

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

Механізація вирощування цукрових буряків з
удосконаленням дискового ножа ярусного плуга

Виконав здобувач вищої освіти ІІІ
курсу,

групи АІ-21ПЗ

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Коновалов Євгеній Вікторович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____ Юрій МАЧОК

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

доц., канд. техн. наук

_____ Станіслав КАТЕРИНИЧ

« ____ » _____ 2025 р.

Кропивницький

| Формат | Зона | Позиція | Позначення | Найменування | Кількість | Примітки |
|--------|------|---------|---------------|------------------------------------|-----------|----------|
| | | | | <u>Документація загальна</u> | | |
| | | | | | | |
| | | | | <u>Заново розроблена</u> | | |
| | | | | | | |
| A4 | | | МВБ 00.000 ПЗ | Пояснювальна записка | 42 | |
| | | | | | | |
| A1 | | | МВБ 10.000 ТЧ | Технологічна карта на | 1 | |
| | | | | вирощування цукрових буряків | | |
| | | | | | | |
| A1 | | | МВБ 20.000 ТЧ | Операційна карта | 1 | |
| | | | | на оранку | | |
| | | | | | | |
| | | | | <u>Документація по інженерній</u> | | |
| | | | | <u>частині</u> | | |
| | | | | | | |
| | | | | <u>Заново розроблена</u> | | |
| | | | | | | |
| A1 | | | ПНЯ 00.000 С2 | Розташування робочих органів | 1 | |
| | | | | плуга | | |
| | | | | | | |
| | | | | <u>Документація по складальних</u> | | |
| | | | | <u>одиницях</u> | | |
| | | | | | | |
| | | | | <u>Заново розроблена</u> | | |
| | | | | | | |
| A1 | | | ПНЯ 10.000 СБ | Ніж дисковий | 1 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------------|----------|--------|------|------------------|--|--|--|--|--|---------------------|-------|---------|
| | | | | | МВБ 00.000 ВР | | | | | | | | |
| Зм. | Аркуш | № докум. | Підпис | Дата | Відомість роботи | | | | | | | | |
| Розробив | Коновалов | | | | | | | | | | Літера | Аркуш | Аркушів |
| Перевірив | Мачок | | | | | | | | | | | 3 | 2 |
| Н. контр. | Мачок | | | | | | | | | | ЦНТУ гр. АІ-21ПЗ | | |
| Затвердив | Васильковський | | | | | | | | | | | | |

ЗМІСТ

| | стор. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. Вступ | 7 |
| 2. Аналіз типової технології вирощування цукрових буряків з визначенням шляхів її удосконалення | 9 |
| 3. Операційна технологія виконання ярусної оранки..... | 14 |
| 4. Інженерна частина | 26 |
| 5. Охорона праці | 35 |
| 6. Висновки | 38 |
| Список використаної літератури | 39 |
| Додатки | 42 |

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|---------------|-----|
| | | | | | | МВБ 00.000 ПЗ | Арх |
| Зм. | Арх. | № дозум. | Підпис | Дата | | | 6 |

1. Вступ

Війна внесла корективи в структуру посівних площ в Україні. На цей перерозподіл в першу чергу вплинули логістичні проблеми [21]. Знаємо, що основними експортними культурами нашої держави були і є пшениця і кукурудза. Але, нищення портової інфраструктури Чорного моря, блокування росією морських шляхів призвело до значної затримки експортних можливостей. Наслідком цих процесів стало зменшення посівних площ зазначених культур. Аграрії почали поступово повертати на вивільнені площі цукрові буряки. Перевага їх, в даному випадку, полягає в тому, що переробка коренеплодів проводиться на вітчизняних цукрових заводах, а отриманий цукор активно експортується на європейський ринок суходільними шляхами та використовується на внутрішньому ринку.

Стосовно технологічних змін у вирощуванні цукрових буряків, то суттєвих змін зазнав підхід до обробітку ґрунту і в першу чергу – основного.

Спостерігається дві основні тенденції в його виконанні. Перша – класичний підхід, використання оранки, бажано глибокої на глибину до 35см. Друга – це чизелювання на значно більшу глибину, навіть до 50см. Кожний з цих способів має свої переваги і недоліки. Під час оранки отримуємо однорідний по глибині орний шар з заораною рослинністю та добривами, як органічними так і мінеральними. При чизелюванні маємо розпушений шар на велику глибину з проблемною поверхнею поля через присутність пожнивних решток на поверхні. Так як попередником цукрових буряків є пшениця і навіть кукурудза то таких решток може бути багато та різної довжини. Тому тут особливу увагу приділяють гостроті ножів подрібнювальних апаратів комбайнів.

