

MPNТИ 68.29.07; 68.35.29

DOI: 10.51886/1999-740X_2024_2_54

О.Д. Шойкин¹, Ж.М. Гумарова², А.А. Булекова²,**Н.В. Малицкая³, М.А. Кузнецова³, М.Ж. Әшірбеков^{3*}****ҚАЗАҚСТАННЫҢ СОЛТҮСТІК АЙМАҒЫНДА КАРТОПҚА ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ
ҚОЛДАНУДЫҢ БИОЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ БАҒАСЫ**

¹П.А. Столыпин атындағы Омбы мемлекеттік аграрлық университеті,
644008, Омбы қ., Институт алаңы, 1, Ресей Федерациясы

e-mail: od.shoykin@omgau.org

²«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық
университеті» КеАҚ, 090009, Орал қ, Жәңгір хан көшесі, 51, Қазақстан

³«М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ,
150000, Петропавл қ., Пушкин көшесі, 86, Қазақстан,

**e-mail: mukhtar_agro@mail.ru*

Аннотация. Далалық тәжірибелерде Солтүстік Қазақстанның қоңыр топырақта-рында картопқа минералды тыңайтқыштарды қолданудың жоғары энергетикалық тиімділігі анықталды. Азот, фосфор және калий тыңайтқыштарын қолданудың энергетикалық тиімділігі зерттелді. Тыңайтқыштардың дозаларына байланысты негізгі өнімінің 1 ц қосымша өсіміне азотты тыңайтқыштардың энергия шығыны 6223,3 МДж-ден (пайдалы коэффициент әсері = 2,2 бірлік) 15129,6 МДж-ға дейін (пайдалы коэффициент әсері = 1,0 бірлік) құрады. Картоп түйнектерінің өнімділігін (ц) арттыру арқылы қолданылатын 1 кг фосфор тыңайтқыштарының энергия мөлшері 11712 МДж-ден (пайдалы коэффициент әсері = 1,9 бірлік) 18300 МДж-ға (пайдалы коэффициент әсері = 2,5 бірлік) дейін бағаланды, бұл жоғары энергетикалық тиімділікті көрсетеді. Энергия шығындары $N_{45}K_{45}$ фонында 5130,5 МДж диапазонында және $N_{45}P_{90}K_{45}$ ең жақсы нұсқасында 7208,3 МДж диапазонына дейін өзгерді. Калий тыңайтқыштарын пайдаланудан энергия тиімділігі $N_{45}P_{45}$ фонында K_{45} және K_{90} нұсқаларында 2,2 бірлікте бағаланды. Қолданылатын тыңайтқыштардың энергетикалық тиімділігі тұрғысынан тиімді нұсқаларда 1 центнерлік картоп түйнектерін алу үшін энергия шығындары азайды. Дақыл өсіруге және өсімдік өнімдеріндегі энергия мөлшеріне (V_{10} , МДж/га) арналған энергетикалық шығындарды (A_0 , МДЖ) ескере отырып, тыңайтқыштарды қолдану тәжірибесінде дақыл өсірудің тиімділігіне биоэнергетикалық бағалау жүргізуге болады. Зерттеудің мақсаты - Қазақстанның солтүстік аймағының қоңыр топырақтарында картопқа минералды тыңайтқыштарды қолданудың биоэнергетикалық тиімділігін анықтау.

Түйінді сөздер: биоэнергетикалық тиімділік, картоп түйнектері, минералды тыңайтқыштар, қоңыр топырақтар, энергетикалық шығындар, өнімділіктің артуы.

КІРІСПЕ

Ауылшаруашылық дақылдарын ұтымды орналастыру, тыңайтқыштарды қолданудың ғылыми негізделген жүйесін жүргізу қосымша инвестицияларды қажет етпейтін энергияны үнемдейтін әдістер болып табылады [1].

Ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігін объективті талдау өнім бірлігіне шығындарды азайту жолдарын іздеу және жерді бағалау қоғамдық қажетті еңбек шығындары мен өндіріс

құралдары сияқты бірлесіп жүргізілетін кезде мүмкін болады. Мұндай бағалау жүйелік-энергетикалық тәсілді қолдану арқылы болуы мүмкін [1-3]. Бұл тәсіл өсімдік шаруашылығы өнімдерін өндіруде энергия шығындарын және олардың өтелу дәрежесін сандық анықтауға, ауылшаруашылық дақылдарын өсірудің әртүрлі технологиялары, тыңайтқыштардың дозалары мен арақатынасы, ауыспалы егістер, егіс алқаптарының құрылымы және т.б. агротехнологиялар

кезінде жалпы және тауарлық өнімнің бірлігіне жұмсалған энергия шығыны бойынша агрофитоценоздарды салыстыруға мүмкіндік береді. [4-6].

Биоэнергетикалық бағалауды пайдалану салыстырмалы бірліктерде қазіргі және бұрынғы еңбек ресурстар шығындарын өлшеуге, орны толмас энергия шығындарының баптарын анықтауға және оны төмендету жолдарын табуға мүмкіндік береді. Бұл тек баға динамикасына ғана емес, сонымен қатар өндірістік ресурстар мен өнімнің объективті табиғи қасиеттеріне де байланысты. Ғалымдар ғылыми-техникалық прогрестің даму деңгейін анықтауда энергетикалық бағалауды қолданудың ғылыми негіздерін құру сияқты жалпы мәселені шешу мүмкіндігін ұсынады [1].

