

<https://iau-jaesa.uz/article/8tox4qs14r2d/>
<https://doi.org/10.5281/zenodo.21360469>

UDK 630.114.351

PARABOLIK U-SHAKLLI ISHCHI ORGANLI QALAMCHA EKISH APPARATINING NAZARIY VA EKSPERIMENTAL ASOSLARI

Mirzaxodjaev Sherzodxuja Shoxruxovich

texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori(PhD)

Toshkent davlat agrar universiteti dotsenti

Email: sherzodxuja.mirzaxodjayev@mail.ru

Тел: +998 94 476 47 51

<https://orcid.org/0000-0001-8593-145>

Annotatsiya. Maqolada qalamchalarni mexanizatsiyalashgan usulda ekish uchun mo'ljallangan parabolik U-shaklli ishchi organga ega kombinatsiyalangan ekish apparatining konstruksiyasi va nazariy asoslari keltirilgan. Taklif etilgan ishchi organ tuproqda tor va barqaror kanal hosil qilish, qalamchani belgilangan chuqurlikda vertikal holatda joylashtirish hamda tuproqning kanalga qisman qayta tushishi hisobiga uning dastlabki barqarorligini ta'minlashga xizmat qiladi. Ishchi organ sirtining geometrik modeli parabolik tenglama asosida ishlab chiqildi, kanal parametrlari va mahalliy egrilik radiusini aniqlash ifodalari olindi. Tuproqning kanalga qayta tushish sharti tuproqning ichki ishqalanish burchagi va ishchi organ sirti qiyaligi o'rtasidagi bog'lanish orqali nazariy jihatdan asoslandi. Eksperimental tadqiqotlarda parabola koeffitsientining kanal geometriyasi va qalamchanning vertikal joylashish sifatiga ta'siri baholandi. Natijalar parabolik U-shaklli ishchi organ an'anaviy okuchniklarga nisbatan kanal barqarorligini oshirishi, qalamcha og'ish burchagini kamaytirishi va ekish sifatini yaxshilashini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar. qalamcha ekish, kombinatsiyalangan ekish apparati, parabolik ishchi organ, U-shaklli otval, tuproqning qayta tushishi, ekish kanali, qalamcha vertikaligi, tuproq-ishchi organ o'zaro ta'siri, kanal barqarorligi, okuchnik, mexanizatsiyalash, bog'dorchilik.

Аннотация. В статье представлены конструкция и теоретические основы комбинированного аппарата для механизированной посадки черенков, оснащённого параболическим U-образным рабочим органом. Предложенный рабочий орган предназначен для формирования в почве узкого и устойчивого посадочного канала, размещения черенка на заданной глубине в вертикальном положении, а также обеспечения его первоначальной устойчивости за счёт частичного обратного осыпания почвы в канал. Геометрическая модель рабочей поверхности разработана на основе параболического уравнения, получены зависимости для определения параметров канала и локального радиуса кривизны. Теоретически обосновано условие обратного осыпания почвы в канал через взаимосвязь между углом внутреннего трения почвы и углом наклона поверхности рабочего органа. В ходе экспериментальных исследований оценено влияние коэффициента параболы на геометрические параметры канала и качество вертикального размещения черенков. Полученные результаты



показали, что параболический U-образный рабочий орган по сравнению с традиционными окучками обеспечивает более высокую устойчивость канала, уменьшает угол отклонения черенка и повышает качество посадки.

Ключевые слова: посадка черенков, комбинированный посадочный аппарат, параболический рабочий орган, U-образный отвал, обратное осыпание почвы, посадочный канал, вертикальность черенка, взаимодействие почвы и рабочего органа, устойчивость канала, окучник, механизация, садоводство.

Abstract. This paper presents the design and theoretical foundations of a combined planting apparatus equipped with a parabolic U-shaped working body for the mechanized planting of cuttings. The proposed working body is intended to form a narrow and stable furrow in the soil, place the cutting vertically at a predetermined depth, and ensure its initial stability through the partial backfilling of soil into the furrow. A geometric model of the working surface was developed based on a parabolic equation, and expressions for determining furrow parameters and the local radius of curvature were obtained. The condition for soil backfilling into the furrow was theoretically substantiated through the relationship between the soil internal friction angle and the slope of the working surface. Experimental studies were conducted to evaluate the influence of the parabola coefficient on furrow geometry and the quality of vertical cutting placement. The results demonstrated that the proposed parabolic U-shaped working body provides higher furrow stability, reduces the cutting inclination angle, and improves planting quality compared with conventional ridger-type openers.

