

*„Възможности за използване на утайки от целулозно-хартиената промишленост
в земеделието”*



**ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ „ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ”
БИОЛОГИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ • КАТЕДРА "ЕКОЛОГИЯ И ООС"**

Даниела Станиславова Кръстева-Малинова

**„Възможности за използване на утайки от
целулозно-хартиената промишленост
в земеделието”**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация

за придобиване на образователна и научна степен

„доктор“

направление 4.3. Биологически науки,

докторска програма „Екология и опазване на

екосистемите“

Научен ръководител:

Доц. д-р Венцислава Ванчева

Рецензенти:

Пловдив, 2017 г.

*„Възможности за използване на утайки от целулозно-хартиената промишленост
в земеделието”*

Дисертационният труд съдържа 136 страници, 20 таблици и 42 фигури. Цитирани са 266 литературни източника, от които 150 на кирилица.

Изследванията от дисертационния труд са проведени в лабораторията в катедра „Агрохимия и почвознание” на Аграрен университет – Пловдив, Регионална лаборатория - Пловдив към ИАОС.

Дисертационният труд е обсъден и насрочен за защита на разширено заседание на Катедра „Екология и ООС”, ПУ „Паисий Хилендарски” (Протокол № 173 от 26.01.2017 г.).

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 16.03.2017 год. от 11:00 часа в 14 аудитория на Биологическия факултет на ПУ „Паисий Хилендарски”, гр.Пловдив, ул. ”Тодор Самодумов” №2 на открито заседание на научното жури.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в Централна библиотека на ПУ „Паисий Хилендарски”.

С благодарност към колегите, които ме подкрепиха при реализирането на този труд.

1.УВОД

Утайките от пречиствателните съоръжения за отпадни води са екологичен проблем за природната среда по отношение на тяхното генериране, съхранение и експлоатиране. Те са и органичен резерв за почвите - биомаса богата на макро - и микроелементи. Утайките могат да бъдат включени в процеса за възстановяване баланса на органичното вещество в почвите.

Те могат да се разглеждат, като ценен органичен резерв и да намерят широко приложение, както в земеделието за подобряване качеството на почвите, така и за рекултивиране на нарушените терени в България.

Във връзка с новите изисквания към земеделието и намаляване количествата на органичните торове се налага търсене на нови източници за повишаване на почвеното плодородие. Използваните до сега минерални торове не могат да възстановят нарушения баланс на органичното вещество в нашите почви. Те са скъпи и при неправилно прилагане водят до натрупване на неблагоприятни за хората и животните вещества. Това налага търсенето на допълнителен органичен резерв.

3. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Настоящата разработка има за цел да се проучи възможността за прилагане на утайка от целулозно-хартиената промишленост в земеделието, чрез използване на тест култура царевица хибрид „Кнежа 613”.

За постигане на целта бяха поставени следните научноизследователски задачи:

1. Химичен анализ на почва, утайка и смес почва/утайка за съдържание на тежки метали и органични замърсители.
2. Агрохимичен анализ на почва преди и след внасяне на утайки и установяване промени на агрохимичните показатели.
3. Проследяване влиянието на различните количества утайка върху фазите на развитие на тест култура царевица в условия на съдов опит.

4. Проследяване влиянието на утайката върху растежа и развитието на растенията от тест културата царевица, за целия вегетационен период, в условия на полски опит.
5. Определяне въздействието на утайката върху някои по-важни показатели от структурата и качеството на добива от царевица.

4. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За установяване влиянието на утайката от пречиствателна станция за отпадни води от целулозно-хартиена промишленост върху растежа и развитието на тест - култура царевица хибрид „Кнежа 613”, подбрахме активна утайка от изсушителното поле към предприятието. Влакнестата утайка е нехигроскопична и след нейното изсушаване се втвърдява.

От схемата на цялостната технология на пречистване е видно, че след вторичния радиален утаител, активната утайка постъпва в утайкоуплътнителя и оттам се отправя на изсушителното поле.

Изведени бяха тригодишни (2013, 2014 и 2015 год.) опити - съдов и полски в условия на подхранване с активна утайка от ПСОВ от целулозно-хартиена промишленост.

След извършване на анализ на утайката в лабораторията на ИАОС – Пловдив, съгласно Наредба за реда и начина на оползотворяване на утайки от пречистване на отпадъчни води чрез употребата им в земеделието (приета с ПМС 339/14.12.2004 год., ДВ бр. 112/23.12.2004 год.), бяха определени количествата за внасяне в почвата.

Необходимото количество почва за извеждане на съдовите опити е взета от ПИ № 910, площ - 0,850 дка, с. Куртово Конаре, общ. Стамболийски, обл. Пловдивска, където се заложи и полският опит.

Почвата, която беше използвана за извършване на изследването е алувиално-ливадна. Тя се характеризира със средно песъчливо-глинест механичен състав и притежава висока водопроницаемост, средна водозадържаща способност и сравнително добра аерираност.

Почвата беше анализирана в кат. Агрохимия и почвознание на Аграрен Университет - Пловдив. Лабораторните анализи са извършени по следните методи: *механичен състав с фотоседиментограф на FRITISH; pH в H₂O – потенциометрично; съдържание на хумус по методика на Тюрин; усвоимият K е определен в солено-кисел извлек на 2n HCL; подвижните фосфати са определени по двойно-лактатния метод на Егнер-Рийм; амониевият и нитратен N в извлек на 1% KCL; определяне на общите карбонати по Шайблер.*

4.1. Съдов опит

С цел да се проследи прякото въздействие на утайката върху растежа и развитието на тест културата царевица, бе изведен съдов опит.

Опитът беше заложен в пет варианта по четири повторения за всеки вариант.

Използвани са съдове с вместимост от 1 кг.

- Вариант I – 100% почва /контрола/
- Вариант II – 75% почва / 25% утайка
- Вариант III – 50% почва / 50% утайка
- Вариант IV – 25% почва / 75% утайка
- Вариант V – 100% утайка

На дъното на всеки съд беше поставен по 100 g филц, върху който са нанесени смеските. Сеитбата на царевицата се извърши след внасяне на субстрата в съдовете. Във всеки съд се посяха по три семена царевица на 4-6 cm дълбочина.

Царевицата, засята в съдовете, беше поставена в стоманено-стъклена оранжерия при контролирани условия на средата – оптимална въздушна влажност и температура 23-25^o

Извършихме наблюдения за настъпване на отделните фенофази:

- Поникване
- брой поникнали растения, средно за всеки вариант.
- Поява на 1-2 лист
- брой поникнали растения.

- Фаза 3-4 лист
- Фаза 5-6 лист
 - височина на растението, в см;
 - дължина на стъбло, в см;
 - диаметър на стъбло, в см;
 - развитие на кореновата система.

4.2. Полски опит

Проследяване развитието на царевичните растения в условия на подхранване с утайка от ПСОВ от целулозно-хартиена промишленост, се извърши през целия вегетационен период, в три последователни стопански години (2013, 2014, 2015).

На опитния участък се извърши предварителна обработка на почвата - дълбока оран (20-25 см) и брануване. След предварителната обработка се взеха почвени проби за агрохимически анализ. Почвената проба трябваше да бъде представителна за площта, от която е взета. За тази цел беше взета средна проба от всяка парцелка, около 0.5 kg от почвата, на дълбочина до 30 см. За анализ беше предадена въздушно суха проба.

След това участъкът беше разделен на 12 опитни парцелки по 50 m², с обслужващи пътеки (охрана), около тях с по 50 см. Парцелките бяха оградени със сезал и във всяка парцелка се внесе съответното количество утайка, обозначена с табела.

Схема на вариантите:

Вариант I - контрола (без утайка)

Вариант II - 1000 kg/dка утайка

Вариант III 1500 kg/dка утайка

Във всеки вариант има по четири парцелки. Във всяка парцелка е внесено, съответно: по 50 kg утайка за вариант II и по 75 kg за вариант III.

След внасянето на утайката беше извършено повторно брануване.

