიც მას სასარგებლო თვისებებს გადასცემს. ასეთი მანიპულაციები ხორციელდება შესაბამისი ფერმენტების – რესტრიქციული ენდონუკლეაზების და ლიგაზების საშუალებით.

მცენარეებს, ცხოველებისაგან განსხვავებით, მნიშვნელოვანი უპირატესობა გააჩნიათ, რადგან შესაძლებელია არადიფერენცირებული სომატური ქსოვილებიდან მათი *in vitro* რეგენერაცია და ნორმალური, ფერტილური მცენარის მიღება. ეს თვისება (ტოტიპოტენტურობა) მოლეკულურ ბიოლოგებს მცენარეში შეყვანილი გენების ფუნქციონირების შესწავლისა და მცენარეთა სელექციისათვის მათი გამოყენების დიდ შესაძლებლობებს აძლევს. მცენარეთა კონსტრუირებისათვის აუცილებელია შემდეგი ამოცანის გადაჭრა: კონკრეტული გენის გამოყოფა, მცენარეული უჯრედის მემკვიდრულ აპარატში მისი ჩართვის უზრუნველსაყოფად, მეთოდების დამუშავება, ერთეული უჯრედებიდან შეცვლილი გენოტიპის მქონე, ნორმალური მცენარის რეგენერირება.

მცენარის მემკვიდრულ აპარატში უცხო გენების ჩართვის ყველაზე გავრცელებული მეთოდია – მცენარის დაავადების გამომწვევი ბაქტერიის *Agrobacterium tumefaciens*-ის გამოყენება. იგი მის მიერ დაავადებული მცენარის ქრომოსომებში „აშენებს“ საკუთარი დნმ-ს ნაწილს, რომელიც მცენარეში აძლიერებს ჰორმონების წარმოებას, რის შედეგადაც ზოგიერთი უჯრედი აქტიურად იყოფა, წარმოიქმნება სიმსივნე, რომელშიც ბაქტერია პოულობს მისთვის შესანიშნავ საკვებ არეს და მრავლდება. გენური ინჟინერიისათვის სპეციალურად გამოყოფილია აგრობაქტერიის შტამი, რომელსაც არ შეუძლია სიმსივნის აღძვრა, მაგრამ შენარჩუნებული აქვს საკუთარი დნმ-ს მცენარის უჯრედში შეტანის უნარი. საჭირო გენს რესტრიქტაზების საშუალებით ათავსებენ ბაქტერიული დნმ-ს რგოლურ მოლეკულაში, ე. წ. პლაზმიდაში. აღნიშნული პლაზმიდა ატარებს ანტიბიოტიკისადმი მდგრადობის გენს. მიღებულ ბაქტერიულ უჯრედებს ახალი, სასარგებლო გენის გარდა, გააჩნიათ ანტიბიოტიკისადმი მდგრადობის უნარიც.

თუმცა, უნდა აღინიშნოს, რომ რადგან აგრობაქტერია ვერ ავადებს ისეთ მნიშვნელოვან საკვებ მცენარეებს, როგორიცაა ბრინჯი, ხორბალი, სიმინდი, მათთვის დამუშავებულია სხვა მეთოდები.

მაგალითად, ფერმენტების მეშვეობით შესაძლებელია მცენარეული უჯრედის სქელი გარსის დაშლა, რომელიც ხელს უშლის უცხო დნმ-ს პირდაპირ შეღწევას და ასეთი უჯრედების მოთავსება დნმ-ს შემცველ რომელიმე ქიმიურ ნივთიერებაში, რომელიც უზრუნველყოფს მის შეღწევას უჯრედში (ყველაზე ხშირად გამოიყენება პოლიეთილენგლიკოლი). ზოგჯერ უჯრედის მემბრანაში მაღალი ძაბვის მოკლე იმპულსებით წარმოქმნიან მიკროხვრელებს, რომელთა მიღმა დნმ-ს ფრაგმენტებს შეუძლიათ შეღწევა. ასევე ახორციელებენ დნმ-ს შემხაპუნებას უჯრედში მიკროშპრიცით მიკროსკოპის კონტროლის ქვეშ. რამდენიმე წლის წინ მეცნიერებმა შემოგვთავაზეს მეთოდი, რომლის თანახმად, უმცირესი ზომის, მაგალითად 1-2 მიკრონის დიამეტრის ბურთულებს, ე. წ. მეტალის „ტყვიებს“ დაფარავენ დნმ-ით და „ესვრიან“ მათ მცენარეულ უჯრედებს. უჯრედის კედელში გაჩენილი ხვრელები სწრაფად ივსება, ხოლო პროტოპლაზმაში გაჩხერილი „ტყვიები“ უმცირესი ზომების გამო არ უშლის ხელს უჯრედის ფუნქციონირებას. „სროლის“ შემდეგ, ზოგიერთი „ტყვია“ ჩანერგავს თავის დნმ-ს საჭირო ადგილას. შემდეგ იმ

უჯრედებიდან, რომლებმაც მიიღეს საჭირო გენი, იზრდება მთლიანი მცენარე, რომელიც ჩვეულებრივად მრავლდება.

უკანასკნელ წლებში განსაკუთრებით მწვავედ დგას მავნებლებისადმი მდგრადი სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების მიღების საკითხი. მცენარეთა დაავადებები მოსავლის მიღების ძირითად მალიმიტირებელ ფაქტორს წარმოადგენს. ტრადიციულად იყენებენ bt გენს, რომლის პროდუქტია *Bacillus thuringiensis*-ის ბაქტერიული ტოქსინი. აღნიშნული ბაქტერია აპროდუცირებს ცილას (პროტოქსინი), რომელიც კონტროლდება bt გენით. პროტოქსინი მწერების მატლების ნაწლავში მოხვედრისას ფერმენტების ზემოქმედებით იშლება, ხოლო მისი ფრაგმენტი (ენდოტოქსინი) იწვევს მათ დაღუპვას. ამჟამად უკვე სინთეზირებულია ხელოვნური bt გენი, ხოლო ტრანსგენური მცენარეები ხასიათდებიან მწერებისადმი მდგრადობის ფართო სპექტრით. bt გენის შემცველ ტრანსგენურ მცენარეებს – კარტოფილს, ბამბას, სიმინდს აწარმოებს ფირმები „Monsanto“, „Ciba Seeds“. ისინი იყიდება მსოფლიო ბაზარზე, თუმცა კამათი მათი გამოყენების თაობაზე, დღემდე არ წყდება.

ტრანსგენური მცენარეების მიღება ხდება „antisense RNA“-ს (ანტიზრობრივი რნმ) გამოყენებით, რომელიც საინტერესო გენის მუშაობის მართვის საშუალებას იძლევა. ამ შემთხვევაში, ვექტორის კონსტრუირებისას, ჩასანერგი გენის დნმ-ს ასლს აბრუნებენ 180 გრადუსით. ამის შედეგად, ტრანსგენურ მცენარეში წარმოიქმნება მ რნმ-ს ნორმალური და შებრუნებული მოლეკულა. უკანასკნელი, კომპლემენტარობის პრინციპით, ნორმალურ მ რნმ-სთან კომპლექსს წარმოქმნის.

ასეთი მიდგომა გამოიყენეს ტრანსგენური პომიდორის მისაღებად, რომელსაც გაუმჯობესებული ხარისხის ნაყოფი აქვს. ვექტორი შეიცავდა PG გენის დნმ-ს ასლს, რომელიც აკონტროლებდა ფერმენტ – პოლიგალაქტურონაზას სინთეზს (მონაწილეობს პექტინის დაშლაში). პექტინი მცენარეული ქსოვილის უჯრედშორისი სივრცის ძირითადი კომპონენტია. PG გენის პროდუქტი სინთეზდება პომიდორის ნაყოფის მომწიფების პერიოდში, ხოლო მისი რაოდენობის ზრდა იწვევს პომიდორის დარბილებას და შენახვის ვადების შემცირებას. ტრანსგენებში აღნიშნული გენის გამორთვით, მიიღეს ახალი თვისების პომიდორი – გაზრდილი შენახვის ვადებითა და სოკოვანი დაავადებებისადმი მდგრადობის უნარით.

ასეთივე მიდგომით არეგულირებენ პომიდორის დამწიფების ვადებს, ამ შემთხვევაში სამიზნედ იყენებენ EFE (ethylene-forming enzyme) გენს, რომლის პროდუქტია ეთილენის ბიოსინთეზში მონაწილე ფერმენტი.

მცენარის მოსავლიანობის ზრდის კიდევ ერთი მიმართულება დაკავშირებულია ატმოსფერული აზოტის მაფიქსირებელი ბაქტერიის გამოყენებასთან. აზოტის ფიქსაციას უზრუნველყოფს ფერმენტები – nif-გენების პროდუქტები. პრაქტიკულად გადაწყვეტილია nif-გენების დოზის ზრდის პრობლემა Rhizobium-ის გვარის კოჟრის ბაქტერიებში. გენების უმრავლესობა, რომლებიც აკონტროლებს აღნიშნული ბაქტერიის პარკოსან მცენარეებთან სიმბიოზის უნარს, ლოკალიზებულია პლაზმიდებზე, რაც აზოტფიქსაციის ეფექტურობის გაზრდისა და მცენარის აზოტოვანი კვების გაუმჯობესების მიზნით, გენური ინჟინერიის მეთოდების გამოყენების შესაძლებლობებს აფართოებს.

მეცნიერები დიდი ინტერესით იკვლევენ ასოციაციურ აზოტმაფიქსირებელ ბაქტერიებს, რომლებიც არ წარმოქმნიან კოჟრებს და იკვებებიან ბალახოვანი მცენარეების ფესვის გამონაყოფებით. მათი აზოტფიქსაციის მწარმოებლობა არ არის დიდი (1 ჰექტარზე 30-40 კგ აზოტი წელიწადში), მაგრამ მათ გააჩნიათ მცენარე-მასპინძლის ფართო წრე. დღეისათვის 110 სახეობის მცენარისათვის ნაპოვნია ასოციაციური სიმბიონტები, მათ შორის საკვები მარცვლოვანებისა და ბოსტნეულისათვის.

მცენარეთა გენურ ინჟინერიაში არის კიდევ ერთი მიმართულება, რომელიც ადრე მხოლოდ ფუნდამენტურ კვლევებში გამოიყენებოდა – მცენარის განვითარებაში ჰორმონების როლის შესწავლის მიზნით. ექსპერიმენტულად ღებულობდნენ ტრანსგენურ მცენარეებს, ბაქტერიული ჰორმონალურ გენების სხვადასხვა კომბინაციით. აღნიშნულმა ექსპერიმენტებმა არსებითი როლი შეასრულა მცენარეთა დიფერენცირებაზე აუქსინებისა და ციტოკინინების გავლენის დამტკიცებაში.

უკანასკნელ წლებში ამ მიდგომას იყენებენ პრაქტიკულ სელექციაში. აღმოჩნდა, რომ Def გენის (გენი, რომელიც ექსპრესირდება მხოლოდ ნაყოფებში) პრომოტორის ქვეშ არსებული iaaM გენის შემცველი ტრანსგენური მცენარეების ნაყოფები ვითარდებიან დამტკვერვის გარეშე (პართენოკარპულობა). პართენოკარპულ ნაყოფებს თესლი მცირე რაოდენობით, ან საერთოდ არა აქვს, რაც „ზედმეტი კურკების“ პრობლემას წყვეტს.

მაგალითად, საზამთროში, ციტრუსებში და ა. შ.. მიღებულია ტრანსგენური ყაბაყი, რომელიც პრაქტიკულად არ შეიცავს თესლს.

ტრანსგენური მცენარეები სხვადასხვა სფეროში გამოიყენება. მიღებულია სიცივის, მძიმე მეტალების, მარილების მომატებული რაოდენობისადმი გამძლე მცენარეები. მილიონობით ჰექტარზე მოჰყავთ ჰერბიციდებისადმი, ვირუსებისადმი გამძლე ტრანსგენური მცენარეები, რომლებიც მომატებული რაოდენობით შეიცავს ზეთებსა და შეუცვლელ ამინომჟავებს. გამოყვანილია ტრანსგენური მცენარეები შეცვლილი დეკორატიული თვისებებით. მაგალითად, დელფინიუმიდან მიღებული გენით (რომელიც აკონტროლებს ცისფერი პიგმენტის სინთეზს) კლონირებული ცისფერი ვარდები.

ამჟამად, მიღებულია გენეტიკურად შეცვლილი მცენარეების 200-ზე მეტი სახეობა. მათ შორის სოიო, ბრინჯი, ბამბა, გოგრა, კიტრი, წიწაკა, ნესვი და სხვა, თესლების ჩათვლით, რომლებმაც შეიძინეს მავნე მწერებისადმი, ფიტოპათოგენური ბაქტერიებისადმი, მიკომიცეტებისადმი და ვირუსებისადმი გამძლეობა. ისინი არ ზიანდებიან შენახვისას და ასინთეზებენ ჰორმონებს, რომლებიც იზიდავს სასარგებლო მწერებს. ბიოტექნოლოგიით მიღებული ჯიშები, ჩვეულებრივ კულტურებთან შედარებით, მეტი მოსავლიანობით ხასიათდება. გაუმჯობესებულია პროდუქტების სამომხმარებლო თვისებები. მაგალითად, გენმოდულირებული სიმინდის, სოიოსაგან და რაპსისგან მიღებულია მცენარეული ზეთები – შემცირებული რაოდენობის ნაჯერი ცხიმებით. გაუმჯობესებული პომიდორი, გოგრა და კარტოფილი უკეთ ინახავს C, E ვიტამინს და ბეტა-კაროტინს, ბრინჯი შეიცავს A ვიტამინს და რკინას და სხვა.

მეცნიერთა აზრით, ტრანსგენური პროდუქციის ფართო გამოყენება გადაწყვეტს პლანეტის მუდმივად მზარდი მოსახლეობის საკვებით უზრუნველყოფის საკითხს. მაღალი ხარისხის პროდუქტები იაფი და ყველასათვის მისაწვდომი იქნება. ამასთან დაკავშირებით, გენეტიკური თესლის ნათესები მთელს მსოფლიოში განუწყვეტლივ იზრდება.

ტრანსგენური მცენარეების ეკოლოგიური ბიოუსაფრთხოების საკითხები:

1. სუპერმავნებლების გამოჩენა. მაგალითად Bt-სიმინდში უკვე ცხოვრობს ბამბის ჭია, რომელზეც ვერ მოქმედებს ყველაზე ძვირადღირებული პესტიციდი *Bacillus thuringensis* (Bt).

გულუბრყვილობა იქნებოდა, გვეფიქრა, რომ მავნე მწერები მეცნიერთა მოხერხებულობას არ უპასუხებდნენ კონტრდარტყმით. როგორც ცნობილია, ექსტრემალურ პირობებში (ექსტრემალურად შეიძლება ჩაითვალოს მავნე მწერების შევიწროება მათ მიმართ მდგრადი მცენარეებით) მუტაციის სიჩქარე იზრდება და უცნობია, რა დრო დასჭირდება მწერებს გარემოს ახალ პირობებთან შესაგუებლად.