Дақылдардың тыңайтқыштарды қолданудың нәтижесінде өнімділігінің өсуін бағалау кезінде, дақылдарды өсіруге арналған антропогендік энергия шығындарының құрылымын егжей-тегжейлі талдау, агроэкожүйелердің өнімділігін бағалау қажет [7, 8]. Биоэнергетикалық талдау жүргізу ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіру кезінде өнімділікті арттыруда қолданылатын факторлардың энергетикалық әлеуетін және энергияны пайдаланудың орындылығын объективті бағалауға мүмкіндік береді.

Ауыл шаруашылығының өсуінің қарқындылығы күрделі өндірісті құруға әкелді, оның әр технологиялық сатысы айтарлықтай энергия шығындарын талап етеді. Аграрлық өндірістің энергия сыйымдылығының артуымен өндірілетін өнімнің өсуіне қарамастан, өндірілген өнімнің салыстырмалы мөлшері (өндірілген өнімнің жұмсалған энергия бірлігіне шығымы) азаяды. Бұл жағдайда биоэнергетикалық тиімділік төмендейді, ол алынған өнімнің энергиясының өндіріс процесінде жұмсалған жиынтық энергияға қатынасы ретінде есептеледі [2, 9].

Энергетикалық тиімділік, ауыл шаруашылық экологиясының негізгі ақиқатына айналған А. Тюрго-Т. Мальтус Заңына сәйкес өзгереді және келесідей агроэкожүйеге энергияның нақты инвестициясының артуы оның өнімділігінің тең пропорционалды өсуін қамтамасыз етпейді – деп тұжырымдалады.

Мысалы, АҚШ-та 1945 жылдан 1970 жылға дейін өнеркәсіптік өндіріс әдістерін енгізу арқылы жүгері өнімділігінің 2,61 есе артуы энергияның жиынтық шығындарының 10 есе өсуін талап етті, ал биоэнергетикалық тиімділік 4,4 есе төмендеді, өндіріс құралдарын өндіруге энергия шығыны осы уақыт ішінде 964,3%-ға, ал тікелей ауыл шаруашылығында – 318%-ға өсті [2, 3, 9, 10].

Демек, ауыл шаруашылық өндірісінің қарқындылығы жаңартылмайтын энергия шығындарының өсуімен байланысты. Қазіргі уақытта әлемде қазба отындары әлемдегі энергия қажеттіліктерінің шамамен 78%-ын қамтамасыз етеді. Жыл сайын әлемде шамамен 9 миллиард тонна шартты отын жағылады, бұл қоршаған ортаға 20 миллиард тоннадан астам CO_2 және 700 миллион тоннадан астам басқа да қосылыстардың шығарылуына әкеледі. Осы факторлардан басқа, қоршаған ортаның ластануы, қазба отындарын өндіру және тасымалдау кезінде пайда болады. Сондықтан, ең аз энергетикалық шығындармен ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіру технологияларын құру қазіргі кезеңде маңызды, әрі өзекті мәселе болып табылады [2, 9-11].

Энергия талдауының негізгі тұжырымдамасы аграрлық өндірістің энергетикалық тиімділігі болып табылады, сонымен қатар оның сандық жағы фотосинтез энергиясы есебінен жинақталған энергияның дақылдарды өсіру кезіндегі жалпы шығындарға қатынасы болып табылады.

Зерттеудің мақсаты – Қазақстанның солтүстік аймағының қоңыр топырағында картопқа минералды тыңайт-

қыштарды қолданудың биоэнергетикалық тиімділігін анықтау. Тыңайтқыштарды қолданудың негізгі мақсаты – егін өнімділігін ұлғайту үшін қажетті экономикалық тиімді дозаларды белгілеу. Тыңайтқыштар картоп түйнектерінің өнімділігі мен сапасын арттырудың шешуші құралдарының бірі болып табылады. Қолданылатын тыңайтқыштардың энергетикалық тиімділігін агрономиялық тұрғыданалғанда енгізілген тыңайтқыш бірлігінің дақылдың қосымша өнімімен өтелуін бағалау кеңінен қолданылды.

Ауыл шаруашылығының жаңартылмайтын энергия шығындарының ұлғаюымен, оның ішінде химияландыру құралдарын пайдаланумен қатар жүретін қарқынды технологияларды пайдалануға көшуімен қатар, ауыл шаруашылығы өнімін өндірудің энергиялық шығынды технологияларын әзірлеу қажет. Мұның бәрі ауылшаруашылығы мамандарынан химияландыру құралдарын қолданудың энергетикалық тиімділігін есептеу негіздерін білуді талап етеді.

Сондықтан, тыңайтқыштарды қолданудың энергетикалық тиімділігін есептеу ауылшаруашылығы дақылдарын өсіруде қолданылатын прогрессивті технологиялардағы іс-шараларды объективті бағалауға мүмкіндік береді.

МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Зерттеулер Павлодароблысының шығыс бөлігіндегі «Үштерек және К» ЖШС-нің егіс алқабында жүргізілді. Тәжірибелік учаскенің топырағы – жеңіл гранулометриялы, гумус мөлшері төмен (1,7-2,1%) күңгірт қара қоңыр топырақ. Топырақты зертханалық талдау жұмыстары «Омбы ОАС» ФМБМ-де жалпы қабылданған әдістер бойынша жүргізілді.

