

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ  
ФАКУЛТЕТ МЕДИЦИНСКИХ НАУКА



UNIVERSITY OF KRAGUJEVAC  
FACULTY OF MEDICAL SCIENCES

МАСТЕР РАД  
ВЕШТАЧКА ИНТЕЛИГЕНЦИЈА У НУТРИЦИОНИЗМУ:  
ИЗАЗОВИ И ПЕРСПЕКТИВЕ

Ментор:  
проф др Владимир Живковић

Студент:  
Лазар Деспотовић

## Садржај:

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Увод.....                                                                                                                    | 4  |
| 2. Вештачка интелигенција: дефиниција, развој и почеци примене у медицини и нутриционизму .....                                 | 6  |
| 2.1. Врсте вештачке интелигенције .....                                                                                         | 6  |
| 2.2. Интеграција вештачке интелигенције у медицини .....                                                                        | 6  |
| 2.3. Интеграција вештачке интелигенције у нутриционизам.....                                                                    | 9  |
| 3. Вештачка интелигенција у савременом нутриционизму .....                                                                      | 12 |
| 3.1. Апликације за самостално праћење исхране .....                                                                             | 12 |
| 3.2. Системи за персонализовану исхрану засновани на вештачкој интелигенцији .....                                              | 14 |
| 3.3. Употреба вештачке интелигенције у клиничком саветовању.....                                                                | 16 |
| Главни резултати: .....                                                                                                         | 16 |
| Начин рада ZOE система: .....                                                                                                   | 17 |
| 4. Ограничења и могућности вештачке интелигенције .....                                                                         | 19 |
| 4.1. Ограничења вештачке интелигенције .....                                                                                    | 19 |
| 20                                                                                                                              |    |
| 4.2. Могућности вештачке интелигенције .....                                                                                    | 20 |
| 5. Изазови одговорне примене вештачке интелигенције у нутриционизму .....                                                       | 22 |
| 5.1. Поверење корисника и транспарентност система.....                                                                          | 22 |
| 5.2. Осетљивост података и заштита приватност.....                                                                              | 23 |
| 5.3. Етичка ограничења у замени стручњака.....                                                                                  | 24 |
| 5.4. Недостатак превног оквира и питање одговорности .....                                                                      | 26 |
| 5.5. Неједнакости у приступу и технолошка баријера.....                                                                         | 28 |
| 6. Перспективе вештачке интелигенције у нутриционизму .....                                                                     | 31 |
| 7. Тренутни пројекти базирани на вештачкој интелигенцији у области нутриционизма .....                                          | 33 |
| 8. Улога вештачке интелигенције у трансформацији нутриционизма: ОмодаСпарк и Виоме као примери .....                            | 36 |
| 9. Потенцијални ризици примене вештачке интелигенције у нутриционизму – анализа на основу неуроначних налаза.....               | 40 |
| 10. Улога вештачке интелигенције у стратегијама исхране до 2030. ....                                                           | 43 |
| 10.1. Глобални стратешки оквири и њихов утицај на нутритивну праксу .....                                                       | 43 |
| 10.2. Регионални стратешки приступи и импликације за нутриционизам .....                                                        | 43 |
| 10.3. Примена и улога вештачке интелигенције у глобалним и националним стратегијама нутриционизма до 2030. године циљева .....  | 44 |
| 11. Утицај генеративне вештачке интелигенције, дигиталних близанаца и IoT на развој нутриционизма у наредних десет година ..... | 46 |
| 11.1. Уводне напомене о технолошкој трансформацији .....                                                                        | 46 |
| 11.2. Револуција у персонализованој нутритивној пракси (2025-2030).....                                                         | 46 |

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 11.3. Настанак дигиталних близанаца као стандард у нутритивној пракси (2026-2032) .....               | 46 |
| 11.4. Трансформација нутритивног саветовања кроз IoT технологије (2025-2035) .....                    | 47 |
| 11.5. Нутриционизам 2035: клинички докази, изазови и нова улога у доба дигиталних близанаца и АИ..... | 47 |
| 12. Закључак .....                                                                                    | 49 |
| 13. Литература .....                                                                                  | 50 |

## 1. Увод

Свет у којем живимо данас карактерише динамичан технолошки развој који утиче на све аспекте људског постојања, укључујући и начин на који се бринемо о сопственом здрављу и исхрани. Са порастом броја хроничних болести, поремећаја у исхрани и гојазности, јавља се све већа потреба за применом савремених технологија у сврху превенције и лечења. У том контексту, вештачка интелигенција постаје важан алат у креирању персонализованих стратегија за побољшање здравственог стања појединца.

Нутриционизам, као научна дисциплина која се бави проучавањем утицаја хране на људски организам, све више се ослања на нове технологије у циљу прецизније анализе и планирања исхране. Увођење вештачке интелигенције у ову област омогућава нове видове приступа — од анализе уноса макро- и микронутријената, праћења здравствених параметара, до предвиђања нутритивних потреба појединаца на основу различитих фактора као што су старост, пол, генетика, физичка активност и медицинска историја. Осим тога, ови системи имају способност да се уче и прилагођавају, што их чини нарочито вредним у динамичном окружењу какав је људски метаболизам.

Вештачка интелигенција представља област рачунарских наука која се бави развојем система способних да обрађују велике количине података, уче на основу претходних искустава, препознају обрасце и доносе одлуке слично људској интелигенцији. Развој примене вештачке интелигенције у нутриционизму почиње интензивно након 2010. године, паралелно са порастом доступности великих количина података, напретком у машинском учењу и популаризацијом мобилних апликација за праћење здравља. Данас постоје бројни алати засновани на вештачкој интелигенцији који омогућавају корисницима да прате свој дневни унос хране, добијају персонализоване препоруке, анализирају ефекте исхране на своје здравље и усклађују начин исхране са својим циљевима — било да се ради о губитку телесне масе, повећању мишићне масе, контроли гликемије или другим здравственим параметрима (1,2).

Ипак, упркос бројним предностима, постоје и ограничења у актуелној примени вештачке интелигенције у овој области. Неопходно је критички сагледати поузданост података које системи користе, степен персонализације који могу да понуде, као и етичке и правне аспекте обраде здравствених информација. Осим тога, важно је развити стратегије за едукацију крајњих корисника како би умели правилно да тумаче и примене препоруке које добијају од система вештачке интелигенције.

Овај рад има за циљ да анализира примену вештачке интелигенције у савременом нутриционизму, са посебним освртом на њене актуелне примене, правце будућег развоја, као и могућности интеграције ових технологија у свакодневни живот појединца. Рад је базиран на прегледу релевантне литературе и студија случаја, а структура рада обухвата приказ основних концепата и историјског развоја вештачке интелигенције у контексту исхране, анализу постојећих алата и апликација, разматрање предности и изазова, као и предлоге за даљу примену и истраживање у овој области (1,2).

## 2. Вештачка интелигенција: дефиниција, развој и почеци примене у медицини и нутриционизму

Вештачка интелигенција представља способност система да исправно интерпретира спољне податке, да учи из тих података и да користи то учење у сврху остваривања конкретних циљева и задатака кроз флексибилну адаптацију (3,4).

Вештачка интелигенција је појам који обухвата широк спектар технологија и алгоритама који омогућавају машинама да симулирају аспекте људског интелектуалног понашања (3). У основи, то значи да рачунарске системи могу да анализирају велике количине података, препознају обрасце, уче из искуства и прилагођавају се новим ситуацијама — све са циљем решавања сложених задатака који су до недавно били резервисани искључиво за људски ум. За разлику од традиционалних програма који следе унапред дефинисане кораке, системи засновани на вештачкој интелигенцији могу да еволуирају током времена, побољшавајући своје перформансе кроз континуирано учење. Управо та способност флексибилне адаптације и аутономног доношења одлука чини вештачку интелигенцију једном од најреволуционарнијих технологија савременог доба, са огромним потенцијалом за примену у различитим секторима — од индустрије и финансија, до здравства и образовања (3,4).

### 2.1. Врсте вештачке интелигенције

- Уска (слаба) вештачка интелигенција, облик вештачке интелигенције који користимо данас. Дизајниран за обављање једног задатка (мобилне апликације, системи за препознавање гласа, дијагностички алати у медицини) (3,4).
- Општа (јака) вештачка интелигенција је теоретски концепт система који би могли да обављају било који задатак који може и човек. Такав систем још не постоји већ се о њему расправља у академским и истраживачким круговима (3).
- Суперинтелигенција потенцијални будући системи који би надмашили људску интелигенцију у свим аспектима. Тренутно је предмет етичких расправа и филозофских предвиђања без реалних примера у пракси (3).

### 2.2. Интеграција вештачке интелигенције у медицини

Први покушаји примене вештачке интелигенције у медицини јављају се током 1960-их и 1970-их година кроз експертске системе као што су *DENDRAL* (за анализу хемијских структура) и *Mycin* (за дијагнозу бактеријских инфекција и препоруку антибиотика). Иако нису ушли у широку клиничку употребу, ови системи представљају почетак интеграције вештачке интелигенције у медицинску праксу (1,2).

**MYCIN** је један од првих експертских система вештачке интелигенције развијених током 1970-их година на Универзитету Станфорд. Његова основна намена била је постављање дијагнозе и препорука антибиотске терапије за бактеријске инфекције крви, попут сепсе и менингитиса. Систем је функционисао на основу скупа правила заснованих на медицинском знању које су у њега унели стручњаци. Приликом уноса симптома и клиничких налаза, MYCIN је користио логичке алгоритме како би предложио највероватније патогене и одговарајућу терапију, укључујући и дозирање. Иако никада није уведен у рутинску клиничку праксу, MYCIN је представљао пионирски пример како системи вештачке интелигенције могу да симулирају медицинско расуђивање, и послужио је као основа за даљи развој клиничке вештачке интелигенције (2).

**DENDRAL** представља један од првих експертских система у области хемије и биомедицинских наука, развијен током 1960-их година, такође на Универзитету Станфорд. Његова главна примена била је у области аналитичке хемије, конкретно у **аутоматској интерпретацији масене спектрометрије** ради одређивања молекулске структуре органских једињења. DENDRAL је на основу експерименталних података и унапред дефинисаних хемијских правила генерисао могуће молекулске структуре и идентификовао највероватније решење. Иако није директно примењиван у клиничкој медицини, DENDRAL је поставио темеље за касније системе вештачке интелигенције у здравству, јер је демонстрирао како алгоритам може имитирати процес научног закључивања у комплексним биолошким системима (1).

Значајан напредак догодио се почетком 21. века развојем машинског и дубоког учења, што је омогућило обраду великих количина података – од електронских здравствених картона до медицинских снимака. Данас, вештачка интелигенција се користи у радиологији, предикцији болести, анализи лабораторијских налаза, као и у планирању терапије. Посебно се истиче систем *Microsoft MAI-DxO* (3,4).

**MAI-DxO (Microsoft Artificial Intelligence – Diagnostic Optimizer)** представља савремени систем вештачке интелигенције који је развијен од стране компаније Microsoft у сарадњи са медицинским стручњацима и истраживачким институцијама. Његова примарна намена је подршка у клиничкој дијагностици, а заснива се на напредним алгоритмима машинског и дубоког учења. Систем користи велике скупове података из електронских здравствених картона, лабораторијских анализа, радиолошких снимака и других извора како би препознао обрасце и предложио потенцијалне дијагнозе (3,4).

У симулационим студијама објављеним током 2022. и 2023. године, MAI-DxO је показао способност да постигне дијагностичку тачност већу од 90%, што је у неким сценаријима

премашило успех искусних клиничара у првом дијагностичком покушају. Систем није замена за лекара, већ алат за подршку у доношењу одлука, који може да убрза процес дијагнозе, смањи ризик од грешке и омогући персонализованији приступ пацијентима. Посебно је ефикасан у ситуацијама када је доступно више могућих дијагноза или када се ради о ретким болестима. Ипак, његова пуна клиничка имплементација и даље захтева решавање питања правне одговорности, регулаторних стандарда и етичких смерница.

Међутим, пуна интеграција вештачке интелигенције у здравствени систем захтева јасна етичка правила, правну регулативу и едукацију медицинских радника. Тиме се обезбеђује безбедна и одговорна примена технологије, уз очување поверљивости података и улоге човека у доношењу коначних одлука.