2. ბუნებრივი ბალანსის დარღვევა. დამტკიცებულია, რომ მრავალი გენეტიკურად მოდიფიცირებული მცენარე, ისეთი, როგორიცაა თამბაქო, ან ტექნიკური ბრინჯი, რომელიც გამოიყენება ფირფიტებისა და სამკურნალო ნივთიერებების წარმოებისათვის, სასიკვდილოდ საშიშია ველზე, ან მის მახლობლად მოხინაღრე მღრღნელებისათვის. მასობრივი ნათესების რაიონებში მღრღნელების სრული გაქრობა მრავალ პრობლემას გამოიწვევს. მაგალითად, გასული საუკუნის 60-იან წლებში ტბაში – ვიქტორია – დაასახლეს ნილოსის ქორჭილა. ხელსაყრელ არეში მოხვედრის, ძლიერი ამტანობისა და ნაყოფიერების გამო, მან რამდენიმე წელიწადში ათჯერ შეამცირა კონკურენტული სახეობების რაოდენობა, ხოლო 200 სახეობის ცხოველი სრულიად გაანადგურა. ათეული წლის შემდეგ აღმოჩნდა, რომ ამ „ჩასახლების“ შედეგად მიმდებარე ზონაში განადგურდა ტყე, ნაპირი ჩაირეცხა და ნიადაგის ეროზიამ მიაღწია მანამდე გაუგონარ ზომებს.

3. ტრანსგენების კონტროლიდან გამოსვლა. ფირმა Monsanto-ს გენეტიკურად მოდიფიცირებული Bt-ბამბის თესლის შესაფუთ კოლოფებზე დატანილია წარწერა: „ფლორიდაში არ დათესოთ ტამპის სამხრეთით (მე-60 შოსე). არ არის განკუთვნილი ჰავაის კუნძულებზე კომერციული გამოყენების, ან გაყიდვისათვის“. რამ აიძულა ამ ბიოტექნოლოგიური გიგანტის ხელმძღვანელობა, შეეზღუდა საკუთარი კულტურის თესვის ფართობები? აღმოჩნდა, რომ ჰავაის კუნძულებზე გავრცელებულია ბამბის ველური ნათესავი *Gossypium tomentosum*, ხოლო სამხრეთ ფლორიდაში – *Gossypium hirsutum*. ბამბის წარმოებაში ორივე სახეობა ითვლება სარეველად. თუ გენეტიკურად მოდიფიცირებული ბამბა დამტვერავს თავის ნათესავ სარეველას, შედეგად მიიღება პესტიციდებისა და ჰერბიციდების, ტემპერატურის მკვეთრი ცვლილებებისადმი მდგრადი, ხოჭოების და პარაზიტებისთვის მიუღწევადი და საშიხლად ნაყოფიერი სუპერსარეველა. იგივე შეიძლება დაემართოს კულტურული მცენარეების სხვა სახეობებს,

როგორცაა რაპსი, კარტოფილი, პომიდორი, ან პარკოსნები. ყველა მათგანს გააჩნია ფართოდ გავრცელებული ველური ნათესავები, რომლებიც ძირითადი კულტურის მთავარ სარეველებს წარმოადგენენ.

თანამედროვე ბიოტექნოლოგიის ერთ-ერთი შედარებით პერსპექტიული მიმართულებაა სამეურნეოდ მნიშვნელოვანი თვისებების ტრანსგენური ცხოველების გამოყვანის ტექნოლოგიის განვითარება – ორგანიზმების შექმნა, რომლებსაც ბუნებაში ანალოგი არ გააჩნია (მაგალითად, ხელოვნური ანტივირუსული იმუნიტეტის მქონე ტრანსგენური ცხოველები).

მცენარეთა გენეტიკოსებისათვის, კლონების მიღება საკმაოდ ადვილია. ზოგიერთ შემთხვევაში, ცხოველებშიც, კლონის მიღება არ იწვევს გაკვირვებას და წარმოადგენს რუტინულ, თუმცა არც ისე მარტივ პროცედურას. გენეტიკოსები ქმნიან მსგავს კლონებს, როცა მათ მიერ გამოყენებული ობიექტები მრავლდებიან პართენოგენეზურად. კლონებს ღებულობენ ექსპერიმენტულ ემბრიოლოგიაშიც. ზღვის ზღარბის ჩანასახის ადრეული განვითარების სტადიაზე ხელოვნურად ახდენენ დანაწევრებას მის შემადგენელ უჯრედებად – ბლასტომერებად. თითოეული მათგანიდან ვითარდება მთლიანი ორგანიზმი. განვითარების გვიან სტადიაზე კი ჩანასახოვანი უჯრედები კარგავენ ამ შესანიშნავ უნარს და სულ უფრო სპეციალიზირებული ხდებიან. მრავალ ობიექტში ასევე შესაძლებელია რომელიმე კონკრეტული, ადრეული, ჯერ კიდევ არასპეციალიზირებული ემბრიონის ღეროვანი უჯრედების ბირთვის გამოყენება. ისინი გადააქვთ კვერცხუჯრედში, რომელსაც ამოცლილი აქვს საკუთარი ბირთვი. ასეთი კვერცხუჯრედი ვითარდება და წარმოქმნის ახალ ორგანიზმს, რომელსაც კვლავ შეუძლია გენეტიკურად იდენტური ცხოველის კლონის წარმოქმნა.

გენური ინჟინერიის მეთოდების განვითარებასთან ერთად, გაჩნდა ცხოველთა სელექციის ახალი პერსპექტივები. შეიძლება აღვნიშნოთ ამ სფეროში კვლევის რამდენიმე, ძირითადი მიმართულება:

1. ტრანსგენური ცხოველების შექმნა ინტეგრირებული გენებით, რომელთა ექსპრესიის პროდუქტები განაპირობებს ცხოველთა ნივთიერებათა ცვლის რეგულაციას, მიმართავს რა მას საჭირო მიმართულებით, უზრუნველყოფს მაღალ პროდუქტიულობას, ცხოველთა საკვების ეკონომიურ ხარჯვას და პროდუქციის საუკეთესო ხარისხს.

2. ინფექციური დაავადებებისადმი გენეტიკურად მდგრადი ცხოველების პოპულაციის შექმნა.

3. მედიცინაში და ადამიანის მოთხოვნილებების სხვადასხვა სფეროებში გამოყენების მიზნით, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების პროდუცენტი ტრანსგენური ცხოველების შექმნა.

4. ადამიანის ცალკეული ორგანოებისა და ქსოვილების დონორი ტრანსგენური ცხოველების მიღება

უკანასკნელ წლებში გამოყვანილია ტრანსგენური სასოფლო-სამეურნეო ცხოველები, რომელთა პროდუქცია სულ უფრო მზარდ კომერციულ მნიშვნელობას შეიძენს. დიდ ბრიტანეთში მიღებულია ტრანსგენური ცხვრები, რომელთა რძე შეიცავს ადამიანის სისხლის შედედების ფაქტორს და წარმოადგენს ჰემოფილიის მკურნალობის რადიკალურ საშუალებას. ასევე გამოყვანილია ტრანსგენური ცხვრები, ქიმოზინის (მთავარი ფერმენტი ყველის წარმოებაში) ინტეგრირებული გენით და ღორები – ზრდის ჰორმონის რიზლინგ-ფაქტორის გენით. ცხოველები გამოირჩევიან საინტერესო დადებითი თვისებებით, ცხიმის ნაკლები შემცველობით და დაავადებებისადმი მაღალი მდგრადობით. მიღებულია თხები, რომელთა რძე შეიცავს ლაქტოფერინს, რომელიც თხის რძის ხარისხს აახლოებს ქალის რძის პარამეტრებთან და შეიძლება გამოყენებულ იქნას დედის რძის შემცვლელად.

ამჟამად, „ტრანსგენური ცხოველები“ კატეგორიას მიაკუთვნებენ ყველა ცხოველს, რომლებიც მიღებულია:

- გენურ-ინჟინერული გზით;
- ემბრიონული ღეროვანი უჯრედების გამოყენების

შედეგად;

- მთელი რიგი გენების „გამორთვის“ შედეგად.

ზოგჯერ ტრანსგენურ ცხოველებს მიაკუთვნებენ სომატური ტრანსფექციით გამოყვანილ ცხოველებს, რომელთა მოზრდილ ინდივიდებს უცხო გენი შეუყვანეს უშუალოდ ორგანოში, ან ქსოვილში.

არსებობს ტრანსგენური ცხოველების მიღების ორი ძირითადი სქემა:

1. უცხო დნმ-ს ინექცია განაყოფიერებულ კვერცხუჯრედში – ზიგოტაში. აღნიშნული მეთოდი დამუშავებულ იქნა ტრანსგენური თაგვების მისაღებად. მოგვიანებით კი, ადამიანის სამკურნალო ცილების პროდუცირების მიზნით, იგი გამოიყენეს მსხვილი ცხოველების – კურდღლების, თხების, ცხვრების,

ძროხების მისაღებად. ამგვარი სამუშაოს პირველ ეტაპზე იქმნება წინასწარ განსაზღვრული თვისებების გენეტიკური კონსტრუქცია, რომელიც განსაზღვრავს, ექნება თუ არა ტრანსგენურ ცხოველს ადამიანისათვის სასურველი თვისებები. ბაქტერიული ვექტორის შემადგენლობაში გენური კონსტრუქციის კლონირება წარმოებს ბაქტერია *Escherichia coli*-ს კულტურაზე. შემდეგ იგი გამოიყოფა და გადაიტანება ლინეარულ ფორმაზე, რომელიც რგოლურ ფორმასთან შედარებით, უკეთ თავსდება ემბრიონის გენომში.

მუშაობის შემდეგ ეტაპზე გენეტიკური კონსტრუქცია ინექციით შეჰყავთ ერთუჯრედიან ემბრიონში. შემდეგ ემბრიონს უნერგავენ მდედრ რეციპიენტს, რომლის ნორმალურად იმპლანტირების ალბათობა მაღალია. ტრანსგენური ცხოველების მისაღებად კრიტიკული მნიშვნელობა აქვს დაბადებული შთამომავლობის მოლეკულურ-გენეტიკურ ანალიზს.

2. ემბრიონული ღეროვანი უჯრედების გამოყენების აღნიშნული სქემა გამოიყენება მსხვილი ტრანსგენური ცხოველების გამოსაყვანად. ზიგოტაში მიკროინექციის მეთოდისაგან განსხვავებით, ამ მეთოდის გამოყენებისას, ჯერ კიდევ ემბრიონული ღეროვანი უჯრედების კულტურაზე მუშაობის ეტაპზე წარმოებს უჯრედის გენომში ტრანსგენის ჩართვის და ჩასართავი ასლების რაოდენობის ანალიზი, მოწმდება შეყვანილი ტრანსგენის ექსპრესია. ეს საუკეთესო თვისებების მქონე ემბრიონული ღეროვანი უჯრედების ხაზის არჩევის საშუალებას იძლევა. ამჟამად ამგვარი ტექნოლოგიები გამოიყენება ტრანსგენური თავვის, ღორის, ცხვრის, ძროხის, კურდღლის, წავის, მაიმუნისა და თვით ადამიანის მისაღებად. აღნიშნული სქემა მოსახერხებელია იმითაც, რომ გამოიყენება არა ზიგოტა, არამედ ბლასტოციტები, რომლებიც უფრო ადვილად – არაქირურგიული გზით მიიღება.

უკანასკნელ ათწლეულში ბიოტექნოლოგიის აქტიური განვითარების მიუხედავად, ადამიანისათვის აუცილებელი სამკურნალო ცილების უმრავლესობა ფარმაკოლოგიურ მრეწველობაში დონორის სისხლიდან მიიღება. მაგალითად, სისხლის შედედების ფაქტორები – ფიბრინოგენი, ანტიტრომბინი, ალბუმინი, იმუნოგლობულინები და სხვა. სწორედ ამგვარი ცილების აუცილებელი რაოდენობით მიღების მიზნით, გამოჰყავთ ადამიანის ცილების პროდუცენტი ტრანსგენური ცხოველები. ამ სამუშაოების სტრატეგიაა: მიიღონ ტრანსგენური ცხოველი, რომელშიც უცხო გენი ექსპრესირდება სარძევე ჯირკვლის

უჯრედებში და ამ გენის მუშაობის პროდუქტი გამოიყოფა რძეში. ტრანსგენური ცხოველების გამოყენებით გადაწყდება სამკურნალო ცილების გასუფთავების პრობლემაც. ამჟამად, აქტიურად წარმოებს მუშაობა ადამიანის რეკომბინანტული იმუნოგლობულინის პროდუცენტი ცხოველების მისაღებად.

მომავალში, ტრანსგენური ტექნოლოგიების განვითარების შედეგად გაჩნდება მათი გამოყენების სრულიად ახალი სფეროები. ახლო მომავალში, შეიძლება ველოდოთ მულტიტრანსგენური ცხოველების შექმნას.

16. საკვები პროდუქტების ბიოლოგიური უსაფრთხოების ძირითადი პრინციპები. საკვები პროდუქტების ბიოლოგიური უსაფრთხის გამომწვევი ძირითადი კომპონენტები

საკვები პროდუქტების და საკვების ბიოლოგიურად აქტიური დანამატების უსაფრთხოებაზე ზედამხედველობა ხორციელდება ადამიანის კეთილდღეობისა და მომხმარებელთა უფლებების დაცვის ზედამხედველობის ფედერალური სამსახურის ტერიტორიული ორგანოების მიერ. საკვები პროდუქტის უსაფრთხოების მაჩვენებლები უნდა შეესაბამებოდეს სანიტარულ ნორმებსა და წესებს, სახელმწიფო სტანდარტებსა და პროდუქტების კონკრეტული სახეებისათვის შექმნილ სხვა მოქმედ ნორმატიულ დოკუმენტებს. ამასთან, უსაფრთხოების მოთხოვნებისადმი საკვები პროდუქტების შესაბამისობა უნდა უზრუნველყოს სურსათის დამამზადებელმა წარმოებებმა. სახელმწიფო სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიური ზედამხედველობა ხორციელდება სახელმწიფო სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიური ზედამხედველობის სამსახურებით.

ჰიგიენური მოთხოვნები საკვები პროდუქტების მიმართ	
კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულების მაჩვენებლები	უსაფრთხოების მაჩვენებლები
<p>1. კვებითი ღირებულება:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ცილების რაოდენობა; - ცხიმების რაოდენობა; - ნახშირწყლების რაოდენობა - ვიტამინების რაოდენობა; - მინერალური ნივთიერებების რაოდენობა - ენერგეტიკული ღირებულება; - ორგანოლექტიკური ღირებულება; - ბიოშელწევადობა <p>2. ბიოლოგიური ღირებულება:</p> <ul style="list-style-type: none"> - პროდუქტში შემავალი ცილის ამონომჟავური შემადგენლობის ორგანიზმის ამონომჟავური მოთხოვნილებებისადმი შესაბამისობის ხარისხი; - საკვების მინორული კომპონენტების (ფიტოშენაერთების) შემადგენლობა. 	<p>1. პოტენციურად საშიში ქიმიური ნივთიერებები:</p> <ul style="list-style-type: none"> - მეტალოშენაერთები; - პესტიციდები; - ანტიბიოტიკები, საკვები დანამატები, ჰორმონები; - ნიტრატები, ნიტრიტები, ნიტროზამინები; - ჰისტამინი; - ბენზ(ა)პირენი; - პოლიქლორირებული ბიფენილები. <p>2. რადიონუკლიდები</p> <p>3. ბიოლოგიური კონტამინანტები:</p> <ul style="list-style-type: none"> - მიკოტოქსინები (აფლოქსინ B1, ვომიტოქსინი, ზეაროლენინი, პატულინი, T-2 ტოქსინი, დეზოქსინივალენოლი); - მიკროორგანიზმები. <p>4. მავნე მცენარეული მინარევები (ჭვავის რქა, ძროხის ბალახა, ჰელიოტროპი, ტრიქოდესმა და სხვა).</p>

საკვები პროდუქტების უსაფრთხოება ფასდება ჰიგიენური ნორმატივებით, რომელიც მოიცავს ბიოლოგიურ ობიექტებს, პოტენციურად საშიშ ქიმიურ ნივთიერებებს, რადიონუკლიდებსა და მავნე მცენარეულ მინარევებს. მათი არსებობა საკვებში არ უნდა აჭარბებდეს შემცველობის დასაშვებ დონეს, საკვლევი პროდუქციის მოცემულ მასაში (მოცულობაში).