Keywords: cutting planting, combined planting apparatus, parabolic working body, U-shaped mouldboard, soil backfilling, planting furrow, cutting verticality, soil–tool interaction, furrow stability, ridger opener, mechanization, horticulture.

KIRISH

Qalamcha orqali ko‘paytirish bog‘dorchilik, o‘rmonchilik va ko‘chatchilik sohalarida o‘simliklarni vegetativ usulda ko‘paytirishning eng samarali texnologiyalaridan biri hisoblanadi. Bu usul navning genetik xususiyatlarini saqlab qolish, yuqori sifatli ekish materialini qisqa vaqt ichida ko‘paytirish hamda mahsuldorlikni oshirish imkonini beradi [1,2]. Qalamchalarning yashovchanligi va keyingi rivojlanishi ko‘p jihatdan ularning tuproqqa joylashtirilish sifatiga, xususan ekish chuqurligi, vertikal holati va tuproq bilan kontakt darajasiga bog‘liq [3].

Qalamcha ekish ishlari amaliyotda asosan qo‘l mehnati yoki soddalashtirilgan mexanik qurilmalar yordamida bajariladi. Bu holat mehnat sarfining yuqoriligi, ish unumdorligining pastligi hamda qalamchalarning bir xil chuqurlik va vertikallikda joylashmasligiga sabab bo‘ladi [4]. Shu munosabat bilan qalamcha ekish jarayonlarini mexanizatsiyalashtirish va ekish sifatini oshirishga qaratilgan yangi texnik yechimlarni ishlab chiqish muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etmoqda.

Mavjud ekish mashinalarida keng qo‘llaniladigan ponasimon, chizelsimon va an‘anaviy okuchnikli ishchi organlar asosan urug‘ ekish yoki ko‘chat o‘tqazish uchun mo‘ljallangan bo‘lib, qalamchalarni ekish jarayonining o‘ziga xos xususiyatlarini to‘liq hisobga olmaydi [5,6]. Bunday ishchi organlar ta’sirida tuproq massasi katta tezlik bilan ikki tomonga surilib ketadi, kanal devorlari beqaror shakllanadi va



tuproqning bir qismi ortiqcha sochilib ketadi. Natijada ekish kanali geometriyasi buziladi, qalamchanning og'ishi ehtimoli ortadi va ekish sifati pasayadi [7].

Tuproq-ishchi organ o'zaro ta'siri sohasida olib borilgan tadqiqotlar ishchi organ geometriyasi tuproqning deformatsiyalanishi, harakat traektoriyasi va energiya sarfiga hal qiluvchi ta'sir ko'rsatishini ko'rsatgan [8,9]. Ayniqsa, ishchi sirtning egriligi tuproq oqimini boshqarish, tuproqning buzilish darajasini kamaytirish va kanal shaklini barqaror saqlashda muhim ahamiyatga ega [10,11]. Zamonaviy DEM-modellashtirish natijalari ham tuproq harakatining ishchi organ sirti shakli bilan chambarchas bog'liqligini tasdiqlamoqda [12].

Qalamcha ekish texnologiyasida muhim talablardan biri qalamcha tushirilgandan keyin uning vertikal holatini saqlab qolish hisoblanadi. Bu jarayonda kanal devorlaridan ma'lum miqdorda tuproqning kanal ichiga qayta to'kilishi muhim rol o'ynaydi. Qayta to'kilgan tuproq qalamchani zichlash g'ildiraklari yetib kelgunga qadar vaqtincha ushlab turishi va uning og'ib ketishini cheklashi lozim. Ammo mavjud adabiyotlarda ishchi organ shaklining tuproqning qayta to'kilishi va qalamcha barqarorligiga ta'siri yetarlicha o'rganilmagan [10–12].

Shu munosabat bilan mazkur tadqiqotda qalamcha ekish uchun U-shaklli parabolik sirtga ega ishchi organ taklif etildi. Parabolik sirt tuproq harakatini tartiblash, tor va barqaror kanal hosil qilish hamda kanal devorlaridan tuproqning boshqariluvchi tarzda qayta to'kilishini ta'minlash imkonini beradi. Natijada qalamchanning vertikal holatda joylashishi va ekish sifati yaxshilanishi kutilmoqda.

Tadqiqotning maqsadi U-shaklli parabolik ishchi organning geometrik parametrlarini nazariy asoslash, tuproq harakatining qonuniyatlarini tahlil qilish, tuproqning kanalga qayta to'kilishi shartlarini aniqlash hamda qalamchanning vertikal barqarorligini ta'minlovchi parametrlarni baholashdan iborat.