Тәжірибелерде дала жұмыстары аймақ үшін жалпы қабылданған агротехника бойынша жүргізілді. Тәжірибелерде шетелдік селекцияның «Гала» картоп сортының түйнектерді отырғы-

зылды. Тәжірибелер 2021-2022 жылдары далалық алаңдарда нұсқалардың 4 рет қайталануы арқылы орналас-тырып жүргізілді.

Мөлдектердің ауданы төрт деңгейде 48 м² құрады. Өсімдіктің қоректену элементтерінің дозалары: 0; 45; 90; 135 кг/га, рН 7,1. Тыңайтқыш ретінде аммоний нитраты, аммофос және калий хлориді қолданылды.

Тәжірибе жүргізілген Евгенийев ауылдық елді мекенінің топырақ-климаттық жағдайлары далалық аймаққа тән (Павлодар облысының ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы). Тыңайтқыштар картоптың қоректік заттарға қажеттілігіне қарай 45 кг/га қадаммен классикалық схема бойынша қолданылды.

Зерттеу алаңында картопқа аймақтық қолданыстағы агротехника қолданылды. Күзде 25-30 см тереңдікке жыртылған жердің ерте көктем тырмалау арқылы ылғал жабу жұмыстары жүргізілді. Топырақтың физикалық тұрғыда егіске дайын болуына қарай 15-18 см тереңдікте қопсытылды. Топырақтағы температура 8-10⁰С болғанда мамыр айының 10-15 аралығында картоп түйнектері отырғызылды. Картоп түйнектерін отырғызу схемасы 60х30 см бойынша салмағы 55-60 г түйнектер таңдап алынды.

Вегетация мерзімінде картоп алқабы екі рет арамшөптерден қолмен отау жұмыстары арқылы тазартылып, зиянкестерге қарсы фунгицидтер қолданылды.

Сондай-ақ жаз мезгілінде картоптың атыздарына суаруға жүйек алу жұмыстары жүргізілді. Вегетация бойы картоп екі рет гектарына 300-350 текше (м³/га) метр нормада суару жұмысы жүргізілді. Топырақтың оңтайлы ылғалдылығы 70-80% шамасында болды.

Күздің алғашқы аязынан соң қазан айының 15-20 аралығында картоп өнімдерін қолмен жинау жұмыстары жүргізілді.

НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

Агроөнеркәсіптік кешенде тыңайтқыштарды қолдану экономикалық тұрғыдан тиімді ғана емес, сонымен бірге энергетикалық тұрғыдан да орынды болуы керек. Ауыл шаруашылығында өнімділікті арттыру проблемасы өндірістің қарқындылығымен байланысты және энергия шығындарының, соның ішінде тыңайтқыштарды қолдану арқылы артуымен бірге жүреді. Сондықтан энергияны тұтыну шығындарына қарсы технологияларды әзірлеу және пайдалану маңызды [2].

Алынған нәтижелерді түсіндіру нәтижесінде картопқа минералды тыңайтқыштардың дозаларын қолданудың энергетикалық тиімділігі анықталды. Энергия мөлшері джоульмен (Дж=0,2388 кал), мегаджоульмен (МДж=Дж•10⁶) есептелді және жалпы өнімнің ішінде жанама өнім де ескерілді.

Бір кг әсер етуші зат (ә.з.) минералды тыңайтқыштарды есептегенде жиынтық шығындардағы тыңайтқыштар энергияның мынадай мөлшерімен бағаланды, МДж: азот (а_N) – 86,6; фосфор (ар) – 12,6; калий (а_K) – 8,3. Ең аз энергетикалық құндылық азотты тыңайтқыштарда байқалды, бұл фосфор және калий тыңайтқыштарымен салыстырғанда оларды өндіруге жоғары энергия шығындарымен байланысты болды.

Минералды тыңайтқыштардың энергетикалық тиімділігі энергия беру және оларды қолданудың биологиялық пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) тиімділігі бойынша анықталды, ол үшін энергия мөлшері (V_{f0}, МДж/га) және энергия шығындары (A₀, МДж) есептелді [2].

Біздің тәжірибелерімізде картопқа берілген минералды тыңайтқыштардың нормаларын зерттеу азот-фосфор-калий тыңайтқыштарын бірлесіп қолданудың тиімділігін анықтады. Ең үлкен тиімділік N₄₅P₉₀K₄₅ кг/га енгізу-

ден алынған, картоп түйнектерінің әр гектардан 50 центнер өсімін құрады. Бұл норма картоп түйнектерінің өнімділігін орта есеппен екі жылда 16,9%-ға арттырды. Минералды тыңайтқыштарды қолданудан ауыл шаруашылығы өнімінде жинақталған энергия мөлшері 1-формула бойынша былайша анықталды:

$$V_{f_0} = Y_{II} \cdot RiL \cdot 100 \quad (1)$$

Мұндағы: Y_{II} – тыңайтқыштарды қолданғаннан өнім шығымдылығының артуы, ц/га;

RiL – ауылшаруашылығы өнімінің бірлігін құрғақ затқа ауыстыру коэффициенті;

l – өнімнің 1 кг құрғақ затындағы жалпы энергияның мөлшері, МДж;

100 – центнерден килограммға ауыстыру коэффициенті.

Картоп үшін 1 кг дақылдың жалпы энергиясының мөлшері 3,66 МДж құрайды [2, 25 бет].