უსაფრთხოების აღნიშნული მაჩვენებლები დადგენილია პროდუქტების 11 ჯგუფისათვის: 1. ხორცი და ხორცპროდუქტები; ფრინველი, კვერცხი და მათი გადამუშავების პროდუქტები; 2. რძე და რძის პროდუქტები; 3. თევზი და არათევზეული სარეწი პროდუქტები; 4. მარცვლეული, ფქვილ-ბურღულეული და პურპროდუქტები; 5. შაქარი და საკონდიტრო ნაწარმი; 6. ხილისა და ბოსტნეულის პროდუქცია; 7. ზეთოვანი ნედლეული და

ცხიმოვანი პროდუქტები; 8. სასმელები; 9. სხვა პროდუქტები; 10. საკვების ბიოლოგიურად აქტიური დანამატები; 11. ბავშვთა კვების პროდუქტები.

როგორც მცენარეული, ასევე ცხოველური წარმოშობის საკვები პროდუქტების უსაფრთხოება განისაზღვრება უპირველეს ყოვლისა, მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლებით. ჰიგიენური ნორმატივების მიხედვით, კონტროლი ხორციელდება მიკროორგანიზმების 4 ჯგუფზე:

1. სანიტარული მაჩვენებლები:

– მეზოფილური აერობული და ფაკულტატური ანაერობული მიკროორგანიზმების რაოდენობა (კოლონიების წარმომქმნელ ერთეულებში კწე/გ);

– ნაწლავური ჩხირების ჯგუფის ბაქტერიები – (კოლიფორმები);

– Enterobacteriaceae ოჯახის ბაქტერიები;

– ენტეროკოკები.

2. პირობით-პათოგენური მიკროორგანიზმები: E.coli, S.aureus, Proteus-ის გვარის ბაქტერიები, B.cereus, სულფიტრედუცირებადი კლოსტრიდიუმები, პარაჰემოლიზური ვიბრიონი (Vibrio parahaemolyticus).

3. პათოგენური მიკროორგანიზმები, მათ შორის, სალმონელა, ლისტერიები (*Listeria monocytogenes*), იერსინიას გვარის ბაქტერიები (*Yersinia*).

4. გაფუჭების მიკროორგანიზმები, ძირითადად, ეს საფუერები, ობის სოკოები და რძემჟავა მიკროორგანიზმებია.

მიკროორგანიზმების ჯგუფების უმრავლესობისათვის ნორმირდება პროდუქტის მასა, რომელშიც დაუშვებელია ნაწლავის ჩხირის ჯგუფები, პირობით-პათოგენური მიკროორგანიზმების უმრავლესობა, ასევე პათოგენური მიკროორგანიზმები, მათ შორის, სალმონელა. სხვა შემთხვევაში ნორმატივი ასახავს კოლონიის წარმომქმნელი ერთეულის რაოდენობას პროდუქტის ერთ გრამში (მილილიტრში). სასურსათო ნედლეულში და საკვებ პროდუქტებში დაუშვებელია პარაზიტული დაავადებების გამომწვევების (ჰელმინთების, მათი კვერცხების და მატლის ფორმით) არსებობა. ხორცსა და ხორცის პროდუქტებში დაუშვებელია დაავადების აღმძვრელების: ფინების (ცისტიცერკოიდები), ტრიქინელას და ექინოკოკების მატლების, სარკოციტების ცისტების არსებობა. თევზში, კიბოსნაირებში, მოლუსკებში, წყალხმელეთებში,

ქვეწარმავლებსა და მათი გადამუშავების პროდუქტებში დაუშვებელია ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საშიში პარაზიტების ცოცხალი მატლების არსებობა.

დაუშვებელია ახალ და ახლად გაყინულ სუფრის მწვანილეულში, ბოსტნეულში, ხილში და კენკროვანებში ჰელმინთების კვერცხების, მატლებისა და ნაწლავთა პათოგენური უმარტივესების არსებობა.

ზღვის ძუძუმწოვრების, თევზის და არათევზეული სარეწი პროდუქტების, აგრეთვე ახალი და ახლად გაყინული სუფრის მწვანილეულის, ბოსტნეულის, ხილისა და კენკროვანების პარაზიტოლოგიური გამოკვლევები ტარდება დადგენილი წესით აკრედიტებულ ლაბორატორიებში (ცენტრებში).

ჰიგიენური ნორმატივები მოიცავს პოტენციურად საშიშ ქიმიურ ნაერთებსა და ბიოლოგიურ ობიექტებს, რომელთა შემცველობა გამოსაკვლავი პროდუქციის მოცემულ მასაში (მოცულობაში) არ უნდა აღემატებოდეს საკვებ პროდუქციაში მათი შემცველობის დასაშვებ დონეებს.

სასურსათო ნედლეულსა და საკვებ პროდუქტებში რეგლამენტირდება ძირითადი ქიმიური დამაბინძურებლების შემცველობა, რომლებიც საშიშია ადამიანის ჯანმრთელობისათვის. ჰიგიენური მოთხოვნები ტოქსიკური ელემენტების შემცველობის დასაშვები დონის შესახებ წარედგინება ყველა სახის სასურსათო ნედლეულსა და საკვებ პროდუქტებს. მიკოტოქსინების – აფლატოქსინ B1-ის, დეზოქსინივალენოლის (ვომიტოქსინის), ზეარალენონის, T-2 ტოქსინის, პატულინის შემცველობა რეგლამენტირდება მცენარეული წარმოშობის სასურსათო ნედლეულსა და საკვებ პროდუქტებში, აფლოტოქსინ M1-ისა – რძესა და რძის პროდუქტებში.

პრიორიტეტულ დამაბინძურებლებს წარმოადგენს: მარცვლეული პროდუქტებისათვის – დეზოქსინივალენოლი; თხილებისა და ზეთოვანთა თესლებისათვის – აფლატოქსინი B1, ხილისა და ბოსტნეულისათვის – პატულინი. დაუშვებელია მიკოტოქსინების არსებობა სასურსათო ნედლეულსა და საკვებ პროდუქტებში, რომლებიც განკუთვნილია ბავშვთა და დიეტური კვებისათვის. ყველა სახის სასურსათო ნედლეულსა და საკვებ პროდუქტებში ნორმირდება გლობალური დამაბინძურებლები (პესტიციდები – ჰექსაქლორციკლოჰექსანი α, β, γ -იზომერები), დდტ და მისი მეტაბოლიტები. ზოგიერთ პროდუქტებში (თევზი, მარცვლეული)

ნორმირდება ასევე შედარებით ხშირად განსასაზღვრი პრიორიტეტული პესტიციდები: ვერცხლისწყალორგანული, 2,4-დ მჟავა, მისი მარილები და ეთერები. სხვა პესტიციდები, მათ შორის ფუმიგანტები, კონტროლდება პროდუქტების თანმხლებ დოკუმენტაციაში მათი გამოყენების შესახებ ინფორმაციის შესაბამისად; ამასთანავე ხელმძღვანელობენ საქართველოს ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტროს მიერ დამტკიცებული „გარემოს ობიექტებში პესტიციდების შემცველობის ჰიგიენური ნორმატივებით“.

მემცენარეობის ნედლეულის წარმოებისათვის დაუშვებელია დადგენილი წესის შესაბამისად, არარეგისტრირებული პესტიციდების, სასუქებისა და სხვა აგროქიმიკატების გამოყენება. მეცხოველეობის პროდუქტებში რეგლამენტირდება ვეტერინარული პრეპარატების შემცველობა. ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებში ნორმირდება ცხოველებისა და ფრინველების დაავადების მკურნალობის, პროფილაქტიკისა და გამოკვების მიზნით გამოყენებული ანტიბიოტიკების ნარჩენი რაოდენობა. ხორცში, ხორცის პროდუქტებში, საკლავი საქონლისა და ფრინველის სუბპროდუქტებში კონტროლდება როგორც სოფლის მეურნეობაში გამოსაყენებლად დაშვებული საკვები ანტიბიოტიკები – გრიზინი, ბაციტრაცინი, ასევე ვეტერინარიაში შედარებით ხშირად გამოყენებადი სამკურნალო ანტიბიოტიკები – ტეტრაციკლინის ჯგუფის და ლევომიცეტინი. რძესა და რძის პროდუქტებში – პენიცილინი, სტრეპტომიცინი, ტეტრაციკლინის ჯგუფის ანტიბიოტიკები, ლევომიცეტინი; კვერცხსა და კვერცხის პროდუქტებში – ბაციტრაცინი, ტეტრაციკლინის ჯგუფის ანტიბიოტიკები, სტრეპტომიცინი, ლევომიცეტინი. ჰორმონალური პრეპარატების, აგრეთვე ანტიბიოტიკების და ვეტერინარული პრეპარატების შემცველობა იმპორტირებულ პროდუქტებში კონტროლდება ექსპერტიზის წესით, ექსპორტიორი ქვეყნისა და მწარმოებელი ფირმის სერტიფიკატის მიხედვით, რომლის დროსაც ხელმძღვანელობენ WHO/FAO-ს საკვებდანამატებისა და კონტამინანტების ექსპერტთა გაერთიანებული კომიტეტის მიერ რეკომენდებული მეცხოველეობის პროდუქტებში ვეტერინარული პრეპარატების შემცველობის მაქსიმალური ნარჩენი დონეებით. აუცილებლობის შემთხვევაში, არბიტრაჟული წესით ხორციელდება როგორც სამამულო, ასევე იმპორტირებული ხორცისა და რძის პროდუქტების ანალიტიკური კონტროლი.

მეცხოველეობის ნედლეულის წარმოებისას, დაუშვებელია ცხოველთა საკვების დანამატების, ვეტერინარული სამკურნალო წამლებისა და დასამუშავებელი პრეპარატების გამოყენება, რომლებიც აქვეითებს საკვები პროდუქტების ხარისხს და არ არის რეგისტრირებული დადგენილი წესით.

შემოღებულია პოლიქლორირებული ბიფენილების ნორმირება – თევზსა და თევზის პროდუქტებში; ბენზ(ა)პირენის ნორმირება – მარცვლეულში, ხორცისა და თევზის შებოლილ პროდუქტებში.

დაუშვებელია ბენზ(ა)პირენის შემცველობა ზავშვთა და დიეტური კვებისთვის განკუთვნილ სასურსათო ნედლეულსა და საკვებ პროდუქტებში.

სასურსათო ნედლეულსა და საკვებ პროდუქტებში ნორმირდება აზოტშემცველი ნაერთები: ჰისტამინი – ორაგულსა და სკუმბრიაში; ნიტრატები – ხილ-ბოსტნეულის პროდუქციაში; ნიტროზამინები – თევზში, ხორცში და მათი გადამამუშავების პროდუქტებში; პრიორიტეტულ პროდუქტებს, რომლებიც ხასიათდება ნიტროზამინების შედარებით მაღალი სიხშირითა და შემცველობის დონით, წარმოადგენს თევზისა და ხორცის შებოლილი ნაწარმი და ლუდის სახარში ქერის ალაო.

შინაგანი დასხივების შეზღუდვის მიზნით, დადგენილია რადიონუკლიდების შემცველობის ჰიგიენური ნორმატივები. საკვები პროდუქციის რადიაციული უსაფრთხოება განისაზღვრება მისი შესაბამისობით რადიონუკლიდების ცეზიუმ-137-ის და სტრონციუმ-90-ის ხვედრითი აქტივობის დასაშვებ დონეებთან. სხვა რადიონუკლიდებით დაბინძურებული საკვები პროდუქციის რადიაციული უსაფრთხოება უნდა შეესაბამებოდეს „რადიაციული უსაფრთხოების ნორმებს“.

საკვები ნედლეულისა და კვების პროდუქტების დაბინძურების წყაროები. მზა პროდუქტის უსაფრთხოებაზე გავლენას ახდენს მრავალი ფაქტორი: ნედლეულის ხასიათი და მასში ქსენობიოტიკების არსებობა; მისი გადამამუშავების ტექნოლოგიური პროცესის თავისებურებები – ხანგრძლივობა, ტემპერატურა, ფერმენტების არსებობა და მათი აქტიურობა; მიმდინარე პროცესების ქიმიზმი და ამ დროს წარმოქმნილი ნივთიერებების მახასიათებლები; საკვებში შეტანილი დანამატები. მზა პროდუქტის უსაფრთხოება ყოველივე ზემოთ ჩამოთვლილის შედეგია. იგი იქმნება მრავალრიცხოვან ნივთიერებათა ერთობლიობით და ვასდება „სენსორული“ და ანალიტიკური მეთოდებით.

საკვები პროდუქტების და სურსათის დაბინძურების ძირითადი გზებია:

- სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისა და კვების პროდუქტების დაბინძურება პესტიციდებით;

- ჰიგიენური წესების დარღვევა მემცენარეობაში სასუქების, სარწყავი წყლების, წარმოებისა და მეცხოველეობის მყარი და თხევადი ნარჩენების, კომუნალური და სხვა გამდინარე წყლების გამოყენებისას და სხვა;

- მეცხოველეობაში და მეფრინველეობაში აკრძალული საკვები დანამატების, კონსერვანტების, სტიმულატორების გამოყენება;

- პროფილაქტიკური და სამკურნალო მედიკამენტების გამოყენება, ან ნებადართული დანამატებისა და სხვა ნივთიერებების გამოყენება ჭარბი დოზებით;

- აკრძალული პოლიმერული, რეზინის და ლითონის მასალების გამოყენების შემთხვევაში საკვები აღჭურვილობიდან, ჭურჭლიდან, ინვენტარიდან, ტარიდან, შესაფუთი საშუალებებიდან ტოქსიკური ნივთიერებების მიგრაცია საკვებ პროდუქტებში;

- საკვებ პროდუქტებში ენდოგენური ტოქსიკური ნაერთების წარმოქმნა სითხური ზემოქმედების (მაგალითად დუღილის, წვის, დასხივების) პროცესში, ან ტექნოლოგიური დამუშავების სხვა პროცესებში;

- საკვები პროდუქტების წარმოებისა და შენახვის ტექნოლოგიებში სანიტარული მოთხოვნების დარღვევა, რაც იწვევს ბაქტერიული ტოქსინების (მიკოტოქსინები, ბოტულოტოქსინები) წარმოქმნას;

- გარემოდან – ატმოსფერული ჰაერიდან, ნიადაგიდან, წყალსატევებიდან – საკვებ პროდუქტებში ტოქსიკური ნივთიერებების, მათ შორის რადიონუკლიდების შეღწევა;

- აკრძალული საღებავების, კონსერვანტების, ანტიოქსიდანტების გაზრდილი დოზებით გამოყენება;

- საკვები პროდუქტების, ან ცალკეული საკვები ნივთიერებების წარმოების ახალი, არატრადიციული ტექნოლოგიების გამოყენება. მათ შორის შეიძლება დავასახელოთ ქიმიური და მიკრობიოლოგიური სინთეზი.

17. ტრანსგენური საკვები ნედლეულის უსაფრთხოების პრობლემები

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმების (გმო) მიღება დაკავშირებულია მცენარის, ან ცხოველის გენომში უცხო გენის „ჩართვასთან“. გმო-ს საფრთხე განპირობებულია რამდენიმე გარემოებით. დიდი მნიშვნელობა აქვს, რომელი გენის ჩართვა ხდება. ამასთან, აღნიშნულ პროცესში გენებმა შეიძლება მუტაცია განიცადოს, ან ნეგატიური გავლენა მოახდინოს მასპინძელი ორგანიზმის გენომზე. ჩართული გენების აქტიურობის შედეგად წარმოიქმნება უცნობი ტოქსიკური ცილები, რომლებიც ადამიანსა და ცხოველებში იწვევენ ტოქსიკოზს, ან ალერგიას. მცენარეები ახდენენ იმ ჰერბიციდების და პესტიციდების აკუმულირებას, რომელთა მიმართ მდგრადობით გამოირჩევიან და ასეთ მცენარეებთან ერთად ადამიანის ორგანიზმში ხვდება ტოქსიკური ქიმიკატები.

