



РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен „Доктор” по: област на висше образование 6. Аграрни науки и ветеринарна медицина, професионално направление 6.1. Растениевъдство, научна специалност „Фуражно производство, ливадарство”

Автор на дисертационния труд: Георги Стоянов Стоянов, задочен докторант, към катедра „Растениевъдство” при Аграрен университет, гр. Пловдив

Тема на дисертационния труд: Проучване възможностите за използване на математически модели за управление добива на царевица (*Zea mays* L.), отглеждана в различни направления

Рецензент: проф. д-р Боряна Георгиева Чуркова; Институт по планинско животновъдство и земеделие - Троян, област на висше образование 6. Аграрни науки и ветеринарна медицина, професионално направление. 6.1. Растениевъдство, научна специалност „Фуражно производство, ливадарство”, определена за член на научното жури със заповед № РД-16-823/04.07.2025 год. от Ректора на АУ.

1. Кратко представяне на кандидата.

Георги Стоянов Стоянов е роден на 08.01.1997 г. През периода 2016-2020 г. се обучава в Аграрен Университет – Пловдив, където получава образователно-квалификационна степен бакалавър, по специалност „Агрономство-полеводство“, в следствие и образователно-квалификационна степен магистър „Минерално хранене и торене на растенията“. През периода 2020-2022 г. работи като търговски представител АСМ-Монтана, а от 01.10.2022 г. е агроном – консултант към Лебозол България. Зачислен е в докторантура задочно обучение към катедра „Растениевъдство” при Аграрен университет със Заповед РД 05-26-71/23.12.2021 г. на Ректора на университета. Докторантът е положил успешно изпит по фуражно производство, ливадарство (Протокол № Д-08/31.01.2024 г.) и изпити по дисциплините: технологии за отглеждане на царевица, научна етика, статистическа обработка на данни, след което е отчислен с право на защита съгласно Заповед РД 26-51/20.06.2025 г. Има публикувани 3 бр. статии по дисертационния труд. Две от тях са в Сборник научни трудове на Съюза на учените в България-Пловдив, като едната е самостоятелна, и другата в съавторство с научните ръководители. Третата статия е публикувана в научно списание индексирено в световна база данни web of science.

2. Актуалност на проблема.

Непрекъснато променящите се климатични условия напоследък налагат усъвременяване на технологиите при производство на селскостопанските култури. Царевицата е основна фуражна култура както за изхранване, така и като важен икономически ресурс. Постигането на високи и устойчиви добиви е свързано с балансирано и прецизно торене, съобразено с хибридните особености, фенофазите на развитие и използваната агротехника. В тази връзка дисертационният труд представя приложено математическо моделиране при листно торене на царевицата, позволяващо прогнозиране на развитието, управлението и оценката на добивите. Посочването на

адаптационни мерки, интегрирани в модели намаляващи негативните ефекти от климатичните промени върху добивите, а оттам и върху доходите на земеделските производители определят актуалността на дисертационният труд, който ще бъде в полза за науката и селскостопанската практика. Въведената съвременна обработка на данните, изразяваща се в извеждане на корелационни зависимости, регресионни уравнения, коефициенти на детерминация, методът CART, двуфакторния дисперсионен анализ, сила на зависимостта, факторен анализ, доказващи влиянието на отделни фактори, самостоятелно и във взаимодействие определят дисертационното изследване като изключително актуално в научно отношение.

3. Цел, задачи, хипотези и методи на изследване.

Научното изследване има за цел разработване на математически (аналитични) модели при 5 хибрида царевица с различни ФАО и произход (различна генерация) в направления за силаж и зърно.

Целта е реализирана чрез разработване на сладните задачи:

Проучване продуктивните възможности на културата в направления – производство на силаж и зърно; изследване модели за влиянието на листни продукти върху добива; моделиране на добива в зависимост от структурните елементи; оценка на оптималните интервали на изменението на метеорологичните условия и прилагани листни продукти, както и възможности за повишаване качеството на база разработени модели; сравнение на резултатите от приложените методи и получените модели и качествата им за прогнозиране на стойностите на зависимата променлива спрямо реалните данни; Статистически анализ с приложение на метода CART за избор на адекватни модели; Диагностика на грешките, анализ и оценка на построените модели.