MATERIALLAR VA USULLAR

Kombinatsiyalangan qalamcha ekish apparati konstruksiyasi. Taklif etilgan kombinatsiyalangan qalamcha ekish apparati qalamchalarni belgilangan chuqurlikda va vertikal holatda ekish uchun mo'ljallangan bo'lib, traktorga osma yoki yarim osma tarzda agregatlanadi. Apparatning konstruksiyasi bir texnologik o'tishda kanal ochish, qalamchani joylashtirish va tuproqni qayta zichlash operatsiyalarini bajarish imkonini beradi.

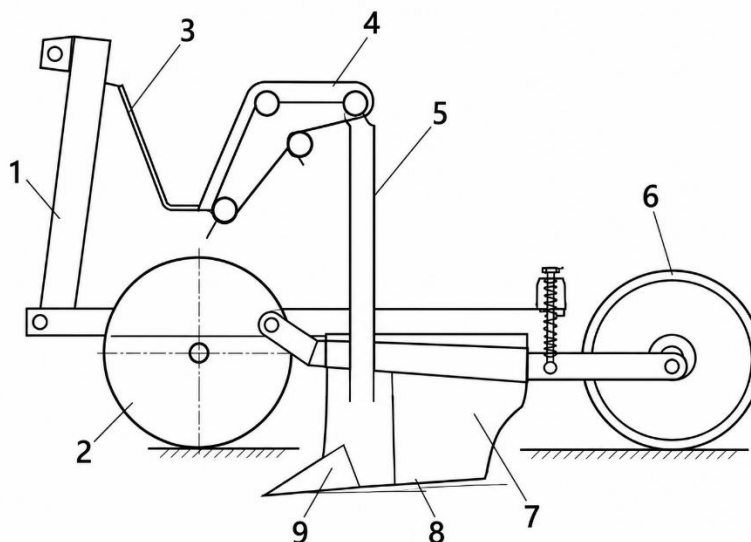
Apparatning umumiy konstruksiyasi 1-rasmda keltirilgan. Uning asosiy ishchi qismlari rama, chuqurlikni boshqaruvchi g'ildirak, qalamcha bunker, me'yorlagich mexanizm, qalamcha tushirish quvuri, parabolik U-shaklli ishchi organ, lemex va qoplash-zichlash g'ildiraklaridan tashkil topgan.

Ish jarayoni quyidagi ketma-ketlikda amalga oshadi. Lemex (9) tuproq qatlamini kesib, parabolik U-shaklli ishchi organ (8) yordamida tor va barqaror ekish kanali hosil qiladi. Qalamchalar bunkerdan (3) me'yorlagich (4) orqali belgilangan intervallarda olinib, tushirish quvuri (5) bo'ylab ochilgan kanal markaziga vertikal holatda yetkaziladi. Kanal devorlaridan ma'lum miqdorda tuproqning qayta to'kilishi natijasida qalamcha dastlabki holatda ushlab turiladi. Keyinchalik zichlash g'ildiragi (6) ta'sirida tuproq qalamcha atrofida zichlanib, uning barqaror joylashishi



ta'minlanadi. Zichlash darajasi sozlash mexanizmi (7) orqali boshqariladi, ishchi organning harakat chuqurligi esa g'ildirak (2) yordamida barqaror saqlanadi.

Taklif etilgan konstruksiyaning asosiy afzalligi shundan iboratki, parabolik U-shaklli ishchi organ tuproqni ikki tomonga boshqarilgan tarzda surib, tor va geometrik jihatdan barqaror kanal hosil qiladi. Bu esa qalamchaning vertikal joylashishiga, tuproqning qisman qayta to'kilishiga va keyingi zichlash jarayonining sifatli amalga oshishiga xizmat qiladi.



1-rasm. Kombinatsiyalangan qalamcha ekish apparatining umumiy sxemasi: 1 – rama; 2 – chuqurlikni boshqaruvchi g'ildirak; 3 – qalamcha bunkeri; 4 – me'yorlagich; 5 – qalamcha tushirish quvuri; 6 – zichlash g'ildiragi; 7 – zichlash g'ildiragini sozlash mexanizmi; 8 – parabolik U-shaklli ishchi organ; 9 – lemex.

