

**OZIQ -OVQAT MAHSULOTLARI TARKIBIDAGI MINERAL MODDALAR***Egamberdiyeva Marjona Xusniddin qizi**Toshkent kimyo texnologiyala instituti Shahrisabz filiali o'qtuvchisi**Irgasheva Maftuna Erkin qizi**2-kurs talabasi Toshkent kimyo texnologiya institute Shahrisabz filiali*

**Annotatsiya:** Oziq ovqat mahsulotlari tarkibidagi mineral moddalar, ularning xususiyatlari, mineral moddalar nima uchun kerakligi haqida so'z yuritiladi. Ularning har biri bilan yaqindan tanishamiz. Minerallarning nafaqat oziq ovqat mahsulotlari tarkibidagi ahamiyati balki uning odam organizmidagi roli haqida so'z boradi.

**Kalit so'zlar:** mineral, fermentlar, anorganik, hayot faoliyati, moddalar almashinuvi, hujayra, osmotik bosim, makro, mikro, rux, temir, kalsiy.

Barcha oziq-ovqat mahsulotlarining tarkibida mineral moddalar mavjud. Ular mahsulotlar tarkibida anorganik birikmalarning tarkibiga kirgan holda uchraydi. Oziq-ovqat mahsulotlarini maxsus pechkalarda yondirganda faqat mineral moddalar kul holida qoladi. Demak, oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi mineral moddalarning miqdori ulardagi kulning foiz miqdori bilan o'lchanadi.

Mineral moddalar inson organizmining barcha to'qimalari tarkibiga ham kirib, uning og'irligining 5% miqdorini tashkil etadi. Mineral moddalar oz miqdorda talab qilinsa-da (kundalik ehtiyoj 20—30 g), ular organizmning hayot faoliyati jarayonida juda muhim vazifalarni bajaradi. Ular barcha to'qimalar va hujayralar tarkibiga kiradi. Ba'zi bir mineral moddalar esa fermentlar, darmondorilar, gormonlar tarkibiga kirib moddar almashinuv jarayonida faol ishtirok etadi. Bundan tashqari, mineral moddalar to'qimalarda osmotik bosimni kerakli darajada saqlab turadi: suyaklar, tishlar tarkibiga kirib, ularga zarur mustahkamlik va qattqlik beradi.[6]

Mineral moddalar organizmda qanchalik miqdorda bo'lishiga qarab ular makroelementlarga va mikroelementlarga bo'linadi. Makroelementlarga kalsiy, kaliy, magniy, temir, natriy, fosfor, xlor kiradi. Ular organizmdagi 10 gramm to'qimalar tarkibida o'nlab va yuzlab milligramm miqdorda bo'ladi.

Kalsiy (Ca) suyak va mushak to'qimalarining asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. Kalsiy hujayralarning o'sishiga, qonning ivish jarayoniga ta'sir qiladi. U bir qancha fermentlar va gormonlar faolligini oshiradi. Kalsiy organizmda yetishmay qolganda, ayniqsa, bolalarda suyakning noto'g'ri rivojlanishiga, tishlarning buzilishiga va markaziy nerv tizimi faoliyati buzilishiga olib keladi. O'nada kalsiy miqdori tana og'irligining 1,5—2% ni tashkil etadi, ya'ni 1—1,5 kg. Kalsiy sut va sut mahsulotlari, pishloq, fasol tarkibida ko'p bo'ladi.

Kaliy (K) organizmning kislota-ishqor muvozanatini normallashtirishda qatnashadi, uglevod almashinuvini yaxshilaydi.

Kaliy tuzi organizmdan suyuqlik va natriyni chiqarishni ta'minlaydi, uning bu xususiyatidan qon tomir, buyrak kasalliklarini davolashda foydalaniladi. Kaliy o'rik, bargak, mayiz, olxo'ri, fasol, katroshka tarkibida ko'p bo'ladi.[2]

Magniy (Mg) organizmda suyak to'qimalari hosil bo'lishida, moddalar almashinuvida ishtirok etadi, fermentlar faolligini oshiradi, yurak ishini yaxshilaydi. U ichaklarning harakatlanish faoliyatini yaxshilaydi, organizmdan xolesterinning chiqib ketishini ta'minlaydi. Magniy non, yormalar, don mahsulotlari, sut tarkibida ko'p bo'ladi.