ზოგიერთი მეცნიერი ტრანსგენუს განიხილავს, როგორც „დაჩქარებულ“ სელექციას. მაგრამ სელექციით შესაძლებელია მხოლოდ ნათესაური ორგანიზმების ჰიბრიდის მიღება. მაგალითად, შესაძლებელია სხვადასხვა ჯიშის კარტოფილის შეჯვარება, მაგრამ კარტოფილისა და ვაშლის ჰიბრიდის მიღება შეუძლებელია. ბუნებაში იშვიათი გამონაკლისის გარდა, არ ხდება სხვადასხვა სახეობებს, მით უმეტეს, მცენარეთა და ცხოველთა კლასებს შორის შეჯვარება. თუ ასეთი შეჯვარება მოხდა, შთამომავლობა უნაყოფოა. უნაყოფოა ტრანსგენური ორგანიზმების უმრავლესობაც.

სერიოზული ცვლილებები გამოვლინდა არა მარტო გენეტიკურად მოდიფიცირებულ ორგანიზმებში, არამედ იმ ორგანიზმებშიც, რომლებიც იკვებებიან გმ-საკვებით. გმო-ს მომხრეები ამტკიცებენ, რომ უცხო ჩანარები მთლიანად იშლება ადამიანის და ცხოველის კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში. თუმცა გენეტიკოსების აზრით, „...ერთი ორგანიზმის მიერ მეორეთი კვება შეიძლება საფუძვლად დაედოს ე. წ. ჰორიზონტალურ გადატანას, რადგან ცნობილია, რომ დნმ ბოლომდე არ გადაამუშავდება და ცალკეული მოლეკულები ნაწლავიდან შეიძლება მოხვდეს უჯრედში და ბირთვში, ხოლო შემდეგ ინტეგრირდეს ქრომოსომაში“. რაც შეეხება პლაზმიდურ რგოლებს, „დნმ-ს

რგოლური ფორმა დაშლისადმი უფრო მდგრადია“. პლაზმიდები და გმ-ჩანართები აღმოჩენილ იქნა იმ ადამიანების და ცხოველების ორგანოებში, რომლებიც საკვებში იყენებდნენ გმო-ს. გმ-ჩანართები აღმოაჩინეს ადამიანის ნაწლავისა და ნერწყვის მიკროფლორაში; თავგების სისხლში და ნაწლავის მიკროფლორაში; განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს კვლევებს, რომლებშიც მეცნიერებმა აღმოაჩინეს უცხო გმ-ჩანართები თავგების ნაყოფებისა და ახლადდაბადებული ნაშიერის სხვადასხვა ორგანოებში (ნაწლავში, სისხლში, გულში, ტვინში, ღვიძლში, ელენტაში, სათესლეებში, კანში და სხვა) – მაკე მდედრების საკვებში ბაქტერიოფაგ M13-ის დნმ-ს, ან მწვანე ფლოუორესცენტული ცილის (pEGFP-C1) გენის შემცველი პლაზმიდას დამატებისას. აღნიშნული კვლევებით ავტორებმა დაადასტურეს, რომ გმო საშიშია არა მარტო მათთვის, ვინც იკვებება მისგან დამზადებული საკვებით, არამედ მათი შთამომავლობისთვისაც.

გმო შემცველი პროდუქტები უზარმაზარ მოგებას აძლევს მათ მწარმოებლებს. რადგან გმო-ს და „ტრანსგენური“ პროდუქტების შემოწმება ძირითადად ხდება მათი მწარმოებლების ხარჯებით, ხშირად გმო-ს უსაფრთხოების კვლევები არაკორექტული და არაობიექტურია.

მრავალი ქვეყნის მეცნიერთა შრომები ეძღვნება გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმების მოქმედების გაუთვალისწინებლობის და სავარაუდო საფრთხეებს. ჯერ კიდევ 2000 წელს გამოქვეყნდა მეცნიერთა საერთაშორისო განცხადება გენური ინჟინერიის საფრთხის შესახებ (World Scientists Statement ..., 2000), შემდეგ კი მეცნიერთა ღია წერილი, მიმართული ყველა ქვეყნის მთავრობებისადმი – გმო-ს გავრცელებაზე მორატორიუმის შემოღების შესახებ, რომელსაც ხელი მოაწერა 84 ქვეყნის 828 მეცნიერმა (Open letter ..., 2000). ექსპერიმენტული გამოკვლევებით, ცხოველებისა და მათი შთამომავლების საკვებში გენეტიკურად მოდიფიცირებული კულტურების დამატებამ, მათ ორგანოებში პათოლოგიური ცვლილებები გამოავლინა. მაგალითად, ბრიტანელმა მკვლევარებმა შეისწავლეს ცხოველებზე გენეტიკურად მოდიფიცირებული კარტოფილის, იტალიელმა მეცნიერებმა – გმ-სოიოს, ავსტრალიელმა მეცნიერებმა – გმ-ბარდის, ხოლო ფრანგმა მეცნიერებმა – გმ-სიმინდის მავნე მოქმედება. აღნიშნული შრომები მეცნიერებმა გამოაქვეყნეს, თუმცა, უფრო მეტი მასალა ჯერ კიდევ გამოუქვეყნებელია. გამოქვეყნდა ცნობები

იმის შესახებ, რომ ლაბორატორიული ცხოველების საკვებში გმ-სიმინდის დამატებამ გამოიწვია მათი შთამომავლების 100%-იანი სიკვდილიანობა. მაგრამ ეს მონაცემები ძალიან სწრაფად „გააქრეს“. პირველ რიგში ეს დაკავშირებულია მწარმოებელი კომპანიების ინტერესებთან, რომელთათვის არამომგებიანია უარყოფითი შედეგების გამოქვეყნება. ბრიტანული გაზეთის „Times“ დანართში – „Higher Education“, ქვეყანაში, ბიოტექნოლოგიურ სფეროში მომუშავე 500 მეცნიერიდან 30%-მა განაცხადა, რომ სპონსორების თხოვნით, იძულებულნი იყვნენ შეეცვალათ თავიანთი კვლევის მონაცემები. მათგან 17% დათანხმდა მონაცემების გაყალბებაზე, რათა ეჩვენებინათ დამკვეთისათვის სასურველი შედეგი, 10%-მა განაცხადა, რომ მათ ეს „თხოვნის“ და შემდგომი დაფინანსების შეწყვეტის შიშის გამო გააკეთეს, ხოლო 3%-მა განაცხადა, რომ იძულებულნი იყვნენ შეეტანათ ცვლილებები, რადგან წინააღმდეგ შემთხვევაში ხელი ეშლებოდა მათი შრომების ღია პუბლიკაციას.

როდესაც ფერმერები კომპანიისგან ყიდულობენ გმ-თესლს, იქვე იძლევიან ხელმოწერას, რომ არა აქვთ მათი ლაბორატორიული კვლევის უფლება. ხშირად, გმ-თესლი არ აღმოცენდება და ფერმერები იძულებულნი არიან, რამდენჯერმე შეისყიდონ ისინი მწარმოებლებისაგან. მაგალითად, ინდოეთში ფერმერებს მიჰყიდეს შერეული თესლი (როგორც ტრადიციული, ისე გენეტიკურად მოდიფიცირებული). ორი წლის შემდეგ, ველარ მიიღეს ახალი მოსავალი, რადგან დამტვერვის შედეგად, ნორმალური მცენარეებიც ტრანსგენური და უნაყოფო გახდა. თესლების უნაყოფობამ ინდოეთში გაზარდა ფერმერებს შორის თვითმკვლელობის შემთხვევები.

გმ-კულტურებისაგან დაცვის მიზნით, მრავალ ქვეყანაში შემოიღეს გმ-ს შემცველი პროდუქტების მარკირება, ან დაიწყეს მათი გაყიდვა ძალიან დაბალ ფასებში. ზოგიერთმა ქვეყანამ უარი განაცხადა გმ-კულტურებსა და გმ-პროდუქტებზე და შექმნა გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმებისგან თავისუფალი ზონები. ამჟამად, ცნობილია 35 ქვეყნის 1300 ზონა. მათ შორისაა თითქმის ყველა ევროპული ქვეყანა. რამდენიმე წლის წინ, ევროკავშირში გამოქვეყნდა მოხსენება (Who Benefits from GM crops? An analysis of the global performance of genetically modified (GM) crops 1996-2006), რომელშიც აღნიშნულია, რომ ტრანსგენურმა კულტურებმა ბოლო ათი წლის მანძილზე არავითარი სარგებელი არ მოიტანა: მსოფლიოს უმეტეს ქვეყანაში არ გაზარდია

ფერმერების მონაგები, არ გაუმჯობესებულა პროდუქტების სამომხმარებლო თვისებები, არ გადაწყვეტილა შიმშილის პრობლემა. გმ კულტურების გამოყენებამ გაზარდა ჰერბიციდებისა და პესტიციდების გამოყენების მოცულობა და არ შემცირებულა მათი გამოყენება, როგორც ამას გვპირდებოდა ბიოტექნოლოგიური კორპორაციები. მათ ვერ მოუტანეს სარგებელი გარემოს, პირიქით, უკიდურესად ნეგატიური ზემოქმედება მოახდინეს ბუნებაზე – ბიომრავალფეროვნების შემცირებით. მაშინ, როდესაც თვითონ გენეტიკურად მოდიფიცირებული მცენარეები, მთელი რიგი მახასიათებლების მიხედვით, უკიდურესად არასტაბილურნი არიან და ნეგატიურ ზემოქმედებას ახდენენ ადამიანისა და ცხოველების ჯანმრთელობაზე.

საინტერესოა, რომ აშშ-ში, რომელიც მსოფლიო ლიდერია გმ-კულტურების წარმოებაში, რამდენიმე შტატმა წინააღმდეგობა გაუწია გმ-კულტურების და გმ-თესლების გავრცელებას. რაოდენ გასაკვირიც არ უნდა იყოს, მათ შორისაა მისურის შტატი, სადაც იმყოფება ბიოტექნოლოგიური გიგანტის – „მონსანტოს“ მთავარი ოფისი. ბოლო დროს, აშშ-ში, საკმაოდ მაღალ დონეზე დაიწყო გმ-კულტურების წინააღმდეგ გამოსვლები. მაგალითად, აშშ-ს სოფლის მეურნეობის სამინისტრომ აკრძალა ბრინჯის გენეტიკურად მოდიფიცირებული ჯიშების გამოყვანა. ამავე დროს, სამინისტროს გადაწყვეტილებით, უნდა განადგურდეს უკვე დათესილი ბრინჯი. 2008 წელს აშშ-ს მთავრობამ მიიღო გადაწყვეტილება მნიშვნელოვნად გაზარდოს ხარჯები კვების პროდუქტების უსაფრთხოებისა და ხარისხის კონტროლის პროგრამების დასაფინანსებლად. სასამართლოს გადაწყვეტილებით, აიკრძალა გოლფის მოედნებსა და გაზონებზე ტრანსგენური ბალახის გამოყენება.

ყოველწლიურად, მსოფლიოში ტარდება გმო-ს გამოყენების საწინააღმდეგო საერთაშორისო საპროტესტო აქციები. იგი 2007 წელს 24 მარტს დაიწყო და ერთი თვე გრძელდებოდა. პოლონეთში, ქალაქ ლეზაში 24 მარტიდან მიმდინარეობდა ათდღიანი შიმშილობის აქცია. მათი მოთხოვნა იყო ევროკავშირში გმო-ზე მორატორიუმის შემოღება, გენების პატენტირების აკრძალვა. გმო-ზე მორატორიუმის შემოღების მოთხოვნით ასევე გამოვიდნენ პარიზში თექვსმეტდღიანი შიმშილობის აქციის მონაწილეები. რუმინეთში, ადგილობრივი თვითმმართველობის (მუნიციპალიტეტების) 14 ორგანომ მიმართა ხელისუფლებას

მოთხოვნით, წარმოედგინათ რეგიონებისათვის კანონიერი უფლება, გმო-საგან თავისუფალი ზონების გამოსაცხადებლად. 2007 წლის 29 მარტიდან ნეპალში, ბანგლადეშში, ინდოეთში, პაკისტანში, შრი-ლანკაში, მალაიზიაში, კამბოჯაში, ინდონეზიაში, ტაილანდში, სამხრეთ კორეაში, ჩინეთში, იაპონიაში და ფილიპინებზე ჩატარდა „გმ-ბრინჯის საწინააღმდეგო კვირეული“.

გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმების საფრთხეების შესახებ არსებული მრავალრიცხოვანი გამოკვლევების მიუხედავად, იზრდება ტრანსგენური კულტურებით – ხორბლით, სოიოთი, სიმინდით, ბამბით, კარტოფილით, ჭარხლით, თამბაქოთი, პომიდორით დათესილი ფართობების რაოდენობა. ბიოტექნოლოგიური გამოკვლევების მოცემულ ეტაპზე გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმების მასშტაბური გავრცელება ნაადრევია და შესაძლებელია, რეალურ საფრთხეს წარმოადგენდეს დედამიწაზე ცოცხალი ორგანიზმების არსებობისათვის. ნებისმიერმა სამეცნიერო პრობლემამ უნდა გაიაროს განვითარების გზა, რომელიც დაკავშირებულია დეტალურ კვლევებთან და მრავალრიცხოვან შემოწმებებთან.

გმო მოქმედების შედეგების გაუთვალისწინებლობის თაობაზე არაერთხელ გამოუთქვამს აზრი ნორვეგიის მთავრობის სამეცნიერო მრჩეველს, პროფესორს ტერიე ტრაავიკს, რომელიც 20 წელია, გენურ ინჟინერიაში მუშაობს. მისი აზრით, გმ-კონსტრუქციებს, ქიმიური ნივთიერებებთან შედარებით, გაცილებით დიდი საფრთხის გამოწვევა შეუძლია, რადგან ისინი სრულიად „უცნობია“ გარემოსთვის, არ იშლებიან, არამედ პირიქით, მიიღებიან უჯრედის მიერ, სადაც უკონტროლოდ მრავლდებიან და მუტაციებს განიცდიან. მისი აზრით, აუცილებელია დამოუკიდებელი კვლევების არაკორპორაციული თანხებით ჩატარება.

ტრანსგენური ორგანიზმების მასშტაბურმა გავრცელებამ და უცხო გენეტიკური მასალის თანდათანობით დანერგვამ მცენარეთა, ცხოველთა და ადამიანის უჯრედებში, შესაძლოა გამოიწვიოს შეუქცევადი პათოლოგიური ცვლილებები და მათი გადაშენება. ამასთან დაკავშირებით, იქმნება დეტალური სამეცნიერო გამოკვლევების ჩატარების აუცილებლობა გმ პროდუქტების ცოცხალ ორგანიზმებზე და მათ შთამომავლობაზე გავლენის შესასწავლად და ცოცხალი ორგანიზმებისა და გარემოსათვის უსაფრთხო ბიოტექნოლოგიების შესამუშავებლად. გმო ნეგატიურ გავლენას ახდენს არა მარტო ადამიანზე, არამედ

მცენარეებზე, ცხოველებზე, სასარგებლო ბაქტერიებზე, იწვევს მათი რიცხოზობის მკვეთრ შემცირებას და საბოლოოდ, მათ გაქრობას – გარემოს მდგომარეობის გაუარესებას და ბიოსფეროს დარღვევას.