Опитните парцелки бяха оформени с редове на 75 cm междуредово разстояние. На дълбочина 6-8 cm бяха засяти по 2 семена царевица на 20 cm вътрередово разстояние. Приетата агротехника на опита е такава каквато е приета в практиката при отглеждането на царевицата.

През вегетационният период извършихме следните фенологични наблюдения:

- Фаза поникване
- Фаза поява на 1-2 лист, като се наблюдават по 25 растения от парцелка, или общо 100 растения за всеки вариант:
 - височина на растението, в cm
- След прибиране на реколтата за всеки вариант по 20 растения от повторение се отчетоха следните показатели:
 - дължина на стъбло, в cm;
 - диаметър на стъбло при основата, в mm;
 - маса на стъбло, в kg;
 - дължина на кочан, в cm;
 - маса на кочан /със зърното/, в kg;
 - брой кочани на растение;
 - дължина на метлицата, в cm;
 - маса на 1000 бр. царевични зърна;
 - брой редове в кочан;
 - брой зърна в ред;
 - брой зърна в кочан;
 - добив, kg/dka.
- Съдържание на суров протеин в царевичното зърно, kg/dka.

4.3. Статистическа обработка на данните

Данни от настоящото изследване бяха обработени чрез различни математически и статистически подходи и методи. За достоверност на резултатите за добив от зърно и съдържание на суров протеин в зърното от царевица, и през трите години на изпитване (2013, 2014 и 2015), използвахме статистическа програма за еднофакторен дисперсионен анализ (Analysis of variense – ANOVA). С тази проверка на хипотези бяха преценени доколко влиянието на фактора-причина (утайка) е статистически значим или не.

Приложен беше Student's t-test за доказване на степента на разлика ($p < 0,05$) в биометричните изследвания и за трите години при съдовия опит

(височина на растенията, дължина на стъбло, диаметър на стъбло) и полския опит (дължина на кочан, брой кочани, брой редове в кочан, брой зърна в ред), добив на зърно и съдържание на суров протеин в зърното, са представени като средна стойност със съответното стандартно отклонение ($\text{average} \pm \text{standard deviation}$). Статистическата обработка на получените данни беше извършена чрез програма STATISTICA (version 7.0 за Windows, StatSoft Inc., New York, NY, USA, 2004).

5. РЕДУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

5.1. Климатични условия

Климатът в района на гр.Стамболийски е характерен за Тракийската низина и е изцяло преходно-континентален. Съществува известно различие в количеството и разпределението на валежите.

Благоприятните условия за получаване на устойчиви високи средни добиви при царевицата са: високата температура, топло и слънчево време без ветрове, дъждове и застудявания. Особено важно значение за нормалното развитие на царевицата имат средноденонощните температури и относителната влажност на въздуха.

Метеорологичната обстановка за вегетационната 2013 год. беше благоприятна за развитието на царевицата, поради липса на климатични отклонения от основните климатични фактори.

Условията през 2014 год. съществено се отличаваха от тези през 2013 год. Средните месечни валежи по време на цялата вегетация през 2014 год. бяха по-високи стойности. Регистрираните обилни валежи се оказаха неблагоприятна предпоставка за развитието на царевицата, тъй като те промениха водния режим и микроклимата на почвата.

През 2015 год. агрометеорологичната обстановка се доближи значително до условията през 2014 год. Средномесечните температури през цялата вегетация за 2015 год. бяха сравнително близки с тези през благоприятната 2013 год. Климатичната обстановка през 2015 год., беше изключително динамична. Характеризираше се с благоприятни условия в първите фази от развитието на царевицата (подобно на 2013 год.), но рязкото

увеличаване на валежите през втората половина от вегетацията я доближаваше повече до неблагоприятната 2014 год.

Таблица 1. Минимални, максимални и средномесечни температури (°C) в района, 2013, 2014 и 2015 год.

| Месец | Min t° | | Max t° | | Температури °C | | | |
|-----------|----------|------|----------|------|----------------|-------------|--------------|-----------|
| | Дата | °C | Дата | °C | I десетдн. | II десетдн. | III десетдн. | Средни t° |
| V.2013 | 10.V. | 8,2 | 19.V. | 31,8 | 18,5 | 19,6 | 19,0 | 19,0 |
| V.2014 | 08.V. | 4,1 | 28.V. | 29,0 | 16,8 | 18,7 | 18,2 | 17,9 |
| V.2015 | 10.V. | 10,0 | 17.V. | 30,5 | 18,6 | 19,0 | 19,2 | 18,9 |
| VI.2013 | 01.VI. | 5,3 | 19.VI. | 35,6 | 17,8 | 22,9 | 22,1 | 20,9 |
| VI.2014 | 03.VI. | 8,2 | 11.VI. | 32,0 | 16,9 | 20,0 | 19,9 | 18,9 |
| VI.2015 | 02.VI. | 9,1 | 20.VI. | 34,5 | 18,0 | 23,0 | 22,6 | 21,2 |
| VII.2013 | 08.VII. | 11,6 | 01.VII. | 39,0 | 25,4 | 23,8 | 25,8 | 25,0 |
| VII.2014 | 10.VII. | 11,5 | 18.VII. | 37,8 | 23,5 | 22,2 | 24,0 | 23,2 |
| VII.2015 | 10.VII. | 15,0 | 16.VII. | 39,0 | 25,5 | 24,0 | 26,0 | 25,2 |
| VIII.2013 | 23.VIII. | 12,0 | 15.VIII. | 35,0 | 26,0 | 25,0 | 25,9 | 25,6 |
| VIII.2014 | 31.VIII. | 11,4 | 15.VIII. | 35,6 | 26,3 | 27,3 | 26,2 | 26,6 |
| VIII.2015 | 25.VIII. | 15,1 | 10.VIII. | 36,0 | 27,5 | 30,1 | 28,5 | 28,7 |

5.2. Агрехимичен анализ на почвата

Изследваната почва се характеризира със средно пясъчливо-глинест механичен състав. Също така притежава висока водопроницаемост, средна водозадържаща способност и сравнително добра аерираност.

От извършения агрохимически анализ на изследваната почва след внасяне на определените количества утайка, се установява повишаване количеството на хумус във вариантите с утайка и за трите години. Това може да се обясни с процеса на "зреене" на утайката и нейното хумифициране.

Утайката не влияе върху рН, което е благоприятно за развитието на царевичната култура. По отношение на макроелементите N, P и K не са установени съществени изменения.

Таблица 2. Агрохимически анализ на почвата

| Година на изпитване | Варианти | Хигроскоп. влага % | Хумус % | рН в H ₂ O | Общ азот % | CaCO ₃ % | Мин. азот NH ₄ + NO ₃ mg/kg | P ₂ O ₃ mg/100g | K ₂ O mg/100g |
|---------------------|----------|-----------------------|------------|-----------------------|---------------|------------------------|---|--|-----------------------------|
| 2013 г. | I | 4,48 | 1,7 | 7,8 | 0,25 | 7,48 | 13,4 | 12,4 | 26 |
| | II | 5,2 | 2,1 | 8,1 | 0,35 | 8,1 | 14,3 | 13,0 | 28,2 |
| | III | 5,4 | 2,6 | 7,9 | 0,37 | 7,8 | 14,5 | 12,9 | 27,5 |
| 2014 г. | I | 5,12 | 1,6 | 7,9 | 0,30 | 7,37 | 14,2 | 12,6 | 27,1 |
| | II | 5,3 | 2,3 | 8,0 | 0,32 | 7,5 | 14,6 | 12,7 | 28,0 |
| | III | 5,1 | 2,5 | 7,8 | 0,31 | 7,6 | 14,5 | 12,9 | 27,8 |
| 2015 г. | I | 5,32 | 1,7 | 7,9 | 0,35 | 7,42 | 14,8 | 12,8 | 24,6 |
| | II | 5,4 | 2,7 | 7,8 | 0,33 | 7,5 | 14,9 | 12,9 | 27,8 |
| | III | 5,6 | 2,9 | 7,9 | 0,34 | 7,6 | 14,7 | 12,9 | 27,9 |

* Почвените проби са от дълбочина A¹_к орн 0-10 см

5.3. Химичен анализ на активна утайка

След взимане на необходимото количество активна утайка от целулозно-хартиеното предприятие беше извършен химичен анализ на утайката.