Temir (Fe) katta yoshdagi kishilar organizmda 3—4 g temir moddasi bo'lib, shundan 73% gemoglobin tarkibiga kiradi, hujayralar yadrosida bo'ladi. Organizmdagi murakkab oksidlanish va modda almashinuvini jarayonida, fermentlar sintezida ishtirok etadi. Organizmda temir yetishmasa kamqonlik kelib chiqadi. Temir, asosan, jigar, go'sht, tuxum, no'xat, mosh, sabzavotlar, olma, uzum, grechka yormasida ko'p bo'ladi.

Natriy (Na) suv almashinuvini yaxshilaydi, organizmdan suyuqlik chiqarilishini ta'minlaydi, to'qimalar tarkibida osmotik bosim hosil bo'lishida ishtirok etadi. U, asosan, osh tuzi (NaCl) tarkibidan olinadi.

Fosfor (P) suyak va mushak to'qimalarining asosiy tarkibiy qismi bo'lib, umumiy tana og'irligining 0,8—1,1%, ya'ni 600—700 g ni tashkil etadi. Fosfor organizmdagi barcha hayotiy jarayonlarda ishtirok etadi. U modda almashinuvini yaxshilashda, moddalarning hujayralarga so'rilishida katta ahamiyatga ega. Fosforning birikmalari zo'riqib aqliy ish qilganda markaziy nerv sistemasiga yaxshi ta'sir ko'rsatadi. Fosfor pishloq, baliq ikrasi, tuxum, go'sht, baliq, non, yormalar, sut va sut mahsulotlari, don mahsulotlari tarkibida ko'p bo'ladi.

Xlor (Cl) ishqor-kislota muvozanatini tutib turishda, osmotik-tuz bosimini yaratishda, me'dada xlorid kislota hosil bo'lishida ishtirok etadi. U, asosan, osh tuzi tarkibidan olinadi.

Oziq-ovqat mahsulotlarida mineral moddalar miqdori (100 g mahsulotda mg hisobida)[5]

Oziq ovqat mahsulotlari	Kul moddalari miqdori(%)	Na	Ka	C	Mg	P	Fe
Bug'doy yormasi	0,5	3	130	20	18	85	1,0
Oliy navli bug'doy uni	0,5	3	122	18	16	86	1,2

2-navli bug'doy unidan tayyorlangan non	1,8	374	185	28	54	135	3,6
Kartoshka	1,1	28	568	10	23	58	0,9
Qizil sabzi	1,0	15	240	51	38	55	1,2
Sariq sabzi	0,7	65	234	46	36	60	1,4
Tarvuz	0,6	16	64	14	224	7	1
O'rik	0,7	3	305	28	8	2,6	0,7
Shaftoli	0,6	30	363	20	16	34	0,6
Uzum	0,5	26	255	30	17	22	0,6
Sut yog'liligi (3,2%)	0,7	50	146	120	14	0	0,06
Tovuq tuxumi	1,0	134	140	55	12	192	2,5
Baliq go'shti (sazan)	1,3	55	265	35	25	210	0,8
Shakar	0,03	1	3	2	-	-	0,3
Uzum sharbati	0,3	16	150	20	9	1,2	0,4

Organizm to'qimalari tarkibidagi mineral moddalarning miqdori 1 mg dan kam bo'lganda mikroelementlar deb ataladi. Ularga: yod, mis, rux, ftor, marganes, kobalt, molibden va boshqalar kiradi.

Yod (I) ning odam tanasidagi fiziologik ahamiyati qalqonsimon bez gormoni — tiroksinning sintezida ishtirok etishida yuzaga keladi. Yod yetishmay qolganda tiroksin kam ishlanib chiqadi. Natijada bez to'qimasi kattalashib ketadi. Yodga bo'lgan sutkalik ehtiyoj 100—200 mg. Yod, asosan, baliq va baliq mahsulotlari, sabzavotlar tarkibida bo'ladi.