Реализирането на целта и задачите е осъществено чрез залагане на полски експеримент през периода 2022-2024 г. в Академичния технологичен комплекс на Тракийски университет, гр. Стара Загора с торов опит при поливни условия. Опитът е проведен по метода на дробните парцели, в 4 повторения с големина на опитната площ от 15 m². Проучени са 5 хибрида царевица x 3 варианта на листно торене (15 варианта). Проследени са три **Фактора**: **1. Фактор А**: хибриди царевица (A₁ - DKC 4416; A₂ - LG 31.390; A₃ - PREMEO; A₄ - PIONEER P9889; A₅ - КНЕЖА-4. **2. Фактор В**: продукти за листно подхранване: (B₁-Контрола; B₂-подхранване с Aminosol +Lebozol B + Lebozol Zn, Nutriplant 36; B₃-подхранване с Kinsidro Grow, N-Lock. **3. Фактор С**: метеорологични условия на реколтна година (C₁-2022 г.; C₂ -2023 г.; C₃-2024). Проследено е самостоятелното действие на факторите, както и взаимодействието между фактор А и В.

Проучени са следните показатели: *Фенологично развитие на царевичните хибриди*; височина на растенията и брой листа на 1 растение; *Структурни елементи на добив зърно, включващи*; дължина на кочана, брой редове в кочан, брой зърна в ред, маса на 1000 зърна, g и продуктивни показатели (Добив на зърна и зелена маса). Химичните анализи, определящи качеството на биомасата са представени чрез съдържание на протеин, сурова пепел, мазнини, а на зърното обща пепел, протеин и сурова целулоза. На базата на химичните анализи е изчислена хранителната стойност на фуража. **Статистическа обработка на получените резултати** е представена чрез *двуфакторен дисперсионен анализ, корелационен и регресионен анализ*.

4. Онагледеност и представяне на получените резултати.

Дисертационният труд е структуриран в 175 страници, които са разпределени по следния начин: Заглавна страница - 1стр., Съдържание - 2, Увод - 3 стр.; Литературен преглед - 24 стр.; цел и задачи на изследване - 1 стр.; Материал и методи - 30 стр.; резултати и обсъждане - 84 стр.; изводи - 3 стр.; приноси – 2 стр., литература - 25 стр. Литературната справка обхваща общо 191 литературни източника, като 24 са на кирилица и 167 на латиница. Трудът включва 36 таблици и 29 фигури. Избраната структура е логически обвързана със заглавието и поставената цел на изследване. Представената информация е предимно от съвременни изследвания и доказва добрата литературна осведоменост по разработвания проблем.

Раздел „Литературен преглед” се състои от четири подраздела, които са систематизирани според целите и задачите на дисертационния труд. Направен е задълбочен анализ на произхода, разпространението и стопанско значение на царевичата (*Zea mays* L.). Във втория подраздел е представено влиянието на хранителния режим върху развитието и продуктивността на царевичата в направления за силаж и зърно. Посочено е влиянието на климатичните фактори върху растежа, развитието и продуктивността на царевичата. Отчетен е ефекта на минералното торене с азот, фосфор и калий върху продуктивния потенциал на царевичата. Представени са данни за действието на различни листни органични торене върху химичния състав и хранителната стойност на царевичата за фураж и влиянието им върху структурните елементи на добив зърно. В четвъртият подраздел е характеризиран моделът CERES-maize, който стимулира растежа на царевичата, почвата, водата, температурата и динамиката на азота на полето за един вегетационен сезон. Посочена е DSSAT софтуерна приложна програма и установено влиянието на неравномерността на разпределението на поливната вода и азотните торове върху добивите и околната среда чрез приложение на модела CERES-NC.

5. Обсъждане на резултатите и използвана литература.

Анализите на проведените задълбочени изследвания са насочени към проучване влиянието на органичното торене при 5 хибрида царевича с различни ФАО върху показатели определящи продуктивните възможности на културата, с цел разработване на математически (аналитични) модели. Основният раздел „Резултати и обсъждане” се състои от шест подраздела включващи фенологично развитие, биометрични показатели на растенията, структурни елементи на добив зърно, продуктивни показатели, химични анализи и статистическа обработка на получените данни. Всеки показател е представен като подраздел, включващ експериментални данни на проучени хибрици царевича торени с биоторове. Представените резултати са в съответствие със задачите и отразяват начина и нормите на торене с Aminosol +Lebozol B + Lebozol Zn, Nutriplant 36; с Kinsidro Grow, N-Lock.