Осы жерден:

$$V_{f_0} = 50 \cdot 3,66 \cdot 100 = 18300 \text{ МДж}$$

Минералды тыңайтқыштарды қолдануға арналған энергетикалық шығындар (A₀, МДж) егінді жинауға, оны өңдеуге және тыңайтқыштарды енгізуге жұмсалатын энергия шығындарын ескере отырып, 2-формула бойынша анықталды:

$$A_0 = (H_N \cdot a_N) + (H_P \cdot a_P) + (H_K \cdot a_K) + (Y_{II} \cdot a_{y6}) + (H_{ФВ} \cdot a_{ФВ}) \quad (2)$$

Мұндағы: H_N, H_P, H_K – азот, фосфор және калий тыңайтқыштарын енгізудің нақты дозалары, кг ә.з./га;

Y_{II} – тыңайтқыштарды қолданудан өнімділіктің өсімінің артуы, ц/га;

H_{ФВ} – азоттың, фосфордың, калийдің физикалық салмақтағы дозалары, ц/га;

a_{y6}, a_{ФВ} – өнімді жинауға және тыңайтқыштарды қолдануға арналған энергия шығындары, МДж;

a_N, a_P, a_K – азот, фосфор және калий

тыңайтқыштарына есептегендегі 1 кг ә.з. арналған энергия шығындары.

Біздің жағдайда энергия шығындары келесідей көрсеткіштерге тең:

$$A_0 = (45 \cdot 86,8) + (90 \cdot 12,6) + (45 \cdot 8,3) + (50 \cdot 4,8) + (3,76 \cdot 413,5) = 7208,3 \text{ МДж}$$

Тыңайтқыштарды қолданудың энергетикалық тиімділігінің жалпылама көрсеткішін есептеу (энергия тиімділігі немесе биоэнергетикалық пайдалы әсер коэффициенті тиімділігі) 3-формула бойынша жүргізілді:

$$\eta = \frac{V_{f_0}}{A_0} \quad (3)$$

Мұндағы: V_{f_0} –минералды тыңайтқыштарды қолданудан алынған қосым-

ша өнімнің өсуінен алынған энергия мөлшері, МДж/га;

A_0 –тыңайтқыштарды қолдануға арналған энергетикалық шығындар, МДж.

Картопқа $N_{45}P_{90}K_{45}$ біріктірілген минералды тыңайтқыштарды қолдану кезінде орташа есеппен екі жыл ішінде шығындар бірлігіне 2,5 бірлік энергия жұмсалды.

Картопқа минералды тыңайтқыштарды қолданудың энергетикалық тиімділігінің нәтижелері 1-кестеде келтірілген. Энергия шығындарының бірлігіне тыңайтқыштарды қолдану кезінде минералды тыңайтқыштардан өнімділік түсімнің өсуіндегі 1,4-2,5 бірлік энергия алынды.

Кесте 1 – Картопқа минералды тыңайтқыштарды қолдануды биоэнергетикалық бағалау (орташа 2021-2022 жж.)

Нұсқалар	Картоп- тың өнімділігі, ц/га	Қосымша өнімділік, ц/га	Энергия деректері, V_{f_0} , МДж/га	Энергия шығын- дары, A_0 , МДж	Энергия қосым- шасы, V_{f_0} , МДж/ га	Биоэнер- гетика- лық η , ПӘК
Азот тыңайтқыштарының әсері						
$P_{45}K_{45}$	303	13	4758	1660,4	3097,6	2,9
$N_{45}P_{45}K_{45}$	327	37	13542	6223,3	7318,7	2,2
$N_{90}P_{45}K_{45}$	339	49	17934	10724,4	7209,6	1,7
$N_{135}P_{45}K_{45}$	331	41	15006	15129,6	-123,6	1,0
Фосфор тыңайтқыштарының әсері						
$N_{45}K_{45}$	300	5	1830	5130,5	-3300,5	0,4
$N_{45}P_{45}K_{45}$	327	32	11712	6199,3	5512,7	1,9
$N_{45}P_{90}K_{45}$	345	50	18300	7208,3	11091,7	2,5
Калий тыңайтқыштарының әсері						
$N_{45}P_{45}$	311	21	7686	5483,5	2202,5	1,4
$N_{45}P_{45}K_{45}$	327	37	13542	6223,3	7318,7	2,2
$N_{45}P_{45}K_{90}$	332	42	15372	6910,2	8461,8	2,2

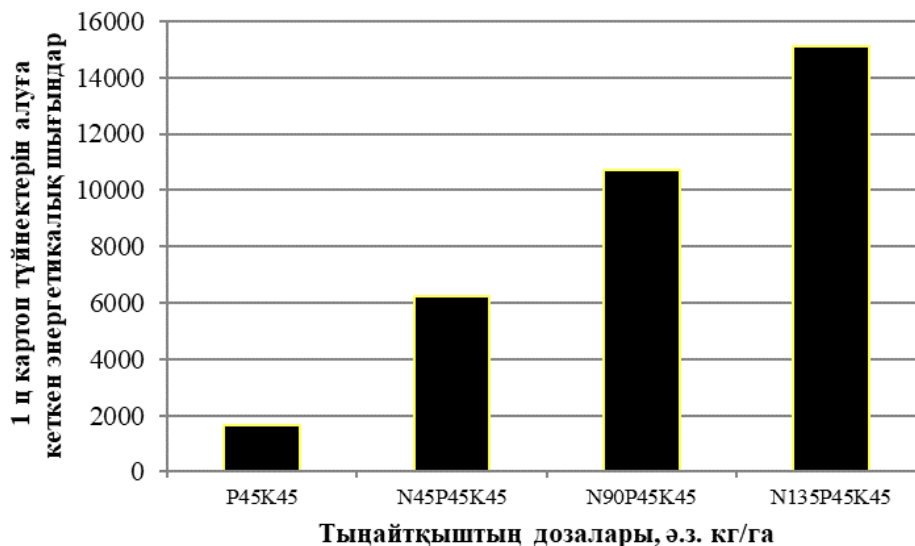
Картопқа тыңайтқыштарды қолдану энергетикалық тұрғыдан тиімді, дегенмен биоэнергетикалық тиімділік жылдар бойы айтарлықтай өзгерді. Мәселен, 37 ц/га өнім алу мақсатында картопқа азотты тыңайтқыштардың есептік дозаларын қолдану кезінде ПӘК

тиімділігі ең жоғары болып 2,2 бірлікті құрады.