Ftor (F) suyak to'qimasi va tish emali kasallanishida muhim ahamiyatga ega. Bundan tashqari, fosfor-kalsiy almashinuvini normallashtiradi. Organizmda ftor yetishmasa tishlar kariyesi rivojlanadi. Katta yoshli odamning ftorga bo'lgan sutkalik ehtiyoji 0,8—1,6 mg. Ftor oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida kam bo'ladi. Choyda 7—10 mg, shuningdek, bug'doy uni, yormalar, sabzavotlar tarkibida bo'ladi.

Mis (Cu) qon pigmenti — gemoglobin hosil bo'lishida, uglevodlar almashinuvida temir moddasi singishida ishtirok etadi. Bundan tashqari, oksidlovchi fermentlarning zarur tarkibiy qismi bo'lib hisoblanadi. U, asosan, jigar, dengiz mahsulotlari, quruq mevalar, yong'oqlar tarkibida bo'ladi. Katta yoshli odamning misga bo'lgan sutkalik ehtiyoji — 2 mg.[1]

Eng muhim minerallarning nomlari va manbalari[3]

Na	oddiy tuz (NaCl), tayyor ovqat, pishloq, javdar noni, konserva, go'sht mahsulotlari, zaytun, kartoshka chiplari
K	sabzavot mahsulotlari: quritilgan mevalar va rezavorlar, yong'oqlar, urug'lar, Quddus artishoki, kartoshka, turp, karam, yashil sabzavotlar, Kama uni, lavlagi, banan, javdar noni, smorodina, pomidor
Ca	sut va sut mahsulotlari (ayniqsa pishloq), bodom, yong'oq, urug'lar, baliq (suyaklari bilan), ismaloq
Mg	yong'oqlar, urug'lar, Kama uni, javdar noni, ismaloq, dukkakililar, grechka, to'liq donalar, cho'chqa go'shti, mol va tovuq go'shti, banan, brokkoli
P	urug'lar, yong'oqlar, sut mahsulotlari (ayniqsa pishloq), jigar, parranda go'shti, mol go'shti, javdar noni, baliq, to'liq donalar, dukkakililar
S	metionin (don, yong'oq) va sistein (go'sht, baliq,soya, don) aminokislotalarini o'z ichiga olgan oqsilli ovqatlar
Fe	jigar, qora puding, urug'lar, tuxum, mayiz, javdar noni, yog'siz mol va cho'chqa go'shti, to'liq donalar, grechka, qulupnay
Zn	jigar, go'sht, Kama uni, urug'lar, yong'oqlar, pishloq, javdar noni, dukkakililar, dengiz mahsulotlari (qisqichbaqa, seld), butun donalar, tuxum
Cu	jigar, kakao kukuni, go'sht, dukkakililar, to'liq donalar, urug'lar, yong'oqlar, grechka, javdar noni, qizil ikra, avakado, lavlagi, dengiz mahsulotlari
I	yodlangan tuz, baliq va boshqa dengiz mahsulotlari, pishloq, tuxum, javdar noni va yogurtning ayrim turlari
Se	yer tuti, jigar, baliq va dengiz mahsulotlari, kungaboqar urug'lari, go'sht

Turli tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, kaltsiy, fosfor va mis kabi ozuqaviy minerallarni ko'p iste'mol qilish; va magniy, sink va selen kabi minerallarning yetishmasligi, saraton xavfi ortishi bilan bog'liq. Rux, magniy va selen tarkibidagi oziq-ovqat mahsulotlarini ovqatlanishni kerakli miqdorda olishimiz, shuningdek, saraton xavfini kamaytirish uchun kaltsiy, fosfor va mis kabi ozuqaviy minerallarni tavsiya etilgan miqdorda iste'mol qilishni cheklashimiz kerak. Qo'shimchalarni tanlashda magniy stearatini magnezium qo'shimchalari bilan aralashtirib yubormaslik kerak. Tabiiy oziq-ovqat mahsulotlarining muvozanatli sog'lom dietasi tanamizdagi muhim mineral ozuqa moddalarining tavsiya etilgan darajasini saqlab qolish va kasallik, shu jumladan saraton kasalliklari xavfini kamaytirish uchun to'g'ri yondashuvdir.