Једно од најперспективнијих подручја примене вештачке интелигенције у медицини је превенција, где технологија може помоћи у раном откривању ризика и усмеравању појединца ка здравијим изборима. Управо нутриционизам, као кључни део превентивне медицине, представља следећу важну област анализе.

| Година | Примена                       | Опис                                                                                                |
|--------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1965   | DENDRAL                       | Први експертски систем за анализу хемијских структура.                                              |
| 1972   | MYCIN                         | Систем за дијагнозу бактеријских инфекција и препоруке антибиотика.                                 |
| 2000+  | Машинско учење                | Примена алгоритама за анализу великих скупова здравствених података.                                |
| 2010+  | Радиологија и анализа снимака | Аутоматизовано препознавање образаца на медицинским сликама.                                        |
| 2020+  | MAI-DxO (Microsoft)           | Савремени систем за дијагностику заснован на вештачкој интелигенцији, са високим степеном тачности. |

**Табела 1-** Интеграција вештачке интелигенције у медицине

### **2.3. Интеграција вештачке интелигенције у нутриционизам**

Примена вештачке интелигенције у области нутриционизма доживела је експанзију након 2010. године, уз развој мобилних апликација за праћење здравља, пораст употребе носивих уређаја (wearables) и значајан напредак у области машинског и дубоког учења. Управо тај технолошки замах омогућио је појаву првих дигиталних алата који су омогућили евиденцију уноса хране, анализу макро- и микронутријената, као и генерисање препорука заснованих на прикупљеним подацима о кориснику (5).

Највећа предност примене вештачке интелигенције у нутриционизму лежи у њеној способности да пружи персонализовани приступ исхрани. Системи вештачке интелигенције могу да обраде широк спектар информација као што су узраст, пол, генетика, здравствено стање, навике у исхрани и ниво физичке активности, и на основу тога креирају индивидуалне препоруке. Овакви алати омогућавају прецизније праћење уноса хране, рану детекцију нутритивних недостатака и континуирану контролу напретка ка постављеним здравственим циљевима.

У пракси, данас постоје бројне форме примене вештачке интелигенције у исхрани. Најједноставније апликације омогућавају скенирање баркодова намирница или ручни унос података, док напредније платформе користе рачунарски вид (computer vision) за препознавање намирница са фотографије, анализирају генетичке и метаболичке податке и предлажу персонализоване планове obroka. Ови системи се све чешће користе у клиничкој пракси, али и у свакодневном животу као део стратегија за превенцију и контролу хроничних болести као што су гојазност, дијабетес типа 2, метаболички синдром и кардиоваскуларне болести.

Истовремено, интеграција вештачке интелигенције у нутриционизам отвара могућности за бољу доступност нутриционистичких услуга, посебно у подручјима где су здравствени ресурси ограничени. Коришћењем ових технологија, појединци могу добити смернице без неопходне посете стручњаку, што убрзава процес интервенције и чини здравствену подршку приступачнијом.

У наставку рада биће анализирани конкретни облици примене вештачке интелигенције у нутриционизму, укључујући алате за самостално праћење исхране, моделе за дубинску персонализацију дијете, као и улогу коју ова технологија има у подршци здравственим радницима и клиничким одлукама у области исхране и превентивне медицине.

Један од првих примера интеграције вештачке интелигенције у нутриционизам јесте истраживање система **NutriSonic Web Expert System**, развијеног 2008. године на Универзитету Улсан у Јужној Кореји. Овај веб-базирани експертски систем представља рани модел примене алгоритамске логике у циљу нутритивног саветовања и планирања исхране. NutriSonic омогућава унос података као што су старост, пол, здравствено стање и исхрана, а затим примењује анализу током времена (*time-series analysis*) ради праћења нутритивних промена и потреба. Систем користи базу података о намирницама и принцип *e-food exchange*, што омогућава флексибилну замену намирница унутар исте нутритивне категорије. Корисници могу преузети резултате у Excel формату, што омогућава даљу обраду и примену у клиничкој или едукативној пракси. NutriSonic такође приказује визуелну расподелу макронутријената и нуди персонализоване препоруке, чиме доприноси дигиталној подршци у дијететском третману. Иако није користио технике машинског учења у ужем смислу, овај систем је поставио основе за касније развојне токове у примени АИ у нутриционизму, доказујући вредност експертских система у дигиталном здравственом саветовању (8).

Један од валидних примера ране примене вештачке интелигенције у области клиничког нутриционизма је **SNAQ (Simplified Nutritional Appetite Questionnaire)** (6), који је развијен и први пут представљен 2005. године од стране Kruizenga и сарадника у Холандији. SNAQ је једноставан упитник који обухвата четири питања везана за апетит, ситост, унос хране и губитак телесне масе. Сваки одговор носи одређени број поена, а укупни резултат се користи за процену ризика од малнутриције. Унапређен је да би могао да се примени у болничком окружењу без потребе за лабораторијским тестовима. Алгоритам функционише као експертски систем заснован на правилима, а његова ефикасност је потврђена у клиничкој пракси са осетљивошћу од око 70% и специфичношћу од 80%. SNAQ је касније постао стандардни алат у многим европским болницама, посебно у склопу ESPEN препорука, за рану интервенцију код пацијената са ризиком од неухрањености (6).

Још један значајан пример је **Nutri-Educ**, интелигентни систем развијен између 2006. и 2008. године у оквиру сарадње Универзитета у Тулузу (Rangueil Hospital) и тимова из области вештачке интелигенције. Овај алат је базиран на fuzzy логичкој архитектури и примени heuristic search алгоритама, што му омогућава да обрађује нетачне, непотпуне или неструктурисане уносе у исхрани, попут „неколико залогаја хлеба“ или „чаша сока“. Систем процењује нутритивну вредност унетих намирница, балансира макронутријенте и предлаже конкретне измене у исхрани. Јединственост Nutri-Educ-а огледа се у његовој

примени у оквиру едукативно-телемедицинског програма *Educ@dom* за особе са дијабетесом типа 2. Резултати студије показали су значајно побољшање у нутритивном знању, праћењу уноса хране и метаболичким параметрима код корисника система. Nutri-Educ је тако поставио темеље за развој сложенијих AI платформи у клиничкој дијететици (7).

| Назив система                                        | Година развоја | Основне карактеристике                                                | Примена и значај                                                                                      |
|------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SNAQ (Simplified Nutritional Appetite Questionnaire) | 2005.          | Упитник са 4 питања, процена ризика од малнутриције.                  | Применљив у болничким условима без лабораторијских тестова; стандардизован у оквиру ESPEN препорука.  |
| Nutri-Educ                                           | 2006–2008.     | Fuzzy логика, heuristic search алгоритми, обрада непотпуних података. | Користи се у Educ@dom програму за дијабетичаре; побољшава нутритивно знање и праћење уноса.           |
| NutriSonic                                           | 2008           | Универзитет Улсан (Јужна Кореја); веб-базирани експертски систем      | Планирање оброка, анализа нутритивних параметара, time-series анализа; подршка едукацији и саветовању |

**Табела 2-** Интеграција вештачке интелигенције у нутриционизам

### 3. Вештачка интелигенција у савременом нутриционизму

Савремени нутриционизам све више користи технолошке иновације, а посебно вештачку интелигенцију, како би се унапредили начини праћења и планирања исхране. Уместо искључиво традиционалних метода саветовања, данас се примењују интелигентни системи који омогућавају корисницима да прате свој унос хране, добијају анализе нутритивног састава оброка и персонализоване препоруке у складу са својим потребама.

Овакви алати омогућавају већу прецизност, брже доношење одлука и лакше праћење навика, како код појединаца који желе да унапреде своје здравље, тако и у оквиру клиничке праксе. У наставку ће бити приказани различити облици примене вештачке интелигенције у савременом нутриционизму, са нагласком на практичну корист коју доносе (9).

#### 3.1. Апликације за самостално праћење исхране

Развој мобилних апликација за праћење уноса хране представља један од првих и најдоступнијих облика примене вештачке интелигенције у исхрани. Ове апликације омогућавају корисницима да уносе или фотографишу своје оброке, након чега системи користе алгоритме за препознавање намирница, израчунавање калоријске вредности и процену макронутријентског састава.

Савремене апликације, као што су *MyFitnessPal*, *Yazio*, *Lumen* или *Foodvisor*, користе базе података са хиљадама производа и оброка, као и алгоритме машинског учења који побољшавају тачност препознавања уноса. Посебно је значајно то што ове апликације, осим евиденције, све чешће нуде персонализоване препоруке у вези са исхраном, базиране на навикама корисника и постављеним циљевима (нпр. губитак тежине, повећање мишићне масе, контрола шећера у крви).

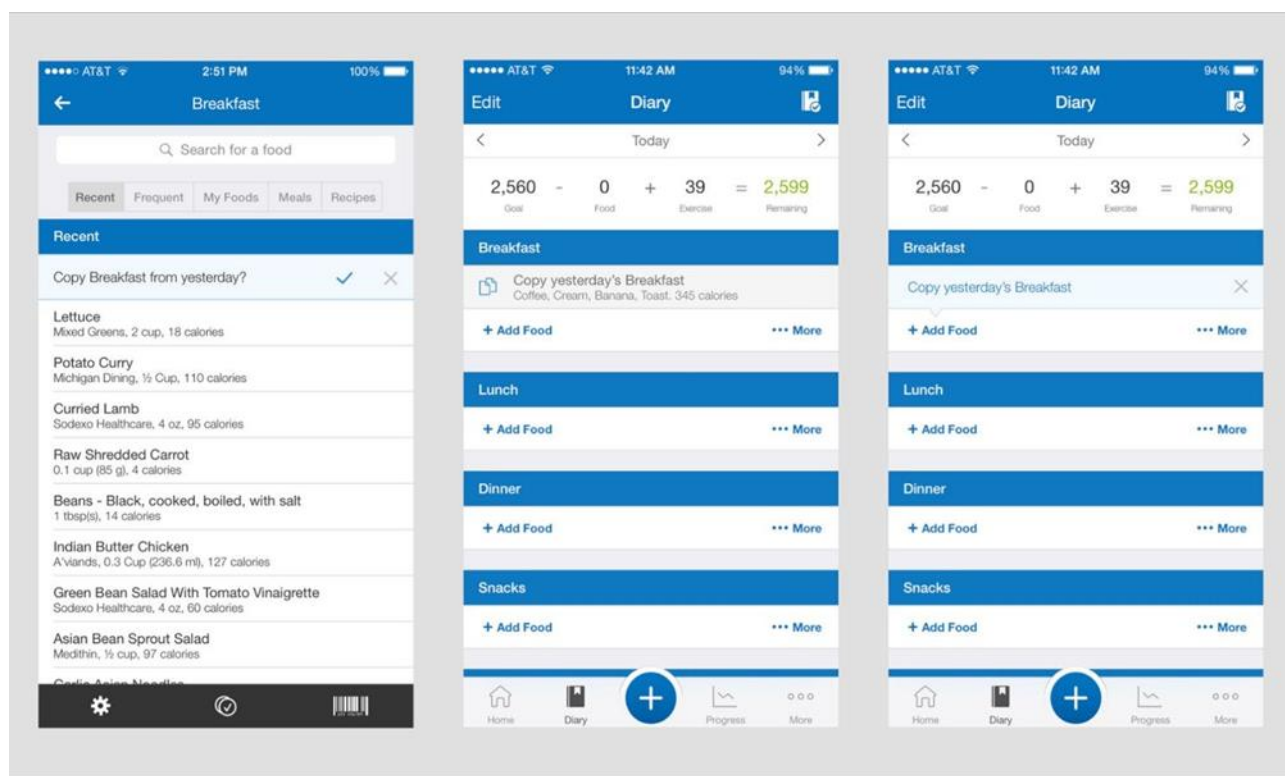
Пример апликације: *MyFitnessPal*

*MyFitnessPal* је једна од најпознатијих апликација у овој области, са преко 200 милиона корисника широм света. Поред класичног ручног уноса намирница, апликација користи технологију скенирања бар-кода за препознавање производа, као и алгоритме који предлажу оброке на основу претходног понашања корисника. Недавна интеграција функција заснованих на вештачкој интелигенцији омогућава *MyFitnessPal*-у да анализира обрасце уноса хране и понуди конкретне савете за побољшање прехранбених навика, као што су смањење уноса шећера или повећање уноса протеина. Апликација се такође може повезати са фитнес уређајима како би се ускладио енергетски унос са потрошњом.

Једна од најиновативнијих функција код ових апликација јесте **препознавање хране путем фотографије** – корисник фотографише оброк, а систем, користећи технологије рачунарског вида и дубоког учења, идентификује намирнице и израчунава њихову нутритивну вредност. Иако ова функција још увек није потпуно поуздана за комплексне оброке, напредак у тачности је приметан из године у годину.

