

6-30-2018

THE EFFECT OF LEADING MOLECULES IN THE SPECTRA OF THE DRYING PROCESS OF FRUIT VEGETABLE PRODUCTS

G' Rakhmatov

M Sobirov

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi>

Recommended Citation

Rakhmatov, G' and Sobirov, M (2018) "THE EFFECT OF LEADING MOLECULES IN THE SPECTRA OF THE DRYING PROCESS OF FRUIT VEGETABLE PRODUCTS," *Scientific-technical journal*: Vol. 22 : Iss. 2 , Article 26.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol22/iss2/26>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific-technical journal by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact brownman91@mail.ru.

UDC 542.47+612.014.461

20. THE EFFECT OF LEADING MOLECULES IN THE SPECTRA OF THE DRYING PROCESS OF FRUIT VEGETABLE PRODUCTS

G'. Rakhmatov¹, M. Sobirov¹, K. Onarqulov¹

¹ Ferghana State University, Ferghana, Uzbekistan

ВЛИЯНИЕ СПЕКТРОВ ВОДЯНОЙ МОЛЕКУЛЫ НА ПРОЦЕСС СУШКИ ОВОЩНОПЛОДОВЫХ ПРОДУКТОВ

СУВ МОЛЕКУЛАСИ СПЕКТРИНИ МЕВА-САБЗАВОТЛАРНИ ҚУРИШИ ЖАРАЁНИГА ТАЪСИРИ

Abstract. This article analyzes the physical nature of drying vegetable -fruit products under the influence of infrared radiation, the mechanisms of interaction of infrared radiation with the products. It is shown selecting effective paths ceramic infrared radiation sources.

Key words: electromagnetic wave, infrared wave spectra, drying, heat exchange, ceramics, thermal radiation, convection, the motion of atoms and molecules, the radiation range.

Аннотация. Статъя посвящена анализу физической природы сушки овощно-плодовых продуктов под воздействием инфракрасного излучения, механизмов взаимодействия инфракрасного излучения с продуктами. Показаны пути выбора эффективных керамических источников инфракрасного излучения.

Ключевые слова: электромагнитные волны, инфракрасные волны, спектры, сушка, теплообмен, керамика, тепловое излучение, конвекция, движения атомов и молекул, диапазон излучения.

Аннотация. Мақолада инфрақизил нурлари таъсири остида мева-сабзавот маҳсулотларини қуритишнинг физик асослари баён этилган бўлиб, нурланишни маҳсулотлар билан таъсирлашувчи механизмлари таҳлил этилган. Инфрақизил нурланишни ҳосил қилувчи эффектив керамик материалларни танлаб олиш йўллари кўрсатиб берилган.

Таянч сўзлар: электромагнит тўлқинлари, спектрлар, қуритиш, керамика, иссиқлик алмашинуви, иссиқлик нурланиши, конвекция, атом ва молекулалар ҳаракати, нурланиш диапазони.

Мева-сабзавот маҳсулотлари йилнинг уч-тўрт ойи ва ёз фасли давомида етиштирилади. Маҳсулотларни табиий сифат даражасини сақлаган ҳолда истеъмолчиларга йил давомида етказиш долзарбдир. Буни бажаришда: биринчисида маҳсулотлар совутгич ёки совук хоналарда истеъмолга чиқарилгунча ушлаб турилади, иккинчисида эса аввал куёш нурлари остида қуритилиб, кейин маҳсус жойларда сақланади ёки сунъий қуритилади.