На думку фахівців в галузі буряківництва найкраще для цукрових буряків підходить глибока оранка ярусними плугами, які забезпечують не лише глибоке розпушування, але повне зорювання пожнивних решток.

| | | | | | | | | |
|-----------|----------------|---------|--------|------|----------------------|------|-------|---------|
| | | | | | МВБ 00.000 ПЗ | | | |
| Зм. | Арк. | №докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | Коновалов | | | | Пояснювальна записка | Літ. | Аркуш | Аркушів |
| Перевірив | Мачок | | | | | | 7 | 42 |
| Н.контр. | Мачок | | | | ЦНТУ гр. АІ-21ПЗ | | | |
| Затвер. | Васильковський | | | | | | | |

Однією з таких машин, яку можна бачити на наших полях – це ярусний плуг ПНЯ 6-42.

Метою кваліфікаційної роботи є адаптація даної машини до технології основного обробітку ґрунту для створення кращих ґрунтових умов для отримання високих урожаїв цукрових буряків.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 8 |

Отже, впровадження у виробництво спроектованого агрегату дасть змогу підприємству отримати, як економічну так і технологічну вигоду.

3.3. Розрахунок операційної карти на оранку.

Додаткові вихідні дані для розрахунку:

- трактор $K - 701$;
- плуг $ПНЯ6 - 42$;
- ширина агрегату $C = 2,82 м$;
- довжина виїзду агрегату $l = 5,68 м$

Мінімальний радіус повороту орного агрегату

$$R_{\min} = 7 \cdot B = 7 \cdot 2,52 = 17,64 м$$

Оптимальна ширина заїмки для робочого руху петльовим комбінованим способом [8]

$$C_{opt} = \sqrt{2(B_p \cdot L + 8R_{\min}^2)} \quad (3.28)$$

$$C_{opt} = \sqrt{2(2,52 \cdot 835 + 8 \cdot 17,64^2)} = 95,8 м$$

Число заїмок в полі

$$n_z = \frac{F \cdot 10^4}{L \cdot C_{opt}} = \frac{100 \cdot 10^4}{835 \cdot 95,8} = 13 \quad (3.29)$$

Ширина поворотної смуги

$$E = 3R_{\min} + l_a \quad (3.30)$$

де l_a - кінематична довжина агрегату, м

$$l_a = l_{mp} + l_m = 3,35 + 1,8 = 5,15 м$$

Тоді

$$E = 3 \cdot 17,64 + 5,15 = 58,0 м$$

Довжин одного робочого ходу

$$L_{px} = L - 2E = 835 - 2 \cdot 58 = 719 м \quad (3.31)$$

Довжину одного холостого ходу

$$L_{xx} = 1,4R_{\min} + x + 2l \quad (3.32)$$

$$\text{де } x = 0,5C_{opt} - \frac{2R_{\min} \cdot B}{C_{opt} - B} = 0,5 \cdot 95,8 - \frac{2 \cdot 17,64 \cdot 2,52}{95,8 - 2,52} = 47,0 м \quad (3.33)$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 23 |

руху орного агрегату. Розбиває поле на загінки, відмічає їх межі, встановлює поворотні смуги, визначає початковий спосіб руху.

3.5. Організація роботи агрегату в загінці.

При виконанні оранки застосовується петльовий комбінований рух агрегату. Загінки, зорані всклад, мають чергуватися із загінками, зораними врозгін, щоб мінімізувати кількість гребенів і борозен. Орний агрегат повинен працювати із дотриманням розрахункової робочої швидкості.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 25 |

сил зростає. Додатково на значення сили та її компонентів впливає питомий опір ґрунту.

З огляду на те, що у нашому випадку $\kappa = 5,45 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ то за рекомендаціями [11,14,15] обираємо значення горизонтальної складової $R_x = 1050 \text{ Н}$.