Такође, многе апликације данас се интегришу са паметним сатовима и другим уређајима, што омогућава праћење потрошње енергије, уноса воде, нивоа активности и квалитета сна. Захваљујући вештачкој интелигенцији, подаци из различитих извора се повезују и анализирају, што омогућава свеобухватнији увид у здравствено понашање појединца.

Иако ове апликације не могу заменити стручну процену и подршку, њихова доступност и једноставност употребе чине их важним алатом за увођење и одржавање здравих навика у исхрани.



Слика 1- Приказ апликације MyFitnessPal

### 3.2. Системи за персонализовану исхрану засновани на вештачкој интелигенцији

Системи за персонализовану исхрану представљају технологије које користе вештачку интелигенцију како би анализирале различите типове података код појединца – укључујући биомаркере, микробиом, физиолошке параметре и навике у исхрани. Њихов основни циљ је да креирају прилагођени план исхране, заснован на стварним потребама и карактеристикама појединца, уместо на универзалним дијететским препорукама.

Ови системи омогућавају аутоматско генерисање дијететских савета, прилагођених индивидуалном здравственом стању, метаболичким захтевима и животним навикама. Уместо статичних планова, препоруке се прилагођавају у реалном времену, на основу нових уноса и промене здравствених параметара. Захваљујући алгоритмима машинског и дубоког учења, овакви системи могу препознати обрасце у понашању и прилагодити се различитим ситуацијама и потребама.

Развој ових система интензивно се убрзава од 2015. године, са појавом мобилних уређаја, јефтинијих генетичких тестова и бољом доступношћу биолошких података. Кључна студијска испитивања и клиничке примене почињу након 2020. године, када се први пут бележе значајни резултати у побољшању метаболичког здравља корисника, нарочито у области регулације телесне масе, микробиомске равнотеже и контроле шећера у крви.

Предности ових система огледају се у прецизнијој дијагностици и саветовању, бољој мотивацији корисника, као и у могућности праћења дугорочног утицаја исхране на здравље. Поред тога, персонализовани приступ има велики потенцијал у превенцији и третману хроничних болести као што су гојазност, дијабетес и кардиоваскуларне болести.

Међу савременим решењима издвајају се системи који интегришу резултате генетских и микробиомских анализа са дигиталним дневницима исхране, као и новије платформе које користе велике језичке моделе за креирање недељних планова obroka. Иако још увек нису широко распрострањени у клиничкој пракси, ови системи показују велики потенцијал у будућности нутриционистике и персонализоване медицине (10).

Једна пилот студија у оквиру европског програма **PROTEIN** (*Personalized Nutrition for Healthy Living*), фокусирана на утицај персонализоване исхране базиране на вештачкој интелигенцији, спроведена је на групи од 29 здравих одраслих особа током шест недеља. Испитаници су користили мобилну апликацију која је омогућавала прикупљање података о исхрани и физичкој активности, док су истовремено узимани узорци фекалија ради анализе микробиома црева (11).

Резултати студије показали су статистички значајно повећање микробиолошке разноврсности код учесника. Такође је утврђена позитивна корелација између повећаног уноса маслиновог уља и раста појединих корисних бактерија.

Ови налази указују на то да персонализовани нутритивни приступ, подржан алгоритмима вештачке интелигенције, може имати позитиван утицај на састав цревног микробиома, што може играти важну улогу у превенцији хроничних болести и очувању метаболичког здравља.

Студија је објављена 2025. године у реномираном научном часопису *Nutrients* (11).

| Индикатор                               | Почетна вредност | Крајња вредност | Напомена                                 |
|-----------------------------------------|------------------|-----------------|------------------------------------------|
| Разноврсност цревног микробиома         | ↓                | ↑               | Значајно повећање разноврсности (p<0.05) |
| Учесталост рода <i>Faecalibacterium</i> | Ниска            | Висока          | Повезана са уносом маслиновог уља        |
| Просечан унос маслиновог уља            | 12 g/d           | 20 g/d          | Учесници повећали унос током студије     |
| Индекс придржавања препорука            | 68%              | 89%             | Побољшано праћењем препорука апликације  |
| Пријављени гастроинтестинални симптоми  | Умерено присутни | Смањени         | Учесници пријавили мањи ниво надимања    |

**Табела 3-** Студија PROTEIN

### 3.3. Употреба вештачке интелигенције у клиничком саветовању

Клиничко саветовање о исхрани подразумева стручно вођење пацијента у циљу побољшања њиховог нутритивног статуса, превенције или лечења болести путем контролисане исхране. У клиничкој пракси, вештачка интелигенција омогућава ефикаснију анализу велике количине здравствених података: лабораторијских података, историје болести, генетских и микробиомских информација, који се потом користе за израду дијететских интервенција намењених појединцу. Ови системи могу указати на нутритивне дефиците, пратити реакције пацијента на терапијску исхрану и аутоматски модификовати препоруке на основу промене параметара у реалном времену.

На пример, у лечењу пацијената са дијабетесом типа 2, системи засновани на вештачкој интелигенцији могу анализирати гликемијске одговоре на различите намирнице и предложити план исхране који оптимизује контролу шећера у крви. Платформе као што су **ZOE** и **DayTwo** већ користе овакве приступе у сарадњи са здравственим радницима, комбинујући податке о микробиому и индивидуалним метаболичким реакцијама.

Клиничка студија повезана са **ZOE** апликацијом, објављена у часопису *Nature Medicine* 2022. године, представља једно од највећих истраживања у области персонализоване исхране засноване на вештачкој интелигенцији. У студији је учествовало 347 одраслих особа у периоду од 12 недеља, а циљ је био испитивање ефеката персонализованих нутритивних препорука заснованих на:

- анализи микробиома црева,
- резултатима из CGM (Continuous Glucose Monitoring) уређаја,
- индивидуалној метаболичкој реакцији на храну.

Главни резултати:

- Губитак телесне тежине: у просеку 2.5 кг више у односу на групу која је пратила стандардне дијететске препоруке.
- Побољшање гликемијске контроле, нарочито код особа са повишеним нивоима шећера у крви.
- Позитиван утицај на разноврсност микробиома, што је повезано са бољим метаболичким здрављем.
- Смањена постпрандијална глукоза (шећер у крви након јела) код учесника који су пратили персонализовану исхрану.

Начин рада ZOE система:

Апликација ZOE користи алгоритме вештачке интелигенције који анализирају податке о дигестивном тракту, генетици и реакцијама на храну, како би се креирале нутритивне препоруке прилагођене сваком појединцу. Систем функционише кроз прикупљање узорака (фекалија за микробиом и крви за липидни и глукозни одговор), који се повезују са CGM подацима и уносом хране (12).

| Параметар       | Опис                                                             |
|-----------------|------------------------------------------------------------------|
| Број учесника   | 347 одраслих особа                                               |
| Трајање студије | 12 недеља                                                        |
| Методологија    | CGM, анализа микробиома, анализа крви, AI алгоритми              |
| Резултати       | Просечан губитак тежине од 2.5 кг више у односу на контролу      |
| Додатне користи | Побољшање гликемијске контроле, повећана разноврсност микробиома |

**Табела 4-** Приказ ZOE истраживања

**DayTwo** представља комерцијалну платформу за персонализовану исхрану, развијену у Израелу у сарадњи са истраживачима са Weizmann института. Заснована је на студијама које су показале значајне индивидуалне разлике у постпрандијалном гликемијском одговору на исту храну међу појединцима (13).

Основне карактеристике:

- Корисници шаљу узорак столице ради секвенцирања микробиома (gut microbiome sequencing).
- Уносе параметре као што су висина, тежина, старост и здравствено стање.
- AI алгоритам користи клиничке податке, профил микробиома, исхранчке навике и активност како би предвидео индивидуалне гликемијске одговоре (PPGR).
- На основу предвиђања, апликација пружа персонализоване препоруке obroka с циљем контроле глукозе, губитка тежине и превенције дијабетеса типа 2.

| Параметар                    | Опис                                                                                                                    |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Популација                   | Око 800 здравих испитаника, од којих је више од 50% имало преддијабетес или инсулинску резистенцију.                    |
| Период анализе               | Једна недеља континуираног праћења глукозе (CGM) и уноса хране.                                                         |
| Циљ                          | Прогнозирање индивидуалних постпрандијалних гликемијских одговора (PPGR) на реалне оброке.                              |
| Методологија                 | Машинско учење које интегрише микробиом, антропометријске, клиничке и исхранчке податке.                                |
| Резултати                    | Модел прецизно предвидео гликемијске одговоре ( $r > 0.7$ ) у више од 46.000 obroka.                                    |
| Праћење ефеката интервенције | Насумично контролисано истраживање (RCT) показало је смањење гликемијских осцилација и побољшање микробиомског профила. |

**Табела 5-** Приказ **DayTwo** истраживања

DayTwo платформа се развила на основу ових резултата, пружајући крајњим корисницима персонализоване нутритивне препоруке како би се минимизирали постпрандијални скокови шећера у крви, побољшало метаболичко здравље и подржала контрола дијабетеса типа 2. Апликација користи податке из микробиомске анализе и CGM-а, те их трансформише у практичне стратегије исхране у реалном времену (13) .

## 4. Ограничења и могућности вештачке интелигенције

### 4.1. Ограничења вештачке интелигенције

Према студији *Application of AI in Nutrition*, објављеној 2023. године, упркос великом потенцијалу вештачке интелигенције у препорукама за исхрану и планирању нутритивних стратегија, постоји више значајних ограничења која ограничавају примену ових система у пракси (14).

Пре свега, ефикасност система персонализованих препорука у великој мери зависи од **квалитета и расположивости података**. Уколико су улазни подаци нетачни, непотпуни или неконсистентни – као што је често случај са самостално унетим информацијама од стране корисника – тачност препорука значајно опада. Стога је неопходно да корисници буду адекватно едуковани и мотивисани да дају прецизне податке, како би резултати били поуздани.

Други изазов односи се на **реалну примену у трговини и логистици**, конкретно код система за препоруку нутритивних суплемената. Употреба података о доступности производа у локалним продавницама представља изазов због честих измена у инвентару, као и затварања или промене понуде у реалном времену. Ово значајно утиче на корисничко искуство и применљивост система.

Треће, у моделима који препоручују нутриционисте на основу садржаја (content-based recommenders), постоје ограничења у погледу **обима и ажурираности базе стручности**. Увођење ширег спектра специјализација и редовно ажурирање података представља кључан предуслов за релевантне и прецизне препоруке.

На крају, једно од најважнијих питања јесте **заштита података и приватности**. С обзиром на осетљивост података у области здравства и исхране, организације које управљају овим системима морају обезбедити висок степен безбедности и поштовања прописа о приватности. Неадекватно руковање личним подацима може довести до губитка поверења корисника, као и до озбиљних правних последица.

Једно од кључних ограничења вештачке интелигенције у нутриционизму јесте **немогућност пружања емпатије**. Иако AI системи могу анализирати податке и давати прецизне препоруке, они не могу разумети емоције, мотивационе изазове или индивидуални контекст корисника.

Емпатија је од суштинског значаја у саветовању, јер гради поверење и повећава вероватноћу дугорочне промене навика. У том смислу, вештачка интелигенција може бити користан алат у раду нутриционисте, али не може у потпуности заменити стручњака и квалитетну међуљудску

комуникацију (5,14).



*Слика 2-* Ограничења у примени вештачке интелигенције

#### **4.2. Могућности вештачке интелигенције**

Савремене студије потврђују значајан потенцијал вештачке интелигенције у унапређењу нутриционистичке праксе и развоју персонализованих приступа исхрани. Вештачка интелигенција омогућава да се препоруке прилагоде на основу великог броја индивидуалних података, укључујући навике у исхрани, ниво физичке активности, генетске предиспозиције и здравствено стање. Како наводе Wang и сарадници (2025), овакви модели довели су до значајног побољшања код особа са синдромом иритабилног колона, дијабетесом типа 2 и анксиозним поремећајима, са ремисијом симптома у распону од 39% до 73% (5).

Према истраживању Ramakrishnan и сарадника (2023), једна од најразвијенијих примена вештачке интелигенције је у системима за препоруку хране, који омогућавају креирање персонализованих планова obroka у складу са потребама и преференцијама корисника. Ови системи користе напредне алгоритме машинског учења како би препознали обрасце у подацима и понудили што прецизније нутритивне смернице. Важан део ове технологије јесте и препознавање хране путем слике, где апликације могу да идентификују намирнице и израчунају нутритивни садржај на основу једноставне фотографије (14).