Ratsionni iste'mol qilish va kolorektal saraton xavfi assotsiatsiyasi ko'plab istiqbolli tadqiqotlar tomonidan tekshirilgan, ammo izchil topilmalar bilan. 7 istiqbolli kohort tadqiqotlari bo'yicha meta-tahlil o'tkazildi va kuniga 200-270 mg oralig'ida

magneziyum minerallarini iste'mol qilish bilan kolorektal saraton xavfini kamaytirishning statistik jihatdan muhim birlashmasi aniqlandi. (Qu X va boshq, Eur J Gastroenterol Hepatol, 2013; Chen GC va boshq, Eur J Clin Nutr., 2012) Yana bir yaqinda o'tkazilgan tadqiqotda magneziumni yuqori iste'mol qilgan kolorektal saraton kasallarida barcha sabablarga ko'ra o'lim xavfi kamayganligi aniqlandi. Vitamin D3 etishmovchiligi bo'lgan va magnezium kam iste'mol qilgan bemorlarga nisbatan D3 Vitaminining etarli darajasi. (Wesselink E, Clin Nutr., 2020 yil Am), sarum va parhezli magneziumning kolorektal saraton kasalligi bilan bog'liqligini ko'rib chiqqan yana bir tadqiqot ayollarda magnezium past sarum bilan kolorektal saraton xavfi yuqori ekanligini aniqladi, ammo erkaklar emas. (Polter EJ va boshq, Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2019)

Yana bir yirik istiqbolli tadqiqotda 66,806-50 yoshdagi 76 erkak va ayolning magnezium iste'mol qilish va oshqozon osti bezi saratoni xavfi o'rganildi. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, magnezium iste'mol qilinadigan har 100 mg / kunlik pasayish me'da osti bezi saratonining 24% ko'payishi bilan bog'liq. Shuning uchun magneziumni etarli darajada iste'mol qilish me'da osti bezi saratoni xavfini kamaytirish uchun foydali bo'lishi mumkin. (Dibaba D va boshq, Br J Saraton, 2015).

Fosforni iste'mol qilish va saraton xavfi: Ro'yxatdan o'tgan parhez ma'lumotlarini tahlil qilish asosida 24 erkakni 47,885 yillik kuzatuvida yuqori fosfor iste'moli yuqori darajadagi prostata saratoni va yuqori darajadagi xavfi bilan bog'liqligi aniqlandi. (Uilson KM va boshq, Am J Clin Nutr., 2015)

Shvetsiyada o'tkazilgan yana bir yirik aholi tadqiqotida fosfatlar miqdori ortishi bilan saraton xavfi yuqori bo'lganligi aniqlandi. Erkaklarda oshqozon osti bezi, o'pka, qalqonsimon bez va suyak saratoniga chalinish xavfi yuqori bo'lgan, ayollarda esa qizilo'ngach, o'pka va melanoma bo'lmagan teri saratoniga chalinish xavfi yuqori bo'lgan. (Wulaningsih V va boshq, BMC Cancer, 2013).

Zn ning saratonga qarshi ta'siri asosan uning oksidlovchi va yallig'lanishga qarshi xususiyatlari bilan bog'liq. (Wessels I va boshq, Nutrients, 2017; Skrajnowska D va boshq, Nutrients, 2019) Quyida keltirilgan saraton xavfi yuqori bo'lgan sink etishmovchiligini (sinkga boy oziq-ovqatlarni kam iste'mol qilish sababli) birlashishi haqida xabar bergan ko'plab tadqiqotlar mavjud. Saraton va oziqlanish kohortasi bo'yicha Evropa istiqbolli tekshiruvining ish nazorati ostida o'tkazilgan tadqiqotida jigar saratoni (gepatotsellular karsinoma) rivojlanish xavfi kamaygan Sink mineral darajasining oshishi bilan bog'liqligi aniqlandi. Sink darajasining safro yo'llari va o't pufagi saratoniga aloqasi yo'qligini aniqladilar. (Stepien M wt al, Br J Saraton, 2017). Sog'lom ko'ngillilar bilan taqqoslaganda yangi tashxis qo'yilgan ko'krak bezi saratoni bilan kasallangan bemorlarda sink zardobida sezilarli darajada pasayish kuzatildi. (Kumar R va boshq, J Cancer Res. Ther., 2017)

Eron kohortasida ular kolorektal saraton kasalligida sog'lom nazorat bilan taqqoslaganda sarum Sinkning sezilarli darajada pasayganligini aniqladilar. (Khoshdel Z va boshq, Biol. Trace Elem. Res., 2015)

Meta-tahlil natijalariga ko'ra o'pka saratoniga chalingan bemorlarda zardobdagi Sink darajasi sezilarli darajada pastligi haqida xabar berilgan. (Vang Y va boshq, World J Surg. Oncol., 2019). Sinkning past darajadagi o'xshash tendentsiyalari ko'plab boshqa saraton kasalliklarida, shu jumladan bosh va bo'yin, bachadon bo'yni, qalqonsimon bez, prostata va boshqalarda qayd etilgan.

