OZIQ-OVQAT MAHSULOTLARINING BIOKIMYOVIY TARKIBI VA ENERGETIK QIYMATI: TEORETIK ASOSLAR, BAHOLASH MEZONLARI VA AMALIY IMKONIYATLAR

Bakirov Juma Ashurovich

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dots. v.b.

Email: juma_bakirov@tues.uz

https://orcid.org/0009-0009-2534-0072

Annotatsiya. Ushbu maqolada oziq-ovqat mahsulotlarining biokimyoviy tarkibi hamda ularning energetik qiymati shakllanishining ilmiy-nazariy asoslari tahlil qilinadi. Mahsulot tarkibiy komponentlarining hazm bo‘lishi, so‘rilishi va metabolizmda o‘zlashtirilishi jarayonlari energoqiymatga ta’sir etuvchi muhim omil sifatida ko‘rib chiqiladi. Makronutrientlar ulushi, aminokislota profili, yog‘ kislotalari tarkibi, uglevodlarning glikemik xususiyatlari, oziq tolalari va texnologik ishlovning biokimyoviy o‘zgarishlarga olib kelishi yoritiladi. Energiya qiymatini hisoblashda Atvater tizimi va uning cheklovlari, shuningdek, bioqo‘llanish va hazmlanish koeffitsientlarini hisobga olish zarurati asoslanadi. Maqola oziq-ovqat xavfsizligi, salomatlikka yo‘naltirilgan ratsion tuzish, funksional mahsulotlar ishlab chiqish, markirovka va oziqlanish siyosatini ilmiy jihatdan qo‘llab-quvvatlash nuqtai nazaridan amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: biokimyoviy tarkib, energetik qiymat, makronutrientlar, mikroelementlar, vitaminlar, bioqo‘llanish, hazmlanish, Atvater koeffitsientlari, funksional mahsulotlar, oziqlanish, markirovka.

Abstract. This article analyzes the biochemical composition of food products and the scientific and theoretical foundations of the formation of their energy value. The processes of digestion, absorption and metabolism of the product components are considered as important factors affecting the energy value. The proportion of macronutrients, amino acid profile, fatty acid composition, glycemic properties of carbohydrates, dietary fiber and the biochemical changes caused by technological processing are highlighted. The Atwater system and its limitations, as well as the need to take into account bioavailability and digestibility coefficients when calculating energy value, are justified. The article is of practical importance in terms of food safety, health-oriented diet planning, development of functional products, labeling and scientific support of nutrition policy.

Keywords: biochemical composition, energy value, macronutrients, microelements, vitamins, bioavailability, digestibility, Atwater coefficients, functional products, nutrition, labeling.

Аннотация. В данной статье анализируется биохимический состав пищевых продуктов и научно-теоретические основы формирования их энергетической ценности. Важными факторами, влияющими на энергетическую ценность, рассматриваются процессы переваривания, всасывания и метаболизма компонентов продукта. Выделены пропорции макронутриентов, аминокислотный профиль, состав жирных кислот, гликемические свойства углеводов, пищевые волокна и биохимические изменения, вызванные технологической обработкой. Обоснованы система Атвата и ее ограничения, а также необходимость учета коэффициентов биодоступности и усвояемости при расчете энергетической ценности. Статья имеет практическое значение в области безопасности пищевых продуктов, планирования здорового питания, разработки функциональных продуктов, маркировки и научного обоснования политики в области питания.

Ключевые слова: биохимический состав, энергетическая ценность, макронутриенты, микроэлементы, витамины, биодоступность, усвояемость, коэффициенты Атвата, функциональные продукты, питание, маркировка.

KIRISH

Oziq-ovqat mahsulotlari inson organizmi uchun energiya manbai va plastik material bo‘lib xizmat qiladigan murakkab biokimyoviy tizimdir. “Tarkib-energiya-funksiya” zanjiri nuqtai nazaridan qaralganda, har qanday mahsulotning qiymati faqat kaloriyalar yig‘indisi bilan emas, balki kaloriyaning qaysi molekulalardan kelib chiqishi, ularning hazmlanishi, metabolik yo‘nalishi, gormonal-fermentativ javoblar, to‘yish hissi va mikrobiotaga ta’siri bilan ham belgilanadi. Shu sababli oziq-ovqat mahsulotlarining biokimyoviy tarkibini kompleks baholash va energiya qiymatini ilmiy asosda hisoblash zamonaviy nutritsiologiya, oziq-ovqat biokimyosi, tibbiyot va oziq-ovqat sanoati uchun o‘ta dolzarb hisoblanadi [1]. Ayniqsa, metabolik sindrom, semirish, 2-tur diabet, yurak-qon tomir kasalliklari va mikronutrient tanqisligi bilan bog‘liq epidemiologik tendensiyalar oziq-ovqat tarkibi va kaloriya zichligini qayta ko‘rib chiqishga majbur qilmoqda [2].