Първи подраздел описва фенологичното развитие на петте хибрида царевича, като са посочени датите за настъпване на фенофазите: поникване, 3-ти лист, вретене, изметляване, изсвиляване, млечна, восъчна и пълна зрелост. Проследено е влиянието на температурата и валежите върху протичането на отделните фенофази след прилагано органично торене. Установено е, че за условията на гр. Стара Загора царевичният хибрид ДКС 4416 е най-ранозрял, с продължителност на вегетационния период 116,3 дни, а хибрида е Кнежа-461 е с регистриран период на вегетация 124,7 дни. Проучванията доказват, че листното торене удължава продължителността на вегетационния период.

Биометричните изследвания включват височина на царевичните растения и брой листа на едно растение. Установено е, че прилагането на многокомпонентните и еднокомпонентни торове Aminosol + Lebosol B + Lebosol Zn, Nutriplant 36 допринасят за увеличаване стойностите на показателите височината на растенията и брой листа в едно растение. Височината на растенията нараства от 8,3 % (Кнежа-461) до 119,7% (Premeo), спрямо контролите, а хибридите LG 31.390 и Pioneer P9889 увеличават броя на листата.

Структурните елементи на добив зърно, представени във втори подраздел включват данни за дължина на кочана, брой редове в кочан, брой зърна в един ред и маса на 1000 зърна на петте хибрида царевича след приложено листово торене по години и средно за периода 2022-2024 г. Отражена е положителна тенденция за нарастване параметрите на показателите дължината на кочана и брой редове в един кочан, в резултат на торенето. Установена е по-голяма дължина на кочана под влияние на комплексното третиране с Aminosol + Lebosol B + Lebosol Zn, Nutriplant 36 при хибридите Кнежа-461 и Premeo. Всички проучени хибриди увеличават броя зърна в ред след приложеното листово торене, като най-висок е ефекта му по отношение броя зърна в ред и масата на 1000 зърна при хибрида DKC 44166 (33,1 %).

В трети подраздел са посочени продуктивните показатели добив на зелена маса и зърно. Формирането на зелена маса при петте хибрида, силно се влияе от приложеното извънкореново торене. Установено е, че най-ефективно е торенето с комбинацията Aminosol + Lebosol B + Lebosol Zn и Nutriplant 36, както по отношение добив на зелена маса, така и по отношение добив на зърно. Средно за периода на проучване с най-висок добив на зелена маса е Хибрид Кнежа-461 (87816,00 kg/ha), а на зърно хибрида Pioneer P9889 (13515,47 kg/ha). Представеният дисперсионен анализ показва най-силно влияние върху продуктивността на фактор В „продукти за листово третиране“ с влияние от 98% (2023 г.) за добив зелена маса и 83 % (2024 г.) за добив зърно.

Следващият подраздел «Химични анализи» представя данни на показатели характеризиращи качеството на зелената маса и зърното. Установено е нарастване съдържанието на суров протеин с 15,2 % в зелената маса, спрямо контролата при хибрида Premeo (105,63 g/kg СВ) след третиране с листовите торове Aminosol + Lebosol B + Lebosol Zn и Nutriplant 36. Извънкореновото торене с Kinsidro Grow и N-Lock повишава нивата на суровия протеин от 4,8 % (DKC 4416) до 13,8 % (Premeo). Суровият протеин в зърното при всички хибриди нараства от 4,5 % до 19,0 % в сравнение с контролите, а увеличението е най-високо при DKC 4416 и Pioneer P9889. Влиянието на листовото торене върху енергийна и протеинова хранителност на фуражите е незначително.

Раздел шести „Статистически анализи и модели“ представя корелационни зависимости между количествени и качествени параметри, свързани с прилагано торене при пет хибрида царевича. На база получени стойности на корелационни зависимости са разработени регресионни модели.

Установена е силна корелационна взаимовръзка между показателите „брой листа“ и „височина“ ($r = 0,866$), „дължина на кочана“ и „маса на 1000 зърна“. Установена е силна положителна корелация между химичните показатели „суров протеин“ и „Пепел“ ($r = 0,858$) при хибридите за силаж и между показателите „суров протеин“ и „сурови влакнини“ ($r = 0,839$) при хибридите за зърно.