ცუდად შესწავლილი გმ-კულტურებისაგან მოსახლეობის და გარემოს დაცვის მიზნით, აუცილებელია: კვების პროდუქტებში გმ-კომპონენტების მარკირება; გმო-გან თავისუფალი ზონების შექმნა; პროდუქტების შექმნა მოხდეს იმ ქვეყნებში, სადაც არ ზრდიან გმ-კულტურებს და არ აწარმოებენ გმ-პროდუქტებს; აქტიურად განვითარდეს სოფლის მეურნეობა და წარმოება; აიკრძალოს უკვე ნებადართული გმ-კულტურის გავრცელება მანამდე, ვიდრე სხვადასხვა ქვეყნის მეცნიერები არ დაამტკიცებენ და მეცნიერულად არ დაასაბუთებენ მათ უსაფრთხოებას.

18. გენურ-ინჟინერული მოღვაწეობის სახელმწიფო რეგულირების სისტემა. საერთაშორისო საკანონმდებლო ბაზა ბიოუსაფრთხოებაში და მისი რეალიზაცია

თანამედროვე მსოფლიოს ყველა ქვეყანაში მიღებულია კანონები და სხვა სახელმწიფო აქტები, რომლებიც თანამედროვე ბიოტექნოლოგიისა და ბიოინჟინერიისათვის ნორმატიულ-საკანონმდებლო ბაზას ქმნის. უმეტეს შემთხვევაში, ისინი ადაპტირებულია საერთაშორისო მოთხოვნებთან და წესებთან, რომლებიც დაფიქსირებულია გაეროს, ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის, იუნესკოს და სხვა საერთაშორისო ორგანიზაციების დოკუმენტებში.

მიღებულია ისეთი საერთაშორისო დოკუმენტები, როგორცაა საყოველთაო დეკლარაცია ადამიანის გენომისა და ადამიანის უფლებების შესახებ; საერთაშორისო კონვენცია ბიოლოგიური მრავალფეროვნების შესახებ; კონვენცია ადამიანის უფლებებისა და ბიომედიცინის შესახებ; კონვენცია ადამიანის უფლებებისა და ღირსების დაცვის შესახებ – ბიოლოგიის და მედიცინის მიღწევების გამოყენებასთან დაკავშირებით.

ამჟამად, ძალიან მნიშვნელოვანია საკითხი გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმების (გმო) და მათგან მიღებული პროდუქტების გამოყენების შესახებ. ექსპერტების აზრით, მათი გაუკონტროლებელი გავრცელების გამო, მსოფლიო თანასაზოგადოება მალე წააწყდება ტერორიზმის სრულიად ახალ ფორმას. ბოლო დროს, სულ უფრო ხშირად ისმის გენმოდიფიცირებული პროდუქტების მკაცრი კონტროლის მოწოდებები.

სხვადასხვა ქვეყანაში გენმოდიფიცირებული პროდუქტებისადმი სხვადასხვა მოთხოვნებია. ასევე, კოლოსალური სხვაობაა იმ სათეს ფართობებს შორის, რომლებიც უკავია გენეტიკურად მოდიფიცირებულ მცენარეებს სხვადასხვა რეგიონებში. ყოველივე მოწმობს, რომ პრობლემის საბოლოო გადაწყვეტამდე ჯერ კიდევ შორია.

ტრანსგენური კულტურებით დათესილი ფართობების ზრდის მსოფლიო დინამიკა მართლაც შთამბეჭდავია: 1996 წლიდან 2003 წლამდე იგი 40-ჯერ გაიზარდა (1,7-დან 67,7 მლნ ჰექტარამდე). ლიდერების რიგშია აშშ, არგენტინა, კანადა. ტრანსგენური მცენარეების – განსაკუთრებით, სოიოს, ბამბის, სიმინდის, რაპსის – მსოფლიო გაყიდვები 1995 წელთან შედარებით 75 მლნ დოლარიდან 2005 წლისათვის 8 მილიარდ დოლარს მიაღწია.

2004 წელს არგენტინაში აწარმოეს 34,5 მლნ ტონა გენმოდიფიცირებული სოიო, ანუ, იქ გაზრდილი ყველა მარცვლეულის 49,5%. ამგვარად, გენეტიკურად მოდიფიცირებული სოიო გახდა არგენტინის ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურა. ამასთან, თუ აშშ-ში მოყვანილი სოიოს მხოლოდ 40%-ია ტრანსგენური, არგენტინაში ეს მაჩვენებელი 99%-ის ტოლია.

საერთაშორისო თანასაზოგადოებამ მიიღო მთელი რიგი დოკუმენტები, რომლებიც განსაზღვრავს უსაფრთხოების წესებს გენეტიკურად შეცვლილ ორგანიზმებთან მუშაობისას. მაგალითად, ბიოლოგიური მრავალფეროვნების შესახებ კონვენციასთან დაკავშირებით შეადგინეს **კარტახენას** ოქმი ბიოუსაფრთხოებაში, რომელიც არეგულირებს გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმების გადაადგილებას. **რიო** – რომელიც განსაზღვრავს, რომ გენეტიკურად მოდიფიცირებული პროდუქტების უსაფრთხოების მტკიცებულებაზე პასუხისმგებლობა ეკისრება პროდუქციის მწარმოებელს. **კოდექსი ალიმენტარიუსისა და გაეროს კომისიის კოდექსის** დოკუმენტები კვებითი

სტანდარტების შესახებ (განსაზღვრავს სტანდარტებს გენეტიკურად მოდიფიცირებული პროდუქტებისათვის), ასევე **ევროპარლამენტისა და ევროსაბჭოს დირექტივები** (განსაზღვრავს საფრთხის შეფასების მეთოდებს, მონიტორინგის წესებს და პირობებს – რომლის ფარგლებშიც გაიცემა ნებართვა გმო-ს წარმოებასა და გამოშვებაზე). აღნიშნული დოკუმენტების დამუშავება და მიღება მიმდინარეობს გმ პროდუქტების მწარმოებლებსა და ეკოლოგებს შორის გააფთრებული ბრძოლის პირობებში.

საერთაშორისო კონვენციას ბიომრავალფეროვნების შესახებ, ხელი მოეწერა 1992 წ 13 ივნისს რიო-დე-ჟანეიროში. იგი მიუთითებს, რომ დაუშვებელია გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმების წარმოებისა და გამოყენების აკრძალვა, თუმცა, ასევე არ შეიძლება აღნიშნული პროცესის რეგულირებაზე უარის თქმა. კონვენციაში (გვ. 19, პუნქტი 9) აღნიშნულია ცოცხალი შეცვლილი ორგანიზმების გამოყენებისას სიფრთხილის ზომების დაცვის აუცილებლობა. თუმცა, არ კონკრეტდება, რა ზომებზეა საუბარი. ამგვარად, აღნიშნულ საერთაშორისო დოკუმენტში გათვალისწინებულია, თუნდაც „შეფუთული“ ფორმით ორივე მხარის – როგორც გენეტიკურად მოდიფიცირებული პროდუქციის მწარმოებლის, ისე მათი მომხმარებლის სამართლებრივი დაცვა.

ამასთანავე, სხვადასხვა ქვეყნის კანონმდებლობაში სხვადასხვაგვარად აისახა გენეტიკურად მოდიფიცირებული პროდუქტების კონტროლის ფორმები და უსაფრთხოების ზომები. მაგალითად, აშშ-ში არ არსებობს განსაკუთრებული კანონი, რომელიც განსაზღვრავს ტრანსგენური პროდუქტების უსაფრთხოების კრიტერიუმებს. კვების ყველა პროდუქტისათვის ისინი საერთოა („კანონი საკვები პროდუქტებისა და კოსმეტიკური პრეპარატების შესახებ“).

გენეტიკურად მოდიფიცირებული პროდუქტების წარმოების საკითხებზე ერთ-ერთი შედარებით მკაცრი კანონმდებლობა შემუშავებულია ევროკავშირის მიერ. მაგალითად, **ევროპარლამენტისა და ევროსაბჭოს დირექტივა - 23.04.1990 №220/90** – გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმების (გმო) ბუნებაში გამოშვება საჭიროებს გარემოს დაცვის, ტრანსპორტისა და რეგიონების საკითხებში ევროკავშირის სახელმწიფო მდივნის ნებართვას – გმო-ს გარემოში ნებისმიერი სახით გამოშვების თაობაზე. ეს ეხება როგორც ერთ ცალ ქოთნის მცენარეს, ასევე მსხვილმასშტაბიან სამრეწველო წარმოებას. ნებართვის მისაღებად

თხოვნის გადაცემის პროცედურა მოიცავს:

- საარსებო გარემოსათვის შესაძლო რისკის შეფასებას;
- შეცვლილი ორგანიზმის თვისებების დახასიათებასა და აღწერას;
- გადასატანი გენური თანმიმდევრობის წარმოშობისა და ტიპების აღწერას;
- გადატანის მეთოდის აღწერას.

ანუ, ამ დოკუმენტით გათვალისწინებულია ინტერესთა ორი ჯგუფის – როგორც მწარმოებლების, ისე მომხმარებელთა დაცვა.

ევროპარლამენტის და ევროსაბჭოს დირექტივა - 27.01.1997№258/97 შევსებულია გმო-ს სამედიცინო-ბიოლოგიური უსაფრთხოების შეფასების დეტალური რეგლამენტაციით (გამოყენების მოდელები, კვებითი ღირებულების კვლევა, ალერგიული და ტოქსიკოლოგიური კვლევა, ადამიანის ნაწლავის მიკრობიოცენოზის შეცვლის უნარი) და მათი ტექნოლოგიური შეფასების კრიტერიუმებით (წარმოების პარამეტრები, ფიზიკური, ქიმიური და ორგანოლეპტიკური თვისებების შეფასება).

კოდექს ალიმენტარიუსის კვლევითი ჯგუფის პირველი სხდომა ჩატარდა 2000 წელს, სადაც აღინიშნა გმ პროდუქტების უსაფრთხოების დამატებითი სამედიცინო-ბიოლოგიური შეფასების აუცილებლობა – სხვადასხვა მომხმარებლური ჯგუფების (ბავშვები, ფეხმძიმეები, მებუძური დედები, მოხუცები, შაქრიანი დიაბეტით დაავადებული პაციენტები) მეტაბოლური თავისებურებების გათვალისწინებით. აქვე აღინიშნა ხანგრძლივი „ქრონიკული კვლევის“ წარმოების აუცილებლობა.

ევროპარლამენტისა და ევროსაბჭოს დირექტივამ - 12.03. 2001№18/2001 – გააფართოვა გმ მცენარეების ეკოლოგიური უსაფრთხოების შეფასების კრიტერიუმები, უპირველეს ყოვლისა, მომხმარებლების დაცვის მიზნით. კრიტერიუმების რიცხვში შეიტანა სასოფლო-სამეურნეო მიწების ბუნებრივ ბინადართა ორგანიზმებზე ზემოქმედების შეფასება; სოფლის მეურნეობით დაკავებულ ფერმერებზე და მუშებზე შესაძლო ზემოქმედების შეფასება; ბიოგეოქიმიურ პროცესებზე ზემოქმედების შეფასება და სხვა.

დაბოლოს, ევროპარლამენტისა და ევროსაბჭოს დირექტივა - 22.09. 2003№1829/2003 – გენეტიკურად მოდიფიცირებული პროდუქტებისა და ცხოველთა საკვების შესახებ – 2004 წლის აპრილიდან ევროკავშირის ქვეყნებისათვის შემოიტანა გმ პროდუქტების მარკირების ახალი წესები. მარკირება ეხება ყველა

საკვებ პროდუქციას, თუ მათში გმ პროდუქტების შემადგენლობა სცილდება 0,9%-ს.

მსოფლიო სავაჭრო ორგანიზაციამ 2006 წლის 7 თებერვალს განაცხადა, რომ ევროკავშირმა გმ მცენარეებისა და გმ პროდუქტების გამოყენებაზე მორატორიუმი სავაჭრო ნორმების დარღვევით გამოაცხადა. მსოფლიო სავაჭრო ორგანიზაციამ დაადგინა, რომ ექვსმა ქვეყანამ, რომელთა შორისაა საფრანგეთი და ავსტრია, დაარღვია წესები, როცა შემოიტანა საკუთარი აკრძალვები გმ პროდუქტებით ვაჭრობასა და იმპორტზე. ევროკავშირის წინააღმდეგ საჩივარი მსოფლიო სავაჭრო ორგანიზაციაში წარადგინა აშშ, კანადამ და არგენტინამ.

სავარაუდოდ, უახლოეს წლებში გენმოდირებული პროდუქცია მთელს მსოფლიოში კიდევ უფრო დიდ მასშტაბებს შეიძენს. თითოეული სახელმწიფოს პოლიტიკაზე ბევრი რამ იქნება დამოკიდებული. თუმცა ისიც ცხადია, რომ როგორი რეგულაციებიც არ უნდა იქნეს შემოღებული, გმ პროდუქტები მაინც აღმოჩნდება ბაზარზე. მთავარია, მათ შესაბამისი ნიშანი ჰქონდეს, რათა მომხმარებელმა იცოდეს, რას ყიდულობს.

19. გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმების გავრცელების რეგულირება საქართველოში

საქართველოს მოსახლეობა საკვების სახით ფართოდ მოიხმარს ისეთ გენეტიკურად მოდიფიცირებულ პროდუქტებს, როგორიცაა კარტოფილი, სიმინდი, ტომატი, შაქრის ჭარხალი და სხვა.

მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს ჯანმრთელობის დაცვის მსოფლიო ორგანიზაციისა და სხვა საერთაშორისო ორგანიზაციების რეკომენდაციები ამ საკითხთან დაკავშირებით, ჯერჯერობით არ არის მიღებული ის საერთაშორისო წესები, რომელიც მოაწესრიგებდა ასეთი პროდუქციის რეგისტრაციის, სოციალურ-ჰიგიენური მონიტორინგის, საქონელბრუნვისა და რაც

მთავარია, მისი ხარისხისა და მოსახლეობის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხოების დადგენის შესაძლებლობას. ამდენად, მოცემულ სფეროში მეტი პრიორიტეტი ნაციონალურ კანონმდებლობებს ენიჭება. დღეისათვის საქართველოს ბაზარი, რომელიც მეწარმე-სუბიექტის, მომხმარებლის, სავაჭრო და მაკონტროლებელი ორგანოების ურთიერთქმედების არეა, ჯერ კიდევ დაუცველია უხარისხო, გაყალბებული და ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საშიში პროდუქციის შეღწევისაგან. საქართველოში გენმოდიფიცირებული ორგანიზმების იმპორტის პირველი გახმაურებული შემთხვევა 1996-1997 წლებში დაფიქსირდა, როდესაც 3 რეგიონში დაითესა მონსანტოს მიერ გამოყვანილი 148 ტონა კარტოფილი, რომელიც უკონტროლოდ გავრცელდა საქართველოს დანარჩენ რეგიონებში და გატანილ იქნა მეზობელ ქვეყნებშიც (აზერბაიჯანი, თურქეთი). აღნიშნული კარტოფილი, კოლორადოს ხოჭოს საწინააღმდეგო Bt ტოქსინის გარდა, კანამიცინის მიმართ მდგრადობის მარკერ-გენსაც შეიცავდა. მისი მოსავლიანობა ძალზე დაბალი აღმოჩნდა, რადგან ადგილობრივ პირობებს არ იყო შეგუებული. გარდა ამისა, ძლიერ დაზიანდა სოკოვანი დაავადებებით (ფიტოფტორა) და ბევრი ფერმერი ვალეზში ჩააგდო. მაგრამ დაუდგენელია ის ზიანი, რომელიც ამ პროდუქტმა მოსახლეობის ჯანმრთელობას მიაყენა. ეს გენმოდიფიცირებული პროდუქტი ყოველგვარი სეგრეგაციისა (არატრანსგენური პროდუქტისაგან გამოცალკევება) და სპეციალური ნიშანდების (მარკირების) გარეშე იქნა გამოყენებული.