3. Parabolik ishchi organning geometrik modeli. Kombinatsiyalangan qalamcha ekish apparatining asosiy ishchi organi sifatida U-shaklli parabolik sirtga ega okuchnik qo'llanilgan. Ushbu ishchi organning geometrik parametrlari kanal shakli, tuproq harakati, tuproqning kanalga qayta to'kilishi va qalamchaning vertikal barqarorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli ishchi organning geometrik modeli matematik jihatdan asoslandi.

3.1. Parabolik sirt tenglamasi. Ishchi organning ko'ndalang kesimi parabola ko'rinishida qabul qilindi. Koordinatalar tizimida OX o'qi gorizontal yo'nalish bo'ylab, OZ o'qi esa vertikal yo'nalish bo'ylab yo'naltirilgan deb qaraldi. Bu holda parabolik sirt tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$Z = aX^2, \quad (1)$$

bu yerda a — parabola koeffitsienti, m^{-1} ; X — gorizontal koordinata, m; Z — sirt balandligi, m.

Parabola koeffitsienti a qancha katta bo'lsa, ishchi organ sirti shuncha tik shaklga ega bo'ladi va tuproqning yon tomonlarga surilishi kamayadi. Aksincha, a qiymati kichiklashganda parabola yotiqdashib, kanal kengligi ortadi.

3.2. Kanal kengligini aniqlash. Kanalning hisobiy chuqurligi H bo'lganda, parabola tenglamasidan kanalning maksimal yarim kengligi aniqlanadi:

$$H = aX_{max}^2 \quad (2)$$



Bundan:

$$X_{max} = \sqrt{\frac{H}{a}} \quad (3)$$

klib chiqadi.

Kanalning to'liq kengligi esa:

$$B = 2X_{max} \quad (4)$$

ifoda orqali aniqlanadi.

Ushbu tenglamalardan ko'rinib turibdiki, kanal kengligi parabola koeffitsientiga teskari proporsional. Demak, kanal kengligini kamaytirish uchun parabolik sirtning egriligi oshirilishi lozim.

3.3. Parabolik sirtning mahalliy qiyaligi. Parabolik sirtning istalgan nuqtasidagi qiyalik birinchi tartibli hosila orqali aniqlanadi:

$$\frac{dz}{dx} = 2aX. \quad (5)$$

Shunga muvofiq sirtning mahalliy qiyalik burchagi:

$$\tan \alpha = 2aX \quad (6)$$

bo'ladi.

Kanal chetlarida ($X=X_{max}$) qiyalik maksimal qiymatga erishadi:

$$\tan \alpha_{max} = 2aX_{max}. \quad (7)$$

Mazkur parametr keyingi boblarda tuproqning kanalga qayta to'kilishi shartini baholashda qo'llaniladi.

3.4. Parabolik sirtning egrilik radiusi. Tuproq zarrachalarining ishchi organ bo'ylab harakati ko'p jihatdan sirtning mahalliy egriligiga bog'liq. Parabolik sirtning har bir nuqtasidagi egrilik radiusi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$R(X) = \frac{[1+(2aX)^2]^{\frac{3}{2}}}{2a}, \quad (8)$$

bu yerda $R(X)$ — mahalliy egrilik radiusi, m; a — parabola koeffitsienti; X — ko'rib chiqilayotgan nuqtaning koordinatasi.

Parabolaning markaziy qismida ($X=0$) egrilik radiusi minimal qiymatga ega bo'ladi:

$$R_{min} = \frac{1}{2a}. \quad (9)$$

Egrilik radiusining ortishi tuproq harakat traektoriyasini yumshatadi va tuproq oqimining barqaror shakllanishiga yordam beradi.

3.5. Geometrik parametrlarning fizik ahamiyati. Parabolik ishchi organning asosiy geometrik parametrlari — a , H , X_{max} va $R(X)$ hisoblanadi. Ularning o'zaro bog'liqligi ishchi organning texnologik xususiyatlarini belgilaydi:

- a ortishi kanal kengligini kamaytiradi;
- X_{max} kanal geometriyasini belgilaydi;
- $R(X)$ tuproq harakatining silliqqligini ta'minlaydi;
- α qiyalik burchagi tuproqning kanalga qayta to'kilishiga ta'sir ko'rsatadi.