Охирги йилларда қуритиш жараёнида инфрақизил нурлари асосида ишловчи қуритиш аппаратлари фойдаланилиб, ҳалқ хўжалигида кенг қўлланилмоқда. Бу усулда қуритишнинг ижобий томони, маҳсулот ўзининг дастлабки табиий сифат ҳолатини яхши сақлаб қолади ва унинг истемол қилиш кўрсаткичлари юқори даражада бўлади. Ҳозирда қуритиш қурилмаларининг иқтисодий ва экологик самарадорлигини янада ошириш зарур хисобланади. Қуритиш учун тавсия этилаётган турли конструкциядаги инфрақизил қуритиш қурилмаларининг техник ва иқтисодий характеристикалари, инфрақизил нурланишнинг мева-сабзавот маҳсулотлари ва тирик организмларга биологик таъсири масалалари атрофлича таҳлил этилган [1, 2]. Қуритишга бағишланган илмий мақолалар асосан қуритиш қурилмаларининг техник характеристикаларини оптималлаштиришга қаратилган бўлиб, маҳсулотларни қуриш жараёнида кузатиладиган физик жараёнлар, инфрақизил нурларини маҳсулотлар билан ўзаро таъсирлашувининг физик механизмлари, нурланишнинг спектрал характеристикаларини ўрганишга эътибор берилмаган.

Нима сабабдан инфрақизил нурлари таъсири остида маҳсулотлар қурийди ёки бошқача қилиб айтганда унинг таркибидан сув молекулалари буғланиб, учиб чиқиб кетади.

Ўқув адабиётларида буғланиш жараёни фақат молекуляр-кинетик назария асосида тушинтирилган. Олинган иссиқлик энергияси таъсирида ички тебранма ва айланма ҳаракатлари юзага келади ва молекула активлашиб, уларни суюқликка боғлаб турувчи боғланиш кучларини енга оладиган илгариланма ҳаракат кинетик энергиясига эга бўлган молекулалар учиб чиқиб кетади.

Табиатда жисмларнинг ўзаро иссиқлик алмашинуви уч хил усулда рўй бериб иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция ва электромагнит нурланиши кўринишида бўлади [3]. Иссиқлик ўтказувчанлик жисмларни ташкил этган атом ва молекулаларнинг мураккаб умумлашган механик ҳаракатларини бир-бирига узатилиши бўлиб, иссиқлик миқдори шу ҳаракатлар интенсивлигининг энергетик ўлчови ҳисобланади. Молекуляр-кинетик назарияга кўра иссиқлик ўтказувчанлиги учун муҳит бўлиши керак, муҳит бўлмаса иссиқлик узатилиши кузатилмайди. Иккинчи усул конвекция бўлиб, бу усулда катта ҳажмдаги газ ёки суюқлик массасини кўчирилиши туфайли муҳитда энергия узатилади ва натижада иссиқлик алмашинуви кузатилади. Учинчи усулда, иссиқлик бир жисмдан иккинчи жисмга электромагнит нурланиш тарзида узатилади. Инфрақизил нурлар электромагнит тўлқинларини инфрақизил диапазондаги спектрининг иссиқлик нурланиши деб ҳам юритилади. Инфрақизил нурланишни молекулалар таркибига кирувчи атомларнинг молекуляр боғланишлари туфайли юзага келган энергетик ҳолатларидаги ўзгаришлар ва атомларнинг юқори электрон қобикларидаги кучсиз боғланган электронларни ўтишлари вужудга келтиради. Инфрақизил нурлари молекулаларда ютилганда молекуляр структураларни ташкил этган атомларнинг ички тебранма, айланма ва илгариланма иссиқлик ҳаракатлари юзага келади. Молекулани нурланишида эса уни ташкил этган атомларнинг мураккаб ички ҳаракатлари молекуланинг умумий дипол моментини ўзгаришига олиб келади ва дипол тебранишлари молекуляр инфрақизил нурланишини ҳосил қилади. Агар молекулани дипол momenti ўзгармаса нурланиш кузатилмайди, бу молекуланинг ички структураси ва симметриясига боғлиқ. Дастлабки икки усулдан фарқли равишда, учинчи ҳолда иссиқлик алмашинуви учун муҳит талаб этилмайди.