საქართველოში სხვა გამ კულტურების იმპორტისა და მოყვანის ფაქტების შესახებ ზუსტი ინფორმაცია არ არსებობს. გასულ წლებში სხვადასხვა ქვეყნიდან, მათ შორის აშშ-დან და სხვა გმო-ს მწარმოებელ ქვეყნებიდან ხორციელდებოდა სიმინდისა და სოიოს იმპორტი. თუმცა, ქვეყანაში კონტროლის სისტემის არარსებობის გამო, მათი შემოწმება გამ მასალის შემცველობაზე არ ხდებოდა. ამიტომ დასაბუთებით შეუძლებელია იმის მტკიცება, იყო თუ არა შემოტანილი სათესლე მასალა გენმოდიფიცირებული.

ქვეყანაში გენური ინჟინერიის პრობლემების რეგულირებაზე ზრუნვა სხვადასხვა სამინისტროებისა და უწყებების ერთობლივი ძალისხმევითაა შესაძლებელი. ასეთ ვითარებაში აუცილებელ ღონისძიებად მოიაზრება ისეთი საკანონმდებლო და ნორმატიული ბაზის არსებობა, რომელიც სამართლებრივ საფუძველს შეუქმნის არასაიმედო საკვები პროდუქციისა და მათ

შორის, ადამიანის ჯანმრთელობისათვის პოტენციურად საშიში გენმოდიფიცირებული პროდუქტების სამომხმარებლო ბაზარზე შეღწევის საწინააღმდეგო ღონისძიებათა რეალიზაცია.

მოსახლეობის ჯანმრთელობის დაცვისა და მომხმარებელთა უფლებების დაცვის მნიშვნელოვან საშუალებას წარმოადგენს საკვები პროდუქტების ხარისხისა და უსაფრთხოების სახელმწიფო კონტროლი. „სურსათისა და თამბაქოს შესახებ“ საქართველოს კანონის თანახმად, საქართველოში წარმოებული და იმპორტირებული ყველა სახის სურსათი და მათი ნედლეული (სამცნიერო დანიშნულებისათვის და გამოფენებისათვის, აგრეთვე მფლობელის პირადი მოხმარებისათვის განკუთვნილი სურსათის გარდა) ექვემდებარება ხარისხის კონტროლს, რომლის შედეგად განისაზღვრება სტანდარტებითა და ნორმებით დადგენილი მახასიათებლები და ხდება მიღებული შედეგების დადგენილ მოთხოვნებთან შედარება, მაგრამ ამ კონტროლში არ მოიაზრება საკვები პროდუქტების ჰიგიენური ექსპერტიზა, რომლის საბოლოო მიზანს წარმოადგენს კომპლექსური გამოკვლევის გზით ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საკვების უსაფრთხოების დადგენა.

სხვადასხვა მიზეზების გამო, სახელმწიფო საზღვრის გამტარ პუნქტებში და საბაჟო ზონებში სანიტარული სამსახურის მიერ სათანადოდ ვერ ხორციელდება სანიტარულ-საკარანტინო კონტროლი და შესაბამისად, შეუძლებელია იმპორტირებული არაკეთილსაიმედო საკვები პროდუქციის გამოვლენა და მათი შემოტანის აღკვეთა. კერძოდ, არსებული კანონმდებლობა არ ითვალისწინებს ქვეყანაში შემოსატანად გათვალისწინებული საკვები პროდუქციის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხოების მაჩვენებელზე შემოწმებასა და შესაბამისი დასკვნის გაცემას. ამასთან, კანონმდებლობა არ ითვალისწინებს მწარმოებელი ქვეყნის მიერ პროდუქციაზე გაცემული ჯანმრთელობის უსაფრთხოების დამადასტურებელი დოკუმენტის საქართველოს მიერ აღიარებას. არ ხორციელდება სანიტარულ-საკარანტინო კონტროლი ყველა კონტროლქვემდებარე, ასევე სარკინიგზო ტრანსპორტით შემოსულ ტვირთებზე.

აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტროს ძალისხმევით დღეისათვის შემუშავებულია საქართველოს სანიტარული კოდექსის კანონის პროექტი, რომლითაც განსაზღვრულია მოთხოვნები ადამიანის ჯანმრთელობისათვის პოტენციურად

საშიში პროდუქციის წარმოებაზე, იმპორტზე, ექსპორტსა და რეალიზაციაზე. „საქსტანდარტთან“ ერთად, შემუშავებულია საქართველოს კანონის პროექტი „არაკეთილსაიმედო საკვები პროდუქციის ბრუნვიდან ამოღებისა და განადგურების შესახებ“, ასევე მომზადებულია საქართველოს კანონის პროექტი „საქართველოს ზოგიერთ საკანონმდებლო აქტში ცვლილებებისა და დამატებების შეტანის შესახებ“. მაგრამ ჯერ კიდევ გაურკვეველი რჩება ის საკანონმდებლო ბერკეტები, რომლებმაც უნდა უზრუნველყონ საქართველოს მოსახლეობის ჯანმრთელობის დაცვა გენმოდიფიცირებული პროდუქტების სამომხმარებლო ბაზარზე შესაძლო შეღწევის შემთხვევაში. არ არის დადგენილი ის ჰიგიენური მოთხოვნები, რომლებიც ასეთი პროდუქციის ნიშანდებას, სეგრეგაციას, ნორმირებას, ჰიგიენურ და მედიკო-გენეტიკურ ექსპერტიზას შეეხება.

2008 წელს საქართველოს პარლამენტმა კარტახენას ოქმის რატიფიცირება განიხილა, თუმცა საკვების მარკირებასთან (ნიშანდება) დაკავშირებული საკითხები 2013 წლამდე გადადო. „ბიომრავალფეროვნების სტრატეგიისა და მოქმედებათა გეგმის“ მიხედვით, ასევე განსაზღვრულია სათანადო ლაბორატორიული ბაზის შექმნა და ინფრასტრუქტურის განვითარება გენმოდიფიცირებული ორგანიზმების კონტროლისათვის, სამწუხაროდ, არც ეს ღონისძიებები განხორციელებულა.

არსებულ ვითარებაში, როდესაც ქვეყანაში არ არის კანონმდებლობა გმო-სთან დაკავშირებით და მთავრობა არ ახორციელებს არანაირ კონტროლს გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმებისა და პროდუქტების შემოტანაზე, განსაკუთრებული საფრთხის ქვეშ ექცევა როგორც ქვეყნის უნიკალური ბიომრავალფეროვნება (ველური და კულტურული), ასევე მოსახლეობის ინტერესები.

აღნიშნული მიმართულებით, აქტიურ ღონისძიებებს ახორციელებს საქართველოს მწვანეთა მოძრაობა. 2002 წლიდან ორგანიზაცია ატარებს საკვების მწარმოებელი და იმპორტიორი კომპანიების გამოკითხვას, რომლის მიზანია გამოავლინოს სხვადასხვა კომპანიის დამოკიდებულება გმ ინგრედიენტების მოხმარებისადმი და მიღებული ინფორმაცია მიაწოდოს საზოგადოებას.

რამდენიმე წლის წინ, საქართველოს პარლამენტს უნდა განეხილა კანონპროექტი „საქართველოს გენმოდიფიცირებული

პროდუქციისგან თავისუფალ ზონად გამოცხადების შესახებ“. იგი საქართველოში გენმოდირეცირებული ცოცხალი ორგანიზმების შემოტანის აკრძალვასა და მზა პროდუქტის მარკირებას ითვალისწინებდა. ამ კანონპროექტმა კრახი განიცადა და სავარაუდოდ ამის მიზეზი ქართული ეკონომიკის მდგომარეობა გახდა.

ცხადია, სანამ გენმოდირეცირებული პროდუქტების ავტორიზაციას გავარკვევთ, აუცილებელია იმპორტირებული საქონლის ეტიკეტზე შესაბამისი ნიშანი მაინც აღინიშნებოდეს. იმედია, სახელმწიფო დაფიქრდება ამ საკითხზე და უახლოეს მომავალში მსგავსი პროდუქტების იმპორტს მკაცრად გააკონტროლებს, მით უმეტეს, რომ ამგვარი პროდუქციის გამოყენებაზე დღეს ბევრი განვითარებული ქვეყანაც ღიად იკავებს თავს.

20. ნანოტექნოლოგიების ბიოუსაფრთხოების საკითხები

ნანოტექნოლოგიები ბიოლოგიასა და მედიცინაში. ნანოტექნოლოგიისა და ნანომასალების სფერო ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში, პრაქტიკულად ყველა დარგში, განსაკუთრებით კი – გენეტიკაში, ჰემატოლოგიაში, ჰიგიენაში, ტოქსიკოლოგიაში, მიკრობიოლოგიაში. თანამედროვე მედიცინაში ნანოტექნოლოგიის გამოყენება შეიძლება რამდენიმე ჯგუფად დავყოთ:

- ნანოსტრუქტურირებული მასალები, მათ შორის, ნანორელიეფური ზედაპირები, მემბრანები – ნანოხვრელებით;
- ნანონაწილაკები (მათ შორის, ფულერენები და დენდრიმერები);
- მიკრო და ნანოკაფსულები;
- ნანოტექნოლოგიური სენსორები და ანალიზატორები;
- ნანოინსტრუმენტები და ნანომანიპულატორები;
- სხვადასხვა ხარისხის ავტონომიურობის მიკრო და ნანომოწყობილობები.

ნანოტექნოლოგიის პროდუქტებს იყენებენ დიაგნოსტიკაში,

მონიტორინგში, ბიოსენსორებისა და სორბენტების შექმნისას, ასევე პროტეზების, იმპლანტანტების, ხელოვნური გრძნობათა ორგანოების სახით.

ქირურგიაში გამოიყენება სხვადასხვა ხარისხის ავტონომიურობის მიკრო და ნანომოწყობილობები, ზონდური მიკროსკოპები, ნანოინსტრუმენტები და ნანომანიპულატორები, დერმატოლოგიაში – მზისაგან დამცავი კრემები.

დეტალურად განვიხილოთ ნანოტექნოლოგიების მედიცინაში გამოყენების ზოგიერთი მაგალითი.

ნანონაწილაკების გამოყენებას გეგმავენ ახალი თაობის სამკურნალო პრეპარატების სახით, აგრეთვე, კონტინერების სახით, რომელშიც მოათავსებენ წამალს – უჯრედ-სამიზნეში მისი მიმართული მოხვედრის მიზნით. მაგალითად, წამალი შეიძლება დამზადდეს ფხვნილისაგან, რომელიც შეიცავს განსაკუთრებული თვისებების ნანონაწილაკებს. ისინი სისხლძარღვის, ან ნაწლავის კედლის გავლით, „გადახტებიან“ და დანიშნულების ადგილზე გაცილებით უფრო სწრაფად მოხვდებიან, რაც მკურნალობას ბევრად ეფექტურს გახდის. შეიძლება ნანონაწილაკის „დასმა“ წამალზე, რაც მას მიმართული მოქმედების საშუალებად გადააქცევს და წამალს „დასვამს“ იმ ქსოვილზე, რომლის დარღვევა (მაგალითად, სიმსივნე), ან პირიქით, დაცვა (მაგალითად, გული, ღვიძლი) არის გამიზნული. ამგვარად, ნანონაწილაკები ექიმებს დაეხმარება მოახვედრონ წამალი ზუსტად დაავადების ადგილზე და ამით, გააძლიერონ მკურნალობის ეფექტურობა და მინიმუმამდე დაიყვანონ გვერდითი ეფექტები.

ნანონაწილაკების გამოყენება ორგანიზმიდან თერაპევტული ნივთიერებების კონტროლირებული გამოყვანის შესაძლებლობას იძლევა. ნანოფორებიანი მემბრანების გამოყენება შეიძლება ორგანიზმის სითხეების მავნე ნივთიერებებისა და ვირუსებისაგან ფილტრაციის განსახორციელებლად, ხოლო ნანოფორებიანი მინიატურული კაფსულები – სამკურნალო საშუალებების ორგანიზმის საჭირო ადგილამდე გადასატანად. ეს ინსულინის მაპროდუცირებელი ცხოველური უჯრედების კაფსულებში მოთავსების საშუალებას იძლევა, რაც სხვა შემთხვევაში, ორგანიზმის მიერ უარყოფილი იქნებოდა.

ფულერენული ნანოსფეროები C60 შეიძლება შერჩეულ იქნას ისე, რომ დაუკავშირდეს წინასწარ არჩეულ ბიოლოგიურ სამიზნეებს. ფულერენის ადუქტი პოლივინილპიროლიდონთან (პვპ) – წყალში

კარგად ხსნადი შენაერთია, ხოლო მის სტრუქტურაში არსებული სიღრუეები ზომებით C60 მოლეკულის მსგავსია. სიღრუეები ადვილად ივსება ფულერენის მოლეკულებით და შედეგად მიიღება მაღალი ანტივირუსული აქტიურობის პროდუქტი.

შედარებით მარტივი კონსტრუქციის მიკროსკოპულ კაფსულებს ასევე შეუძლიათ ორგანიზმის ბუნებრივი შესაძლებლობების დუბლირება და გაფართოება, მაგალითად, რესპიროციტი – ჟანგბადისა და ნახშირორჟანგის ხელოვნური მატარებელია, რომელიც თავისი შესაძლებლობებით მნიშვნელოვნად აჭარბებს სისხლის ერთროციტებსა და ამჟამად ცნობილ სისხლის შემცვლელებს.

ნანოსფეროებს იყენებენ დიაგნოსტიკაში, მაგალითად, რენტგენოკონტრასტული ნივთიერების სახით, რომელიც ემაგრება გარკვეული უჯრედების ზედაპირს და აჩვენებს მათ განლაგებას ორგანიზმში. გარდა ამისა, ნანოტექნოლოგიების მეშვეობით, შესაძლებელია განისაზღვროს რომელიმე ნივთიერების, ანტისხეულის, ან ვირუსის ერთი მოლეკულაც კი. ეს დიაგნოსტიკის ჩატარების მაღალ სიზუსტეს, მის მასობრიობას და რამდენიმე (ზოგჯერ ათეული) კომპონენტის ერთდროულად განსაზღვრის შესაძლებლობას განაპირობებს – როცა ერთ ჯერზე, მრავალი ანალიზი შეიძლება გაკეთდეს. ნანოტექნოლოგია დაეხმარება ექიმებს, დაავადების (მათ შორის, სიმსივნეების) რაც შეიძლება ადრეულ სტადიაზე გამოვლენაში, დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის ხარისხის გაუმჯობესებაში.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს რეგენერაციული მედიცინის პრობლემების გადაწყვეტას. ამ შემთხვევაში, ნანოსტრუქტურირებული ზედაპირების მასალები, რომლებსაც წინასწარ განსაზღვრული თვისებები აქვთ – შეიძლება გამოყენებულ იქნას ამა თუ იმ ქსოვილების შესაცვლელად. ორგანიზმის უჯრედები „ცნობენ“ ასეთ მასალებს, როგორც „საკუთარს“ და ემაგრებიან მათ ზედაპირებს. ასეთი პრეპარატების უპირატესობაა კარგი შეთვისების უნარი და გვერდითი ეფექტების არარსებობა, მისაწვდომობა და დაბალი ფასები.