Selenli oziqlanish va saraton xavfi: Tanadagi selenyumning past darajasi o'lim xavfi va immunitetning yomonligi bilan bog'liq. Ko'pgina tadqiqotlar Selenyum mineral darajasining yuqori bo'lishining prostata, o'pka, kolorektal va siydik pufagi saratoniga ta'sirini ko'rsatdi. (Rayman MP, Lancet, 2012)

Kuniga 200mkg bo'lgan selenli qo'shimchalar prostata saratoni bilan kasallanishni 50% ga, o'pka saratoni bilan kasallanishni 30% ga va kolorektal saraton kasalligini 54% ga kamaytirdi. (Reid ME va boshq., Nutr & Cancer, 2008) Saraton kasalligi aniqlanmagan sog'lom odamlar uchun, shu jumladan oziqlanishning bir qismi bo'lgan selenyum uchun tabiiy qotil hujayralar faolligini oshirish orqali immunitetni kuchaytirishi haqida xabar berilgan. (Büntzel J va boshq, Antikanser Res., 2010). Bundan tashqari, selenyumga boy oziqlanish saraton kasallariga kimyoviy terapiya bilan bog'liq toksik ta'sirlarni kamaytirish orqali yordam beradi. Ushbu qo'shimchalar Xodkin bo'lmagan lenfoma kasalligi uchun yuqtirish darajasini sezilarli darajada pasaytirgani ko'rsatilgan. (Asfour IA va boshq., Biol. Trace Elm. Res., 2006)

Selenning oziqlanishi, shuningdek, ba'zi bir kimyoviy ta'sirga ega buyrak toksikligini va suyak iligi bostirilishini kamaytirishi ko'rsatilgan (Xu YJ va boshq, Biol. Trace Elem. Res., 1997), va yutish qiyinligi sababli radiatsiyaviy toksikani kamaytiradi. (Büntzel J va boshq, Antikanser Res., 2010)

Suyak va mushaklar salomatligi uchun biz etarli miqdorda kaltsiy iste'mol qilishimiz kerak, lekin kuniga 1000-1200 mg tavsiya etilgan me'yordan oshib ketadigan kaltsiyni ko'p miqdorda iste'mol qilish foydali bo'lmasligi mumkin va saraton bilan bog'liq o'limning ko'payishi bilan salbiy aloqada bo'lishi mumkin. Balansli sog'lom ovqatlanishning bir qismi sifatida tabiiy oziq -ovqat manbalaridan olingan kaltsiyni yuqori dozali kaltsiy qo'shimchalarini qo'llash tavsiya etiladi.[4]

Minerallar organizmdagi metabolizm va gomeostazda turli funktsiyalar va potentsiallarga ega bo'lganligi sababli, bu bioaktiv tarkibiy qismlarning yetishmasligi keng tarqalgan kasalliklar va kasallik belgilarining ko'p uchraydigan holatlariga olib kelishi mumkin. Oziq-ovqat mahsulotlarini xavfsiz boyitish va qayta ishlash texnikasi nuqtai nazaridan mineral tarkibini saqlash bilimlari ularning so'rilishini va bioavailability darajasini sezilarli darajada oshirishi mumkin.