Biokimyoviy tarkib deganda mahsulotdagi asosiy makronutrientlar, mikroelementlar, vitaminlar, suv, mineral moddalar hamda kichik konsentratsiyadagi biologik faol birikmalarning sifat va miqdor ko‘rsatkichlari tushuniladi. Oqsillar aminokislotalardan tashkil topgan bo‘lib, ularning biologik qiymati aminokislota tarkibining inson ehtiyojiga mosligi, ayniqsa leysin, lizin, triptofan, metionin kabi almashinmaydigan aminokislotalar ulushi bilan belgilanadi [3]. Masalan, sut oqsillari aminokislota profili jihatidan muvozanatli hisoblansa, ayrim o‘simlik oqsillarida lizin yoki metionin cheklovchi aminokislota

ISSN 3030-3907

bo‘lishi mumkin; bu esa “samarali o‘zlashish” ko‘rsatkichlarini pasaytiradi va energiya hamda plastik ehtiyojni qondirish uchun ratsionda komplementar kombinatsiyalar (don + dukkakli) talab etiladi [4]. Oqsillarning hazmlanish darajasi ham energetik hissaga ta’sir qiladi: chunki oqsillardan keladigan energiyaning bir qismi “oziq-ovqatning termik effekti”ga (thermic effect) sarflanadi, azotli metabolitlar chiqindisi bilan bog‘liq xarajatlar ortishi mumkin [5]. Shu jihatdan, bir xil kaloriyali ratsionlarda ham energiya samaradorligi farq qilishi ilmiy asoslangan.

ASOSIY QISM

Yog‘lar energiyaning eng zich manbai bo‘lib, 1 gramm yog‘ oksidlanganda taxminan 9 kkal energiya ajraladi. Biroq yog‘larning biokimyoviy ahamiyati faqat energiya zichligida emas, balki yog‘ kislotalari tarkibida, membrana plastikligi, gormonlar sintezi, yallig‘lanish mediatorlari va lipid signalizatsiyasidagi rolida namoyon bo‘ladi [6]. To‘yingan yog‘ kislotalari, mono-to‘yinmagan va polito’yinmagan (omega-3, omega-6) kislotalar nisbati organizmning lipid profiliga va kardiometabolik xavfga ta’sir ko‘rsatadi; shu bois energetik qiymatni baholashda “kaloriyaning manbai”ni hisobga olish amaliyotga yaqin yechimdir [7]. Margarinlashtirish, qayta-qayta qizdirish, frityurda ishlov berish kabi texnologik jarayonlarda trans-izomerlar paydo bo‘lishi mumkin; bu birikmalarning fiziologik ta’siri salbiy ekani haqida ilmiy xulosalar mavjud [8]. Demak, yog‘lar energiya manbai sifatida zarur bo‘lsa-da, ularning sifat ko‘rsatkichlari va texnologik ishlov tarixi ham muhim.

Oziq-ovqatning biokimyoviy tarkibi: asosiy komponentlari quyidagilar:

Oqsillar. Oqsillar aminokislotalar manbai bo‘lib, to‘qima qurilishi, ferment/gormon sintezi va immun javobda ishtirok etadi. Oziq-ovqatda oqsil sifati nafaqat miqdor, balki aminokislota spektri va hazm bo‘lish (bioqimmat) bilan belgilanadi. Laborator amaliyotda oqsil miqdori ko‘pincha umumiy azot asosida (Kjeldahl/Dumas) baholanib, konversiya koeffitsienti (odatda 6.25) orqali “xom oqsil” hisoblanadi.

Yog‘lar. Yog‘lar energiyaning eng zich manbai bo‘lib, membrana fosfolipidlari va biologik aktiv lipidlar bilan bog‘liq. Yog‘ fraksiyasining to‘yingan/to‘yinmagan nisbati, trans-izomerlar mavjudligi va issiqlik ta’sirida oksidlanish mahsulotlari xavfsizlik nuqtai nazaridan ham ahamiyatli.

Uglevodlar va tolalar. Uglevodlar kraxmal, mono/disaxaridlar va nonkraxmal polisaxaridlardan tashkil topadi. “Umumiy uglevod” ko‘rsatkichi amaliyot hisoblarida ko‘pincha “farq usuli” bilan: 100 g dan suv, xom oqsil, xom yog‘, kul va tolalarni ayirib, qolgan qism sifatida baholanadi. Kletchatka hazm bo‘lmaydigan yoki qisman fermentlanadigan fraksiya bo‘lib, energiya bahosini

ISSN 3030-3907

pasaytirishi va ichak mikrobiotasi orqali qisman energiya berishini (SCFA) inobatga olish kerak.