Фондық нұсқада ПӘК тиімділігі жоғары болып 2,9-ға тең болды. Кейіннен азотты тыңайтқыштардың дозасын 90-135 кг/га дейін ұлғайтқанда, энергия тиімділігі коэффициенті 1,0-1,7

дейін төмендеді. Мұны картоптың энергетикалық шығындары 9064,0 және 13469,2 МДж-ға өскендігімен түсіндіру-

ге болады, сонымен қатар картоптың өнімділігі $P_{45}K_{45}$ нұсқасымен салыстырғанда 41-49 ц/га-ға өсті.

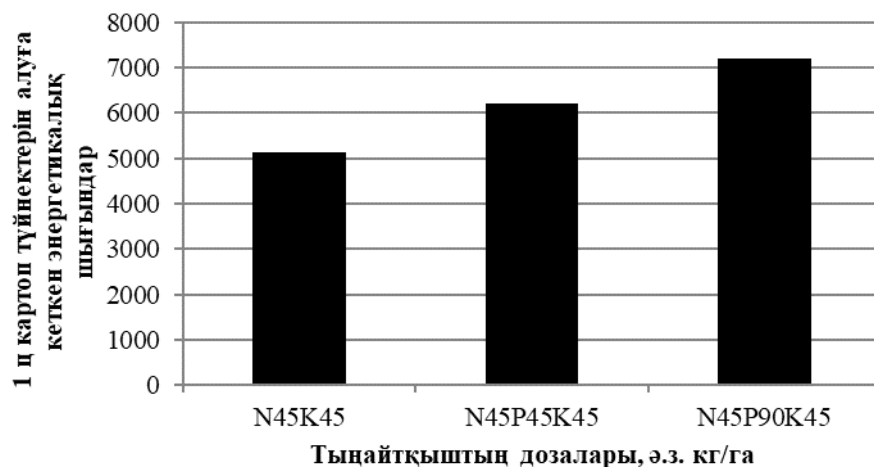


Сурет 1 – Азот тыңайтқыштарын қолданудың дозаларынан МДж алуға арналған 1 ц картоп түйнектері өнімінің өсуі мен энергия шығындарының гистограммасы

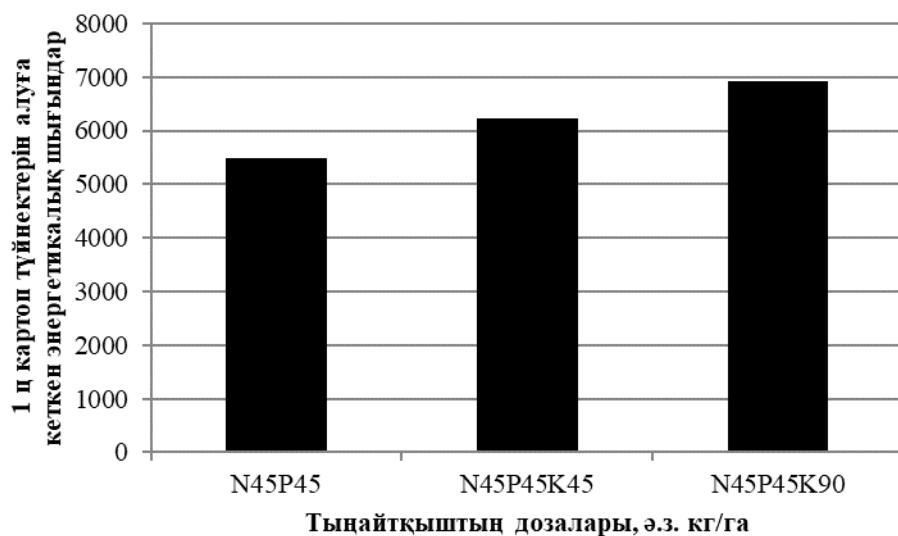
Азотты тыңайтқыштардың өсіп келе жатқан дозаларына байланысты алынған энергия шығындары 1-суретте айқын көрсетілген. Тыңайтқыштың дозалары гектарына 45-тен 135 кг әсер етуші затқа дейін ұлғайған кезде энергия шығыны 6223,3-15129,6 МДж артады, бұл азотты тыңайтқыштар өндірісіндегі жоғары шығындармен байланысты. Картопқа фосфор тыңайтқыштарын қолданудың энергетикалық тұрғыдан тиімді екендігі анықталды. Картопты өсіру кезіндегі ең жоғары ПӘК тиімділігі $N_{45}P_{90}K_{45}$ нұсқасында байқалды, мұнда шығындар бірлігіне минералды тыңайтқыштарды енгізуден алынған өнімділіктегі энергияның 2,5 бірлігі алынды.