Shunday qilib, parabolik ishchi organning geometrik modeli kanal shaklini, tuproq harakatini va keyingi nazariy tahlillarda qo'llaniladigan asosiy parametrlarni aniqlash imkonini beradi. Bu model keyingi bo'limlarda tuproqning kanalga qayta to'kilishi



hamda qalamchanning vertikal barqarorligini baholash uchun nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

4. Tuproqning kanalga qayta to'kilishi nazariyasi. Qalamcha ekish texnologiyasida muhim agrotexnik talablardan biri qalamchanning kanalga tushirilgandan keyin vertikal holatini saqlab qolish hisoblanadi. Bunda zichlash g'ildiraklari yetib kelgunga qadar kanal devorlaridan ma'lum miqdorda tuproqning qayta to'kilishi muhim ahamiyatga ega. Qayta to'kilgan tuproq qalamcha atrofida vaqtinchalik tayanch muhit hosil qilib, uning og'ib ketish ehtimolini kamaytiradi.

Parabolik ishchi organ tuproqni ikki tomonga surib chiqaradi va kanal devorlari ma'lum qiyalik ostida shakllanadi. Kanal devorining mahalliy qiyaligi parabolik sirtning birinchi hosilasi orqali aniqlanadi:

$$\tan \alpha = \frac{dz}{dX} = 2aX, \quad (10)$$

bu yerda a — parabola koeffitsienti, m^{-1} ; X — gorizontalkoordinata, m. Ushbu tenglamaga ko'ra kanal markazidan uzoqlashgan sari devor qiyaligi oshib boradi.

4.1. Tuproqning qayta to'kilishi sharti. Kanal devorida joylashgan tuproq elementiga og'irlik kuchi $G=mg$, normal reaksiya N va ishqalanish kuchi F_f ta'sir qiladi.

Tuproqning siljishga qarshi qarshiligi:

$$F_f = N \tan \varphi, \quad (11)$$

bu yerda φ — tuproqning ichki ishqalanish burchagi.

Qiyalik bo'ylab harakatga keltiruvchi og'irlik kuchi proeksiyasi:

$$G_t = m g \sin \alpha. \quad (12)$$

Normal bosim:

$$N = m g \cos \alpha. \quad (13)$$

Tuproqning kanal ichiga siljishi uchun harakatlantiruvchi kuch ishqalanish kuchidan katta bo'lishi lozim:

$$m g \sin \alpha > m g \cos \alpha. \quad (14)$$

Soddalashtirishdan keyin:

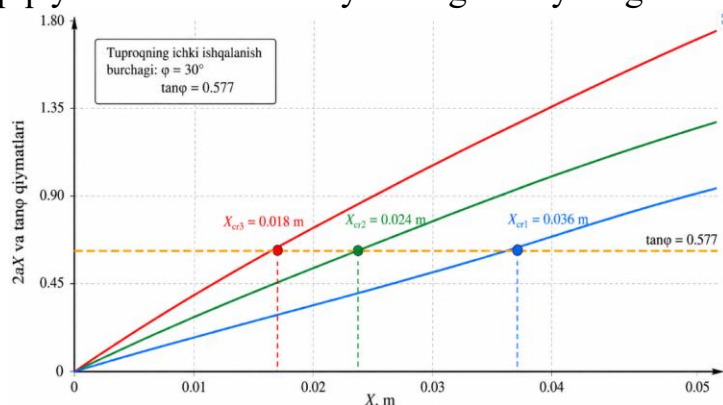
$$\tan \alpha > \tan \varphi \quad (15)$$

yoki

$$\alpha > \varphi \quad (16)$$

shart kelib chiqadi.

Bu shart tuproq qayta to'kilishi nazariyasining asosiy tenglamasi hisoblanadi.



2-rasm. Parabolik ishchi organ sirti bo'ylab tuproqning kanalga qayta tushish shartining grafik talqini.

$a=8, 12$ va 16 m^{-1} qiymatlarda $2aX$ funksiyalari hamda tuproqning ichki ishqalanish burchagiga mos $\tan \varphi = 0.577$ chizig'i keltirilgan. Chiziqlarning kesishish nuqtalari kritik koordinatalarni tashkil qilib, ular mos ravishda $X_{cr}=0.036, 0.024$ va 0.018 m ga teng. Parabola koeffitsienti ortishi bilan tuproqning kanalga qayta tushishi ertaroq boshlanishi kuzatiladi.

4.2. Parabolik ishchi organ uchun qayta to'kilish sharti. (10) va (16) tenglamalarni birlashtirsak:

$$2aX > \tan \varphi \quad (17)$$

hosil bo'ladi.

Ushbu tenglama parabolik ishchi organ parametrlari bilan tuproqning qayta to'kilishi o'rtasidagi bog'lanishni ifodalaydi.