Мева-сабзавот маҳсулотларини қуриши уни таркибидаги сув молекулаларининг концентрацияси билан боғлиқлиги сабабли, сув молекуласини ички структурасини кўриб чиқайлик. Сув молекуласи (H_2O) уч атомли молекула ҳисобланиб, тебранишлар назариясига кўра молекулада тебранма (вибрацион) ва айланма (ротацион) ҳаракатлар кузатилади. 1-расмда сув молекуласининг структураси ва бундай структураларда кузатиладиган ўзаро боғлиқ бўлмаган механик нормал тебранишлар ва айланма ҳаракатлар схематик равишда тасвирланган [4]. Расмда келтирилган ҳаракатларни ўзаро боғлиқ бўлмаган 3 та гормоник осциллятор ва 3 та ротатор моделлари асосида 6 хил ҳолатлар тўплами кўринишида ёзиш мумкин. Бу ҳолатлар тўплами энергиясини энг содда ҳолда квант осциллятори ва ротатори энергиялари орқали ифода қилай оламиз:

$$E_{oc} = \hbar\omega_0(n + \frac{1}{2}), E_{rom} = \frac{\hbar^2 J(J+1)}{2I}. \quad (1)$$

Бу ерда n , J - лар квант сонлари, I - молекуланинг инерция momenti, $\omega_0 = \sqrt{k/m}$ - осцилляторнинг хусусий частотаси. Уч атомли молекуланинг тўлиқ энергияси электрон қобиклардаги электронларни ($E_{эл}$), атомларни уч хил тебранишлари ($E_{меб}$) ва фазовий айланишлари ($E_{айл}$) энергиялари йиғиндисидан иборат:

$$E(n) = E_{эл}(n_0) + E_{меб}(n_1, n_2, n_3) + E_{айл}(J_1, J_2, J_3), \\ (n_0, n_1, n_2, n_3, J_1, J_2, J_3 = 1, 2, 3, \dots). \quad (2)$$

Келтирилган формуладан молекуланинг ички тебранишлари кенг диапазондаги энергетик спектрга эга эканлигини кўрсатади. Агар молекула кўзгатиладиган ҳолатга ўтказилса, унинг энергиясини ўзгариши

$$\hbar\omega = E^{(1)} - E^{(2)} = (E_{эл}^{(1)} - E_{эл}^{(2)}) + (E_{меб}^{(1)} - E_{меб}^{(2)}) + (E_{айл}^{(1)} - E_{айл}^{(2)}) =$$

$$= (\Delta E_{эл} + \Delta E_{меб} + \Delta E_{айл}) = \hbar(\omega_{эл} + \omega_{меб} + \omega_{айл}), \quad (3)$$

орқали аниқланади. Ҳисоблашлар ва экспериментал ўлчаш натижалари сув молекуласи учун (3) энергиялар тўплами нурланишнинг инфрақизил диапазонида тўғри келишини кўрсатади. Сув буғларини ютилиш спектрлари учун $\lambda_i(\omega_i)$ -тўлқин узунликларини тажрибаларда кузатиш ва назарий ҳисобланган қийматлари 278 микрондан 0.55 микронгача ораликда бўлиб, 1-жадвалда келтирилган [4].

Жадвалнинг юқори қисми расмда кўрсатилган уч хил айланма ҳаракатлар ($\lambda_i \approx 278$ -6 микрон), пастки қисми эса уч хил тебранма ҳаракатлар спектрига ($\lambda_i \approx 6$ -0.55 микрон) мос келади. Келтирилган қийматлардан сув молекуласи спектрини қисқа тўлқинли соҳаси оптик диапазонни узун тўлқинли соҳасига тутатиб кетганлигини кўриш мумкин. Шу сабабли, оптик диапазонни узун тўлқинли соҳаси сув молекулалари билан кучли таъсирлашади ва кўёш нурлари остида сув интенсив буғланади. Назарий ҳисоблашларга кўра молекуланинг спектрларида турлича λ_i (ёки ω_i) - ларга мос келган чизик-чизик спектрлар ҳосил бўлиши керак. Лекин, тажрибаларда λ_i -ларга мос чизиклар ўрнида доимо бирор $\lambda\omega_i(\Delta\omega_i)$ - табиий спектрал кенгликка эга бўлган чизиклар тўплами кузатилади. Бу ҳолат молекулаларнинг ички тебранишлари жуда мураккаб характерга эга эканлигини кўрсатади.