$N_{45}P_{45}K_{45}$ нұсқасында минералды тыңайтқышты толық қолдану энергетикалық тұрғыдан тиімді болмады, өйткені шығындар бірлігіне аз энергия алынды. Фондық нұсқа энергетикалық тұрғыдан тиімсіз болды, өйткені ПӘК тиімділігі біреуден аз болды.

Картопта тыңайтқыштарды қолдануға арналған энергетикалық шығындар зерттеу жылдарында орташа есеппен 6199,3 және 7208,3 МДж болды (32-50 ц/га өнімділіктің өсу нұсқалары). Жалпы алғанда, P_{45-90} кг/га фосфор тыңайтқыштарының дозаларының энергия шығыны фондық нұсқамен салыстырғанда 1068,8-2077,8 МДж деңгейінде болды (сурет 2).



Сурет 2 – Фосфор тыңайтқыштарын қолданудың дозаларынан МДж алуға арналған 1 ц картоп түйнектері өнімінің өсуі мен энергия шығындарының гистограммасы



Сурет 3 – Калий тыңайтқыштарын қолданудың дозаларынан МДж алуға арналған 1 ц картоп түйнектері өнімінің өсуі мен энергия шығындарының гистограммасы

Калий тыңайтқыштарын қолдану азот-фосфор тыңайтқыштарының фонында энергетикалық тұрғыдан тиімді болды. Жалпы алғанда, калий тыңайтқыштарын қолданудан энергия шығымында тыңайтқыштардың 90 кг/га дейін өсуімен айырмашылықтар бай-

қалмайды, мұнда ПӘК тиімділігі 2,2 бірлікке тең болды.

Картоп түйнектерінің өнімділігінің 1 центнерге арттыруының минималды шығындары 5483,5 МДж – $N_{45}P_{45}$ нұсқасында алынды, бірақ ПӘК тиімділігі 1,4 бірлікті құрап ең аз көрсеткіш

болды. Калий тыңайтқыштарын қолдану кезіндегі энергия шығыны $N_{45}P_{45}K_{90}$ нұсқасында – 6910,2 МДж көрсеткішке тең болып, негізгі фонмен салыстырғанда 1426,7 МДж айырмашылығымен жоғары болды, ал 45 кг/га фосфор мөлшері енгізілген алқапта ПЭК тиімділігі – 1,9 кезінде энергия шығыны 6223,3 МДж-ға тең болды (сурет 3).

Зерттеулер көрсеткендей, картопқа азот, фосфор және калий тыңайтқыштарының әр түрлі дозаларын қоңыр топырақтарда қолдану энергетикалық тұрғыдан тиімді, өйткені энергия тиімділігі негізінен бір бірліктен асады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Осылайша, тыңайтқыштарды қолданудың энергетикалық тиімділігін есептеу картоп өсірумен байланысты барлық технологиялық процесстерде тыңайтқыштар жүйесін дәлірек, объективті және жан-жақты бағалауға көмектеседі.

Азотты тыңайтқыштарды $\eta = 1,7-2,2$ бірлікте қолдану энергетикалық тұрғыдан картоп өсіру кезінде тыңайтқыштарды қолдану тиімді болды, өйткені энергия тиімділігі бірліктен 1,7-2,2 есе асып түсті деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Алайда азоттың 135 кг/га ә.з. дозасын қолдану энергетикалық тұрғыдан тиімді болмады, өйткені энергия шығындары құраған энергиядан 123,6 МДж асып түсті.

Картоп өсіру кезінде фосфор тыңайтқыштарының энергетикалық

тиімділігі (энергия тиімділігі) 1,9-2,5 бірлікті құрады, энергия мөлшері $N_{45}K_{45}$ фонында 1830-дан 90 ә.з. кг/га фосфор дозасы бар нұсқада 18300 МДж-ға дейін өсті.

Калий тыңайтқыштарын қолдану кезінде энергетикалық шығындар бірлігіне $N_{45}P_{45}$ нұсқасында 1,4-тен, ал K_{45-90} ә.з. кг/га нұсқасында 2,2 бірлікке дейін алынды. Минералды тыңайтқыштарды қолданудың энергетикалық тиімділігі картоптың негізгі өнімі бойынша тыңайтқыштардың есептік дозаларына, егіннің өсуіне байланысты өзгеріп отырды және бір бірліктен жоғары бағаланды.

Зерттеулерде картоп өнімділігін ұлғайтуда Солтүстік Қазақстанның күңгірт қара қоңыр топырақтарында минералды тыңайтқыштарды қолданудың биоэнергетикалық тұрғыда тиімділігі дәлелденді. Агрономиялық тұрғыдан алғанда тыңайтқыштар картоптың өнімділігі мен сапасын жақсартудың негізгі құралдарының бірі болып табылады. Қолданылатын тыңайтқыштардың энергетикалық тиімділігін қосымша өнімімен өтелуін бағалау жүргізілді. Осылайша, минералды тыңайтқыштарды дақылдарға қолданудың энергетикалық тиімділігін есептеу картопқа қолданылатын прогрессивті технологиялардағы іс-шараларды объективті тұрғыда бағалауға мүмкіндік береді

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Абрамов Н.В., Селюкова Г.П. Оптимизация структуры посевных площадей на биоэнергетической основе// Екатеринбург: УрГСХА. – 2001 – С. 55-75.
2. Ермохин Ю.И., Красницкий В.М. Экономическая и биоэнергетическая оценка применения удобрений// Омск: КАН. – 2021 – С. 122-136.
3. Бобренко И.А., Матвейчик О.А. и Кормин В.П. Биоэнергетическая эффективность применения удобрений под картофель// Вестник Омского государственного аграрного университета. - 2021. – Т. 2 (42) – С. 27-33.
4. Великанова Л.О., Сисо А.В. Биоэнергетическая оценка альтернативных технологий возделывания кукурузы на зерно и озимой пшеницы в низменно-западных агроландшафтах центральной зоны Краснодарского края// Полите-

матический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета –2013. – № 87. – С. 528–536.