Tenglama (17) dan qayta to'kilish boshlanadigan kritik koordinata aniqlanadi:

$$X_{cr} = \frac{\tan \varphi}{2a}. \quad (18)$$

bu yerda X_{cr} — kanal devorida tuproqning siljishi boshlanadigan kritik nuqta.

Agar

$$X > X_{cr} \quad (19)$$

bo'lsa, tuproq massasi kanal ichiga qayta tushadi.

4.3. Qayta to'kilgan tuproq hajmini baholash. Kanal hosil qilish jarayonida chiqarilgan umumiy tuproq hajmi X_{cr} bo'lsin. Uning ma'lum qismi kanalga qayta tushadi:

$$V_r = \eta V_{ch}, \quad (20)$$

bu yerda V_r — kanalga qayta tushgan tuproq hajmi; V_{ch} — kanaldan chiqarilgan umumiy tuproq hajmi; η — qayta to'kilish koeffitsienti ($0 < \eta < 1$).

Qayta to'kilgan tuproq qalamchani vertikal holatda ushlab turishi uchun uning hajmi minimal talab qilinuvchi hajmdan kichik bo'lmasligi kerak:

$$V_r \geq V_{min} \quad (21)$$

yoki

$$\eta V_{ch} \geq V_{min}, \quad (22)$$

bu yerda V_{min} — qalamcha atrofida hosil bo'lishi lozim bo'lgan minimal tayanch tuproq hajmi.

4.4. Nazariy tahlil. Tenglama (17) dan ko'rinib turibdiki, tuproqning kanalga qayta to'kilishi asosan ikki omilga bog'liq:

- parabola koeffitsienti a ;
- tuproqning ichki ishqalanish burchagi φ .

a qiymati ortishi bilan kanal devorlari tiklashadi va $2aX$ qiymati ortadi. Natijada tuproqning kanalga qayta tushishi osonlashadi. Aksincha, a qiymati kichik bo'lganda kanal devorlari yotiq bo'lib qoladi va tuproqning qayta to'kilishi kamayadi.

Shunday qilib, parabolik ishchi organing geometrik parametrlarini tanlashda

$$2aX_{max} > \tan \varphi \quad (23)$$

sharti ta'minlanishi lozim. Ushbu shart bajarilganda kanal devorlaridan tuproqning boshqariladigan miqdorda qayta to'kilishi ta'minlanadi va qalamcha zichlash



g'ildiragigacha bo'lgan masofada vertikal holatini saqlab qoladi. Bu tenglama mazkur tadqiqotning asosiy nazariy natijalaridan biri hisoblanadi.

5. Eksperimental tadqiqotlar. Parabolik U-shaklli ishchi organning texnologik va agrotexnik ko'rsatkichlarga ta'sirini baholash maqsadida ko'p omilli eksperimental tadqiqotlar o'tkazildi. Tadqiqotlarda ishchi organning geometrik parametrlari hamda ish rejimi ko'rsatkichlarining ekish sifatiga ta'siri o'rganildi.

Eksperimentlarda mustaqil omillar sifatida agregat harakat tezligi V , ish chuqurligi h va parabola koeffitsienti a qabul qilindi. Ushbu omillar kanal geometriyasi hamda qalamchani joylashish sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

5.1. Parabola koeffitsientining kanal parametrlari va qalamcha vertikaliga ta'siri. Tajribalarda harakat tezligi $V=1.2$ m/s va ish chuqurligi $h=0.20$ m o'zgaras saqlanib, parabola koeffitsienti a o'zgartirildi. Kanal kengligi, qalamcha og'ish burchagi va vertikallik koeffitsienti aniqlandi.

Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, parabola koeffitsientining ortishi bilan kanal kengligi kamayib bordi. Bu holat nazariy jihatdan olingan $X_{\max}=Ha$ tenglamaga mos keladi.

1-jadval.

Parabola koeffitsientining ekish sifatiga ta'siri

N_2	a, m^{-1}	Kanal kengligi B, mm	Kanal chuqurligi H, mm	Og'ish burchagi $\theta, grad$	Vertikallik koeffitsienti K_v
1	8	118	200	9.8	0.985
2	10	104	200	7.2	0.992
3	12	92	200	4.8	0.996
4	14	84	200	3.9	0.998
5	16	78	200	5.7	0.995

$a=8 \div 10 m^{-1}$ qiymatlarda kanal kengligi nisbatan katta bo'lib, kanal devorlaridan tuproqning qayta to'kilishi yetarli darajada kuzatilmadi. Natijada qalamchalarning vertikal holatdan og'ishi $7-10^\circ$ atrofida bo'ldi.