Таблица 3 Химичен анализ на активната утайка

| ПОКАЗАТЕЛ | СТОЙНОСТ | МДК |
|--|------------------------|-------------------------|
| pH | 8,07 | >7,4 |
| Органично вещество | 71,69% | - |
| Сухо вещество | 42,58% | - |
| Escherichia coli | 0,1 g | над 1 g |
| Salmonella spp. | отсъства | не се допуска в 20g |
| Clostridium perfringens | 0,001 g | над 1 g |
| Cd /кадмий/ | 0,46 mg/kg сухо в-во | 30,00 mg/kg сухо в-во |
| Cu /мед/ | 11,6 mg/kg сухо в-во | 1600,00 mg/kg сухо в-во |
| Ni /никел/ | 6,13 mg/kg сухо в-во | 350,00 mg/kg сухо в-во |
| Pb /олово/ | 6,15 mg/kg сухо в-во | 800,00 mg/kg сухо в-во |
| Zn /цинк/ | 50 mg/kg сухо в-во | 3000,00 mg/kg сухо в-во |
| Hg /живак/ | <0,05 mg/kg сухо в-во | 16,00 mg/kg сухо в-во |
| Cr /хром/ | 7,46 mg/kg сухо в-во | 500,00 mg/kg сухо в-во |
| As /арсен/ | <0,05 mg/kg сухо в-во | 25,00 mg/kg сухо в-во |
| Азот /общ/ | 11,38 mg/kg сухо в-во | - |
| Фосфор /P₂O₅/ | 1 34,1 mg/kg сухо в-во | - |
| Калий /общ K₂O/ | 340 mg/kg сухо в-во | - |
| ПАВ /полициклични ароматни въглеводороди/ | <0,01 mg/kg сухо в-во | 6,20 mg/kg сухо в-во |
| РСВ /полихлорирани бифенили/ | <0,005 mg/kg сухо в-во | 1,0 mg/kg сухо в-во |

5.4. Химичен анализ на почва, утайка и почва/утайка за съдържание на тежки метали и органични замърсители

В ИАОС бяха извършени цялостни анализи за съдържание на тежки метали и органични замърсители, проби на почва, утайка и на почва-утайка (50/50).

Таблица 4. Химичен анализ на почва, утайка и почва/утайка за съдържание на тежки метали

| Показатели | Резултати от изпитването mg/kg сухо в-во | | | МДК |
|------------|---|--------|---------------------|----------------------|
| | почва | утайка | почва/утайка 1:1 | |
| Pb | 21 | 32 | 22 | 800 mg/kg сухо в-во |
| Cd | 0.63 | 3.1 | 1.1 | 30 mg/kg сухо в-во |
| Ni | 12 | 2.7 | 15 | 350 mg/kg сухо в-во |
| Cu | 56 | 46 | 51 | 1600 mg/kg сухо в-во |
| Zn | 72 | 182 | 87 | 3000 mg/kg сухо в-во |
| Cr | 14 | 2.5 | 16 | 500 mg/kg сухо в-во |
| As | 1.2 | 0.34 | 2 | 25 mg/kg сухо в-во |

По отношение на тежките метали резултатите от химичния анализ на почва, утайка и смес почва/утайка 1:1, показват стойности многократно по-ниски от МДК. Внесената утайка не променя съществено стойностите на измерваните показатели. Това дава основание за възможности за безопасно прилагане на утайката в земеделието.

5.5. Съдов опит

След залагане на съдовете извършихме поливка с по 300 cm³ вода. При претегляне на съдовете на 15-тата минута след извършената поливка, установихме, че съдовете където има повече утайка са по-леки от съдовете,

където процентното съдържание на почва е по-голям. Това е показателно, че утайката е с по-голяма водопропускливост от почвата.

При наблюденията, относно необходимостта от поливане, установихме, че сместа в съдовете с по-голямо количество утайка е влажна, докато в съдовете с повече почва е суха. Това доказва, че утайката е влагозадържаща, въпреки че е с по-голяма водопропускливост. Влагозадържащата способност на утайката благоприятства за отглеждане на царевица при неполивни условия.

След това съдовете бяха наредени по варианти в стоманено-стъклена оранжерия при контролирани условия. Средната температура по време на извеждане на опита беше 23-25 °С, а влажността 70-80% ОВВ.

I фаза - поникване

И през трите години на изследване, беше установено поникване на 6-тия ден след засяването им.

II фаза - поява на 1-2 лист

На 15-тия ден отчетохме появата на 1-2 лист.

Установихме почти 100% поникване на семената от всички варианти. По-малкият брой поникнали семена през 2014 год. се дължи на по-малкия брой слънчеви дни през отчетния период. Отчетени бяха и по-ниските температури в оранжерията – 19-21°С.

III фаза – поява на 3-4 лист

Третото измерване извършихме на 20-тия ден след засяване.

Таблица 5. Преобладаваща фаза на развитие

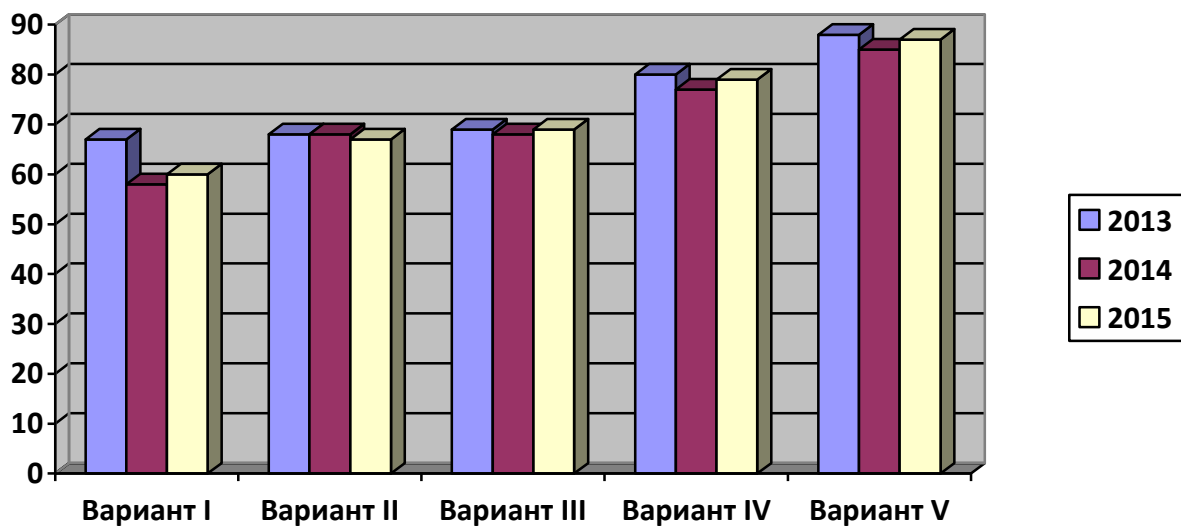
| Вариант | Брой растения | | | Фаза на развитие | | |
|-------------|---------------|------|------|------------------|-------------|-------------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2013 | 2014 | 2015 |
| Вариант I | 12 | 11 | 12 | 3 лист | 3 лист | 3 лист |
| Вариант II | 12 | 11 | 11 | 3-4 лист | 3-4 лист | 3-4 лист |
| Вариант III | 12 | 11 | 10 | 3-4 лист | 3-4 лист | 3-4 лист |
| Вариант IV | 10 | 12 | 12 | 4 лист | 4 лист | 4 лист |
| Вариант V | 12 | 12 | 12 | 4-5 лист | 4-5 лист | 4-5 лист |

Най-слабо са развити растенията в контролата (вариант I). С нарастване количеството на утайката растенията са по-добре развити, като при вариант V (100% утайка) те са вече във фаза 4-5 лист. Това показва, че растенията могат да се развиват дори само в условия на утайка. Това би могло да се използва за изготвяне на разсад за някои земеделски култури.