5. Дмитриев Н.Н. Биоэнергетическая эффективность севооборотов, удобрений и известкования в условиях Предбайкалья// Вестник ИрГСХА. – 2016. – №77. – С. 26–34.

6. Образцов В.Н., Щедрина Д.И. и Кондратов В.В. Экономическая эффективность и биоэнергетическая оценка применения минеральных азотных удобрений на семенных посевах фестулолиума// Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (51). – С. 14–20.

7. Abeuov S.K., Shoykin O.D. and Kamkin V.A. Mathematical models for predicting the level of potatoes nutrition from the soil chemical composition in the Northern Kazakhstan conditions// IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol 954. – P. 012003.

8. Temereva I.V., Smirnova T.B. and Chemisenko O.V. Agrochemical assessment of cultivation efficacy for different potato varieties on meadow-chernozem soils of the iriysh river area in Western Siberia// IOPConf. Series: EarthandEnvironmentalScience. – 2021. – Vol 624. – P. 012098.

9. Бобренко И.А., Попова В.И. и Гоман Н.В. Биоэнергетическая эффективность применения удобрений под озимую пшеницу в Западной Сибири// Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2014. – №1 (13). – С. 3-9.

10. Созинов А.А., Новиков Ю.Ф. Энергетическая цена индустриализации агросферы// Природа. – 1985. – №5. – С. 11-19.

11. Abeuov S., Shoykin O., Kamkin V. and Ermokhin Y. Indicators of the relationship between the chemical composition and harvest of potatoes// International research conference on Challenges and Advances in Farming, Food Manufacturing, Agricultural Research and Education (KnE Life Sciences). – 2021. – №6 (3). – P. 7-14.

REFERENCES

1. Abramov N.V., Selyukova G.P. Optimization of the structure of acreage on a bioenergetic basis// Yekaterinburg: UrGSHA. – 2001 – P. 55-75.

2. Ermokhin Yu, I., Krasnitsky V.M. Economic and bioenergetic assessment of fertilizer application// Omsk: KAN. – 2021. – P. 122-136.

3. Bobrenko I.A., Matveychik O.A. and Kormin V.P. Bioenergetic efficiency of application of fertilizers for potatoes// Bulletin of Omsk State Agrarian University 2021. – T. 2 (42) – P.27-33.

4. Velikanova L.O., Siso A.V. Bioenergetic assessment of alternative technologies for the cultivation of corn for grain and winter wheat in lowland-western agricultural landscapes of the central zone of the Krasnodar Territory// Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. – 2013. – № 87. – P. 528-536.

5. Dmitriev N.N. Bioenergetic efficiency of crop rotations, fertilizers and liming in the conditions of the Pre-Baikal region// Bulletin of the IrGSHA. – 2016. – №77. – P.26-34.

6. Obratsov V.N., Shchedrina D.I. and Kondratov V.V. Economic efficiency and bioenergetic assessment of the use of mineral nitrogen fertilizers on seed crops of festulium// Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. – 2016. – №4 (51). – P. 14-20.

7. Abeuov S.K., Shoikin O.D., Kamkin V.A. Mathematical models for predicting the nutritional value of potatoes by soil chemical composition in the conditions of Northern Kazakhstan// International Scientific and Practical Conference. Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 954 – P. 012003.

8. Temereva I.V., Smirnova T.B., Chemisenko O.V. Agrochemical assessment of the effectiveness of cultivation of various potato varieties on meadow-chnozem soils of the Irtysh river basin in Western Siberia// International Scientific and Practical Conference. Series: Earth and Environmental Science. – 2021. - Vol. 624. – P. 012098.

9. Bobrenko I.A., Popova V.I. and Homan N.V. Bioenergetic efficiency of fertilizers for winter wheat in Western Siberia// Bulletin of Omsk State Agrarian University. – 2014. – №1 (13). – P. 3-9.

10. Sozinov A.A., Novikov Yu.F. The energy price of industrialization of the agricultural sphere// Nature. – 1985. – №5. – P.11-19.

11. Abeuov S., Shoikin O., Kamkin V. and Ermokhin Yu. Indicators of the relationship between chemical composition and potato yield// International Scientific conference dedicated to problems and achievements in the field of agriculture, food production, agricultural research and education (KnE Life Sciences). – 2021. – №6 (3). – P. 7-14.