Parabola koeffitsienti $a=12 \div 14 m^{-1}$ bo'lganda kanal devorlari qiyaligi oshdi va tuproqning kanalga boshqarilgan qayta to'kilishi ta'minlandi. Bu holatda qalamcha og'ish burchagi minimal qiymatgacha kamayib, vertikallik koeffitsienti eng yuqori qiymatga yetdi. $a=16 m^{-1}$ da esa kanal haddan tashqari tor shakllandi va tuproq oqimining barqarorligi pasayishi hisobiga qalamcha og'ish burchagi biroz ortdi.

Tajriba natijalariga ko'ra, parabolik ishchi organ uchun ratsional qiymat $a=12 \div 14 m^{-1}$ oralig'ida joylashadi. Ushbu diapazonda kanal geometriyasi barqaror shakllanadi, tuproqning qayta to'kilishi ta'minlanadi va qalamchani joylashish sifati yuqori bo'ladi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Parabolik U-shaklli ishchi organning ishlash samaradorligi an'anaviy qanotli okuchnik bilan taqqoslandi. Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, oddiy okuchnikda ochilgan kanal kengroq va devorlari beqaror bo'lgani sababli tuproqning qayta tushishi nazoratsiz kechadi. Bu esa qalamchani og'ishiga va kanal shaklining buzilishiga olib keladi.



Parabolik U-shaklli ishchi organda esa tuproq zarrachalari sirt bo'ylab tartibli harakatlanib, tor va barqaror kanal hosil qiladi. Kanal devorlarining parabolik shakli tuproqning ma'lum qismini kanalga qayta tushishini ta'minlaydi va qalamchanning zichlash g'ildiragigacha vertikal holatini saqlab turishga yordam beradi.

2-jadval.

Ishchi organlar ko'rsatkichlarining taqqoslanishi

Ko'rsatkich Oddiy okuchnik Parabolik U-shaklli ishchi organ

Kanal barqarorligi	O'rtacha	Yuqori
Tuproqning qayta tushishi	Notekis	Boshqarilgan
Qalamcha og'ish burchagi, °	8–12	3–5
Vertikallik koeffitsienti Kv	0.985–0.990	0.996–0.998
Tortish qarshiligi, kN	1.18	1.05

Olingan natijalar parabolik U-shaklli ishchi organ qo'llanilganda kanal geometriyasi barqaror shakllanishini, qalamchanning vertikal joylashish sifati yaxshilanishini va tortish qarshiligi 10–12 % gacha kamayishini ko'rsatdi. Bu esa taklif etilgan konstruksiyaning qalamcha ekish jarayoni uchun texnologik jihatdan maqbul ekanligini tasdiqlaydi.

XULOSALAR

1. Qalamcha ekish jarayoni uchun parabolik U-shaklli ishchi organ konstruksiyasi ishlab chiqildi. Taklif etilgan konstruksiya bir o'tishda kanal ochish, qalamchani tushirish va tuproqni qoplash operatsiyalarini bajarish imkonini beradi.

2. Ishchi organing ko'ndalang kesimi parabolik qonuniyat asosida $Z=aX^2$ tenglama bilan ifodalandi hamda kanal geometriyasi, yarim kengligi va sirt egrilik radiusi o'rtasidagi analitik bog'lanishlar aniqlandi.

3. Nazariy tahlil natijalariga ko'ra, kanal devorining mahalliy qiyalik burchagi tuproqning ichki ishqalanish burchagidan katta bo'lganda $2aX > \tan\varphi$ kanaldan chiqarilgan tuproqning ma'lum qismi kanalga qayta tushishi ta'minlanishi aniqlandi.

4. Kanalga qayta tushgan tuproq qalamcha atrofida dastlabki tayanch muhit hosil qilib, uning zichlash g'ildiragigacha bo'lgan masofada vertikal holatini saqlashga xizmat qilishi nazariy jihatdan asoslandi.

5. Eksperimental tadqiqotlar natijalari parabola koeffitsientining $a=12\div14 \text{ m}^{-1}$ diapazonida kanal geometriyasi barqaror shakllanishi, qalamcha og'ish burchagining 3–5° gacha kamayishi va vertikallik koeffitsientining $K_v=0.996\div0.998$ qiymatlarga yetishi ta'minlanishini ko'rsatdi.