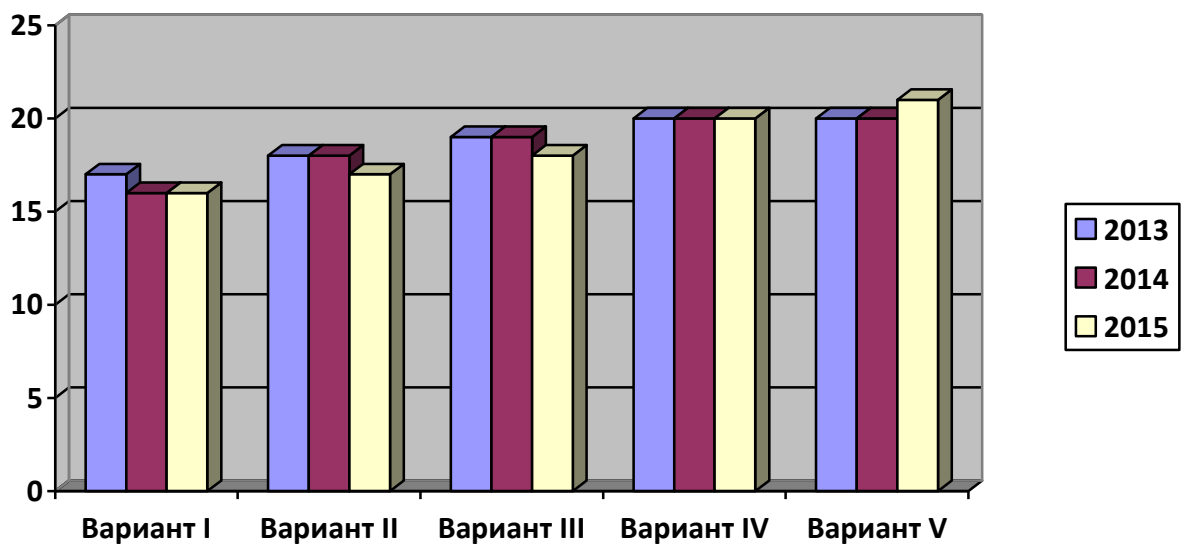
IV фаза - 5-6 лист

Този анализ е последният за отчитане фазите на развитие на растенията в съдовия опит.

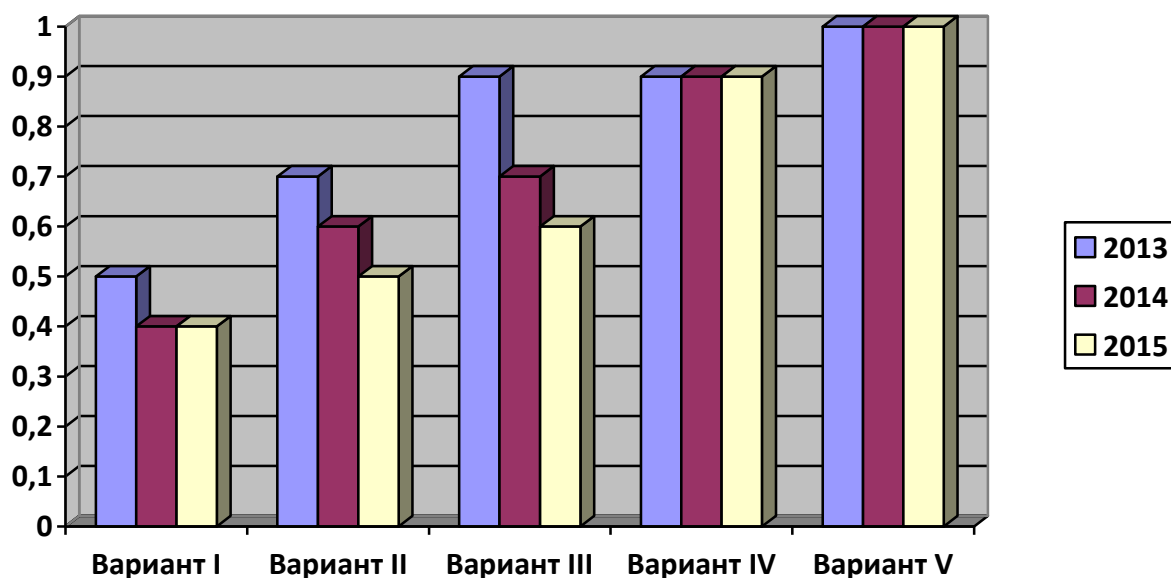
„Възможности за използване на утайки от целулозно-хартиената промишленост
в земеделието”



Фигура 1. Височина на растенията



Фигура 2. Дължина на стъбло



Фигура 3. Диаметър на стъбло

Проведеният от нас t-test показва, че достоверните различия в показателя **височина на растенията**, са между вариантите I – IV, вариантите I – V, вариантите II – IV, вариантите II – V, вариантите III – IV и вариантите III – V, където $p < 0,05$. За отчетеният показател **дължина на стъбло** достоверните различия са при вариантите I – III, вариантите I – IV, вариантите I – V и вариантите II – IV. При **диаметър на стъбло** отчетохме достоверни различия ($p < 0,05$ при вариантите I – II, вариантите I – III, вариантите I – IV, вариантите I – V, вариантите II – IV и вариантите II – V).

Освен надземната част, по-добре развита коренова система беше наблюдавана при растенията във вариант IV и вариант V. Кореновата система се развива пропорционално с увеличаване количеството на утайката. Това може да се обясни с по-добрата влагоемкост на утайката и нейната структура.

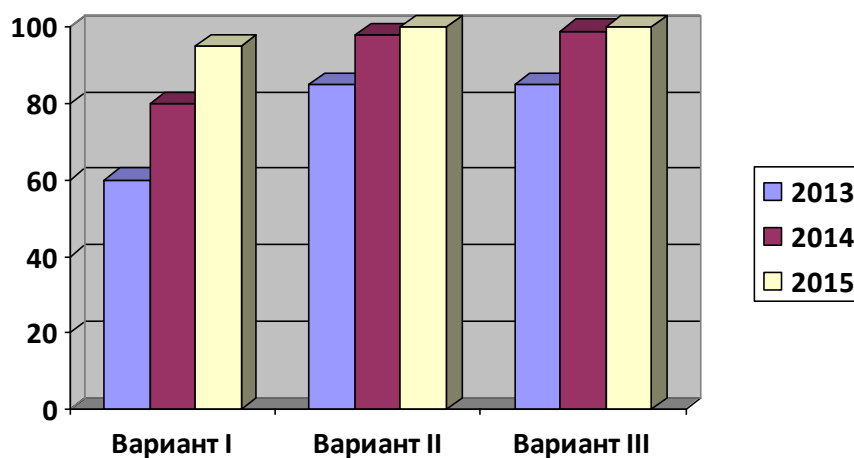
Резултатите от изведения съдов опит с царевица „Кнежа 613”, в условия на различни количества утайка от ПСОВ от целулозно-хартиената промишленост при алувиално-ливадна почва, показаха следното:

- При първото отчитане броя на поникналите семена се установи по-малък брой при вариантите с по-голям процент утайка (вариант III, IV, V).
- При отчитане появата на 1-2 лист броят на поникнали семена е почти 100%. От един до два броя непоникнали растения, се отчетоха при вариантите с по-малко съдържание на утайка (вариант II, III).
- При отчитане фазата на развитие 3-4 лист, се наблюдава по-бърз растеж при вариант IV и V. В условията на съдовете със 100% утайка (вариант V) и през трите години, се установи по-добро развитие на опитните растения през фаза 4-5 лист.
- По отношение показателите височина на растенията, дължина на стъблото и диаметър, се запазва тенденцията за по-добро развитие на растенията при повишаване количеството на утайката.