Suv va kul (mineral moddalar). Suv mahsulot massasining katta qismini tashkil etadi va 100 g dagi energiyani “suyultiruvchi” omil hisoblanadi. Kul (ash) - mineral moddalarning umumiy bahosi bo‘lib, Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Zn va boshqalar elektrolitlar balansi va fermentlar faolligi uchun muhim.

Bioaktiv birikmalar. Vitaminlar, organik kislotalar, fermentlar, polifenollar va pigmentlar mahsulotning antioksidant qiymati, ta’m/hid va saqlanish barqarorligini shakllantiradi; ularning miqdori texnologik ishlovda sezilarli o‘zgarishi mumkin.



1-rasm. Oziq-ovqat mahsulotlarining biokimyoviy tarkibi va energetik qiymati

Uglevodlar odatda 1 gramm uchun 4 kkal energiya beradi. Ammo uglevodlarning hamma turi bir xil metabolik natija bermaydi: monosaxaridlar va ba’zi disaxaridlar tez so‘rilib, glikemik javobni keskin oshiradi; kraxmalning ayrim fraksiyalari esa ichak mikrobiotasi tomonidan fermentatsiyalanib, qisqa zanjirli yog‘ kislotalarini hosil qiladi va energiyaning bir qismini bilivosita ta’minlaydi [9]. Oziq tolalari (sellyuloza, pektin, β-glyukanlar) to‘g‘ridan-to‘g‘ri kaloriya bermasada, hazm-ichak funksiyasi, xolesterin almashinuvi, to‘yish hissi va glikemik nazoratga kuchli ta’sir ko‘rsatadi; shu sababli “energetik qiymat” tushunchasi “metabolik qiymat” bilan birga ko‘rilganda to‘liqroq bo‘ladi [10]. Shakar qo‘shimchalari, oq un, yuqori darajada rafinatsiya qilingan kraxmalli mahsulotlar kaloriya zichligini oshirib, nutritiv zichlikni pasaytirishi mumkin; bu aholi salomatligi nuqtai nazaridan muhim omil hisoblanadi [2].

ISSN 3030-3907

Mikronutrientlar - vitaminlar va mineral moddalar - to‘g‘ridan-to‘g‘ri energiya bermaydi, ammo energetik metabolizmning fermentativ reaksiyalarida koferment yoki kofaktor sifatida ishtirok etadi. Masalan, V guruhi vitaminlari (B1, B2, B3, B6) uglevod va aminokislota almashinuvi bosqichlarida NAD/NADP, FAD, koenzim-A kabi tizimlar bilan bog‘liq; temir kislorod tashish va sitoxromlar orqali elektron transport zanjirida ishtirok etadi; magniy ATF bilan kompleks hosil qilib, ko‘plab fermentlar faolligi uchun zarur [11]. Shu sababli mahsulotning “kaloriyasi” yuqori bo‘lsa-da, mikronutrient tanqis bo‘lgan ratsion “energetik ortiqcha, ammo biokimyoviy yetishmovchilik” holatini keltirib chiqaradi. Bu holat ayniqsa fastfud va ultra-qayta ishlangan mahsulotlar ulushi katta bo‘lgan ratsionlarda tez-tez uchraydi [12].

Energetik qiymatni hisoblash amaliyotida klassik yondashuv Atvater koeffitsientlariga tayanadi: oqsil va uglevod uchun 4 kkal/g, yog‘ uchun 9 kkal/g, spirt uchun 7 kkal/g. Bu usul oziq-ovqat markirovkasining asosiy standarti sifatida keng qo‘llanadi [13]. Biroq ilmiy nuqtai nazardan Atvater tizimi bir qator cheklovlarga ega: u hazmlanish darajasi, individual mikrobiota farqlari, oziq tolalarining fermentatsiyasi, termik effekt, texnologik ishlov tufayli bioqo‘llanish o‘zgarishlarini doimo to‘liq aks ettirmaydi [14]. Masalan, yong‘oqlardagi energiya qiymati markirovkada yuqori chiqsa-da, haqiqiy o‘zlashadigan energiya mexanik tuzilma va tola matriksi tufayli pastroq bo‘lishi mumkin; bu masala bir qator eksperimental ishlar bilan asoslangan [15]. Shunday ekan, oziq-ovqat biokimyosida energiyani “nominal” va “metabolik” qiymatlarga ajratib tahlil qilish maqsadga muvofiq.