РЕЗЮМЕ

О.Д. Шойкин¹, Ж.М.Гумарова², А.А. Булекова², Н.В. Малицкая³,

М.А. Кузнецова³, М.Ж. Аширбеков^{3*}

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПОД КАРТОФЕЛЬ В СЕВЕРНОМ РЕГИОНЕ КАЗАХСТАНА

¹Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина,

644008, г. Омск, Институтская площадь, 1, Россия,

e-mail: od.shoykin@omgau.org

²НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет

имени Жангир хана», 090009, г. Уральск, улица Жангир хана, 51, Казахстан

³НАО «Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева,

150000, г. Петропавловск, улица Пушкина, 86, Казахстан,

*e-mail: mukhtar_agro@mail.ru

В полевых опытах выявлена высокая энергетическая эффективность применения минеральных удобрений под картофель на каштановых почвах северного Казахстана. Установлена энергетическая эффективность применения азотных, фосфорных и калийных удобрений. Энергозатраты азотных удобрений на 1 ц прибавки урожая основной продукции в зависимости от доз удобрений составили от 6223,3 МДж (КПД = 2,2 ед.) до 15129,6 МДж (КПД = 1,0 ед.). Содержание энергии 1 кг применяемых фосфорных удобрений прибавкой урожая клубней картофеля (ц) оценивалась от 11712 МДж (КПД = 1,9 ед.) до 18300 МДж (КПД = 2,5 ед.), что говорит о высокой энергетической эффективности. Затраты энергии варьировались в диапазоне 5130,5 МДж на фоне N₄₅K₄₅ и 7208,3 МДж на лучшем варианте N₄₅P₉₀K₄₅. Энергоотдача от использования калийных удобрений оценивается в 2,2 ед. на вариантах K₄₅ и K₉₀ на фоне N₄₅P₄₅. Энергетические затраты уменьшаются на получение 1 ц клубней картофеля в более эффективных вариантах с точки зрения энергетической эффективности применяемых удобрений. Зная энергетические затраты (А_о, МДж) на выращивание культуры и содержание энергии (V_т, МДж/га) в урожае продукции, можно проводить биоэнергетическую оценку эффективности возделывания культуры в практике применения удобрений. Цель исследований – выявить биоэнергетическую эффективность применения минеральных удобрений под картофель на каштановой почве в условиях Северного региона Казахстана.

Ключевые слова: биоэнергетическая эффективность, клубни картофеля, минеральные удобрения, каштановые почвы, энергетические затраты, прибавка урожая.

SUMMARY

O.D. Shoykin¹, Zh.M. Gumarova², A.A. Bulekova², N.V. Malitskaya³,
M.A. Kuznecova³, M.Zh. Ashirbekov^{3*}

BIOENERGETIC ASSESSMENT OF THE USE OF FERTILIZERS FOR POTATOES IN THE
NORTHERN REGION OF KAZAKHSTAN

¹*Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin,
644008, Omsk, Institutskaya Square, 1, Russia, e-mail: od.shoykin@omgau.org*

²*NJSC «Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian and Technical University»,
090009, Uralsk, st. Zhangir khan 51, Kazakhstan*

³*NJSC «North Kazakhstan University named after Manash Kozybayev»,
150000, North-Kazakhstan region, Petropavlcity, Pushkinstreet, 86, Kazakhstan,
e-mail: mukhtar_agro@mail.ru

In field experiments, the high energy efficiency of the use of mineral fertilizers for potatoes on chestnut soils of northern Kazakhstan was revealed. The energy efficiency of the use of nitrogen, phosphorus and potash fertilizers has been established. The energy consumption of nitrogen fertilizers per 1 kg of increase in the yield of the main product, depending on the doses of fertilizers, ranged from 6223,3 MJ (efficiency = 2,2 units) to 15129,6 MJ (efficiency = 1,0 units). The energy content of 1 kg of phosphorous fertilizers used by increasing the yield of potato tubers (c) was estimated from 11712 MJ (efficiency = 1,9 units) to 18300 MJ (efficiency = 2,5 units), which indicates high energy efficiency. Energy costs varied in the range of 5130,5 MJ against the background of N₄₅K₄₅ and 7208,3 MJ against the best variant of N₄₅P₉₀K₄₅. The energy efficiency from the use of potash fertilizers is estimated at 2,2 units for variants K₄₅ and K₉₀ against the background of N₄₅P₄₅. Energy costs are reduced by obtaining 1 c of potato tubers in more efficient variants in terms of the energy efficiency of the fertilizers used. Knowing the energy costs (Ao, MJ) for growing crops and the energy content (Vf₀, MJ/ha) in the yield of products, it is possible to conduct a bioenergetic assessment of the effectiveness of crop cultivation in the practice of applying fertilizers. The purpose of the research is to identify the bioenergetic efficiency of the use of mineral fertilizers for potatoes on chestnut soil in the conditions of the Northern region of Kazakhstan.

Key words: bioenergetic efficiency, potato tubers, mineral fertilizers, chestnut soils, energy costs, yield increase.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР

1. Шойкин Олжас Даулетжанович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Агрохимия және топырақтану» кафедрасының доценті, П.А. Столыпин атындағы Омбы мемлекеттік аграрлық университеті, Ресей Федерациясы, e-mail: od.shoykin@omgau.org

2. Гумарова Жаннар Маратқызы – PhD, доцент м.а., «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, e-mail: aina_zhg@mail.ru

3. Булекова Ақжібек Ахметқызы – ауылшаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, e-mail: akgibek73@mail.ru

4. Малицкая Наталья Владимировна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Агрономия және орман шаруашылығы» кафедрасының доценті, М. Қозыбаев атындағы «Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ, e-mail: natali_gorec@mail.ru

5. Кузнецова Мария Алексеевна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Биология» кафедрасының доценті, М. Қозыбаев атындағы «Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ, e-mail: mkuznecova_69@mail.ru

6. Әшірбеков Мұхтар Жолдыбайұлы – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, «Агрономия және орман шаруашылығы» кафедрасының доценті, М. Қозыбаев атындағы «Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ, e-mail: mukhtar_agro@mail.ru