5.6. Полски опит

Едновременно със залагането на съдовия опит за изпитване влиянието на различни количества утайка, заложихме и полски опит с две нива на внасяне на утайката в почвата съгласно посочената схема.

„Възможности за използване на утайки от целулозно-хартиената промишленост
в земеделието”



Фигура 4. Поникнали семена, в %, средно за трите години

На **фигура 4** са представени данни за процента поникнали семена средно за трите години на опита (на петия ден след засяване).

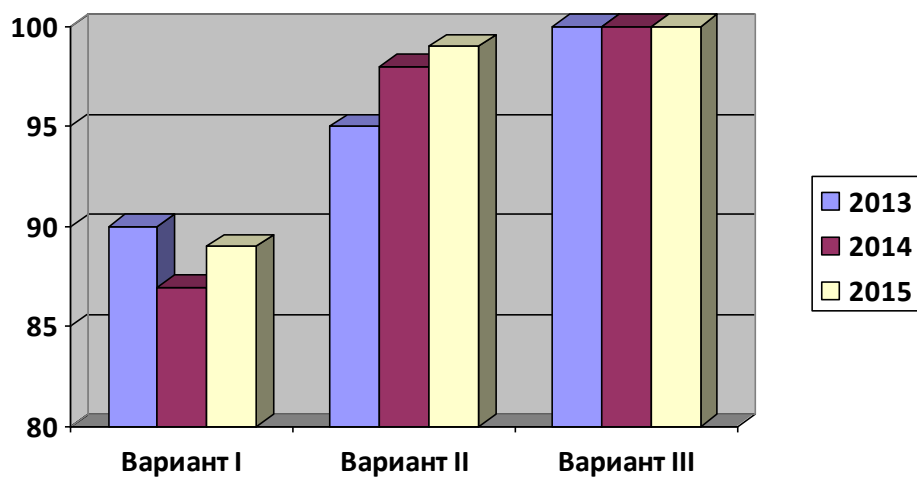
Тъй като утайката има способността да задържа в себе си повече влага от почвата, семената в парцелките с по-голямо количество утайка поникват по-бързо.

При отчитането констатирахме увеличаване на процента на поникнали семена пропорционално с увеличаване на количеството внесена утайка и с натрупване на утайка през трите години.

Фаза поява на 1-2 лист

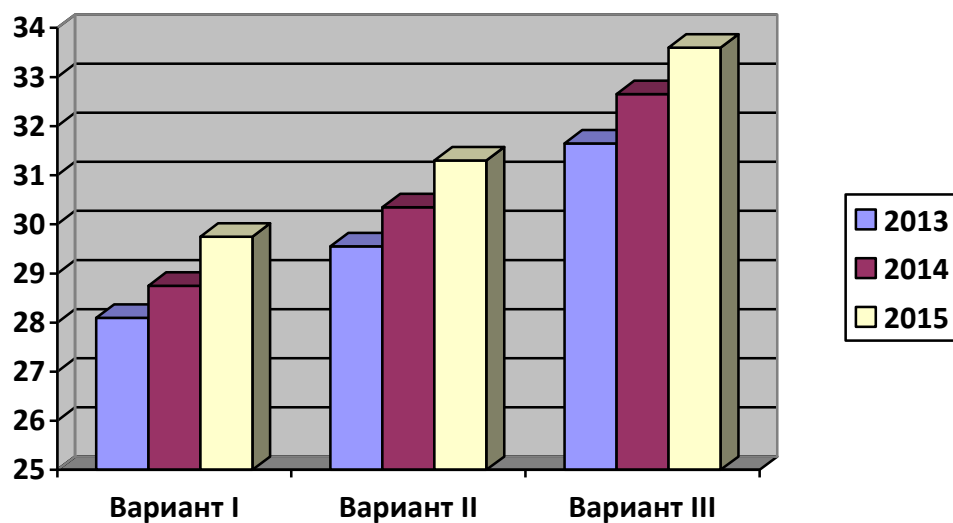
При отчитане на фазата поява на 1-2 лист (5^{-тия} ден) наблюдавахме аналогична тенденция.

„Възможности за използване на утайки от целулозно-хартиената промишленост
в земеделието”



Фигура 5. Фаза 1-2 лист при царевичните растения

На 20-тия ден измервахме и височината на растенията.



Фигура 6. Височина на растенията, в см

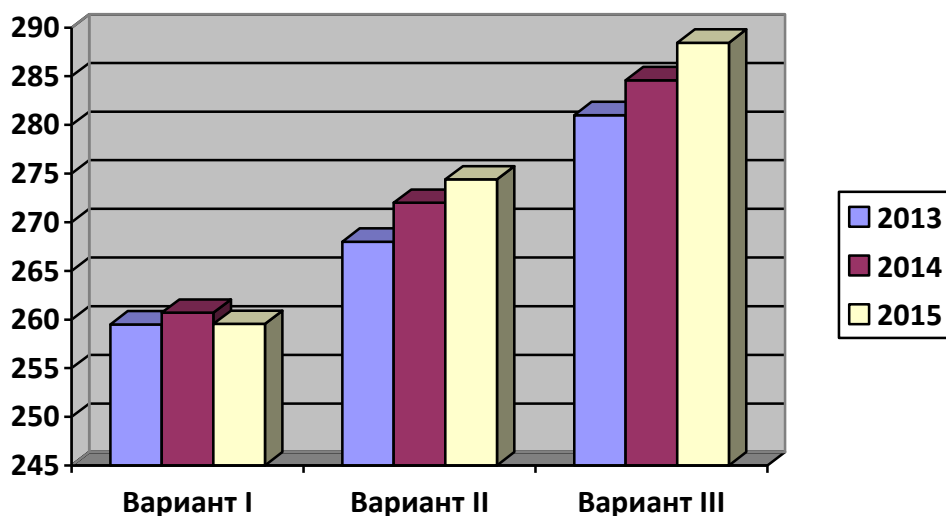
Проведеният анализ на резултатите от отчитане фазите на развитие на царевичните растения са еднопосочни с тези от съдовия опит, като доказват по-добрия ефект при по-високото количество внесена активна утайка.

Структура на добива

За отчитане структурата на добива бяха използвани по 25 растения от всеки вариант на произволен принцип.

Биометрични измервания

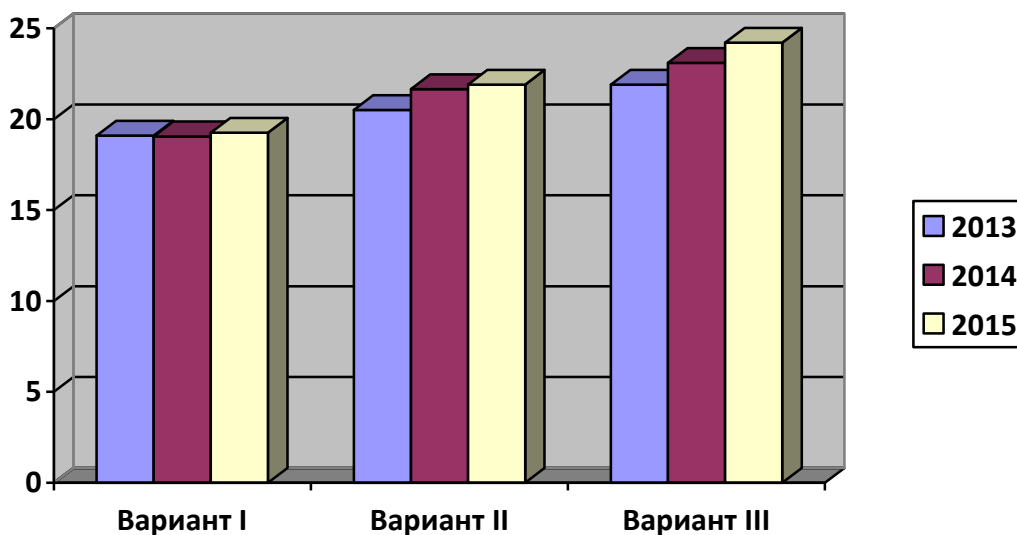
➤ Дължина на стъбло



Фигура 7. Дължина на стъбло, в см.