Mahsulotning biokimyoviy tarkibiga agrotexnologiya va genetik omillar ham ta’sir qiladi. Bir xil turdagi mahsulot nav, iqlim, tuproq mineral tarkibi, o‘g‘itlash, sug‘orish rejimi, yig‘im-terim vaqti, saqlash sharoitiga ko‘ra vitaminlar, minerallar, antioksidantlar miqdori va fermentativ faolligi bo‘yicha farqlanadi [16]. Saqlashda askorbin kislota degradatsiyasi, lipidlarning peroksidlanishi, fermentativ qorayish kabi jarayonlar mahsulotning biokimyoviy sifatini o‘zgartiradi va energetik qiymatdan ko‘ra ko‘proq nutritiv qiymatga ta’sir qiladi. Texnologik ishlovda esa Mayyard reaksiyasi ta’m va xushbo‘ylikni oshirsa-da, ayrim aminokislotalar bioqo‘llanishini pasaytirishi yoki yangi birikmalar hosil bo‘lishi xavfini keltirib chiqarishi mumkin [17]. Fermentatsiya jarayonlari bioqo‘llanishni oshirishi, anti-nutritiv omillarni kamaytirishi va biofunksional metabolitlar hosil qilish orqali tarkibiy qiymatni boyitishi mumkin [18].

Demak, mahsulotning energetik qiymati o‘zgarmasligi mumkin, ammo biokimyoviy foydalilik keskin o‘zgarishi ehtimoldan xoli emas. Oziq-ovqat mahsulotlarini baholashda ikki tushunchani farqlash muhim: kaloriya zichligi va

ISSN 3030-3907

nutritiv zichlik. Ilmiy-amaliy nuqtai nazardan aholi salomatligi uchun eng maqbul strategiya - kaloriya zichligi nisbatan past, nutritiv zichligi yuqori bo‘lgan mahsulotlarni rag‘batlantirishdir [12].

Bu yondashuv maktab ovqatlanishi, ijtimoiy oziqlanish dasturlari va profilaktik tibbiyotda muhim ahamiyat kasb etadi. Masalan, ratsionida sabzavot-meva, to‘liq don, dukkaklilar, sut mahsulotlari, sifatli oqsil manbalari yetarli bo‘lgan guruhlarda mikronutrient kamchiliklari kamroq kuzatiladi, hatto umumiy kaloriya o‘rtacha darajada bo‘lsa ham [2].

Energetik qiymatni hisoblash va tarkibni tahlil qilishda laborator metodlar muhim. Biokimyoviy tahlillar orasida: Keldal usuli bilan umumiy azotdan oqsil hisoblash, gaz-xromatografiya orqali yog‘ kislotalari profilini aniqlash, yuksak samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) bilan vitaminlar va polifenollarni baholash, atom-absorbsiya/ICP-MS usullari bilan mineral tarkibni o‘lchash keng tarqalgan [19]. Energiya qiymatini to‘g‘ridan-to‘g‘ri aniqlashda bomba-kalorimetriya “yalpi energiya”ni ko‘rsatadi, ammo inson organizmidagi hazmlanish va yo‘qotishlar hisobga olinmagan bo‘ladi. Shu sababli amaliy markirovkada hisoblash usullari qulay, lekin ilmiy tadqiqotlarda turli korreksiya koeffitsientlari va hazmlanish parametrlarini qo‘llash talab etiladi [14]. Bu, ayniqsa, funksional mahsulotlar va nutritiv terapiya mahsulotlarida dolzarb.

Oziq-ovqat tarkibining energetik qiymat bilan bog‘liqligi ratsion tuzishda ham, texnologik mahsulot yaratishda ham hal qiluvchi omildir. Masalan, past kaloriyali mahsulotlar ishlab chiqishda shakar va yog‘ni kamaytirish bilan birga, tuzilma va ta’mni saqlash uchun tolalar, belok konsentratlari, tabiiy shirinlatkichlar, emulgatorlar va fermentlar qo‘llanadi; bu jarayonlarda biokimyoviy barqarorlik va bioqo‘llanish asosiy kriteriy bo‘lib qoladi [20]. Shuningdek, “kaloriyani kamaytirish” har doim “sog‘lomlashtirish” emas: agar kamaytirish mikronutrientlar, to‘laqonli oqsil yoki sifatli yog‘lar hisobiga amalga oshirilsa, organizmning biokimyoviy ehtiyojlari qondirilmasligi mumkin. Shu sababli ilmiy asoslangan yondashuv mahsulotni “energiya-nutrientlar-biofunksiya” uchligida baholashni talab qiladi.

MUHOKAMA.