Поред тога, развијају се алати који корисницима препоручују нутриционисте на основу унетих података и специфичних потреба, као и системи који дају предлоге за употребу нутритивних суплемената уз навођење доступности у околним продавницама. Овакав приступ значајно поједностављује процес информисања и доношења здравствених одлука.

У клиничкој и јавној здравственој пракси, вештачка интелигенција се примењује за прецизну процену уноса хране користећи технологије засноване на анализи слике, покрета или гласа. Алати овог типа постижу тачност од 60% до 95% и показали су се посебно корисним у раду са пацијентима који имају хроничне болести, али и у оквиру програма теле-нутриције и социјалних служби.

На крају, посебан напредак представља интеграција вештачке интелигенције са носивим уређајима и електронским здравственим системима, што омогућава континуирано праћење параметара као што су унос хране, базални метаболизам, физичка активност и опште здравствено стање. Оваква пракса омогућава благовремено реаговање, побољшано доношење одлука од стране стручњака и већи степен ангажованости самих корисника, што у крајњем резултату доводи до ефикаснијих и дугорочнијих нутритивних интервенција (5,14).

## **5. Изазови одговорне примене вештачке интелигенције у нутриционизму**

Увођење вештачке интелигенције у област нутриционизма отвара бројне могућности за унапређење здравствене заштите, али истовремено поставља важна етичка и правна питања. Савремени системи засновани на вештачкој интелигенцији омогућавају персонализовано саветовање, анализу уноса хране, као и предикцију здравствених ризика. Међутим, како би се ова технологија примењивала на безбедан и етички одржив начин, неопходно је детаљно сагледати потенцијалне изазове који прате њену интеграцију у праксу.

### **5.1. Поверење корисника и транспарентност система**

Један од најзначајнијих изазова у примени система заснованих на вештачкој интелигенцији у области нутриционизма односи се на ограничену транспарентност и објашњивост самих алгоритама. Наиме, већина савремених AI модела, посебно они који се заснивају на дубоком учењу (deep learning) и неуронским мрежама, делује као такозване „црне кутије“ – системи чији је унутрашњи механизам одлучивања неретко недоступан или недовољно разумљив крајњим корисницима, па чак и самим стручњацима. У контексту препорука за исхрану, то значи да ни пацијент ни нутрициониста често не могу добити јасан увид у то зашто је одређена намирница препоручена, а друга није, или због чега је предложен конкретан образац уноса хране.

Овај недостатак разумљивости отежава изградњу поверења у систем, јер корисници имају природну потребу да разумеју основе савета који директно утичу на њихово здравље. Додатно, уколико дође до грешке у препоруци – услед неисправних улазних података, пристрасности у моделу или контекстуалног неслагања – немогућност анализе начина на који је одлука донета може довести до неповерења, па чак и одбијања даљег коришћења система.

Поред тога, транспарентност је кључна и у регулаторном и етичком смислу. У многим здравственим системима, било која интервенција или препорука која може утицати на клиничко одлучивање мора бити поткрепљена јасним доказима и могућношћу верификације. Уколико алгоритам не пружа механизам за објашњење својих одлука, он се тешко може уклопити у постојеће регулативе, као што су GDPR у Европској унији или HIPAA у Сједињеним Државама (15, 16).

Додатни проблем настаје у вези са управљањем подацима – корисници често немају потпуну контролу нити сазнање о томе ко прикупља, обрађује и користи њихове податке, као ни у коју сврху. Нејасан модел власништва и обраде података, посебно у комерцијалним апликацијама, може угрозити приватност, што је посебно осетљиво у домену здравствених информација.

У циљу превазилажења ових ограничења, све више се развијају тзв. објашњиви AI модели (Explainable AI – XAI), који настоје да понуде транспарентне, разумљиве и интерпретабилне препоруке. Међутим, њихова примена у области нутриционизма је и даље ограничена, а даљи развој таквих система биће од пресудне важности за интеграцију вештачке интелигенције у свакодневну праксу клиничких и превентивних нутрициониста (15,16).

## **5.2. Осетљивост података и заштита приватност**

Системи засновани на вештачкој интелигенцији у нутриционизму користе велику количину личних података — укључујући здравствену историју, генетске податке, прехранбене навике и биометријске параметре. Неадекватна заштита ових података може довести до озбиљних повреда приватности. Притом, честа је неусаглашеност комерцијалних апликација са важећим стандардима као што су GDPR или HIPAA, што додатно угрожава права корисника.

**Општа уредба о заштити података (GDPR)** представља правни оквир Европске уније који регулише обраду личних података физичких лица и важи од маја 2018. године. Њена примена обавезује све организације које прикупљају или обрађују податке грађана ЕУ, без обзира на њихову локацију. У контексту примене вештачке интелигенције у нутриционизму, ова уредба је од посебне важности јер се рад са персонализованим плановима исхране често ослања на осетљиве податке као што су здравствено стање, генетичке информације и животне навике. GDPR захтева транспарентност у прикупљању података, сагласност корисника за њихову употребу, као и омогућавање права на приступ, исправку и брисање личних података. Организације које не поступају у складу са уредбом могу бити санкционисане значајним новчаним казнама, што додатно наглашава потребу за етичким и правним поштовањем у примени технолошких решења у здравству и исхрани (15).

**Закон о преносивости и одговорности здравственог осигурања (HIPAA)**, усвојен у Сједињеним Америчким Државама 1996. године, поставља стандарде за заштиту осетљивих здравствених информација пацијената. HIPAA је посебно релевантна у примени вештачке интелигенције у здравственом сектору, укључујући нутриционистичку праксу, јер дефинише обавезе у погледу прикупљања, складиштења и размене здравствених података. Овај закон обавезује здравствене раднике, болнице, здравствене осигуравајуће куће, као и све технолошке компаније које обрађују здравствене информације, да примене техничке и административне мере заштите као што су шифровање, контролисан приступ и евидентирање активности над подацима. HIPAA је кључна за очување поверљивости података корисника у дигиталним системима и апликацијама које се баве персонализованом исхраном и здрављем, чиме се

обезбеђује безбедна примена иновација у области нутриционизма (16).

### **5.3. Етичка ограничења у замени стручњака**

Једно од кључних етичких ограничења у примени вештачке интелигенције у области нутриционизма односи се на опасност од замене стручних лица, као што су нутриционисти, дијететичари и лекари, системима заснованим на алгоритмима. Иако вештачка интелигенција поседује способност анализе великих количина података, идентификације шаблона и генерисања персонализованих препорука, она ипак не може у потпуности реплицирати суштинске компоненте професионалног саветовања. Квалитетна нутриционистичка пракса подразумева не само техничко знање, већ и способност слушања, разумевања психолошког стања пацијента, изградњу поверења и пружање емоционалне подршке. Овај холистички приступ, који укључује емпатију, морално расуђивање и културолошку сензитивност, представља непроцењиву компоненту здравствене комуникације коју ниједан алгоритам не може адекватно заменити (20).

Додатно, постоји ризик да корисници вештачких система могу развити лажно осећање сигурности у доношењу одлука, верујући у непогрешивост технологије. Ово може довести до занемаривања медицинских консултација и одсуства надзора од стране стручњака, што носи потенцијалне последице по здравље. Са становишта етике, то доводи у питање аутономију пацијента, квалитет информисаног пристанка и могућност грешке без јасне одговорности. Такође, поставља се питање ко сноси етичку и правну одговорност уколико алгоритамска препорука доведе до погоршања здравственог стања. Из тог разлога, стручњаци упозоравају да вештачка интелигенција мора бити схваћена као алат подршке, а не замене, и да људска процена остаје кључна у доношењу коначних одлука у области исхране и здравствене заштите.

Уколико би дошло до шире замене здравствених радника и нутрициониста вештачком интелигенцијом, то би значајно трансформисало структуру друштва и здравственог система. Са једне стране, могућа је оптимизација ресурса и боља доступност информација, нарочито у срединама са недовољно стручног кадра. Са друге стране, оваква трансформација би могла довести до деперсонализације здравствене заштите, повећања неповерења у систем, као и до умањења улоге здравствених професија у образовању, превенцији и очувању јавног здравља. Истовремено, ризикује се повећање социјалних неједнакости, јер приступ технологији није равномерно распоређен. Због тога је неопходно развијати интегрисане моделе у којима ће вештачка интелигенција бити коришћена као помоћно средство, уз активно учешће стручњака у свим фазама саветовања и доношења одлука (20).

## Пример из праксе: Тровање натријум-бромидом након примене савета вештачке интелигенције

У августу 2025. године у медицинској литератури и медијима забележен је случај 60-годишњег мушкарца који је развио тешко акутно тровање натријум-бромидом, познато као **бромизам**, након што је применио препоруку добијену од вештачке интелигенције (ChatGPT) у вези са заменом кухињске соли.

Према наведеним изворима, испитаник, забринут због потенцијалних штетних ефеката натријум-хлорида на кардиоваскуларно здравље, затражио је од АИ система савет о здравијој алтернативи соли. Алгоритам му је предложио **натријум-бромид**, не наводећи при томе да је реч о супстанци која се у савременој медицини више не користи због доказане токсичности и ризика од кумулативног тровања.

Историјски, натријум-бромид је примењиван као седатив и антиепилептик у првој половини XX века, али је убрзо напуштен због нуспојава које укључују неуротоксичност, дерматолошке компликације и психијатријске поремећаје. Продужен унос доводи до акумулације бромидних јона у организму, што може изазвати **поремећаје свести, халуцинације, параноидне идеје, атаксију, тремор и дерматитис**.

У наведеном случају, мушкарац је у потпуности заменио кухињску со натријум-бромидом у периоду од приближно три месеца. Током времена развили су се следећи симптоми:

- јака жеђ и полиурија,
- акне и пуцање коже,
- тремор и поремећаји координације,
- халуцинације и несаница,
- параноидне идеје (уверење да га комшија намерно трује).

Клиничким прегледом и лабораторијским анализама утврђена је висока концентрација бромида у серуму, што је потврдило дијагнозу **бромизма**. Пацијент је лечен интравенском применом раствора богатих хлоридом ради убрзања елиминације бромида преко бубрега, корекцијом електролитног дисбаланса, симптоматском психофармакотерапијом и, у завршној фази, хемодијализом. Након неколико недеља терапије, дошло је до потпуног опоравка когнитивних функција и психичког стања.

Овај случај јасно илуструје **ризике ослањања на непроверене и неконтролисане информације добијене од вештачке интелигенције у области исхране и здравља**. Недостатак медицинске валидације препорука и непостојање контекстуалних упозорења у

овом случају довели су до озбиљног угрожавања здравља. Посебно у области нутриционизма, где је примена АИ све учесталија, неопходно је инсистирати на томе да све промене у исхрани, посебно увођење непознатих супстанци, морају бити одобрене од стране квалификованог здравственог радника.

#### **5.4. Недостатак превног оквира и питање одговорности**

Упркос брзом технолошком развоју, правна регулатива у области примене вештачке интелигенције у здравству и нутриционизму значајно заостаје. У већини земаља, не постоје јасно дефинисани закони који би уредили ко сноси правну одговорност у случају грешке алгорита, погрешне препоруке или повреде права пацијента. То отвара низ правних и етичких питања: да ли је одговоран произвођач софтвера, програмер, крајњи корисник или здравствени радник који се ослонио на ту препоруку?

У контексту нутриционизма, где последице могу бити постепене и мање очигледне у кратком року (нпр. неправилна исхрана која доводи до погоршања хроничне болести), праћење узрочно-последичних веза је додатно отежано. Оваква ситуација ствара правну несигурност и ограничава примену вештачке интелигенције у клиничкој пракси (18).

#### **Позитивни примери регулације:**

Европска унија је међу првима покренула иницијативу за регулативу у овој области. У априлу 2021. Европска комисија је представила *Предлог уредбе о вештачкој интелигенцији* („AI Act“) – први свеобухватни правни оквир који има за циљ да регулише развој, употребу и одговорност у вези са АИ системима. Ова уредба дели АИ системе по степену ризика (нпр. системи у здравству се сматрају високо ризичним), захтева транспарентност алгоритама и увођење мера заштите података и људских права. У тренутку писања овог рада, овај акт је у фази усаглашавања и очекује се пуна примена од 2026. године.