Стойностите за дължината на стъблата във вариант I (контрола) се запазват през годините, докато при вариант II и вариант III, се увеличават. Най-дълги са стъблата през третата година, в следствие на натрупаното количество утайка в почвата през годините на експеримента.

➤ **Диаметър на стъблото в основата на растението**



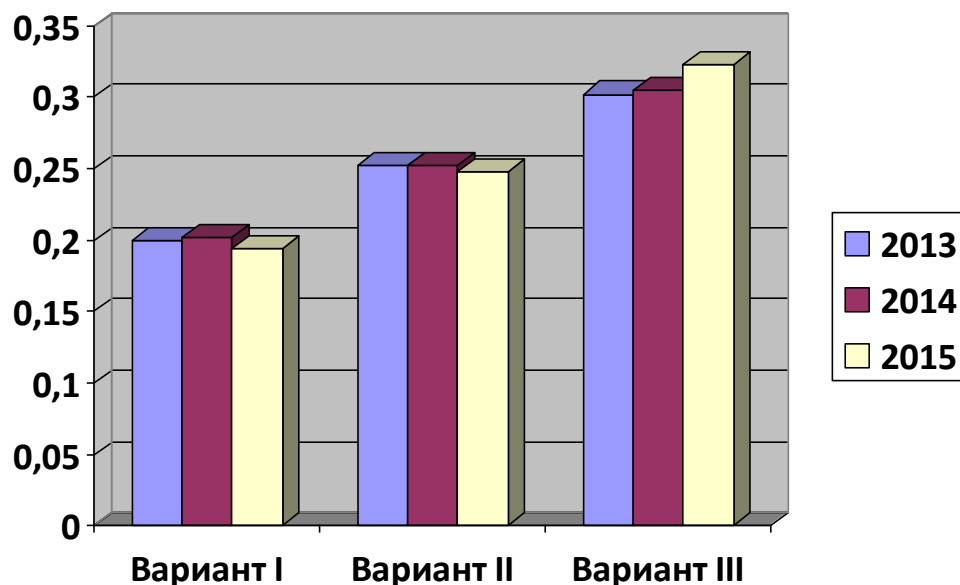
Фигура 8. Диаметър на стъбло, в mm.

Получените данни за диаметъра на стъблото са еднопосочни с данните за дължината на стъблото при отделните варианти. За вариант I и за трите години диаметъра показва стойности средно 19 mm, при вариант II – 20-22 mm и при вариант III – 22-24 mm.

➤ **Маса на стъбло**

Резултатите за средната маса на растенията с тези от измерването на дължината и диаметъра на стъблото на царевичните растения са еднопосочни. При вариант I средното тегло е 0,20 kg, при вариант II – 0,25 kg, а при вариант III – 0,30-0,32 kg.

„Възможности за използване на утайки от целулозно-хартиената промишленост
в земеделието”



Фигура 9. Маса на едно растение, в kg.

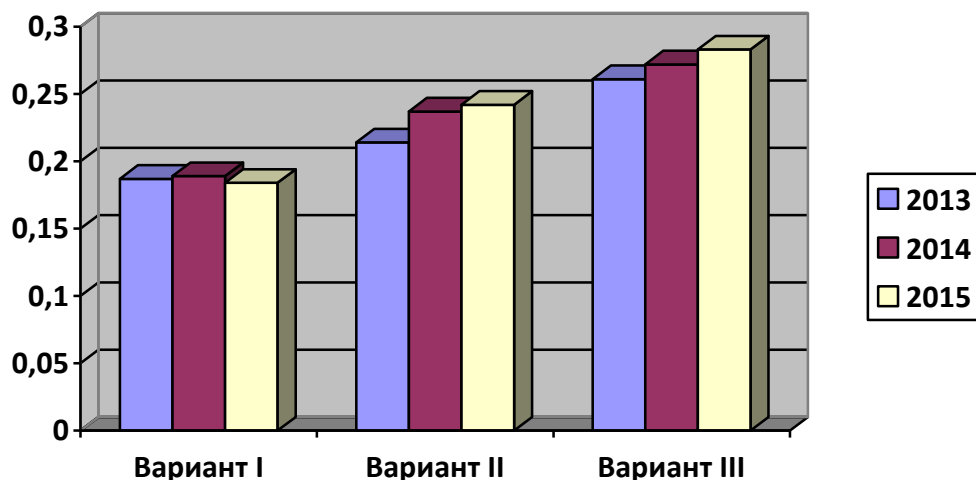
➤ **Дължина на кочан**

Таблица 6. Дължина на кочан, в cm

| Вариант | Дължина на кочана в cm | | |
|-------------|---------------------------|-------|-------|
| | 2013 | 2014 | 2015 |
| Вариант I | 16,40 | 16,47 | 17,12 |
| Вариант II | 19,90 | 21,55 | 22,72 |
| Вариант III | 21,30 | 22,75 | 23,30 |

Според проведеня t-test за показателя дължината на кочана, се различават достоверно вариантите I – II и I – III, при които $p < 0,05$. При вариантите II – III достоверното различие е на границата.

➤ **Маса на кочан /със зърното/**



Фигура 10. Маса средно на един кочан, в kg

Важен е фактът, че през третата година на опита разликата между масата на кочана от вариант III в сравнение с вариант I, е почти 100 g, в полза на вариант III.

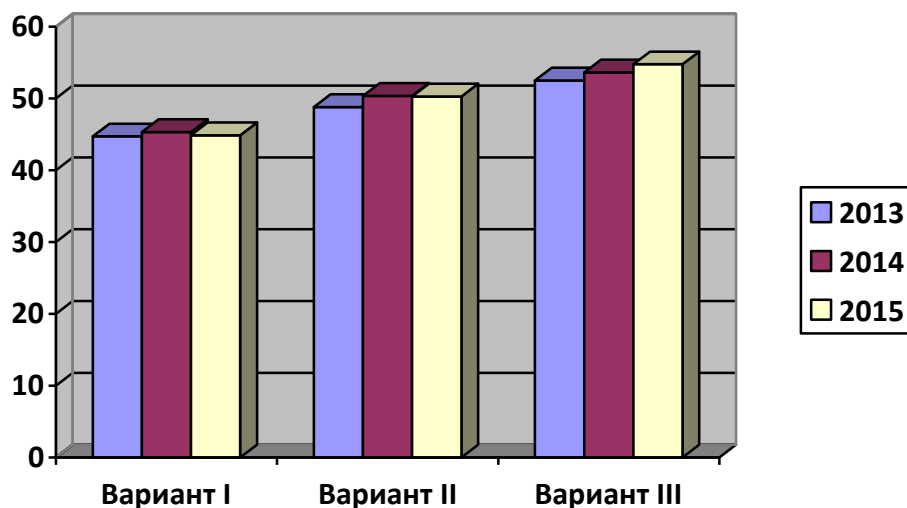
➤ **Брой кочани на едно растение**

Таблица 7. Среден брой кочани на растение

| Вариант | Брой кочани | | |
|-------------|-------------|------|------|
| | 2013 | 2014 | 2015 |
| Вариант I | 1,6 | 1,7 | 1,7 |
| Вариант II | 1,8 | 2,0 | 2,1 |
| Вариант III | 2,0 | 2,3 | 2,8 |

Резултатът от проведения t-test показва достоверни различия само между вариантите I – II, където $p < 0,05$.