6. Oddiy okuchnik bilan taqqoslaganda parabolik U-shaklli ishchi organ kanal barqarorligini oshirishi, tuproqning qayta tushish jarayonini yaxshilashi, qalamchanning vertikal joylashish sifatini oshirishi va tortish qarshiligini 10–12 % ga kamaytirishi aniqlandi.

Umuman olganda, taklif etilgan parabolik U-shaklli ishchi organ qalamchalarni belgilangan chuqurlikda va vertikal holatda ekish sifatini oshirishga xizmat qiladi hamda qalamcha ekish jarayonini mexanizatsiyalash uchun samarali konstruktiv yechim hisoblanadi.



FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Davies F.T., Geneve R.L., Wilson S.B. *Hartmann & Kester's Plant Propagation: Principles and Practices*. 9th ed. New York: Pearson Education; 2018.
2. Beyl C.A., Trigiano R.N. *Plant Propagation Concepts and Laboratory Exercises*. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press; 2022.
3. Godwin R.J. A review of the effect of implement geometry on soil failure and soil-tool interaction. *Soil and Tillage Research*. 2007;97(2):331–340.
4. Aikins K.A., Antille D.L., Jensen T.A., Blackwell P.S. No-tillage furrow opener performance: a review of tool geometry, settings and interactions with soil and crop residue. *Soil Research*. 2023;61(7):643–660.
5. Ye R., Zhang H., Liu J., Wang Y. Optimization and design of furrow openers based on soil disturbance characteristics. *Agriculture*. 2023;13(8):1474.
6. Tian Y., Wang Z., Li X., Chen Y. Applications of the discrete element method in soil-tool interaction research: a review. *Agriculture*. 2024;14(9):1486.
7. Mwit F.M., Gitau A.N., Mbugu D.O. Effects of soil-tool interaction and mechanical pulverization of arable soils in tillage: a comprehensive review. *CIGR Journal*. 2023;25(4):1–18.
8. Kushwaha R.L., Chen Y. Soil bin evaluation of furrow openers for conservation agriculture systems. *Soil and Tillage Research*. 2021;208:104882.
9. Upadhyaya S.K., Rosa U.A. *Precision Agriculture Technologies for Crop Production*. Boca Raton: CRC Press; 2023.
10. Raheman H., Madhusudan B.S., Kumar V. Evaluation of furrow opener geometry and operating parameters affecting furrow quality in agricultural soils. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 2024;26(2):1–18.
11. Chen Y., Zhang Q., Kushwaha R.L. Performance evaluation of opener designs under different soil conditions using soil-bin testing. *Biosystems Engineering*. 2022;214:62–74.
12. Li X., Wang Z., Tian Y., Liu H. Numerical and experimental investigation of soil disturbance caused by furrow openers. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2024;218:108640.
13. Mirzakhodjaev, S., Allanazarov, M., Ishmuratov, K. 2024, **BIO Web of Conferences**, 85, 01043 <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248501043>
14. Mirzakhodjaev, S., Djiyanov, M., Nurmikhamedov, B., Mamasov, S. 2024, **BIO Web of Conferences**, 85, 01035 <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248501035>
15. Mirzakhodjaev, S., Utaganov, K., Musurmonov, A. 2024, **BIO Web of Conferences**, 85, 01036 <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248501036>
16. Khudayorov, Z., Mirzakhodjaev, S., Khalilov, R., Nurmikhamedov, B., Mamasov, S. 2023, **E3S Web of Conferences**, 390, 01033 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339001033>
17. Khudayorov, Z., Khalilov, R., Mirzakhodjaev, S., Nurmikhamedov, B., Mamasov, S. 2023, **E3S Web of Conferences**, 376, 02013 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337602013>





18. Khudayorov, Z., Khalilov, R., Gorlova, I., Mirzakhodjaev, S., Mambetsheripova, A. 2023, *E3S Web of Conferences*, 365, 04011
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336504011>
19. Mirzakhodjaev, S., Shodiev, K., Uralov, G., Badalov, S., Choriyeve, D. 2021, *E3S Web of Conferences*, 264, 04047
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126404047>
20. Mamatov, F., Mirzaev, B., Mirzahodzhaev, S., Uzakov, Z., Choriyeve, D. 2021, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1030(1), 012164
DOI: [10.1088/1757-899x/1030/1/012164](https://doi.org/10.1088/1757-899x/1030/1/012164)
21. Mirzaev, B., Mamatov, F., Ergashev, I., ...Kodirov, U., Ergashev, G. 2019, *E3S Web of Conferences*, 135, 01065
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913501065>