Сједињене Америчке Државе нису донеле јединствен савезни закон, али поједине државе (нпр. Калифорнија) имају прописе који се тичу приватности података (*California Consumer Privacy Act – CCPA*), док FDA (Агенција за храну и лекове) регулише медицинске софтвере као „уређаје“ ако имају дијагностичку или терапијску функцију (18).

**У области нутриционизма, правна регулација је још недефинисана. Иако се одређени софтвери и апликације могу користити у саветодавне сврхе, оне се не третирају као медицинска средства, што омогућава избегавање регулаторних стандарда. Оваква сива зона повећава ризик за крајњег корисника, јер недостају механизми контроле квалитета и одговорности у случају штете (18).**

## **Нови законодавни оквир у Европској унији – Примена од 2. августа 2025. године**

Дана 2. августа 2025. године ступиле су на снагу кључне одредбе Акта о вештачкој интелигенцији Европске уније (EU AI Act), чиме је по први пут успостављен свеобухватан правни оквир за употребу и развој вештачке интелигенције у Европској унији. Ова регулатива представља значајан корак ка уређењу тржишта, повећању безбедности и осигурању транспарентности у примени система вештачке интелигенције (19).

Кључне одредбе које су ступиле на снагу

Од наведеног датума, обавезе за пружаоце система вештачке интелигенције опште намене (General-Purpose AI – GPAI) постале су обавезујуће за све моделе који су пласирани на тржиште након овог датума. Ове обавезе укључују:

- Захтеве за транспарентност – јасно обележавање и информисање корисника о природи и могућностима система.
- Захтеве за безбедност – процена ризика и мере за смањење потенцијалних штетних ефеката.
- Усклађеност са правима интелектуалне својине – посебно у контексту ауторских права (члан 53 Акта).
- За системе који се класификују као високоризични – додатне мере у складу са чланом 55, укључујући обавезно тестирање и процену утицаја.

Институционални оквир

Истог дана почеле су са радом новоформиране институције које имају кључну улогу у спровођењу Акта:

- Европска канцеларија за вештачку интелигенцију (EU AI Office) – орган Европске комисије задужен за координацију и надзор примене прописа.
- Одбор за вештачку интелигенцију (AI Board) – тело које чине представници држава чланица, задужено за усмеравање имплементације на нивоу Уније.
- Национална тела за надзор тржишта и нотификацију – свака држава чланица именује органе одговорне за контролу усаглашености система са законом.
- Научни панел независних експерата – пружа стручну подршку у процени технолошких и етичких питања.

Кодекс праксе за моделе опште намене

У циљу олакшавања транзиције ка пуној примени закона, Европска комисија је објавила добровољни Кодекс праксе за пружаоце модела опште намене. Потписници овог документа могу показати усклађеност са захтевима Акта и тиме остварити олакшице у периоду прилагођавања. Кодекс обухвата смернице за:

- транспарентно означавање података,
- процену и ублажавање ризика,
- заштиту ауторских права,
- јавну документацију о функционалности система.

Значај за област вештачке интелигенције у нутриционизму

Примена ових одредби има посебан значај и у домену нутриционизма, где се све више користе системи вештачке интелигенције за персонализоване препоруке. Нови правни оквир осигурава да такви системи морају испуњавати јасне стандарде безбедности, транспарентности и етичке одговорности, чиме се смањује ризик од нетачних информација или штетних савета (19).

### **5.5. Неједнакости у приступу и технолошка баријера**

Иако вештачка интелигенција представља револуционарни алат у унапређењу нутриционистичке праксе, њена примена у ширем друштвеном контексту отвара бројна питања у вези са социјалном праведношћу, културолошком прилагодљивошћу и једнаким приступом. Један од кључних проблема је постојање такозваног *дигиталног јаза*, односно разлике у могућностима приступа и коришћења дигиталних технологија између различитих друштвених, економских и географских група.

У многим деловима света, укључујући и поједине регионе унутар развијених земаља, појединци са нижим приходима, старија популација, као и становништво руралних подручја, често немају стабилан приступ интернету, нити финансијске ресурсе за набавку паметних уређаја који су основа за коришћење апликација и платформи заснованих на вештачкој интелигенцији. Поред тога, чак и у случајевима када је технолошка инфраструктура доступна, недовољна дигитална писменост – односно неспособност разумевања и ефикасног коришћења дигиталних алата – представља значајну препреку (20).

Технолошке иновације у области исхране често подразумевају тумачење сложених визуелних, бројчаних или статистичких података. У одсуству адекватне едукације и подршке, корисници могу лако донети погрешне закључке или применити добијене препоруке на начин који не одговара њиховом здравственом стању, животном стилу или културном контексту. То је нарочито ризично у случајевима хроничних болести, као што су дијабетес или метаболички синдром, где нетачна интерпретација може имати озбиљне последице по здравље.

Још једна важна препрека односи се на језичке баријере. Велика већина комерцијалних апликација и алата за персонализовану исхрану доступна је искључиво на енглеском језику,

што ограничава њихову употребу у популацијама које не говоре овај језик. Недоступност локализованих верзија, укључујући превод интерфејса, нутриционистичке базе података и упутстава, чини ове системе мање применљивим у културолошки различитим срединама. Осим тога, неусклађеност са традиционалним прехранбеним обрасцима и локалним навикама додатно умањује ефикасност ових алата.

Са становишта јавног здравља, постоји реална опасност да примена вештачке интелигенције у области нутриционизма, уколико није праћена систематским напорима ка инклузивности, може допринети продубљивању постојећих неједнакости. Док ће технолошки писмени, млади и урбани корисници имати корист од иновативних решења, друге друштвене групе могу остати маргинализоване, чиме се нарушава основни принцип једнаког приступа здравственој заштити.

Да би се превазишле наведене препреке, неопходно је деловати на више нивоа. На институционалном нивоу, потребно је развијати политике које подстичу дигиталну едукацију и омогућавају субвенционисање приступа технологији. У академским и технолошким круговима, фокус треба бити на развоју културолошки прилагодљивих и језички доступних решења. Коначно, дизајн дигиталних платформи треба да буде инклузиван, интуитиван и осетљив на потребе различитих корисничких група.

Само кроз овакву мултисекторску и социјално одговорну стратегију, могуће је обезбедити да вештачка интелигенција заиста буде средство унапређења здравља на популационом нивоу, уместо фактора који повећава друштвене разлике (20).



**Слика 3-** Изазови примене вештачке интелигенције

## **6. Перспективе вештачке интелигенције у нутриционизму**

### **- Побољшање нутритивних додатака и суплементације:**

У будућности, вештачка интелигенција може значајно побољшати развој и прилагођавање нутритивних додатака и суплемената. АИ ће бити у могућности да анализира индивидуалне потребе појединаца, узимајући у обзир генетске, метаболичке и животне факторе, како би креирала персонализоване суплементе који одговарају специфичним здравственим циљевима и дефицитима. Ови системи ће омогућити брже и тачније формулације, као и боље праћење ефективности суплемената, чиме ће се побољшати здравље популације на глобалном нивоу. Очекиује се да ће АИ такође олакшати развој нових суплемената који одговарају потребама старе популације или спортиста (21).

### **- Саветовање у области исхране:**

Будућност саветовања у области исхране биће у великој мери под утицајем АИ система који ће бити у стању да пружају персонализоване савете у реалном времену. Користећи велики број података о појединцу, као што су прехранбене навике, метаболизам, генетски профили и здравствена историја, АИ ће моћи да препоручи тачне дијететске промене, као и замене за нездраву храну. Ови системи ће бити интегрисани у мобилне апликације и носиве уређаје који ће редовно анализирати и прилагођавати препоруке, чиме ће побољшати ефикасност дијететског саветовања и убрзати процес постизања здравствених циљева (14).

### **- Превенција болести:**

Са развојем АИ, превенција болести као што су гојазност, дијабетес и кардиоваскуларне болести постаће прецизнија и ефикаснија. Користећи податке о појединцима, АИ ће моћи да предвиди ризик од развоја ових болести анализом животних навика и нутритивних података. Алгоритми ће бити у стању да препоруче промене у исхрани и животном стилу који ће бити најповољнији за смањење ризика. Ова врста превентивне медицине ће помоћи у смањењу трошкова здравства и убрзати превенцију хроничних болести, чинећи здравље доступнијим и одрживијим на дуги рок (4).

- **Образовање и подизање свести о исхрани:**

Будућност образовања о исхрани кроз АИ подразумева коришћење интерактивних платформи и виртуелних асистената који ће бити у могућности да преносе знање на доступан и персонализован начин. Платформе које користе АИ ће моћи да креирају динамичке едукативне програме који се прилагођавају сваком појединцу, узимајући у обзир њихов ниво знања и потребе. Такође, АИ ће помоћи у ширењу свести о важности здраве исхране и помоћи људима да боље разумеју нутритивне принципе, као и њихову примену у свакодневном животу. Ове платформе ће такође омогућити корисницима да приступе информацијама о свим аспектима исхране, укључујући трендове и нова истраживања (22).

## 7. Тренутни пројекти базирани на вештачкој интелигенцији у области нутриционизма

Савремени пројекти базирани на вештачкој интелигенцији у области исхране и здравља представљају револуционарни приступ који има потенцијал да фундаментално трансформише здравствену негу и унапреди свест о исхрани. Научни тимови широм света активно користе АИ технологије за развој персонализованих дијеталних режима који су прецизно прилагођени индивидуалним потребама корисника, узимајући у обзир комплексне генетске, метаболичке и социо-демографске факторе.

Ови напредни системи омогућавају генерисање прецизних и научно заснованих препорука које могу значајно допринети превенцији хроничних обољења, укључујући дијабетес мелитус типа 2, гојазност и кардиоваскуларне болести, кроз детаљну анализу података о исхрани, физичкој активности и животном стилу корисника. Додатно, АИ технологије се успешно примењују у развоју иновативних едукационих алата и платформи за подизање јавне свести о значају здраве исхране, као и у истраживању и формулацији нових нутритивних суплемената који су оптимизовани за специфичне потребе различитих популационих група.

Ови пројекти поседују изузетан потенцијал да коренито измене парадигму приступа здрављу и исхрани, чинећи их персонализованијим, ефикаснијим и доступнијим широј популацији, што у коначници може резултовати побољшањем општег јавног здравља.

Илустративни пример оваквог приступа представља пројекат **„Improving Nutrition Information Quality with Google AI”**, реализован кроз сарадњу између **Tufts University** и **Google Health** у оквиру **Food is Medicine Institute** при **Friedman School of Nutrition Science and Policy** (23). Овај пројекат, који је спроведен у периоду од октобра 2023. до краја 2024. године, имао је за циљ развој напредног АИ алата заснованог на **PaLM2** моделу, са фокусом на обезбеђивање поузданих и персонализованих нутритивних савета, као и смањење ширења дезинформација у области исхране.

Реализацијом овог пројекта успешно је развијен првокласни АИ алат који значајно побољшава квалитет нутритивних информација и ефективно смањује дезинформације у области исхране. Система обезбеђује персонализоване препоруке које су доступне широком спектру корисника, укључујући општу популацију, здравствене раднике, осигуравајуће компаније и друге релевантне актере у здравственом систему.

Ова сарадња између академске заједнице и технолошке индустрије представља значајан корак ка интеграцији вештачке интелигенције у области здравља и исхране, са циљем побољшања јавног здравља и смањења здравствених неједнакости, што у коначници може резултовати побољшањем општег јавног здравља (23).

Једно од тренутно најзначајнијих научних истраживања је пројекат **"Nutrition for Precision Health"** (24), који представља иновативно истраживање као део **NIH Common Fund-a** и један је од највећих напора за развој персонализоване исхране засноване на научним подацима. Ово истраживање користи **вештачку интелигенцију (АИ)** за анализу података и предвиђање индивидуалних одговора на различите дијете, узимајући у обзир генетске, микробиомске и метаболичке податке сваког појединца.

### **Циљеви истраживања**

Основни циљ овог истраживања је да развије **персонализоване планове исхране** који ће бити прилагођени сваком појединцу на основу његових генетских информација, здравственог стања и животних навика. Програм је усмерен на развој алгоритама који предвиђају како различите дијете утичу на појединце, што ће омогућити прецизније препоруке за побољшање здравља, превенцију болести и унапређење метаболичких функција. Ово истраживање такође има за циљ да направи значајан корак у развоју **прецизне медицине** и да оснажи раније интервенције у области нутриционизма.