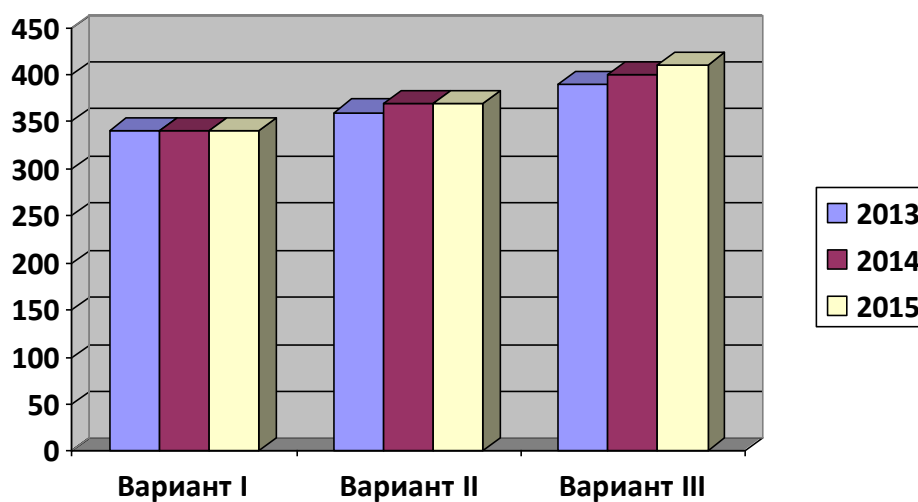
➤ **Дължина на метлица**



Фигура 11. Дължина на метлица, в cm

Стойностите в контролния вариант са еднакви и за трите години от опита. При вариант II за същия период се установява увеличение на дължината с около 5 cm спрямо контролата. За вариант III нарастването варира от 7 cm до 10 cm.

➤ **маса на 1000 бр. царевични зърна**



Фигура 12. Маса на 1000 бр. царевични зърна, в g

При определяне масата на 1000 зърна (БДС ISO520) установихме, че в контролата масата остава непроменено и през трите години на опита (340 g). Във вторият вариант също няма съществена промяна (360-370 g). Докато във вариант III се наблюдава увеличаване през годините с по 10 g, а спрямо контролата през третата година има най-голямо увеличаване на теглото - със 70 g (390, 400 и 410 g).

➤ **брой редове в кочан, брой зърна в ред и брой зърна в кочан**

Таблица 8. Брой редове в кочан.

| Вариант | Брой редове в кочан /бр./ | | |
|-------------|------------------------------|-----------|-----------|
| | 2013 | 2014 | 2015 |
| Вариант I | 14-14,1 | 13,5-14 | 14,1-14,4 |
| Вариант II | 15-15,2 | 15,3-15,4 | 15,3-15,5 |
| Вариант III | 15,6-17 | 16,1-17 | 16,9-17,2 |

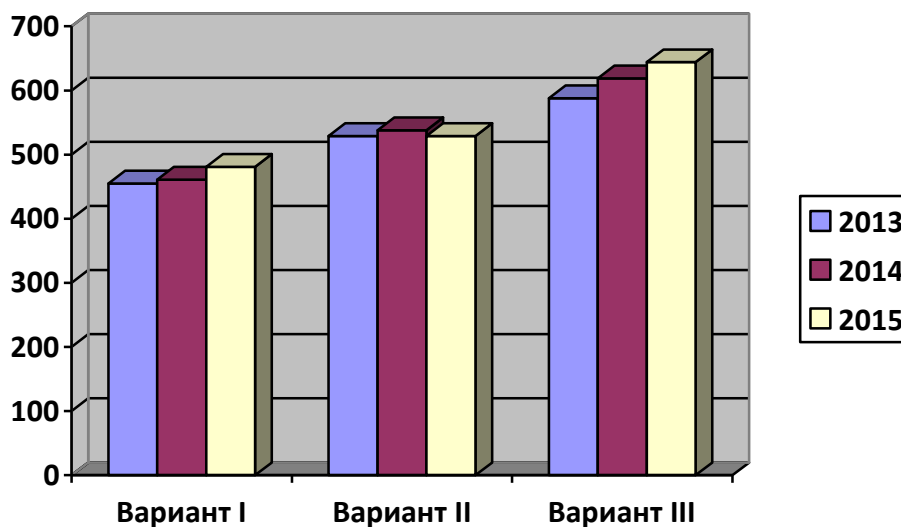
При показателя брой редове в кочан, от проведения t-test, е установено, че при вариантите I – II, I – III и II – III има достоверни различия, при $p < 0,05$.

Различията се дължат на това, че в контролата бяха установени по-голям брой незърнени редове.

Таблица 9. Брой зърна в ред.

| Вариант | Брой зърна в един ред /бр./ | | |
|-------------|--------------------------------|-----------|-----------|
| | 2013 | 2014 | 2015 |
| Вариант I | 32,3-33 | 33,5-34 | 33,6-33,8 |
| Вариант II | 35,2-35,5 | 35,1-35,3 | 34-34,9 |
| Вариант III | 36,5-37 | 37,1-37,4 | 37,6-37,8 |

Статистическата обработка и при този показател, показва достоверни различия само между вариантите I – III, при $p < 0,05$. Различията при вариантите II – III са на границата на достоверността.



Фигура 13. Среден брой зърна в кочан

Проведеното биометрично изследване на показателите брой редове в един кочан, брой зърна в един ред и брой зърна в един кочан доказва положителното въздействие на утайката върху тях.

Най-високи стойности са отчетени при вариант III, което показва, че повишеното количество утайка води до подобряване на структурните показатели.

Получените от нас данни се приближават по стойности до тези получени от Кунева & Базитов (2014) в условия на ливадно-канелена почва при различни комбинации на макроелементи (NPK) при царевица хибрид LG35.62.

➤ Добив на царевично зърно, kg/dka

Таблица 10. Дисперсионен анализ за влиянието на изпитвания фактор утайка върху добива на царевича хибрид „Кнежа 613”

| Вариант | 2013 год. | | | | 2014 год. | | | | 2015 год. | | | |
|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|
| | Добив kg/dka | Към 1 ±kg/dka | % | Доказа- ност | Добив kg/dka | Към 1 ±kg/dka | % | Доказа- ност | Добив kg/dka | Към 1 ±kg/dka | % | Доказа- ност |
| Вариант I | 680 | st. | 100,0 | st. | 680 | st. | 100,0 | st. | 680 | st. | 100,0 | st. |
| Вариант II | 760 | 80 | 111,8 | *** | 755 | 75 | 111,0 | *** | 780 | 100 | 114,7 | *** |
| Вариант III | 800 | 120 | 117,6 | *** | 810 | 130 | 119,1 | *** | 822 | 142 | 120,9 | *** |
| GD | 5%=20 kg/dka | 1%=30 kg/dka | 0,1%=48 kg/dka | | 5%=7 kg/dka | 1%=11 kg/dka | 0,1%=17 kg/dka | | 5%=9 kg/dka | 1%=14 kg/dka | 0,1%=23 kg/dka | |

* GD са статистически достоверните разлики (5%, 1%, 0,1%)

За този показател освен еднофакторен дисперсионен анализ извършихме и t-test, от който е видно, че има достоверни различия при $p < 0,05$, а именно: вариантите I – II, вариантите I – III и вариантите II – III.

Разликата между вариантите през 2013 год. е докадана при 5%, 1% и 0,1% ниво на достоверност. Добивът варира от 680 kg/dka при вариант I до 806 kg/dka при вариант III, което е със 120 kg/dka повече от контролата. За вариант II увеличението спрямо контролата е 100 kg/dka. Аналогична е тенденцията и при останалите две години. През 2014 год. добивът при вариант II е със 75 kg/dka повече от контролата (почва), а при вариант III достига 130 kg/dka повече от нея.

От данните в таблицата се вижда, че най-висок добив от царевично зърно е получен при вариант III и през трите години на опита с високо ниво на достоверност.

Получените резултати за добива от царевично зърно убедително показват положителното влияние на утайката върху този показател. От изследвания на Котева & Марчева (2011) за анализиране на добива на зърно от царевица в набора са включени хибриди царевица в т.ч. Кнежа 530. Средният добив при този хибрид е 468 kg/dka. Средният добив за три години при нашите условия за вариант II и III варира от 755 до 821 kg/dka. Влиянието на утайката води до получаване на добиви, които се приближават за средните такива за царевица отглеждана у нас при поливни условия и минерално торене.