Значення вертикальної складової

$$R_z = (1-1,3)R_x \quad (4.4)$$

$$R_z = 1,25 \cdot 1050 = 1312,5 \text{ Н}$$

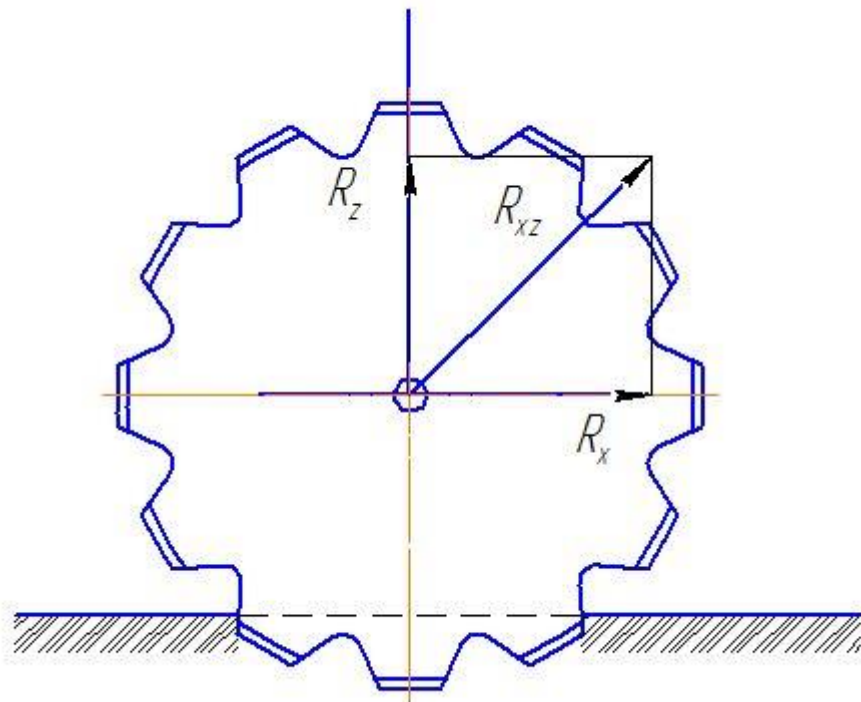


Рис. 4.1. Розрахункова схема силового навантаження диску.

Значення рівнодіючої R_{xz} визначиться

$$R_{xz} = \sqrt{R_x^2 + R_z^2} = \sqrt{1050^2 + 1312,5^2} = 1680,8 \text{ Н} \quad (4.5)$$

4.2.4. Розрахунок запобіжного пристрою дискового ножа

На плугах закордонного чи вітчизняного виробництва часто можна бачити запобіжні пристрої, що на корпусах, що на ножах. Це рішення дозволяє підвищити довговічність цих конструктивних елементів. Запобіжні механізми можуть бути гідравлічного або механічного типу.

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

5. Охорона праці.

5.1. Небезпечні фактори, які мають місце при роботі з плугом.

Під час підготовки орного агрегату до роботи та виконання оранки, механізатор та інший залучений персонал можуть піддаватися впливу різних несприятливих факторів, серед яких [4,16]:

- обертіві або рухомі вузли й деталі агрегату;
- вібрації та шум, що виникають під час роботи енергетичного обладнання;
- запилення робочої зони, яким піддаються як механізатор, так і обслуговуючий персонал;
- утруднений доступ до основних і допоміжних органів плуга;
- обмежений доступ до начіпної системи трактора;
- наявність гострих країв на конструктивних елементах плуга;
- ризик перевертання агрегату на схилах із кутом нахилу, що перевищує допустимі значення;
- контакт із паливно-мастильними матеріалами під час обслуговування агрегату;
- недотримання санітарних норм у польових умовах;
- надмірні габарити плуга, що перевищують дозволені норми при транспортуванні на дорогах загального користування;
- пожежонебезпечні ситуації.

4.2. Заходи щодо забезпечення безпечних та комфортних умов праці на орному агрегаті з плугом ПНЯ 6-42.

Конструкція рами та робочих органів плуга повинна бути такою, щоб не обмежувати видимість із робочого місця механізатора. Для запобігання травмуванню під час посадки на робоче місце тракториста на тракторі необхідно встановити спеціальні підніжки.

З метою усунення негативного впливу вихлопних газів і пилу від орного агрегату, у кабіні механізатора рекомендується передбачити монтаж пилевідокремлювача [4,16]. Для захисту очей від прямого потрапляння

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 35 |

6. Висновки.

Сільське господарство України можна вважати експортоорієнтованим. В першу чергу це стосується зернових культур. Але через значні морські логістичні проблеми з експортом виробництво цих культур дещо зменшилось. В свою чергу завдяки доступності до європейських ринків активувалась галузь буряківництва і, відповідно, цукроваріння.

В кваліфікаційній роботі наведено аналіз механізованих процесів типової технологічної карти на вирощування цукрових буряків. Виявлено недоліки виконання основного обробітку базовим агрегатом, який складається з трактора Т-150К та плуга ПЛН 4-35 і обґрунтовано доцільність його заміни агрегатом в складі трактора К-701 і ярусного плуга ПНЯ 6-42. Заявлений агрегат має значно вищу продуктивність та менші питомі витрати палива на виконання операції.

В інженерній частині представлено вдосконалену конструкцію дискового ножа, яка сприятиме підвищенню якості його роботи та надійності конструкції. Передбачається виготовлення ножа у вигляді вирізного диска, що дозволить зменшити його металоємність та знизити енергетичні витрати під час різання ґрунту й рослинних решток. Для збільшення довговічності диска було встановлено пружинний запобіжник. Проведено відповідні інженерні розрахунки для обґрунтування запропонованих рішень.