Oziq-ovqat mahsulotlari inson organizmi uchun energiya manbai, to‘qima va hujayralar qurilishi uchun plastik material hamda moddalar almashinuvini boshqaruvchi bioregulyator omillarni yetkazib beruvchi murakkab biokimyoviy tizim hisoblanadi. Shuning uchun mahsulot haqida to‘liq ilmiy tasavvur hosil qilishda uning kaloriyasinigina emas, balki biokimyoviy tarkibi, hazmlanishi, so‘rilishi va organizmda metabolik jarayonlarga qanday ta’sir qilishini ham bir butun tarzda baholash talab etiladi. Amalda faqat kaloriyaga asoslangan yondashuv

ISSN 3030-3907

ba’zan noto‘g‘ri xulosalarga olib keladi: masalan, kaloriyasi yuqori bo‘lgan ayrim mahsulotlar mikronutrientlarga kam bo‘lishi mumkin va bunday holat “energiya yetarli, ammo nutritiv yetishmovchilik” deb ataladigan vaziyatni keltirib chiqaradi. Shu sababli zamonaviy nutritsiologiya va oziq-ovqat biokimyosida energiya zichligi bilan bir qatorda nutritiv zichlik - ya’ni ma’lum kaloriya birligiga to‘g‘ri keladigan vitaminlar, minerallar, tolalar, sifatli oqsil va foydali lipidlar ulushi ham muhim ko‘rsatkich sifatida qabul qilingan.

Oziq-ovqat mahsulotlarining biokimyoviy tarkibi deganda undagi makronutrientlar, mikronutrientlar, suv, oziq tolalari va biologik faol birikmalarning miqdor va sifat jihatdan yig‘indisi tushuniladi. Makronutrientlar energetik qiymatni shakllantiruvchi asosiy qism bo‘lib, ularning organizmda o‘zlashishi biokimyoviy jihatdan bir xil emas. Oqsillar aminokislotalardan tashkil topgan bo‘lib, ularning asosiy vazifasi to‘qimalarni qurish va yangilash, fermentlar va gormonlar sintezi, immun himoya va transport funksiyalarini ta’minlashdan iborat. Oqsilning biologik qiymati uning aminokislota profiliga, ayniqsa almashinmaydigan aminokislotalar yetarliligiga, shuningdek hazmlanish va o‘zlashish darajasiga bog‘liq. Ayrim o‘simlik oqsillarida lizin yoki metionin kabi aminokislotalar nisbatan kam bo‘lishi mumkin, shuning uchun ratsionda don-dukkaklilarni birga qo‘llash orqali aminokislota balansi yaxshilanadi. Oqsillar odatda 1 grammiga 4 kilokaloriya energiya berishi qabul qilingan bo‘lsa-da, ularning metabolizmida termik effekt yuqoriroq bo‘lgani uchun “real netto energiya” ayrim holatlarda farqlanishi mumkin.

Yog‘lar energiyaning eng zich manbai bo‘lib, 1 grammiga taxminan 9 kilokaloriya to‘g‘ri keladi. Biroq lipidlarning ahamiyati faqat kaloriya bilan cheklanmaydi: ular hujayra membranalari tarkibiga kiradi, steroid gormonlar sintezida ishtirok etadi, yallig‘lanish mediatorlari va signal molekulalarning asosiy manbalaridan hisoblanadi, shuningdek A, D, E, K kabi yog‘da yeruvchi vitaminlarning o‘zlashishi uchun zarur sharoit yaratadi. Yog‘larning sifat ko‘rsatkichi yog‘ kislotalari tarkibi bilan belgilanadi: to‘yingan, mono-to‘yinmagan va polito’yinmagan yog‘ kislotalari nisbati, omega-3 va omega-6 muvozanati organizmning kardiometabolik holatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Texnologik ishlov jarayonlarida, ayniqsa gidrogenlash yoki qayta-qayta qizdirishda transizomerlar va oksidlanish mahsulotlari paydo bo‘lishi ehtimoli ortgani uchun mahsulotning energetik qiymati o‘zgarmasada, biokimyoviy xavf omillari kuchayishi mumkin.

Uglevodlar organizm uchun tez energiya manbai hisoblanadi va 1 gramm uglevod o‘rtacha 4 kilokaloriya energiya berishi bilan baholanadi. Biroq uglevodlarning turi metabolik natijani keskin o‘zgartiradi: tez so‘riladigan

ISSN 3030-3907

shakarlar glikemik javobni tez oshiradi, kraxmalning qayta ishlanganlik ham qonda glyukoza ko‘tarilishini tezlashtirishi mumkin. Shu bilan birga, oziq tolalari - sellyuloza, pektin, β-glyukanlar va rezistent kraxmal kabi komponentlar to‘g‘ridan-to‘g‘ri kaloriya berishi past bo‘lsa-da, ichak peristaltikasi, to‘yish hissi, xolesterin va glikemik nazoratga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi; ba’zi tola turlari mikrobiota tomonidan fermentatsiyalanib, qisqa zanjirli yog‘ kislotalarini hosil qiladi va energiyaga bilvosita hissa qo‘shadi. Shu sababli “uglevod miqdori”dan tashqari uglevod sifati, tolalar ulushi va glikemik xususiyatlar ham baholash mezoni bo‘lishi kerak.