Minerallar ko'pchilik vitaminlar kabi samarali so'rilmaydi va shuning uchun minerallarning biologik mavjudligi juda past bo'lishi mumkin. O'simliklarga asoslangan oziq-ovqatlar ko'pincha minerallarni bog'laydigan va ularning so'rilishini inhibe qiluvchi oksalat va fitat kabi omillarni o'z ichiga oladi. Umuman olganda, minerallar hayvonlarga asoslangan oziq-ovqatlardan yaxshiroq so'riladi. Ko'pgina hollarda, agar ma'lum bir mineralning dietadagi iste'moli ko'paytirilsa, so'rilish kamayadi. Ba'zi minerallar boshqalarning so'rilishiga ta'sir qiladi. Masalan, ratsiondagi ortiqcha rux temir va misning so'rilishini buzishi mumkin. Aksincha, ba'zi vitaminlar minerallarning so'rilishini kuchaytiradi. Masalan, S vitamini temirning so'rilishini, D vitamini esa kaltsiy va magniyning so'rilishini kuchaytiradi.[7]

Oziq-ovqatlardagi minerallarning biologik mavjudligiga qayta ishlash, parhez omillari, promotorlar va inhibitorlar ta'sir qiladi. Bundan tashqari, minerallarning bioavailability va bioavailability o'lchash metodologiyalari muhim ahamiyatga ega. Boshqa tomondan, rivojlanayotgan texnologiyalarning oziq-ovqat minerallariga ta'siri bo'yicha juda kam tadqiqotlar mavjud. Boshqa jarayonlar singari, rivojlanayotgan texnologiyalar minerallarga ta'sir qilmaydi, lekin ular bilan bog'liq bo'lgan makromolekulalar (masalan, tuzilish, fizik xususiyatlar) ga ta'sir qiladi. Bunday jismoniy o'zgarishlarning minerallarning biologik mavjudligiga ta'siri hali to'liq aniqlanmagan.

Minerallar organizmdagi metabolizm va gomeostazda turli funktsiyalar va potentsiallarga ega bo'lganligi sababli, bu bioaktiv tarkibiy qismlarning etishmasligi keng tarqalgan kasalliklar va kasallik belgilarining ko'p uchraydigan holatlariga olib kelishi mumkin. Oziq-ovqat mahsulotlarini xavfsiz boyitish va qayta ishlash texnikasi nuqtai nazaridan mineral tarkibini saqlash bilimlari ularning so'rilishini va bioavailability darajasini sezilarli darajada oshirishi mumkin.[8]

Turli xil oziq-ovqat preparatlarini boyitish uchun eng asosiy minerallar temir, kaltsiy, sink va yoddir. Izotopik yondashuvlardan foydalanish oziq-ovqat minerallarining bioavailability qiymatlarini sezgir tarzda aniqlashi mumkin. Zamonaviy qayta ishlash usullari (masalan, yuqori bosim va sonikatsiya) an'anaviy jarayonlarga nisbatan mikro va makro-minerallarning tarkibiga kamroq salbiy ta'sir ko'rsatadi. Agrobiotexnologik usullardan foydalangan holda ekinlarning yeyiladigan to'qimalarida mineral elementlarning to'planishi (masalan, genlarni haddan tashqari ko'paytirish va faollashtirishni nazorat qilish) va ularni to'g'ridan-to'g'ri qayta ishlangan oziq-ovqatlarni ishlab chiqarishda nanokapsulyatsiya bilan mustahkamlash ushbu bioaktiv ingredientlarning kontsentratsiyasini va biologik kirish qobiliyatini oshirishi mumkin.

**Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. M.N. Mo'minova, M.A. Maxsumova, N.B. Mansurova, OZIQ-OVQAT MAHSULOTLARI TOVARSHUNOSLIGI; Toshkent — "ILM ZIYO"— 2017
2. Oziq-ovqat texnologiyasi asoslari; M.G Vasiyev, Q.O.Dadayev, I.S.Isaboyev, Z.Sh.Sapayeva, Z.J.G'ulomova. "IDEAL PRESS",2021
3. <https://toitumine.ee/ru/energiya-i-potrebnost-v-pitatelnyh-veshhestvah/mineralnye-veshhestva>.
4. <https://addon.life>.
5. Imomaliyev A., ZikiriyoyevA., O‘simliklar biokimyosi, T., 1987.
6. T.Xudoyshukurov, N.Muhamadiyev, N.Mo'minov, I.Shukurov "Ovqatlanish mahsulotlarini ishlab chiqarish asoslari" Toshkent-2019
7. Manoadagi Gavayi universiteti Oziq-ovqat fanlari va inson ovqatlanishi dasturi, “ Minerallar: Kirish ”
8. <https://www.sciencedirect.com>