1-жадвал

Айланма (ротацион) ҳаракатларга мос спектрлар

λ (экс)	λ_1 (наз)	λ_2 (наз)	λ_3 (наз)	λ (экс)	λ_1 (наз)	λ_2 (наз)	λ_3 (наз)
267(мкм)	278	208	-	35.7	39.0	36,8	-
175.6	182	-	-		37..0	34,8	35,0
167	-	-	175	32	32.7	32	-
132	139	137	-	30.6	30.9	29,7	-
116.8	111.2	-	-	29.0	29.3	-	-
108.9	-	104	-	28.9	27.8	27,7	-
105.8	-	-	-	26.6	26.6	26,0	29,2
90.9	91.7	-	87,5	25.0	25.3	24,5	-
83	-	83	-	23,0	-	23,1	25,0
79.3	79.4	-	-	22.9	-	-	-
78	-	-	-	21.6	-	21,9	-
74.5	-	-	-	20.5	-	20,8	21,9
72.2	-	-	-	19.7	-	-	-
69.9	68.3	69,3	-	19.2	-	-	19,4
63.7	-	-	-	17.5	-	-	-
65.8	61.7	-	-	15.7	-	-	17,5
57	-	59,4	58,1	14.3	-	-	15,9
52.6	55.6	52,0	-	13.4	-	-	14,6
50	50.1	-	-	12.4	-	-	13,5
49	-	-	-	11.6	-	-	12,4
44.1	45.6	46,2	43,8	10.9	-	-	11,7
40.0	42.2	41,6	-				10,9
Нормал-тебранма ҳаракатларга мос спектрлар							
λ (экс)	λ_1 (наз)	λ_2 (наз)	λ_3 (наз)	λ (экс)	λ_1 (наз)	λ_2 (наз)	λ_3 (наз)
6.1	-	-	-	0.98	1.02	0.97	0.98
4.7	-	-	-	0.85	0.88	-	0.85
2.29	3.05	-	-	0.75	0.77	0.73	0.75
1.98	2.03	-	1.96	0.63	0.68	-	-
1.46	1.52	1.45	1.48	-	-	-	-
1.18	1.22	-	1.17	0.55	0.55	0.58	-

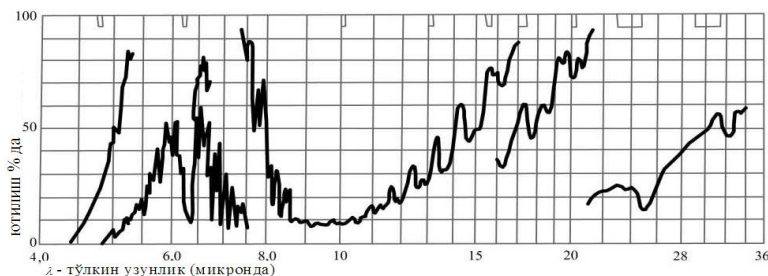
Сув буғи молекуласининг 4-36 микрон диапазондаги, тажрибаларда кузатилган ютилиш спектрлари 2-расмда келтирилган [4]. Графикдан кўринадики, спектрдаги резонанс частоталар 5.2 мкм, 6 мкм, 6.25 мкм, 6.75 мкм, 17 мкм, 21 мкм, 34 мкм тўлқин узунликларга мос келади.

2-расмдаги спектрни $\Delta\lambda \approx 5-8$ мкм интервалига мос келган қисми, жадвалдаги 6.1 мкм га тўғри келган кучли резонанс ютилишнинг табиий кенглигини кўрсатади. Шунингдек, 17 мкмга мос тўлқин узунлик расмдаги 3-хил, 21 мкм 2-хил, 34 мкм эса 1-хил айланма ҳаракатларга мос келишлигини кўриш мумкин. Шунини алоҳида таъкидлаб ўтиш керакки, молекулани сув буғи, сув ва муз ҳолатларидаги энергетик спектрлари ўртасида фарқ мавжуд. Чунки, учала агрегат ҳолатида молекуланинг илгариланма ва ички ҳаракатларидаги ўзаро фарқ бўлиб, натижада молекулани электрон структурасида ҳам ўзгаришларга олиб келади.