➤ **Съдържанието на суров протеин в зърното на царевицата.**

Съдържанието на протеин е от съществено значение за качеството и хранителната стойност на зърното. Той е величина, която се влияе съществено от хранителния режим.

Лабораторният анализ беше извършен в ИАОС - Пловдив.

„Възможности за използване на утайки от целулозно-хартиената промишленост
в земеделието”

Таблица 11. Резултати от дисперсионен анализ за влиянието на изпитвания фактор утайка върху
количеството на суров протеин в царевичните зърна

| Вариант | 2013 год. | | | | 2014 год. | | | | 2015 год. | | | |
|----------------|------------------|------------------|--------------------|-----------------|------------------|------------------|--------------------|-----------------|------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| | Добив kg/dka | Към 1 ±kg/dka | % | Доказа- ност | Добив kg/dka | Към 1 ±kg/dka | % | Доказа- ност | Добив kg/dka | Към 1 ±kg/dka | % | Доказа- ност |
| Вариант I | 41,5 | st. | 100,0 | st. | 42,6 | st. | 100,0 | st. | 42,6 | st. | 100,0 | st. |
| Вариант II | 49,4 | 7,9 | 119,0 | *** | 51,3 | 8,7 | 120,4 | *** | 54,6 | 12,0 | 128,2 | *** |
| Вариант III | 53,6 | 12,1 | 129,2 | *** | 56,8 | 14,2 | 133,3 | *** | 60,0 | 17,4 | 140,8 | *** |
| GD | 5%=0,5 kg/dka | 1%=0,8 kg/dka | 0,1%=1,3 kg/dka | | 5%=0,4 kg/dka | 1%=0,6 kg/dka | 0,1%=1,0 kg/dka | | 5%=0,7 kg/dka | 1%=1,0 kg/dka | 0,1%=1,6 kg/dka | |

* GD са статистически достоверните разлики (5%, 1%, 0,1%)

Положителното влияние на изпитвания фактор утайка върху натрупването на суров протеин е аналогично с влиянието на различното количество утайка върху получения добив от царевично зърно.

През първата година (2013 год.) суровият протеин варира от 7,9 kg/dka при вариант II до 12,1 kg/dka при вариант III в повече от вариант I (st.).

През 2014 год. той е с 8,7 kg/dka при вариант II и с 14,2 kg/dka при вариант III в повече от вариант I (st.).

2015 год. се отличава с по-голямо количество на суров протеин и той е 12,0 kg/dka при вариант II и със 17,4 kg/dka при вариант III повече в сравнение с вариант I (st.).

Това вероятно се дължи на натрупване на органична маса от утайката в почвата и нейното гниене, водещо до увеличаване на хумус в нея за периода от три години.

Доказаност на разликата има и през трите години. GD при 5%, 1% и 0,1% е с висока степен на достоверност.

Това се доказва и от проведения t-test, където отчетохме достоверни разлики ($p < 0,05$) във вариантите I – II, вариантите I – III и вариантите II – III.

По данни на Петров & Христов (2009) в условия на карбонатен чернозем при хибрид Кнежа 421, е установено вариране на съдържанието на суров протеин от 35 до 54 kg/dka.

Получените от нас резултати за показателя количество суров протеин в царевични зърна, се приближават до тези от изследването на Базитов *и кол.* (2013) за царевичен хибрид LG35.62, отглеждан на ливадно-канелена почва. Отчетената продуктивност на суров протеин варира от 35 до 70 kg/dka.

6. ИЗВОДИ

Въз основа на проведеното изследване и анализ на получените резултати може да се направят следните изводи:

1. В анализираните в хода на изследването почва, утайката и смес почва/утайка, използвани при експеримента, са установени многократно по-ниски стойности на замърсители като тежки метали и органични такива, спрямо МДК.

2. Положителното влияние на внесената утайка върху съдържанието на хумус, е установено от агрохимичния анализ на почвата. Влиянието на утайката върху рН и съдържанието на макроелементи е несъществено.
3. Положителният ефект на внесената в почвата утайка, се изразява в по-кратко време на поникване и по-бързо протичане на фазите на развитие на царевичните растения в условия на съдов опит, в сравнение с контролните растения.
4. В условия на самостоятелно използване на утайката, царевичните растения се развиват най-добре.
5. Положително е влиянието на утайката върху показателите височина, дължина и диаметър на стъбло, което е математически достоверно при $p < 0,05$ за вариантите с по-големи количества утайка.
6. Подхранването с утайка (1000 kg/dka и 1500 kg/dka) влияе положително върху растежа и развитието на царевичните растения, отглеждани в условия на полски опит. Най-високи стойности на всички показатели са установени за третата година. Получените резултатите са при висока степен на статистическа значимост ($p < 0,05$).
7. При внасянето на 1000 kg/dka утайка се получава най-висок добив на царевично зърно, което е математически доказано при $p < 0,05$.
8. Математически е доказано, че с най-високо съдържание на протеин са царевичните зърна от варианта с внесено количество 1500 kg/dka утайка.

ПРИНОСИ

с оригинален характер

1. За първи път е проведено проучване на влиянието на утайката от ПСОВ на целулозно-хартиената промишленост върху растежа и развитието на тест култура царевица.
2. Доказан е положителният ефект на различни количества утайка върху фазите на развитие, биометричните показатели и структурата на добива на царевица.
3. Доказана е възможност за оползотворяване на утайка от ПСОВ на целулозно-хартиената промишленост при отглеждане на земеделската култура царевица, без нарушаване на чл.6, ал.1 от Наредба за реда и начина на оползотворяване на утайки от ПСОВ чрез употребата им в земеделието (ПМС №201 от 04.08.2016 г.).

с потвърдителен и научно-приложен характер

1. Установено е, че аналогично на утайките от ГПСОВ, тези от ПСОВ на целулозно-хартиената промишленост могат да се използват за възстановяване баланса на органичното вещество в почвите.
2. Минималните количества на замърсители в утайката от ПСОВ на целулозно-хартиената промишленост не променя агрохимичната характеристика на почвата.
3. Поради добрата влагозадържаща способност на утайката и липсата на опасни замърсители, тя може да се прилага успешно за компостиране като органичен тор за подобряване на почвената структура, увеличаване на общия С и намаляване плътността на почвата.

7. ПРЕПОРЪКИ

1. Поради положителния ефект върху растежа и развитието на растенията, да се проучи възможността за прилагане на утайката от ПСОВ от целулозно-хартиената промишленост в цветарството.
2. Препоръчително е този отпадък да се прилага за рекултивация на сметища, нарушени терени от въгледобива и рудодобива.
3. Да се разшири проучването на спектъра на приложение на утайката от ПСОВ от целулозно-хартиената промишленост в екологосъобразното земеделие

ПУБЛИКАЦИИ

във връзка с темата на дисертационния труд:

1. **Кръстева-Малинова Д., Ванчева В., Вълкова Ек.** 2014. Проучване влиянието на утайката от целулозно-хартиената промишленост върху царевицата при съдови опити.
ECOLOGIA BALKANICA, Vol.6, Issue 1, pp.31-35.
2. **Кръстева-Малинова Д.** 2015. Проучване влиянието на утайката от ПСОВ от хартиената промишленост върху растежа и развитието на царевицата.
ECOLOGIA BALKANICA, Vol.7, Issue 2, pp.57-62.

УЧАСТИЯ

в научни конференции с материали по темата на дисертационния труд:

1. Втора Юбилейна Научна конференция по Екология, 01 ноември 2013г., гр. Пловдив. Постер.
2. Втора Национална конференция за млади учени "Биологически науки за по-добро бъдеще", 30 октомври 2015г., гр. Пловдив. Постер.
3. Първа Национална конференция за докторанти 2016, 01 ноември 2016 год., гр. Пловдив. Постер.