Пројекат је започет 2022. године и тренутно се спроводи у више фаза. Прва фаза истраживања завршена је крајем 2024. године, а наредне фазе истраживања ће се наставити током 2025. године, уз сталну евалуацију прикупљених података и развој нових алгоритама. Програм се базира на континуираном праћењу и анализи података који се прикупљају од учесника.

**"Nutrition for Precision Health"** је велика колаборација у којој учествују различити истраживачки центри, универзитети и здравствени институти. Програм користи инфраструктуру **All of Us Research Program**, који има за циљ прикупљање података од најмање милион људи широм САД-а. Учесници у истраживању укључују људе различитих узраста, полова, раса и етничких група, како би се осигурало да препоруке буду што разноврсније и приступачније. Поред њих, истраживање укључује и научнике, генетичаре, нутриционисте, као и стручњаке за вештачку интелигенцију који раде на анализи података (24).

Истраживање се спроводи прикупљањем података из различитих извора: **генетских анализа, микробиома, метаболичких функција**, као и информација о животном стилу учесника.

Подаци који се прикупљају обухватају прехранбене навике, физичку активност, здравствену историју и друге факторе који утичу на одговор организма на исхрану.

Подаци се затим анализирају уз помоћ **вештачке интелигенције (АИ)** која користи напредне алгоритме да би пружила персонализоване препоруке. На основу ових анализа, научници могу предвидети како различите прехранбене стратегије утичу на различите људе и развијати нутритивне планове који ће бити прилагођени потребама сваког појединца.

Очекује се да ће резултати овог истраживања довести до развоја нових **персонализованих дијета** које ће бити корисне за лечење и превенцију различитих болести као што су **гојазност, дијабетес тип 2, болести срца** и други метаболички поремећаји. Такође, истраживање ће омогућити боље разумевање утицаја исхране на различите групе људи, што ће им помоћи да побољшају своје здравље и квалитет живота.

У оквиру овог програма **"Nutrition for Precision Health"**, **Универзитет у Северној Каролини** ради на развоју **вештачкоинтелигентних алгоритама** који анализирају податке као што су тежина, старост, ниво шећера у крви и други релевантни фактори како би се предвидели најефикаснији планови исхране за појединце. Ови алгоритми користе напредне технике машинског учења и дубоког учења како би обрадили велике количине података и развили персонализоване препоруке које узимају у обзир специфичне здравствене циљеве и биолошке карактеристике сваког појединца (24, 25).

Циљ истраживања је омогућити креирање прецизних дијета које ће допринети бољој превенцији и контроли хроничних болести, као што су дијабетес, гојазност и кардиоваскуларне болести, и тако побољшати опште здравље и добробит пацијената. Истраживање користи податке о генетици, микробиому, животној средини и начину живота како би се развиле стратегије исхране које могу да буду ефикасније од традиционалних приступа. Овај пројекат има потенцијал да револуционише приступ нутриционизму, омогућавајући креирање персонализованих планова који су прецизно прилагођени потребама сваког појединца (25).

## 8. Улога вештачке интелигенције у трансформацији нутриционизма: ОмодаСпарк и Виоме као примери

**Omada Health** је 20. маја 2025. године лансирала **OmadaSpark**, напредног AI агента који пружа персонализовану едукацију о исхрани, праћење obroка и постављање циљева за пацијенте са хроничним болестима као што су дијабетес, гојазност и хипертензија. Овај алат је део ширег програма под називом **Nutritional Intelligence**, који комбинује вештачку интелигенцију са људском подршком како би се побољшали исходи лечења и промена животних навика (26).

Циљ OmadaSpark-а је да побољша здравље пацијената који се суочавају са хроничним болестима кроз употребу персонализованих приступа исхрани и промене животних навика. Користећи вештачку интелигенцију (AI), OmadaSpark омогућава креирање персонализованих планова исхране, идентификовање препрека које ометају успешну промену понашања (као што су емоционално једење), као и подршку у постављању циљева за побољшање здравља. Програм такође помаже пацијентима у коришћењу GLP-1 лекова као што је Ozempic, јер нуди додатну подршку између медицинских прегледа (26).

OmadaSpark нуди неколико кључних функционалности које чине његову употребу јединственом и корисном:

- **Персонализовани планови исхране**

OmadaSpark користи податке као што су тежина, старост, ниво шећера у крви и здравствена историја како би креирао персонализоване планове исхране. Кроз анализу ових података, AI агент може да предвиди најбољи план исхране који је у складу са потребама корисника, пружајући тачне и прецизне савете који воде ка побољшању здравља.

- **Мотивационо интервјуисање**

OmadaSpark користи технике мотивационог интервјуа које помажу корисницима да препознају препреке које ометају промене у исхрани, као што су емоционално једење и нездрав однос према храни. Овај процес помаже корисницима да поставе реалне циљеве и обезбеди им мотивацију за постизање тих циљева.

- **Едукација о исхрани**

OmadaSpark пружа персонализоване информације о здравој исхрани у реалном времену, засноване на подацима корисника. Програм нуди савете који укључују

препоруке о здравим алтернативама, балансираним оброцима и важности уноса одређених нутријената.

- **Напредно праћење исхране**

OmadaSpark омогућава корисницима да прате унос хране и воде, користећи технологије као што су преознавање бар-кодова и преознавање фотографија хране. Ове функције олакшавају корисницима да се придржавају плана исхране и да унесу тачне податке о свом свакодневном уносу хране.

- **Интерактивни AI агент**

Као интерактивни AI агент, OmadaSpark пружа континуирану подршку корисницима, пратећи њихов напредак у реалном времену. На основу тих података, агент се прилагођава потребама корисника, пружајући подршку када је то најпотребније.

Кроз примену OmadaSpark-a, очекују се следећи резултати:

- Побољшање адхеренце на терапију и контроле тежине код пацијената са дијабетесом, гојазношћу и хипертензијом.
- Смањење трошкова здравствене заштите кроз превенцију компликација повезаних са хроничним болестима.
- Повећање задовољства корисника и ангажовања у програмима лечења, што би требало да допринесе бољим исходима и дугорочним променама у понашању

| Функција                        | Опис                                                                                            |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Персонализовани планови исхране | Креира планове исхране засноване на индивидуалним подацима корисника.                           |
| Мотивационо интервјуање         | Помажу корисницима да идентификују препреке и поставе реалне циљеве за промену понашања.        |
| Едукација о исхрани             | Пружа правовремене, персонализоване информације о здравој исхрани.                              |
| Напредно праћење исхране        | Функције као што су преознавање бар-кодова, преознавање фотографија хране и праћење уноса воде. |
| Интерактивни AI агент           | Пружа континуирану подршку корисницима, прилагођавајући се њиховим потребама.                   |

**Табела 6-** Функције OmadaSpark агента

**Viome** је компанија која се бави развојем иновативних решења која користе вештачку интелигенцију (AI) за персонализовану аналитику исхране и здравља. Њихова платформа користи метатранскриптомику за анализу РНК у реалном времену, што омогућава тачније препоруке за исхрану и рано откривање болести. Viome нуди кућне тестове који анализирају узорке столице и крви, да би се утврдили оптимални нутритивни планови за појединце. Ова технологија је специјализована за процену активности микробиома, који игра кључну улогу у метаболичким функцијама организма (27).

Технологија заснована на машинском учењу користи ову анализу за предвиђање нутритивних потреба појединца и давање препорука које помажу у побољшању здравља. Платформа је једноставна за употребу: корисници шаљу узорке у лабораторије Viome-а, сви ови подаци се затим анализирају и користе за формирање персонализованих нутритивних планова који су оптимизовани за сваког појединца.

### **Предности Viome платформе**

- **Персонализовани приступ исхрани**

Viome користи напредну технологију за анализу појединачних биолошких параметара и генетских фактора, да би створио персонализоване препоруке које узимају у обзир потребе сваког појединца. Ово обезбеђује тачније и ефикасније решење у поређењу са традиционалним приступима.

- **Рано откривање болести**

Једна од главних предности платформе је могућност раног откривања болести, као што су дијабетес, гојазност и метаболички поремећаји. Технологија омогућава праћење здравствених параметара у реалном времену, што побољшава превентивну негу.

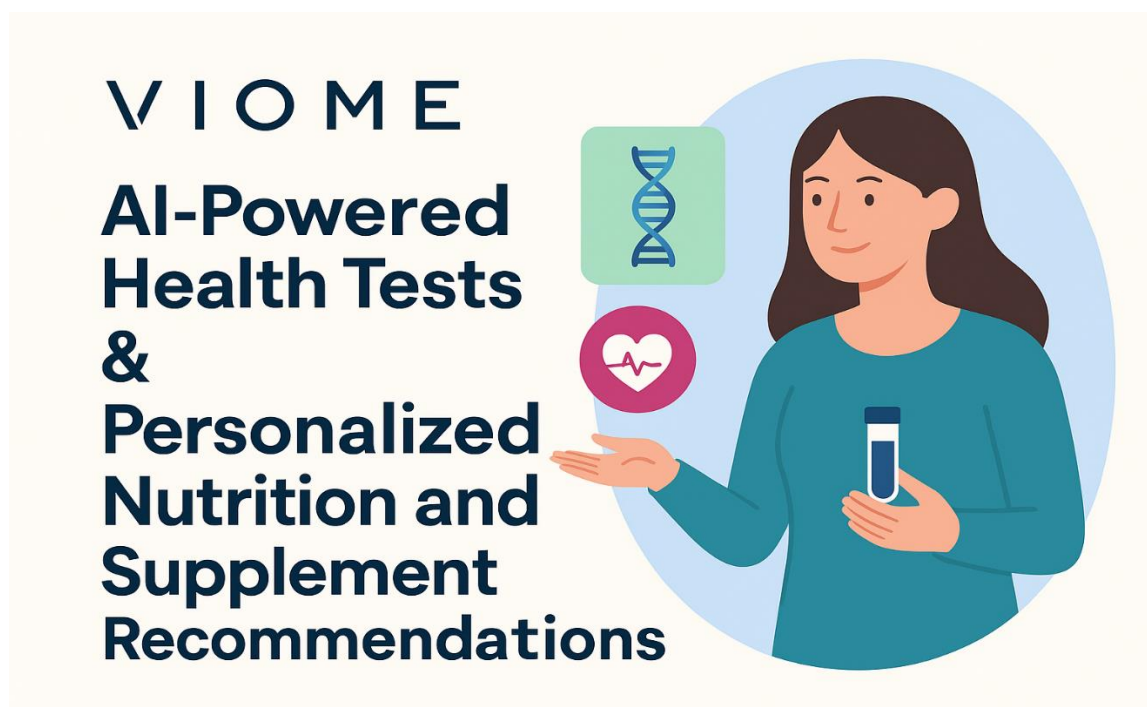
- **Побољшање дигестивног здравља**

Viome се фокусира на здравље микробиома, који има велики утицај на метаболизам, имунитет и мозак. Систем анализира који су микроби корисни за одржавање здравља и како их подстаћи, што може помоћи у превенцији бројних дигестивних и системских болести.

- **Подршка у избору суплемената**

Viome такође даје препоруке за суплементе, који су прилагођени на основу резултата тестова, чиме омогућава бољи приступ додатцима исхрани који су најпотребнији кориснику.

Viome представља значајан напредак у области персонализоване исхране и здравља, користећи вештачку интелигенцију за анализу и оптимизацију исхране и здравствених навика. Њихова платформа омогућава тачну процену биолошких потреба појединца и пружа персонализоване препоруке које могу значајно побољшати здравље и квалитет живота. Viome има велики потенцијал да промени начин на који приступамо нутриционизму, омогућавајући боље разумевање везе између микробиома и општег здравља (27).



*Слика 4-* Viome тестови базирани на вештачкој интелигенцији

## 9. Потенцијални ризици примене вештачке интелигенције у нутриционизму – анализа на основу неуронаучних налаза

Развој вештачке интелигенције (AI) у области нутриционизма донео је значајан напредак у персонализованом приступу исхрани. Алати који користе алгоритме машинског учења и анализу великих количина података омогућавају корисницима да добију препоруке прилагођене њиховим физиолошким, биохемијским и животним параметрима. Међутим, поред евидентних предности, све више се указује на потребу анализе потенцијалних ризика који могу настати употребом ових технологија. Један од најзанимљивијих доприноса овој теми даје истраживање.

Иако вештачка интелигенција (ВИ) представља значајан корак унапређења нутриционистичке праксе, њена примена у ширем друштвеном и здравственом контексту отвара важна питања у погледу могућих когнитивних ризика за крајње кориснике. Ови ризици се односе на смањење самосталне когнитивне активности, ослањање на алгоритамске препоруке без критичког преиспитивања и потенцијално дугорочно слабљење способности самосталног доношења одлука.