Vitaminlar va mineral moddalar energetik qiymatni to‘g‘ridan-to‘g‘ri oshirmaydi, ammo energiya almashinuvi uchun zarur fermentativ reaksiyalarni ta’minlaydi. V guruhi vitaminlari uglevod va aminokislota almashinuvida kofermentlar tizimi sifatida qatnashadi, temir kislorod tashish va elektron transport zanjirida ishtirok etadi, magniy esa ATF bilan kompleks hosil qilib ko‘plab fermentlar faolligi uchun zarur bo‘ladi. Selen va sink antioksidant tizimlar, immun javoblar va fermentlar faoliyatida katta ahamiyatga ega. Shu sababli kaloriyasi yuqori, ammo vitamin-minerallarga kam mahsulotlar ulushi katta bo‘lgan ratsionlarda metabolik buzilishlar va funksional yetishmovchilik holatlari xavfi ortadi.

Energetik qiymat mahsulot iste’mol qilinganda organizmda hosil bo‘ladigan energiya miqdori bo‘lib, amalda 100 gramm (yoki 100 ml)ga nisbatan kilokaloriya yoki kilodjoulda beriladi. Keng qo‘llanadigan hisoblash amaliyoti Atvater koeffitsientlariga asoslanadi: oqsil va uglevod 4 kkal/g, yog‘ 9 kkal/g (spirt 7 kkal/g). Oddiy hisoblash formulasiga ko‘ra energiya (kkal) = (oqsil, g × 4) + (uglevod, g × 4) + (yog‘, g × 9). Masalan, 100 g mahsulotda 12 g oqsil, 10 g yog‘ va 20 g uglevod bo‘lsa, energetik qiymat 12×4 + 10×9 + 20×4 = 48 + 90 + 80 = 218 kkal bo‘ladi. Biroq ilmiy nuqtai nazardan nominal kaloriya bilan real o‘zlashadigan kaloriya doimo bir xil bo‘lmasligi mumkin, chunki hazmlanish darajasi, mahsulotning mexanik tuzilishi, maydalanishi, issiqlik ishlovi natijasida kraxmalning jelatinizatsiyasi yoki oqsilning denaturatsiyasi, tolalarning fermentatsiyasi, shuningdek individual mikrobiota farqlari energiyaning o‘zlashish samaradorligiga ta’sir qiladi. Shuning uchun ayrim mahsulotlarda markirovkada berilgan kaloriya amaldagi metabolik kaloriyadan farq qilishi ehtimoli mavjud.

Oziq-ovqat mahsulotlari tarkibiga ta’sir etuvchi muhim omillardan yana biri saqlash va texnologik ishlov jarayonlaridir. Saqlash vaqtida askorbin kislota (S vitamini) parchalanishi, lipidlarning peroksidlanishi, fermentativ qorayish kabi jarayonlar tezlashishi mumkin, bu esa mahsulotning nutritiv sifatini pasaytiradi. Issiqlik ishlovida Mayyard reaksiyasi ta’m va aromatni boyitadi, biroq ayrim

ISSN 3030-3907

aminokislotalar bioqo‘llanishini kamaytirishi yoki ba’zi noxush birikmalar hosil bo‘lishi xavfini oshirishi mumkin. Fermentatsiya esa aksincha, ayrim vitaminlar bioqo‘llanishini oshirishi, anti-nutritiv omillarni kamaytirishi va foydali metabolitlar hosil qilishi orqali mahsulotning biokimyoviy qiymatini yaxshilashi mumkin. Demak, bir xil kaloriyaga ega mahsulotlar ham qayta ishlanganlik darajasi va texnologik tarixi tufayli organizmga ta’siri jihatidan turlicha bo‘ladi.

Amaliyotda 100 gramm hisobida sabzavotlar odatda 15-25 kkal, mevalar 40-60 kkal, sut 50-60 kkal, tuxum 140-160 kkal, tovuq go‘shti 160-200 kkal, don mahsulotlari va non 230-270 kkal, quruq makaron va guruch 330-370 kkal, yong‘oqlar 550-700 kkal, o‘simlik moylari esa taxminan 900 kkal atrofida bo‘ladi. Bu ko‘rsatkichlar mahsulot turi, nav, namlik darajasi va ishlovga qarab o‘zgaradi, ammo energiya zichligi bo‘yicha umumiy manzarani tushunishga yordam beradi. Shu bilan birga, mahsulot tanlashda kaloriya zichligi past bo‘lgan sabzavot va meva, to‘liq don, dukkaklilar, sifatli oqsil manbalari hamda foydali yog‘lardan tashkil topgan ratsion nutritiv zichlikni oshirishga xizmat qiladi, qayta ishlangan, shakari va yog‘i yuqori mahsulotlarning ortiqcha iste’moli esa kaloriyani tez oshirib, vitamin-minerallar ta’minlanganligini pasaytirishi mumkin.