Розроблені рекомендації з охорони праці спрямовані на зменшення впливу шкідливих і небезпечних факторів, що може покращити умови роботи механізатора під час обробки ґрунту.

Модернізована технологія вирощування цукрових буряків створить оптимальні умови для формування та розвитку їх коренеплодів.

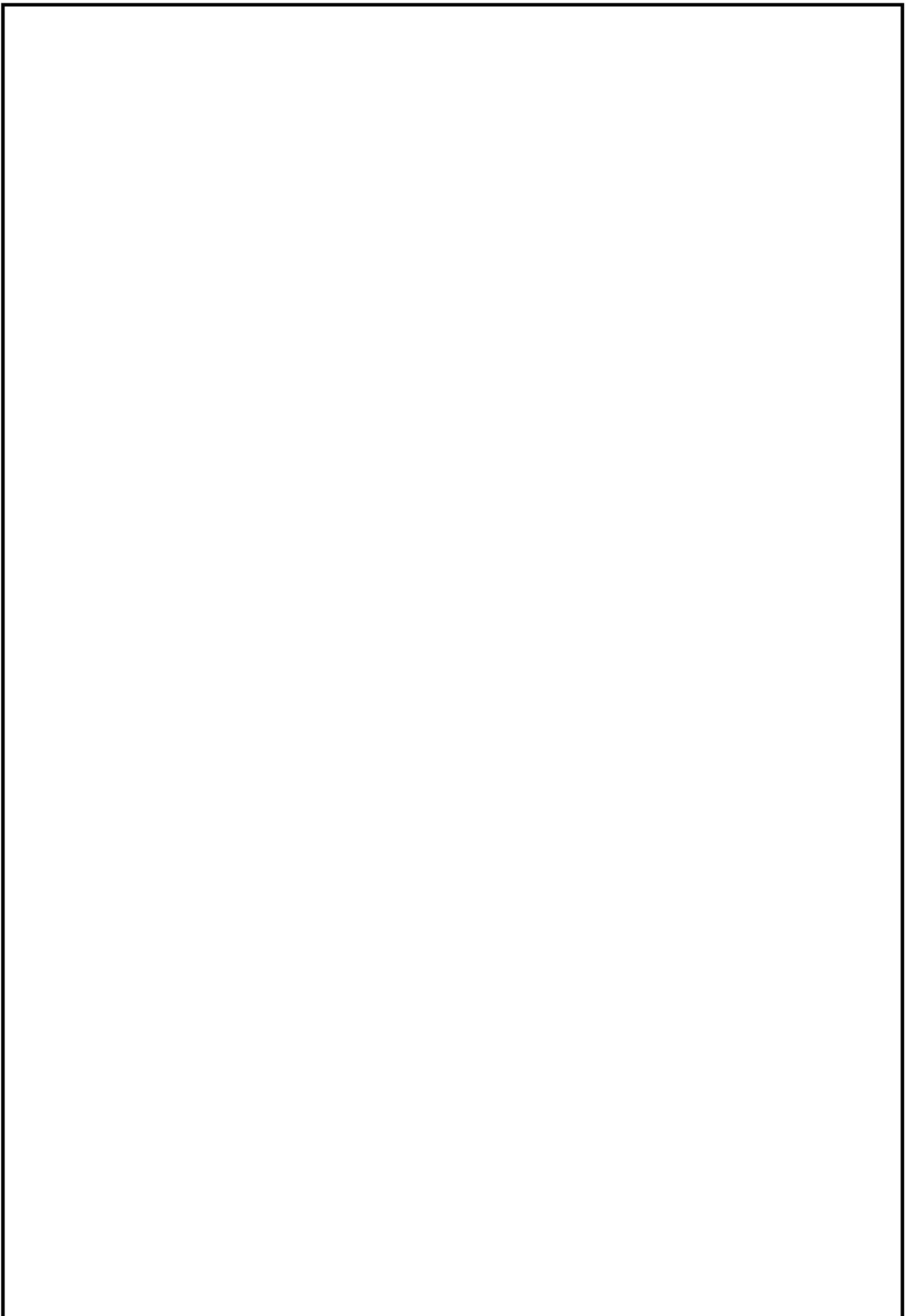
| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 38 |

21. Як виростити та скільки можна заробити на цукровому буряку – дайджест. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1543-yak-virostiti-ta-skilki-mojna-zarobiti-na-tsukrovomu-buryaku--daydjest>.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 41 |

ДОДАТКИ

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 42 |



| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 43 |