Једно од најрелевантнијих савремених истраживања које указује на овај проблем спроведено је у мају 2025. године на **MIT Media Lab-y**, под вођством истраживачице **Nataliya Kos'mina**, под називом *“Your Brain on ChatGPT: Accumulation of Cognitive Debt when Using an AI Assistant for Essay Writing Task”* (28). Студија, обухватила је **54 испитаника** узраста од 18 до 39 година, подељена у три групе:

1. **Brain-only** – учесници су израђивали задатке без икакве технолошке помоћи;
2. **Search Engine** – учесници су користили претраживаче као извор информација;
3. **LLM (ChatGPT)** – учесници су користили модел великог језичког обима за креирање текстова.

Сви испитаници су кроз три сесије писали есеје, док је њихова мождана активност праћена електроенцефалографијом (EEG) ради мерења когнитивног ангажмана и неуронске повезаности. Резултати су показали да је највиши степен мождане повезаности забележен код Brain-only групе, средњи код Search Engine групе, а најнижи код LLM групе. У четвртој сесији, у којој су групе мењале метод рада, учесници који су раније користили LLM показали су спорији опоравак когнитивне активности у односу на оне који су радили без технолошке подршке.

Аутори су закључили да прекомерна зависност од алата заснованих на вештачкој интелигенцији може довести до појаве **„когнитивног дуга“** (*cognitive debt*), што подразумева

дугорочно смањење способности креативног размишљања, памћења и аналитичких вештина. Овај феномен има посебан значај у области нутриционизма, где корисници могу постати превише ослоњени на дигиталне системе препорука за избор намирница, планирање obroka и доношење одлука о исхрани (28).

У контексту нутриционизма, такав ризик може значити да корисник временом губи способност критичког преиспитивања добијених савета, не развија сопствено разумевање нутритивних вредности и не стиче вештину самосталног креирања здравих obroka. Ово је посебно проблематично код осетљивих група, као што су особе са хроничним болестима (нпр. дијабетес тип 2, кардиоваскуларна обољења) или деца и адолесценти, где последице могу бити значајне по дугорочно здравље.

С обзиром на наведено, интеграција ВИ система у нутриционизам захтева пажљиву едукацију корисника, развој транспарентних алгоритама чији се рад може објаснити, као и редовно праћење утицаја ових технологија на когнитивно и понашајно функционисање. Само на тај начин могуће је умањити потенцијалне ризике и осигурати да примена вештачке интелигенције буде алат који подстиче, а не замењује критичко размишљање корисника.

Ако се, као што истраживање МИТ-а сугерише, корисници више ослањају на препоруке АИ система него на сопствено критичко расуђивање, то може довести до неколико ризика:

- **Прекомерна зависност од технологије** – корисници могу изгубити способност да самостално процењују квалитет и адекватност своје исхране.
- **Смањење индивидуалне контроле** – препоруке могу бити прихваћене без провере, чак и када нису оптималне за специфичне околности појединца.
- **Манипулативни потенцијал** – алгоритми могу бити комерцијално или идеолошки усмерени, што би утицало на избор хране у правцу који није нужно здравствено најбољи.

Поред когнитивних ризика, важно је нагласити да АИ системи у нутриционизму обрађују велике количине личних и здравствених података, укључујући биометријске информације, навике у исхрани и податке о физичкој активности. Уколико се овим подацима не управља у складу са строгим стандардима заштите приватности, постоји опасност од злоупотребе. У комбинацији са когнитивним утицајем описаним у МИТ студији, ово може довести до ситуације у којој корисник несвесно следи препоруке које нису у његовом најбољем интересу.

Истраживање МИТ-а пружа драгоцен увид у то како вештачка интелигенција може утицати на процес доношења одлука код појединаца, посебно у домену исхране. Иако ови системи нуде

значајне предности у пружању персонализованих и брзих нутритивних препорука, резултати указују на потребу да се корисници едукују о потенцијалним когнитивним и етичким ризицима. Одговорна примена AI у нутриционизму мора укључивати транспарентност алгоритама, заштиту приватности и промовисање критичког размишљања, како би технологија била подршка, а не замена за људско расуђивање.

## **10. Улога вештачке интелигенције у стратегијама исхране до 2030.**

### **10.1. Глобални стратешки оквири и њихов утицај на нутритивну праксу**

Савремене стратегије развоја нутриционизма до 2030. године темеље се на оквиру Уједињених нација за одрживи развој, посебно на Циљу одрживог развоја 2 („Нула глади“), који предвиђа окончање глади и свих облика потхрањености до 2030. године. Овај глобални циљ поставља оквири за развој нутритивне праксе која ће бити подржана напредним технологијама, укључујући вештачку интелигенцију, како би се постигли амбициозни циљеви у области јавног здравља и персонализоване исхране.

Светска здравствена организација је операционализовала приоритете кроз глобалне нутритивне мете до 2025. и продужене индикаторе до 2030. године, укључујући смањење застоја у расту код деце млађе од 5 година за 40%, преполовљавање анемије код жена репродуктивног доба, смањење учесталости ниске порођајне масе за 30% и повећање стопе искључивог дојења на најмање 60%. Ове мете представљају референтни оквир за развој AI-подржаних нутритивних интервенција и напредних система за праћење нутритивног статуса популације (29, 30).

### **10.2. Регионални стратешки приступи и импликације за нутриционизам**

У Европској унији, стратегија „Од њиве до трпезе“ (Farm to Fork) — део Европског зеленог договора — поставља циљеве до 2030. за здраве и одрживе прехранбене системе, укључујући најмање 25% пољопривредног земљишта под органском производњом. Ова стратегија пружа регулаторни оквир у коме нутрициониста могу користити дигиталне и AI алате за праћење навика у исхрани, нутритивно означавање и имплементацију јавноздравствених интервенција у својој пракси.

Сједињене Америчке Државе су 2022. године усвојиле Националну стратегију о глади, исхрани и здрављу, са јасним циљем да се до 2030. године оконча глад и смање болести повезане са исхраном. Стратегија предвиђа интеграцију нутриционистичких услуга у здравствени систем и јачање истраживања — области у којима се очекује значајна примена дигиталних технологија које ће трансформисати начин рада нутрициониста.

Као репрезентативан пример азијског приступа, „Здрава Кина 2030“ поставља свеобухватне циљеве за унапређење здравља становништва и превенцију хроничних болести. Овај оквир отвара простор за развој „паметних“ здравствених установа и AI система за праћење исхране, што ће директно утицати на начин како нутрициониста приступају анализи и планирању исхране својих клијената (31, 32, 33).

### **10.3. Примена и улога вештачке интелигенције у глобалним и националним стратегијама нутриционизма до 2030. године циљева**

Глобалне и националне стратегије исхране до 2030. године постављају велики број сложених циљева унапређење нутритивног квалитета, смањење хроничних болести и постизање здраве и доступне исхране за све слојеве становништва. У таквом контексту, вештачка интелигенција доживљава нагли развој као катализатор трансформације нутритивне праксе — од персонализованих препорука до праћења ефеката нутритивних интервенција у реалном времену и предикције здравствених исхода.

#### **-Побољшање евиденције и праћење нутритивног статуса**

Вештачка интелигенција омогућава нутриционистима анализу сложених података из електронских здравствених картона, анкета о исхрани, података о потрошњи хране и биометријских сензора у реалном времену. Ово пружа прецизан увид у нутритивне навике клијената и популације. FAO стратегија иновација 2022–2031 наглашава потребу за интеграцијом науке и технологије (укључујући AI) како би се трансформисао приступ нутритивним интервенцијама у правцу ефикаснијег, инклузивнијег и персонализованијег функционисања (31, 34,35).

#### **-Предикција и моделирање нутритивних исхода**

AI модели омогућавају нутриционистима симулацију утицаја различитих дијетарних интервенција пре њихове примене. Ово укључује предвиђање како ће се одређене промене у исхрани одразити на гликемијски одговор, липидни профил или општу метаболичку функцију клијента, што доноси подацима вођене стратегије доношења нутритивних одлука.

#### **-Студије случаја: AI у нутритивној пракси**

Кинески приступ интегрисаном нутритивном планирању

Кинески "Food and Nutrition Development Guideline (2025–2030)" поставља циљеве као што су повећање уноса протеина и влакана, интегришући здравствене потребе у читав ланац исхране од производње до потрошње. Ова целисходна перспектива омогућава нутриционистима примену AI у дијагностици нутритивних недостатака и персонализованом усмеравању дијетарних препорука.

Анализе Националног плана за исхрану 2017–2030 показале су позитиван утицај на потрошачко понашање, са повећањем потрошње квалитетних намирница. AI системи могу да наставе овај тренд кроз персонализоване дијете засноване на великој количини података, као и кроз праћење ефеката нутритивних препорука на здравствене параметре клијената.

#### -Европски модел одрживе нутритивне праксе

Farm to Fork стратегија Европске уније настоји да подстакне здраве и одрживе прехранбене системе. Нутрициониста могу користити AI за праћење еколошког утицаја препоручених дијета, анализу нутритивног садржаја и креирање персонализованих планова исхране који балансирају здравствене потребе са принципима одрживости.

#### -AI у оптимизацији нутритивне праксе

Вештачка интелигенција се све више користи у нутритивној пракси за:

-Персонализовану анализу исхране: Кроз deep learning технологије и аутоматизовану анализу фотографија obroka, нутрициониста могу прецизније проценити унос хранљивих материја и брже идентификовати нутритивне недостатке.

-Обезбеђивање квалитета препорука: Кроз оптичке технологије препознавања и AI системе за анализу нутритивних података, нутрициониста могу пружити тачније и поузданије препоруке о избору намирница и планирању obroka.

-Континуирано праћење прогреса: AI алгоритми омогућавају аутоматско праћење придржавања дијетарних препорука и прилагођавање планова исхране на основу реалних резултата.

## **11. Утицај генеративне вештачке интелигенције, дигиталних близанаца и IoT на развој нутриционизма у наредних десет година**

### **11.1. Уводне напомене о технолошкој трансформацији**

Генеративна вештачка интелигенција (ГАИ) представља класу система вештачке интелигенције који користе напредне алгоритме машинског учења за стварање нових садржаја — текста, слика, звука, видео записа или синтетичких података — који су статистички слични подацима на којима су модели обучени.

Дигитални близанац човека (Human Digital Twin, HDT) дефинише се као динамичан и адаптиван виртуелни модел појединца који у реалном времену одражава његово физиолошко, биолошко и психолошко.

Интернет ствари (Internet of Things, IoT) представља мрежу физичких уређаја опремљених сензорима, софтвером и могућностима за бежичну комуникацију).

У наредној деценији, ове три технологије ће се интегрисати у јединствен екосистем који ће фундаментално трансформисати приступ нутриционизму и персонализованој исхрани (37,39).

### **11.2. Револуција у персонализованој нутритивној пракси (2025-2030)**

До 2030. године, интеграција генеративне вештачке интелигенције и Интернета ствари ће довести до настанка потпуно новог модела нутритивне праксе. Нутрициониста више неће базирати препоруке искључиво на општим смерницама и статичким анализама, већ ће користити динамичке системе који непрекидно анализирају реалне податке о корисниковом метаболизму, физичкој активности и физиолошким одговорима на храну.

Генеративни модели ће омогућити нутрициониста да у реалном времену симулирају како ће се одређена намирница или комбинација obroka одразити на корисниково здравље, ниво глукозе у крви, липидни профил и општу метаболичку функцију. Ова способност предвиђања ће трансформисати нутриционизам од реактивне у проактивну дисциплину, где се проблеми предвиђају и спречавају пре њиховог настанка (37).

### **11.3. Настанак дигиталних близанаца као стандард у нутритивној пракси (2026-2032)**

У периоду од 2026. до 2032. године, очекује се да ће дигитални близанци постати стандардни алат у нутритивној пракси. Сваки клијент ће имати свој виртуелни модел који ће интегрисати податке из генетике, биохемијских анализа, здравствених навика и

социјалних фактора. Овај модел ће омогућити да нутрициониста тестира различите нутритивне интервенције виртуелно, пре њихове примене у стварном животу.