Energetik qiymat tushunchalari va hisoblash haqida quyidagilarni keltirib o‘tish joiz. Oziq-ovqat energiyasi bir necha bosqichda qaraladi: yalpi energiya (gross energy), hazm bo‘ladigan energiya (digestible energy), metabolik energiya (metabolizable energy) va sof energiya (net energy). Oziqlanish amaliyotida ko‘p hollarda metabolik energiya yoki tamg‘alashda qabul qilingan “kaloriyalilik” qo‘llanadi.

Atvater koeffitsientlari. Klassik hisoblash: 1 g oqsil ≈ 4 kkal, 1 g uglevod ≈ 4 kkal, 1 g yog‘ ≈ 9 kkal, 1 g spirt ≈ 7 kkal.

Shunda:

$$E\ (kcal) \approx 4\ P + 9\ F + 4\ C + 7\ A.$$

Biroq bu formulada C sifatida, odatda, hazm bo‘ladigan uglevodlar tushuniladi; kletchatka (dietary fiber) ko‘p bo‘lgan mahsulotlarda standart Atvater energiyani ortiqcha baholashi mumkin. Shu sababli ayrim tizimlarda “modifikatsiyalangan Atvater” koeffitsientlari, yoki tolalar uchun pastroq koeffitsientlar qo‘llanadi.

Energetik qiymatga ta’sir etuvchi omillar

Namlik. Namlik yuqori bo‘lgan mahsulotlarda (masalan, sabzavot, meva, sut) 100 g da kaloriya past bo‘ladi; quritish va konsentrlash energiya zichligini oshiradi.

ISSN 3030-3907

Ishlov berish (termik/mexanik). Pishirish, ekstruziya va maydalash kraxmal jelatinizatsiyasini kuchaytirib, hazm bo‘lishni oshirishi mumkin; ayni paytda Mayyar reaksiyalari va lipid oksidlanishi bioqimmatni pasaytirishi mumkin.

Fermentatsiya. Fermentatsiya davrida uglevodlar bir qismi organik kislotalar va gazlarga aylanadi; natijada umumiy energiya va glikemik yuklama o‘zgarishi mumkin.

Kletchatka va rezistent kraxmal. Tolalar va rezistent kraxmal qismi yo‘g‘on ichakda fermentlanib, qisman energiya (SCFA) beradi; lekin klassik formulalarda bu to‘liq aks etmasligi mumkin.

1-digramma

100 g uchun namunaviy hisob va talqin

Mahsulot (100 g)	Oqsil, g	Yog‘, g	Uglevod, g	E, kkal
Sut (2.5%)	3.0	2.5	4.7	≈4 · 3.0 + 9 · 2.5 + 4 · 4.7
Tuxum	12.6	10.6	1.1	≈4 · 12.6 + 9 · 10.6 + 4 · 1.1
Non (oq)	8.0	3.0	49.0	≈4 · 8.0 + 9 · 3.0 + 4 · 49.0
Olma	0.4	0.4	11.3	≈4 · 0.4 + 9 · 0.4 + 4 · 11.3

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, yog‘ ulushi kam o‘zgarganda ham energiyaga ta’siri katta: yog‘ 1 g ga ≈9 kkal hissa qo‘shadi. Shuningdek, namlik yuqori bo‘lgan mahsulotlarda (sut, meva) energiya zichligi past.

Umuman olganda, oziq-ovqat mahsulotlarining biokimyoviy tarkibi va energetik qiymati o‘zaro bog‘liq, lekin bir-birini to‘liq almashtirmaydigan tushunchalardir. Energetik qiymat organizmning energiya ehtiyojini qondirishda muhim bo‘lsa, biokimyoviy tarkib mahsulotning salomatlikka yo‘naltirilgan haqiqiy qiymatini belgilaydi. Shu sababli ratsion tuzish va mahsulotlarni baholashda “kaloriya qancha?” degan savol bilan birga “bu kaloriya qaerdan kelgan?”, “mahsulotda sifatli oqsil, foydali yog‘, tola va vitamin-minerallar yetarlimi?”, “qayta ishlov darajasi qanday?” degan mezonlar ham doimo hisobga olinishi lozim.