ამჟამად მიღწეულია წარმატებები ბუნებრივი ძვლის ქსოვილის იმიტირებული ნანომასალების დამზადებაში. ნანომკვლები გამოიყენება ორთოპედიაში, ნეიროქირურგიაში, ოტოლარინგოლოგიაში, ყბა-სახის ქირურგიაში, სტომატოლოგიაში, მათ შორის, იმპლანტანტების სახით – დიდი კრანიალური

დეფექტების აღმოსაფხვრელად.

საინტერესოა, ისეთი ნაწარმების დამზადება, რომლებიც, პირიქით, უჯრედებს ზედაპირზე მიმაგრების საშუალებას არ აძლევს. ასეთი მასალების გამოყენების ერთ-ერთი სფეროა ბიორეაქტორების დამზადება ღეროვანი უჯრედების გამოსაზრდელად. ნაწარმები შეიძლება გამოყენებულ იქნას რეგენერაციის თანდაყოლილი მექანიზმების სტიმულირებისათვის. ამასთან, ძირითადი ყურადღება მობილიზებულია ღეროვანი უჯრედების ხელოვნურ აქტივაციასა და მართვაზე.

ამგვარად, ნაწარმის სტრუქტურული ზედაპირების მქონე მასალების გამოყენება ფართო ასპარეზს ქმნის ღეროვანი უჯრედების პროლიფერაციისა და დიფერენციაციის მართვისა და კვლევისათვის – მათ შორის, ხელოვნური ორგანოების შექმნის სფეროში.

მეცნიერები ასევე საუბრობენ პრინციპულად ახალი ტიპის გადასახვევი და მწებავი მასალების – დეზინფექტანტებისა და ანტისეპტიკების შექმნის შესაძლებლობაზე, რომლებსაც ანტიმიკრობული, ვირუსსაწინააღმდეგო, ანთების საწინააღმდეგო აქტივობა ექნება. ამ მიმართულებით უკვე მიღწეულია გარკვეული წარმატებები. მაგალითად, მიღებულია მასალები ვერცხლის ნაწარმებით, რომლებიც ფლობს ანტიბაქტერიულ თვისებებს. ისინი გამოიყენება მედიცინაში (საღებავების, დეზინფექციის უქლორო საშუალებების, გადასახვევი მასალების, კათეტერების ზედაპირების მფარავი ლაქის და ა. შ. სახით) სტაფილოკოკებთან და სხვა ბაქტერიებთან საბრძოლველად.

მუშაობენ ნაწარმებისა და ახალი ქირურგიული იარაღების დამზადებაზე, რომლებსაც ექნება მაღალი მჭრელი თვისებები და ცვეთისადმი გამძლეობა.

ამჟამად, შესაძლებელია მაგნიტური სითხეების წარმოება. მაგნიტური სითხეები – მაგნიტური მასალების 5-10 მკმ ზომის კოლოიდური დისპერსიებია, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას სიმსივნური თერაპიისას. ამისათვის მაგნიტური ნაწარმები იფარება ლიპიდური გარსით, რომელშიც დამატებულია სამკურნალო საშუალება. შემდეგ იგი შეჰყავთ სისხლში და მაგნიტური ველის კონტროლის მეშვეობით მიმართავენ პათოლოგიური პროცესის ლოკალიზაციის ადგილისაკენ. მოქმედების ეფექტურობას უზრუნველყოფს „დამიზნების“ მაღალი სიზუსტე და სიმსივნის ზონაში უკიდურესად მაღალი

კონცენტრაციების შექმნის შესაძლებლობა.

მიმდინარეობს სამუშაოები მაგნიტური ნაწილაკების გამოსაყენებლად მკერდის კიბოს პროგრესირებადი ფორმების სამკურნალოდ. ეს ნაწილაკები ემაგრება ანტისხეულებს, რომლებიც სისხლმარღვთა სისტემაში მოხვედრისას ამოიცნობენ სიმსივნურ უჯრედებს და ემაგრებიან მათ. შემდეგ მაგნიტური ველის მეშვეობით მიმდინარეობს მათი სწრაფი გახურება, რაც კლავს სიმსივნურ უჯრედებს ისე, რომ არ აზიანებს გვერდით ქსოვილებს.

ნანოტექნოლოგიის გამოყენების სხვა მნიშვნელოვანი მიმართულებაა – ნანოვაქცინების შექმნა ინფექციური დაავადებების პროფილაქტიკისა და თერაპიისათვის, რომელთა წინააღმდეგ ტრადიციული მეთოდებით ვაქცინების შემუშავება შეუძლებელია. ასეთია მაგალითად, ვაქცინები სოციალურად მნიშვნელოვანი (ტუბერკულოზი, B ჰეპატიტი, პაპილომა ვირუსი, რომელიც იწვევს ონკოლოგიურ დაავადებას) და განსაკუთრებულად საშიში (ლეპტოსპიროზი, ტულარემია, ბრუცელოზი) ინფექციების პროფილაქტიკისათვის.

გარდა ამისა, დღემდე ვერ ხერხდება ისეთი ვაქცინის შექმნა, რომელიც ადამიანებს ერთდროულად რამდენიმე დაავადებისაგან დაიცავდა. ნანოვაქცინებს შემდეგი უპირატესობები გააჩნია:

- ისინი პრაქტიკულად უსაფრთხოა, რადგან შეიცავს მხოლოდ ვაქცინურ კომპონენტებს;
- ისინი ორგანიზმისათვის არატოქსიკური, ბიოშეთავსებადი და ბიოდეგრადირებადია;
- ნანოვაქცინის კომპონენტის თვითაწყობა ხსნის კომპონენტების გასუფთავების, იმობილიზაციის და კონცენტრირების პრობლემას, განაპირობებს მიღებული პროდუქტის სტანდარტულობას;
- ნანოვაქცინების ტექნოლოგია მრავალკომპონენტური პრეპარატების მიღების საშუალებას იძლევა. ისინი ერთდროულად დაიცავს ადამიანს ფართო სპექტრის სოციალურად მნიშვნელოვანი, ან განსაკუთრებით საშიში დაავადებებისაგან.

ამჟამად სწავლობენ გარემო ფაქტორების ტოქსიკურობის შემცირებაზე ნანოდისპერსიული კაჟმიწის გავლენას. დადგენილია, რომ ასეთი კაჟმიწა ამცირებს ნატრიუმის ნიტრიტის, ნატრიუმის ფტორიდის, დიოქსირუბინის, ტუბერკულოზის საწინააღმდეგო პრეპარატების ტოქსიკურობას – ცილების

შეზღუდვის, ზეჟანგური ჟანგვის შემცირების, დაბალმოლეკულური ტოქსინების გაუვნებელყოფის ხარჯზე. ნანოდისპერსიული კაჟმიწის საფუძველზე შექმნილია პრეპარატი, რომელიც ხასიათდება ადსორბციულ-დეტოქსიკაციური მოქმედებით. მას იყენებენ მწვავე ნაწლავური დაავადებების, ვირუსული ჰეპატიტების, ათეროსკლეროზის, თირკმლის მწვავე უკმარისობის, სხვადასხვა გენეზის ინტოქსიკაციების, ალერგიული რეაქციებისას. ადგილობრივად, აღნიშნულ პრეპარატს იყენებენ ჩირქოვან-სეპტიკური პროცესებისას – ჭრილობებზე; სტომატოლოგიაში – გინგივიტების, სტომატიტების, პარადონტიტის სამკურნალოდ; ოფთალმოლოგიაში – რქოვანას დამწვრობისა და თვალის ანთებითი დაავადებებისას.

მკვეთრად გამოხატულ ანტიმიკრობულ თვისებებს ავლენს თვითაწყობადი პეპტიდური ნანომილაკები (მაგალითად, E. coli ილუპება 1 საათის განმავლობაში). მეთოდი ემყარება პეპტიდური რგოლების ჩანერგვას ბაქტერიის მემბრანაში, სადაც ისინი იკრიბება მილაკებში და შემდეგში იწვევენ ბაქტერიის დაღუპვას. ვარაუდობენ, რომ თვითაწყობადი პეპტიდური ნანომილაკები მომავალში გახდება ანტიბიოტიკებისადმი მდგრად მიკროორგანიზმებთან ბრძოლის ეფექტური საშუალება.

ზემოთ შევხებით ნანომედიცინის განვითარების მხოლოდ ზოგიერთ პრიორიტეტულ მიმართულებას. განვიხილოთ ნანოტექნოლოგიების სოფლის მეურნეობაში გამოყენების პერსპექტივები.

სოფლის მეურნეობაში ნანოტექნოლოგიის გამოყენება დაკავშირებულია ჰაერის და სხვადასხვა მასალების, მათ შორის, საქონლის საკვებისა და მეცხოველეობის საბოლოო პროდუქციის მიკროორგანიზმებისაგან გასუფთავებასთან, ასევე შენახვის მიზნით, თესლებისა და მოსავლის დამუშავებასთან.

ისევე როგორც მედიცინაში, სოფლის მეურნეობაშიც მეცნიერთა იმედები გაამართლა ნანოემულსიებისა და ანტიბაქტერიული ნანოპრეპარატების გამოყენებამ, რომელთა მოქმედება მნიშვნელოვნად პროლონგირებულია ვერცხლის ნანონაწილაკების ხარჯზე. ასეთ მასალებს იყენებენ მაგალითად, საწველ აპარატებში; გარდა ამისა, ისინი ხსნიან ნებისმიერი კონდენციონერის ფილტრების დაბინძურების პრობლემასაც.

ნანოტექნოლოგიები გამოიყენება მცენარის ზრდის სტიმულაციისათვის, ცხოველების სამკურნალოდ, საკვების ხარისხის გასაუმჯობესებლად.

არსებობს წარმოების ენერგოტეკვადობის შემცირების, ნედლეულის დამუშავების მეთოდების ოპტიმიზაციის და საბოლოო პროდუქციის გამოსავლის გაზრდის მიზნით, ნანოტექნოლოგიების დანერგვის გამოცდილება; იქმნება ახალი შესაფუთი მასალები, რომლებიც უზრუნველყოფს საბოლოო პროდუქციის ხანგრძლივ შენახვას.

მსგავსი ტექნოლოგიების უმრავლესობა დაკავშირებულია კვების მრეწველობასთან, რომელიც ნაწარმსა და იყენებს საკვების შესაფუთად და საშიში ტოქსინების, ალერგენების, ან პათოგენების გამოსავლენად. ცალკეულ შემთხვევებში კი მათი ნეიტრალიზაციისათვის. მუშავდება და ვითარდება პროექტები საკვები დანამატების შესაქმნელად და გასაუმჯობესებლად. მაგალითად, მცენარეული ზეთების მისაღებად, რომელიც შეიცავს ნაწარმსა და ეწინააღმდეგება მუქმწოვართა სისხლში ქოლესტერინის გადასვლას.

ცალკეული პროექტები მიმართულია უფრო ეფექტური გარემოდამცველი აგროტექნოლოგიების განვითარებისაკენ (მაგალითად, აგროეკოსისტემებში წყლის გამწმენდი, ან მემცენარეობის ნარჩენების ეთანოლად გარდამქმნელი ნაწარმების წარმოება). მეცხოველეობაში მუშავდება ნაწარმების გამოყენების მეთოდები – ზრდის ფაქტორების და ჰორმონების დოზების შემცირების მიზნით და პათოგენების ნეიტრალიზაციის საშუალებები – ცხოველებთან მათი კონტაქტის ადრეულ სტადიებზე.

მეცნიერთა ჯგუფის აზრით, ნანოტექნოლოგიები არსებითად ამარტივებს და აჩქარებს სასოფლო-სამეურნეო სახეობების გენეტიკის ისეთი ტრადიციული პრობლემების გადაჭრას, როგორცაა არახელსაყრელი მუტაციის, ან ინფექციის მატარებლის წარმოქმნის კონტროლი და გამოვლენა; ასევე სამეურნეო მნიშვნელობის, მაგალითად, გარემოს არახელსაყრელი პირობებისადმი მდგრადი გენების გამოვლენა.

მიიღეს და ცხოველებზე წარმატებით გამოსცადეს ანტი-ვირუსული და ანტიმიკრობული აქტივობის ნაწარმების შემცველი ემულსიები. ისინი ახდენს ზედაპირების დეზინფექციას, ანადგურებს რა არა მარტო მიკროორგანიზმებს, არამედ სპორებსაც, ამასთანავე, ისინი უვნებელია ცხოველური უჯრედებისათვის. ასეთი ემულსიების გამოყენება პოტენციურად შესაძლებელია მედიცინაში, კვების მრეწველობაში, წყლის გასასუფთავებლად და

ბაქტერიოლოგიური იარაღისაგან დასაცავად.

ბიოლოგიური სისტემების შესწავლის, ან მართვის მიზნით, განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ისეთი მოწყობილობების შექმნას, რომლებიც იყენებს ბიოლოგიურ მაკრომოლეკულებს. მეცნიერებისთვის კარგად არის ცნობილი ბიომოლეკულების ნანოსტრუქტურებად თვითაწყობის უნარი. მაგალითად, ლიპიდები სპონტანურად ერთიანდება და წარმოქმნის თხევად კრისტალებს. დნმ გამოიყენება არა მარტო ნანოსტრუქტურების შესაქმნელად, არამედ ნანომექანიზმების მნიშვნელოვან კომპონენტსაც წარმოადგენს. ვარაუდობენ, რომ ნანოტექნოლოგიები მიკროსქემებში კაჟის ნაცვლად გამოიყენებენ დნმ-ს ორჯაჭვიან მოლეკულას, რომლის თავისებურებები ატომების წინასწარ განსაზღვრული თანმიმდევრობით აწყობის საშუალებას იძლევა. შესაძლოა, დნმ მომავალში გახდეს ახალი თაობის კომპიუტერების ძირითადი კომპონენტი.

მიკრო და ნანოტექნოლოგიების გამოყენებით გაიზარდა სხვადასხვა ნივთიერებების ზემცირე კონცენტრაციებით აღმოჩენისა და ანალიზის შესაძლებლობა. ასეთი სახის მოწყობილობის ერთ-ერთი ვარიანტია „ლაბორატორია ჩიპზე“. იგი წარმოადგენს ფირფიტას, რომლის ზედაპირზეც მოწყობილობებს აქვთ განლაგებული საჭირო ნივთიერებების რეცეპტორები, მაგალითად, ანტისხეულები. ასეთ მოწყობილობას ცალკეული მოლეკულების აღმოჩენის უნარი აქვს და იგი შეიძლება გამოყენებულ იქნას დნმ-ში ფუძეთა თანმიმდევრობების, ან იდენტიფიკაციის მიზნით, ამინომჟავების განსაზღვრისათვის; გენეტიკური ან ონკოლოგიური დაავადებების გამოსავლენად, ინფექციური აღმძვრელებისა და ტოქსიკური ნივთიერებების აღმოსაჩენად და სხვა.

ბიოლოგიური ნანოჩიპებით მოხდება სომატური და ინფექციური დაავადებების დიაგნოსტიკა, მათ შორის, განსაკუთრებით საშიში ინფექციების და ტოქსინების აღმძვრელების სახეობრივი იდენტიფიკაცია.

მოწყობილობებს, რომლებიც განკუთვნილია ნანოობიექტებზე (ნანონაწილაკებზე, ცალკეულ ატომებზე და მოლეკულებზე) მანიპულაციისათვის, შეიძლება ეწოდოს ნანომანიპულატორები. ასეთებია, მაგალითად, მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპები, რომლებიც ნებისმიერი ობიექტის, მათ შორის, ატომის გადაადგილების საშუალებას იძლევა. შექმნილია „ნანოპინცეტების“ რამდენიმე ვარიანტის პროტოტიპები.