Посебно значајан развој очекује се у области моделирања метаболичке флексибилности, што ће омогућити рано откривање поремећаја попут инсулинске резистенције и персонализовано прилагођавање исхране и физичке активности. До краја деценије, ова технологија ће омогућити значајно смањење инциденце дијабетеса типа 2, гојазности и кардиоваскуларних болести кроз превентивне нутритивне стратегије (38).

#### **11.4. Трансформација нутритивног саветовања кроз IoT технологије (2025-2035)**

У наредних десет година, Интернет ствари ће револуционисати начин на који нутрициониста прате и анализирају исхрану својих клијената. Носиви уређаји и паметни сензори ће континуирано мерити параметре као што су ниво глукозе у крви, срчана фреквенција, крвни притисак и варијабилност срчаног ритма, омогућавајући нутрициониста да у реалном времену добијају информације о томе како се храна одражава на здравље корисника.

До 2030. године, систем ће бити способан да предвиди индивидуални гликемијски одговор на намирнице, оптимизује распоред и *sastav* obroka и препоручи нутритивне измене које максимизирају здравствене бенефите. Ово ће омогућити нутрициониста да пружају препоруке које су не само персонализоване, већ и динамички прилагођене тренутном стању клијента (39).

#### **11.5. Нутриционизам 2035: клинички докази, изазови и нова улога у доба дигиталних близанаца и АИ**

Већ данас постоје конкретни примери успешне примене ових технологија. Компанија Twin Health развија дигиталне близанце метаболизма за подршку лечењу хроничних болести, и у више клиничких студија је показала значајно побољшање гликемијске контроле и чак ремисију дијабетеса типа 2 код одређеног броја пацијената. У наредних десет година очекује се експоненцијални раст броја сличних платформи и система. До 2034. године, процењује се да ће већина нутрициониста користити неки облик дигиталних близанаца или АИ-подржаних система за анализу и препоруке, што ће драматично повећати ефикасност нутритивних интервенција.

Упркос огромном потенцијалу, развој нутриционизма у наредној деценији суочиће се са кључним изазовима. Први је неопходност развоја прозирних и објашњивих алгоритама:

нутриционисти ће морати да разумеју како АИ системи доносе одлуке како би могли да процене валидност препорука и одрже поверење клијената. Други изазов је интероперабилност система. До 2030. године очекује се стандардизација података и протокола као што су HL7 и FHIR, што ће омогућити неометану размену података између различитих платформи и здравствених установа. Трећи изазов односи се на енергетску и економску одрживост генеративних модела великог обима — развој енергетски ефикаснијих алгоритама биће кључан за широку примену у свакодневnoj пракси.

У том контексту, улога нутрициониста ће се фундаментално трансформисати (2025–2035). Уместо фокуса на рутинске задатке попут израчунавања калорија и креирања генеричких планова исхране, нутриционисти постају интерпретатори сложених података, етички водичи у примени технологија и стратешки саветници за оптимизацију здравља. Неопходно је развијање нових компетенција: разумевање АИ алгоритама, интерпретација комплексних биометријских података и способност критичке процене технолошких препорука. Истовремено, улога емпатичних саветника и мотиватора остаје централна, јер технологија не може да замени људски однос и разумевање.

До 2035. године, нутриционизам постаје потпуно интегрисана и дубоко персонализована дисциплина која комбинује научно знање са најнапреднијим технологијама. Сваки нутритивни план заснива се на реалним, динамичким подацима о кориснику, а препоруке се континуирано прилагођавају на основу одговора организма. Ова трансформација води ка значајном смањењу инциденце нутритивно повезаних болести, побољшању квалитета живота и развоју истински превентивног приступа здравственој заштити. Технолошка конвергенција генеративне вештачке интелигенције, дигиталних близанаца и Интернета ствари не само да трансформише нутриционизам као професију, већ га позиционира као један од кључних стубова персонализоване медицине и проактивне здравствене заштите (37, 38, 39)

## 12. Закључак

Вештачка интелигенција представља алат значајног потенцијала у области нутриционизма, омогућавајући персонализоване препоруке, побољшање метаболичког здравља и превенцију хроничних болести. Упркос научно потврђеним предностима кроз валидне студије, примена АИ технологије носи техничке и друштвене изазове, укључујући питања квалитета података, транспарентности алгоритама и дигиталну неједнакост.

Кључни налаз истраживања указује да вештачка интелигенција не може заменити нутриционисте, већ треба да служи као помоћни алат у сарадњи са здравственим радницима. Нутриционисти задржавају незаменљиву улогу у интерпретацији података, контекстуализацији препорука и пружању емпатије пацијентима.

Успешна интеграција АИ технологије у нутриционизам захтева:

- Дефинисање стандардизованих протокола
- Успостављање етичких и правних оквира
- Едукацију становништва
- Обезбеђивање равноправног приступа технологији

Даље истраживање и развој у овој области треба да буде усмерено на решавање проблема дигиталне неједнакости и повећање приступачности напредних нутриционистичких система маргинализованим групама становништва. Посебна пажња мора се посветити развоју мултијезичких платформи и културно прилагођених алгоритама који узимају у обзир различите традиционалне исхране и начине живота.

Интердисциплинарна сарадња између нутрициониста, информатичара, биомедицинских инжењера и јавноздравствених стручњака представља императив за будуће иновације у овој области. Само кроз заједничко деловање ових стручних профила могуће је развити холистичке решења која ће максимизовати корисности вештачке интелигенције уз очување високих стандарда здравствене заштите и етичких принципа.

Будућност нутриционизма уз подршку вештачке интелигенције носи потенцијал за значајно побољшање здравља популације до 2030. године, уз услов пажљивог, етички заснованог приступа имплементацији и континуираног усавршавања стручних компетенција нутрициониста.

## 13. Литература

1. Buchanan BG, Feigenbaum EA. DENDRAL and Meta-DENDRAL: Their Applications Dimension. *Artificial Intelligence*. 1978;11(1-2):5–24.
2. Shortliffe EH. *Computer-Based Medical Consultations: MYCIN*. New York: Elsevier; 1976.
3. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med*. 2019;25(1):44–56. doi:10.1038/s41591-018-0300-7.
4. Jiang F, Jiang Y, Zhi H, Dong Y, Li H, Ma S, et al. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke Vasc Neurol*. 2017;2(4):230–243. doi:10.1136/svn-2017-000101.
5. Wang M, et al. Artificial Intelligence Applications to Personalized Dietary Recommendations: A Systematic Review. *Informatics*. 2025;11(3):1–18.
6. Kruizenga HM, Seidell JC, de Vet HCW, Wierdsma NJ, van Bokhorst-de van der Schueren MAE. Development and validation of a hospital screening tool for malnutrition: the Short Nutritional Assessment Questionnaire (SNAQ). *Clin Nutr*. 2005;24(1):75–82.
7. Bousquet J, Khaltayev N, Cruz AA, Denburg J, Fokkens WJ, Togias A, et al. Nutri-Educ: An intelligent system for dietary counselling using fuzzy logic. *Comput Methods Programs Biomed*. 2008;91(2):144–153.
8. Kim J, Lee K, Ahn H. Development of NutriSonic Web Expert System for Personalized Nutrition. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2008;37(10):1280–1289.
9. Chen J, Cade JE, Allman-Farinelli M. The use of mobile apps for diet assessment and intervention: systematic review. *J Med Internet Res*. 2020;22(11):e17030. doi:10.2196/17030.
10. Celis-Morales C, Livingstone KM, Marsaux CF, Macready AL, Fallaize R, O'Donovan CB, et al. Effect of personalized nutrition on health-related behaviour change: evidence from the Food4Me European randomized controlled trial. *Int J Epidemiol*. 2017;46(2):578–588. doi:10.1093/ije/dyw186.
11. Martínez JA, Ordovás JM, Ferguson LR, et al. PROTEIN: personalized nutrition for healthy living. *Nutrients*. 2025;17(3):1120. doi:10.3390/nu17031120.
12. ZOE Global Ltd. Personalized nutrition through gut microbiome and AI-based modeling. *Nat Med*. 2022;28(7):1283–1293. doi:10.1038/s41591-022-01847-3.
13. Zeevi D, Korem T, Zmora N, Israeli D, Rothschild D, Weinberger A, et al. Personalized nutrition by prediction of glycemic responses. *Cell*. 2015;163(5):1079–1094. doi:10.1016/j.cell.2015.11.001.
14. Ramakrishnan, R., et al. *Application of AI in Nutrition*. arXiv preprint, arXiv:2312.11569, 2023.  
Доступно на: <https://arxiv.org/abs/2312.11569>
15. Voigt P, Von dem Bussche A. *The EU General Data Protection Regulation (GDPR): A Practical Guide*. Cham: Springer; 2017.
16. U.S. Department of Health & Human Services. *Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996 (HIPAA)*. Public Law 104-191.
17. Elwyn G, Barr PJ, Grande SW. Patients and empathy: the role of human interaction in healthcare beyond digitalization. *Patient Educ Couns*. 2021;104(3):587–593. doi:10.1016/j.pec.2020.09.015

18. European Commission. *Proposal for a Regulation laying down harmonised rules on Artificial Intelligence (Artificial Intelligence Act)*. COM/2021/206 final. Brussels: European Commission; 2021.
19. European Union. *EU Artificial Intelligence Act*. Official Journal of the European Union. Entered into force 2 August 2025.
20. Latzer M, Festic N, Büchi M. Inequalities in the digital health society: health datafication, digital literacy and data justice. *Health (London)*. 2022;26(2):196-215. doi:10.1177/13634593211001768
21. Chen R, Zhao Y, Liu X. Artificial intelligence in nutrigenomics: personalization of supplements. *Nutrients*. 2022;14(9):1872. doi:10.3390/nu14091872
22. Li J, Fernández-Crehuet J, Zhao L. AI-driven educational platforms for nutrition literacy. *Comput Educ*. 2024;198:104789. doi:10.1016/j.compedu.2024.104789
23. Tufts University, Google Health. Improving Nutrition Information Quality with Google AI [Internet]. Boston: Friedman School of Nutrition Science and Policy; 2024 Available from: <https://foodismedicine.tufts.edu>
24. National Institutes of Health (NIH). Nutrition for Precision Health, powered by the All of Us Research Program [Internet]. Bethesda (MD): NIH Common Fund; 2022 Available from: <https://commonfund.nih.gov/nutritionforprecisionhealth>
25. University of North Carolina. AI Algorithms for Personalized Nutrition and Precision Health [Internet]. Chapel Hill (NC): UNC Nutrition Research Institute; 2024 Available from: <https://uncnri.org>
26. Omada Health. Omada introduces Nutritional Intelligence to transform food relationships with AI-driven tools and human care [Internet]. San Francisco: Omada Health; 2025 May 20
27. Nature. Viome builds world's largest metatranscriptomic platform for precision health [Internet]. London: Springer Nature; 2020 . Available from: <https://www.nature.com/articles/d43747-020-01166-1>
28. Kosmyna N, Hauptmann E, Yuan YT, Situ J, Liao X-H, Beresnitzky AV, Braunstein I, Maes P; MIT Media Lab. Your Brain on ChatGPT: Accumulation of Cognitive Debt when Using an AI Assistant for Essay Writing Task. Preprint at arXiv. 2025 Jun 10
29. United Nations. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: UN; 2015. Available from: <https://sdgs.un.org/2030agenda>
30. World Health Organization. Global nutrition targets 2025: policy brief series. Geneva: WHO; 2014.
31. European Commission. Farm to Fork Strategy: for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. Brussels: EC; 2020.
32. The White House. National Strategy on Hunger, Nutrition, and Health. Washington, DC: US Government; 2022. Available from: <https://www.whitehouse.gov>
33. State Council of China. Healthy China 2030 Blueprint. Beijing: State Council; 2016.
34. Food and Agriculture Organization. FAO Science and Innovation Strategy 2022–2031. Rome: FAO; 2022.
35. Chinese Nutrition Society. Food and Nutrition Development Guideline (2025–2030). Beijing: CNS; 2025.

37. Bruynseels K, Santoni de Sio F, van den Hoven J. Digital Twins in Health Care: Ethical Implications of an Emerging Engineering Paradigm. *Front Genet.* 2018;9:31. doi:10.3389/fgene.2018.00031
38. Twin Health. Whole Body Digital Twin platform shows remission of type 2 diabetes in randomized controlled trial. *Diabetes Obes Metab.* 2022;24(8):1556-1565. doi:10.1111/dom.14755
39. Alshammari R, Percival J, Hossain M, et al. The role of Internet of Things (IoT) in personalized nutrition and health. *Sensors.* 2022;22(6):2102. doi:10.3390/s22062102