Мева-сабзавот маҳсулотларини қуритиш учун таклиф этилаётган қуритиш қурилмаларида инфрақизил нурлари керамик материалларни электр токи спираллари ёрдамида қиздириш натижасида олинади [2]. Бунинг учун кварцдан тайёрланган шиша трубка олиниб, унинг ичига спираль жойлаштирилади, трубканинг сиртига эса махсус тайёрланган керамик материал суртилади. Электр токи ёрдамида спирал қиздирилганда керамик материал инфрақизил нурланиш чиқаради. Нурланиш ҳосил қилиш учун олинадиган эффектив керамик материалларни химиявий таркиби шундай танлаб олиниши керакки, бундай материалларнинг инфрақизил нурларининг чиқариш спектрлари сув молекуласини ютилиш спектри диапазонида тўла мос келиши керак. Масалан, [1] да махсус технология асосида олинган, муллит деб номланувчи 25 мкм гача тўлқин узунлигидаги, 10 мк.сек импульсдаги нурланиш чиқарувчи махсус керамик материал тавсия этилади. Шунингдек, кварц бирикмалари асосида тайёрланган керамик материаллар 3-5 мкм гача инфрақизил нурлар чиқаради.

Қуёш нурлари ёрдамида маҳсулотлар қуритилганда, инфрақизил нурларига нисбатан катта частота ва энергияга эга бўлган оптик ва ультрабинафша нурлари маҳсулотлар таркибидан сув молекулаларини сиқиб чиқариш билан бирга,

маҳсулотни ташкил этувчи органик углеводород молекулалари занжирларидаги боғланишларга ҳам актив таъсир этиб, уларни узиб ташлайди, натижада маҳсулот молекулаларини структураси бузилади. Оқибатда маҳсулотни биологик таркиби ўзгаради ва оддий тил билан айтилганда маҳсулот дастлабки табиий ҳолатини йўқотади. Маҳсулот инфрақизил нурлари таъсирида остида қуритилганда, инфрақизил нурлари фақат сув молекулалари билан таъсирлашади ва уларни маҳсулот таркибидан сиқиб чиқаради. Асосий таркибий органик углеводород молекулалари эса инфрақизил нурлари билан таъсирлашмагани туфайли улар ўзининг дастлабки молекуляр структурасини сақлаб, маҳсулотнинг табиий биологик таркиби ўзгаришсиз қолади. Чунки, оптик ва ультрабинафша нурларига нисбатан частотаси ва энергияси кам бўлган инфрақизил нурларининг энергияси таркибий молекулаларни парчалаш учун етарли эмас [3, 4].



2-расм. Сув молекуласи спектрларини ўзгариши.

Reference:

- [1] R.X.Raximov, N.N.Tixonova “Keramicheckie materialy i ix primeneniye”, Toshkent, 2002 g.
- [2] K.I.E.Suorts. “Obiknovennaya fizika, neobiknovennix yavleniy”, 1t., “Nauka”, Moskva, 1986 g.
- [3] G.Gertsberg, “Kolebatelnie i vrashatelnie spektri mnogoatomnix molekul”, Moskva, 1969 g., s. 515.
- [4] M.Sobirov, G’.Rahmatov, “Meva va sabzovotlarni infraqizil nurlar yordamida quritishning fizik asoslari”, FarDU Ilmiy xabarlar., 2016 y., №1., 16-18 b

Адабиётлар:

- [1] Р.Х.Рахимов, Н.Н.Тихонова “Керамические материалы и их применение”, Тошкент, 2002 г.
- [2] Кл.Э.Суорц. “Обыкновенная физика, необыкновенных явлений”, 1т., “Наука”, Москва, 1986 г.

- [3] Г.Герцберг, “Колебательные и вращательные спектры многоатомных молекул”, Москва, 1969 г., с. 515.
- [4] М.Собиров, Ғ.Раҳматов, “Мева ва сабзавотларни инфрақизил нурлар ёрдамида куриштиришнинг физик асослари”, ФарДУ Илмий хабарлар., 2016 й., №1., 16-18 б.