უკვე გამოიყენება ნანოტექნოლოგიის ისეთი მიღწევები, როგორცაა:

- ამფიფილური ცილები, რომლებიც ხელს უწყობს უჯრედების ზრდას – დაზიანებული ზურგის ტვინის აღსადგენად;
- თავის ტვინის სიმსივნის საფარი, რომელიც შედგება მაგნიტური ნანონაწილაკებისა და ფერმენტებისადმი მგრძობიარე ნაწილაკებისაგან;
- ნანონაწილაკებისგან შემდგარი ზონდები – პრეპარატის შიგაუჯრედული შეყვანისა და გენების ექსპრესიისთვის;
- კვანტური წერტილები, რომლებიც აღმოაჩენს ადამიანის სარძევე ჯირკვლის კიბოს ბიომარკერებს და განსაზღვრავს მათ რაოდენობას.

NanoBiotech News-ის მონაცემების თანახმად, 2005 წლიდან კლინიკამდელ, კლინიკურ და კომერციულ დამუშავებას განიცდის 130 ნანოტექნოლოგიური პრეპარატი და სისტემა, 125 მოწყობილობა და დიაგნოსტიკური ტესტი. ყოველივე ზემოთქმული კიდევ ერთხელ მოწმობს, რომ მედიცინის მომავალი დამოკიდებულია ნანოტექნოლოგიებზე.

ნანოტექნოლოგიებთან დაკავშირებული რისკების და პრობლემების მიუხედავად, ვარაუდობენ, რომ ნანომოწყობილობები მალე მთლიანად შეცვლის არსებულ სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო ტექნოლოგიებს, მრავალგზის გადააჭარბებს მათ მწარმოებლობით და ამავე დროს, დანახარჯების შემცირებით. მეცნიერთა პროგნოზებით, მალე შესაძლებელი გახდება სისხლის უჯრედებში გადამცემების ჩამონტაჟება, რომლებიც რეაგირებას მოახდენს გარემოში რადიონუკლიდების და ორგანიზმში კიბოს უჯრედების გამოჩენაზე, ასევე შეიქმნება ზემოგრძობიარე სენსორები და „ჭკვიანი“ კოსმეტიკა, საწვავის ახალი სახეები და კოსმოსში ფრენისათვის საჭირო მასალები.

ნანობიოტექნოლოგიის განვითარების ძირითადი მიმართულებები. განვიხილოთ, როგორ შეიძლება მომავალში განხორციელდეს დიაგნოსტიკა და მკურნალობა უჯრედულ, სუბუჯრედულ და მოლეკულურ დონეებზე.

მიდგომა „მემოდან ქვემოთ“ – მომავალში მოხდება არსებული მიკრომოწყობილობების სრულყოფა და მინიატურიზაცია. მთელი მსოფლიოს მეცნიერები მუშაობენ ისეთი მოწყობილობის შესაქმნელად, რომელიც იმუშავებს ადამიანის ორგანიზმის შიგნით. ისინი აღჭურვილნი იქნებიან ნანოტექნოლოგიებზე

დაფუძნებული საბორტო მართვის, კავშირისა და ორიენტაციის სისტემებით. ნანოსენსორები და ნანომანიპულატორები რეალობა გახდება უკვე ახლო მომავალში.

„სველი ნანოტექნოლოგია“ – აღნიშნული მიდგომა ემყარება ცოცხალ ბუნებაში არსებული მზა მექანიზმების გამოყენებას. 1967 წელს აიზეკ აზიმოვმა პირველმა წამოჭრა ნუკლეინის მჟავების მოლეკულებისგან შემდგარი მექანიზმების გამოყენების იდეა. მოგვიანებით, ვ. ვაიტმა შესთავაზა მეცნიერებს უჯრედების „რემონტისთვის“ გამოყენებინათ გენეტიკურად მოდიფიცირებული ვირუსები. ამჟამად მათ აქტიურად იყენებენ უჯრედებში ახალი გენეტიკური მასალის შესატანად. პერსპექტივაში შეიძლება წარმოვიდგინოთ სხვადასხვა „რობოტი“ ვირუსების გამოჩენა, რომლებიც ამოიცნობს გარკვეულ მდგომარეობაში მყოფ სპეციფიკური ტიპის უჯრედს. კონკრეტულ სიტუაციაზე დამოკიდებულებით, ასეთი „რობოტი“ ვირუსი ან მოკლავს ამ უჯრედს (მაგალითად, დაავადების აღმძვრელს), ან შეიტანს მასში დნმ-ს, ან რნმ-ს აუცილებელ მოლეკულებს – ან მთლიანად შეცვლის დაზიანებულ გენეტიკურ მასალას.

ნანომექანიზმები – ეს მიდგომა წარმოგვიდგება შედარებით ფანტასტიკურად, თუმცა იგი საკმაოდ პერსპექტიულია. ნახშირბადის ატომებისაგან შემდგარი კონსტრუქციებისადმი ყურადღება განპირობებულია მისი უნარით – დიდი რაოდენობით წარმოქმნას სხვადასხვა შენაერთები, ასევე ნახშირბადის 2 ატომს შორის კავშირის რეკორდული სიმტკიცით. ნახშირბადოვანი მოლეკულების მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ ფულერენები – ნახშირბადის ატომის ხუთი, ან ექვსკუთხედი რგოლებისგან შემდგარი სფეროები და ნანომილაკები, რომლებიც მომავალში, ნანოტექნოლოგიური კომპონენტების პროტოტიპი გახდება. ნახშირბადისგან შეიძლება დამზადდეს მოლეკულები, რომლებსაც ექნება მრავალფეროვანი დეტალების – კბილანების, ჭოკების, საკისარების და სხვა ფორმა. ასეთი ნანომექანიზმების ასაწყობ მოწყობილობას ეწოდება ასემბლერი.

ნანორობოტები – ნანორობოტების შექმნა მომავლის მთავარი ამოცანაა. თუმცა, ეს ჯერ კიდევ ჰიპოთეზური მიმართულებაა. ვარაუდობენ, რომ ნანორობოტები იქნება მოლეკულის ზომის მოწყობილობები, რომლებიც დამზადდება ხელოვნურად სინთეზირებული ნახშირბადოვანი ჯაჭვებისაგან, ან ბიოლოგიური მაკრომოლეკულების საფუძველზე. ისინი აღჭურვილი იქნება

დეტექტორებით, მანიპულატორებით და ჩამონტაჟებული კომპიუტერით; შეედლება გარემოში გადაადგილება; მათი მუშაობის პრინციპი ცილოვანი მოლეკულების მოქმედების მექანიზმის მსგავსი იქნება.

ნანორობოტები შეასრულებს უამრავ ამოცანას – ნებისმიერი დაავადების, მათ შორის დაბერების დიაგნოსტიკასა და მკურნალობას, ავადმყოფის ორგანიზმში დეფექტების აღმოფხვრას – ნანომართვადი ქირურგიული ჩარევის გზით. „შეკვეთის მიხედვით“ ორგანიზმის გადაწყობას, ასევე ზემტკიცე კონსტრუქციების დამზადებას და სხვა.

ნანობოტექნოლოგიის გამოყენებასთან დაკავშირებული შესაძლო რისკები. სამეცნიერო წრეებში აქტიურად მსჯელობენ ნანობოტექნოლოგიების გამოყენების შესაძლო რისკებზე და საფრთხეებზე. სპეციალისტები ყურადღებას ამახვილებენ იმ ფაქტზე, რომ არ არსებობს ნანომასალების მოქმედების „ზღვარი“. გასათვალისწინებელია პოლიტიკური და ეთიკური ასპექტებიც (მაგალითად, შეიარაღების ახალი სახეების დამუშავება, ნანოსტრუქტურების არაარგუმენტირებული გამოყენება).

ახალი მასალების შექმნა დაკავშირებულია ადამიანის ჯანმრთელობისა და გარემოს რისკებთან. ნანონაწილაკები ადვილად აღწევენ კანში, სასუნთქ სისტემაში, კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში, ურთიერთქმედებენ ერთმანეთთან და ამავე დროს, იძენენ სრულიად უცნობ თვისებებს. ამიტომ მიკრო-დან ნანობოტექნოლოგიებზე გადასვლა საჭიროებს სპეციალურ ფუნდამენტურ კვლევას.

ნანომასალები შეიძლება ფლობდეს უდიდეს დამანგრეველ ძალას. მაგალითად, მეცნიერები ატარებდნენ ცდებს ნახშირბადზე და ნანონახშირბადზე. როდესაც თევზებიან აკვარიუმში ჩააგდეს ნახშირის ფხვნილი, იგი უბრალოდ დაილექა და თევზებმა გააგრძელეს ცურვა. მაგრამ როცა ჩაამატეს ნანონახშირბადი, თევზები დაიხოცნენ, რადგან მან შეაღწია ტვინში და დათრგუნა ნერვული უჯრედების მოქმედება.

ნანომედიცინა და ნანობოტექნოლოგია მეცნიერების ახალი სფეროებია და ჯერჯერობით მწირი ექსპერიმენტული მონაცემები მოიპოვება გაუთვალისწინებელი და არახელსაყრელი ეფექტების შესახებ. არასაკმარისად არის შესწავლილი, როგორ მოხდება ნანონაწილაკების ჩაშენება ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე ბიოქიმიურ პროცესებში, რაც განსაკუთრებით შემამფოთებელია.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, უნდა დამუშავდეს პროგრამა ნანომასალების ბიოუსაფრთხოების შესახებ, რომელიც შეისწავლის მათი დამუშავების, გამოყენების და უტილიზაციასთან დაკავშირებულ პრობლემებს:

პირველი პრობლემა – ნანომასალების წარმოებისას შრომის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. ვარაუდობენ, რომ ახლო მომავალში, საშიშ პრობლემში მუშაობა მოუწევს დაახლოებით 400 ათას ადამიანს, ხოლო უსაფრთხოების ტექნიკის წესები ჯერ შემუშავებული არ არის;

მეორე პრობლემა – ნანოსუბსტანციების დაცვა. როგორც ეკოლოგიურად საშიშ და პოტენციურად მავნე ნივთიერებების შემთხვევაში, აქაც წარმოიშვება ნანონარჩენების, ნანოტექნოლოგიებით შექმნილი ვადაგასული წამლებისა და ჰიგიენური საშუალებების უტილიზაციის პრობლემა;

მესამე პრობლემა – პროდუქციის, განსაკუთრებით, წამლებისა და ბიოლოგიურად აქტიური დანამატების ხარისხის კონტროლის აუცილებლობა.

ამგვარად, მნიშვნელოვანია ნანონაწილაკების ბიოლოგიური და ტოქსიკური ეფექტების გამოვლენის ფუნდამენტური კანონზომიერებების შესწავლა – მათ ფორმებზე, ზომაზე, საწყის მასალაზე, ზედაპირის ფართობზე, მუხტზე და აგებულების სხვა ფიზიკურ-ქიმიურ თავისებურებებზე დამოკიდებულებით. ასევე, გასათვალისწინებელია დოზები, ორგანიზმში შეყვანის გზები, ორგანო-სამიზნეში მათი კონცენტრაციები და ზემოქმედების ხანგრძლივობა. აუცილებელია, მომავალში ნანოთერაპიის შესაძლო რისკებისა და ეფექტების სწორი შეფასება.

დაბოლოს, წარმოგიდგენთ ერთ-ერთი მეცნიერის მოსაზრებას ნანობიოტექნოლოგიის მხარდაჭერად: „ჩვენ ვერ შევძელით ბირთვული იარაღის შექმნის თავიდან აცილება. არ გავაჩერეთ რენტგენის სხივები. დოზირების ცვლილების საშუალებით ერთსა და იმავე პრეპარატს ვიყენებთ, როგორც მომწამლავი, ასევე მოწამვლის საწინააღმდეგო დანიშნულებით. ამიტომ, უბრალოდ მოვალენი ვართ, ავიღოთ პოზიტივი ნანომასალებიდან და ნანოტექნოლოგიებიდან.“

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Боровик Р.В., Дмитриев Г.А., Коломбет Л.В., Победимская Д.Д., Ремнев Ю.В., Тюрин Е.А., Федоров Н.А. Основы биологической безопасности: принципы и практика. Учебно-методическое пособие. – М. – Издательство «Медицина для вас». - 2008. – 303 с.
2. Зоны, свободные от ГМО. Под ред. В. Б. Копейкиной, 2007, 106с.
3. Ляпин М.Н., Головки Е.М., Малюкова Т.А., Ежов И.Н., Костюкова Т.А., Кутырев В.В., Кривуля С.Д., Федоров Ю.М., Дроздов И.Г., Негесов С.В., Сергеев А.Н., Ставский Е.А. Биологическая безопасность. Термины и определения. Саратов: ОАО «Приволжское книжное издательство», 2006. - 112 с.
4. Пальцев М.А., Гинцбург А.Л., Белушкина Н.Н. Биологическая безопасность. Глоссарий. – М.: Издательский дом «Русский врач», 2006 - 448 с.
5. Практическое руководство по биологической безопасности в лабораторных условиях. ВОЗ., Женева, - 2007, (2004). - 188 с.
6. Biological Safety: Principles and Practices. 4 Ed.: D. O. Fleming, D. L. Hunt. – Washington D.C. ASM Press. 2006. 624 p.
7. Ermakova I.V. GM soybeans revisiting a controversial format//Nature Biotechnology, V.25, N12, 2007, pp 1351-1354.
8. Ermakova I. Influence of genetically modified soya on the birth-weight and survival of rat pups// Proceedings “Epigenetics, Transgenic Plants and Risk Assessment”, 2006, P.41-48.
9. Hiromoto Y, Yamazaki Y, Fukushima T, Saito T, Lindstrom SE, Omoe K, Nerone R, Lim W, Sugita S and Nerone K. Evolutionary characterization of the six internal genes of H5N1 human influenza A virus. J Gen Virol 2000; 81: 1293-1303.
10. Ho Mae-Wan and Tappeser Beatrix. Potential contributions

of horizontal gene transfer to the transboundary movement of living modified organisms resulting from modern biotechnology. In *Transboundary Movement of Living Modified Organisms Resulting from Modern Biotechnology: Issues and Opportunities for Policy-Makers* (K.J. Mulongoy, ed.) pp. 171-193, International Academy of the Environment, Switzerland.

11. *Laboratory Biosafety Guidelines*. 3-rd Edition. Canada. - 2004. - 113 p.

12. Malatesta M., Biggiogera M., Manuali E., Rocchi M.B.L., Baldelli B., Gazzanelli G: Fine structural analyses of pancreatic acinar cell nuclei from mice fed on GM soybean. *Eur. J. Histochem.*, 47, 2003. pp.385-388.

13. Prescott, V.E., Campbell, P.M., Moore, A., Mattes, J., Rothenberg, M.E., Foster, P.S., Higgins, T.J.V. and Hogan, S.P. Transgenic expression of bean alpha-amylase inhibitor in peas results in altered structure and immunogenicity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 2005. 9023-9030,

14. Seralini G.E., Cellier D., Vendomois JS. New Analysis of a Rat Feeding Study with a Genetically Modified Maize Reveals Signs of Hepatorenal Toxicity// *Arch. Environ. Contam. Toxicol*, 2007.

15. <http://www.cbio.ru/modules/news/article.php?storyid=3252>

16. <http://www.cbio.ru/modules/news/article.php?storyid=3251>

17. http://ec.europa.eu/health/ph_risk/documents/synth_report.pdf

18. <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=1891.php>

19. <http://www.cbio.ru/modules/news/article.php?storyid=2801>

20. <http://www.cbio.ru/modules/sections/index.php?op=viewarticle&artid=2723>