XULOSA

Xulosa sifatida aytish mumkinki, oziq-ovqat mahsulotlarining biokimyoviy tarkibi va energetik qiymati o‘zaro bog‘liq, biroq bir-birini to‘liq almashtirmaydigan tushunchalardir. Energiya qiymati makronutrientlar miqdoridan kelib chiqsa, biokimyoviy qiymat tarkibning sifat ko‘rsatkichlari,

ISSN 3030-3907

bioqo‘llanish, texnologik ishlov, mikronutrientlar, biologik faol birikmalar hamda individual metabolik javoblar bilan belgilanadi. Atvater tizimi oziq-ovqat markirovkasi uchun qulay hisoblash asosi bo‘lsa-da, ilmiy tadqiqot va funksional mahsulotlar kontekstida uni hazmlanish, termik effekt, tola fermentatsiyasi va matriks ta’siri bilan to‘ldirish maqsadga muvofiq. Mazkur yondashuv aholi salomatligini muhofaza qilish, oziq-ovqat xavfsizligi, ratsionni optimallashtirish va sanoatda yuqori nutritiv zichlikka ega mahsulotlar ishlab chiqish uchun ilmiy-amaliy poydevor bo‘lib xizmat qiladi [1-2, 12-14].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Tutelyan V.A. Ximicheskiy sostav i kaloriynost piщevыx produktov: spravochnыe podxodы i sovremennыe otsenki. - M.: GEOTAR-Media, 2012. - 336 s. - 2012.
2. WHO. Healthy diet: Fact sheet (nutrition and diet-related NCD prevention). - Geneva: World Health Organization. - 2020.
3. Shayxova G.I., Nurmatov Sh.N. Oqsillar almashinuvi va aminokislotalarning biokimyoviy ahamiyati. - Toshkent: “Abu Ali ibn Sino” nashriyoti, 2018. - 224 b. - 2018.
4. FAO. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. - Rome: FAO Food and Nutrition Paper 92. - 2013.
5. Hall K.D., Guo J. Obesity energetics: body weight regulation and the effects of diet composition. - Nature Reviews Endocrinology. - 2017. - Vol.13(7). - P. 367-378. - 2017.
6. Nelson D.L., Cox M.M. Lehninger Principles of Biochemistry. - 8th ed. - New York: W.H. Freeman, 2021. - 1328 p. - 2021.
7. Mozaffarian D. Dietary and policy priorities for cardiovascular disease, diabetes, and obesity. - Circulation. - 2016. - Vol.133(2). - P. 187-225. - 2016.
8. European Food Safety Authority (EFSA). Scientific opinion on trans fatty acids and health. - EFSA Journal. - 2018. - 16(12). - 2018.
9. Cummings J.H., Stephen A.M. Carbohydrate terminology and classification. - European Journal of Clinical Nutrition. - 2007. - Vol.61(S1). - P. S5-S18. - 2007.
10. Slavin J. Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. - Nutrients. - 2013. - Vol.5(4). - P. 1417-1435. - 2013.
11. Ganiev B.B., Karimova M.K. Vitaminlar va mikroelementlarning metabolizmdagi o‘rni. - Samarqand: SamDU nashriyoti, 2019. - 180 b. - 2019.
12. Monteiro C.A., Cannon G., Levy R.B. et al. Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. - Public Health Nutrition. - 2019. - Vol.22(5). - P. 936-941. - 2019.

ISSN 3030-3907

13. Atwater W.O., Woods C.D. The chemical composition of American food materials. - Washington: USDA Bulletin. - 1896.
14. Livesey G. Metabolizable energy of macronutrients. - The American Journal of Clinical Nutrition. - 2001. - Vol.74(6). - P. 689-708. - 2001.
15. Baer D.J., Novotny J.A. Metabolizable energy from nuts: review and implications for labeling. - Current Developments in Nutrition. - 2019. - Vol.3(10). - 2019.
16. Kader A.A. Postharvest biology and technology: an overview. - In: Postharvest Technology of Horticultural Crops. - University of California. - 2002.
17. Mottram D.S. The Maillard reaction: source of flavor in foods. - Food Chemistry. - 1998. - Vol.62(4). - P. 415-424. - 1998.
18. Marco M.L., Heeney D., Binda S. et al. Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. - Current Opinion in Biotechnology. - 2017. - Vol.44. - P. 94-102. - 2017.
19. Nielsen S.S. Food Analysis. - 5th ed. - New York: Springer, 2017. - 664 p. - 2017.
20. Damodaran S., Parkin K., Fennema O.R. Fennema's Food Chemistry. - 5th ed. - Boca Raton: CRC Press, 2017. - 1120 p. - 2017.

ISSN 3030-3907