Представена е теоретичната регресионна линия и уравнението на регресионна зависимост между показателите торене и добив силаж по години и средно за периода. Средно за периода на проучване високият корелационен коефициент на тези два

показателя дава възможност за изразяване на силна зависимост чрез уравнението: $y = 740.85x^2 - 3114.4x + 75023$, при коефициент на детерминация – $R^2 = 0.8553$. При производство на зърно зависимостта е още по-висока, доказана чрез уравнението $y = -101.52x^2 + 844.18x + 10274$, с много висок $R^2 = 0.9283$.

Йерархичният клъстер анализ дава възможност за оформяне на два клъстера. Първият клъстер обединява хибридите DKC 4416, LG 31.390 и Premeo, които са близки по съдържание на БЕВ, Пепел, СМ, добив зърно, брой листа, дължина и брой редове. Вторият клъстер обхваща хибридите Pioneer и Кнежа-461, които имат сходни брой зърна в ред, пепел и добив силаж. Построено е дърво на решенията, получено за променливата „добив зелена маса“ и „добив зърно“ по CART модела.

Правилно изведените научноизследователски експерименти, направените задълбочени анализи и съвременната статистическа обработка на данните доказват получените резултати. Стилът и езикът в изложението на дисертационият труд са ясни и точни. Интерпретацията на получените резултати е извършена професионално, като резултатите са сравнени с такива на други автори.

На база получени резултати са формулирани **15 извода**, които дават ясна представа за обема и съдържанието на дисертационната работа. Изводите са подредени в логическа последователност, следвайки хода на проучените показатели.

6. Приноси на дисертационния труд.

В резултат на проведеното тригодишно изследване са получени резултати, обособени по следния начин като **приноси**:

Научно-теоретични приноси

1. За първи път при агроекологичните условия на гр. Стара Загора са установени специфични закономерности в растежа, развитието и вегетационната продължителност при пет ранни и средноранни хибрида царевица.

2. Установено е количественото влияние на факторите „листно торене“ и „хибрид“ върху добива на зърно и зелена маса. Двухакторният дисперсионен анализ показва, че фактора торене (72,3 % при добив зърно и 81,3 % при зелена маса) превъзхожда фактора генотип.

3. Доказани са силни положителни корелационни зависимости между основни структурни елементи на добива и показатели на продуктивността (между брой листа и височина $r = 0,866$), както и между дължина на кочана, маса на 1000 зърна и добив зърно.

4. Разработените регресионни модели ($y = 740.85x^2 - 3114.4x + 75023$, при коефициент на детерминация $R^2 = 0.8553$ за зелена маса и $y = -101.52x^2 + 844.18x + 10274$ при $R^2 = 0.9283$ за добив зърно), както и дейта майнинг модел с машинно обучение от типа CART дават възможност за прогнозиране влиянието на листните торове.

5. Чрез използване на йерархичен клъстерен анализ изследваните хибриди са групирани на база продуктивност и химичен състав, което дава възможност за целенасочено използване в производството.

Научно-приложни приноси

1. Доказано е положителното влияние на листното торене с комбинацията Aminosol + Lebosol B + Lebozol Zn и Nutriplant 36 върху добивите на зелена маса (до 49,6%) и зърно (до 31,8%).

2. Определени са хибридите (Premeo, Pioneer P9889, DKC 4416) с най-висока отзивчивост към листно торене, което ги прави подходящи за интензивно производство.

3. На база получени резултати са предложени конкретни комбинации от листни торове за оптимизиране на технологичните параметри при отглеждане на царевица с цел повишаване съдържанието на суров протеин в зелената маса и зърното.

4. Разработена е научнообоснована технология за листно торене при царевица, приложима в условията на Югоизточна България, като същата е подкрепена със статистически доказани резултати.

5. Създадена е практическа основа за прецизно управление на торенето при царевица, която включва и възможности за адаптиране на модела за различни хибриди и насоки на производството (биомаса, зърно).

7. Критични бележки и въпроси

Позволявам си да посоча следните бележки:

1. Вероятно в задача 4 на раздел «Цел и задачи на изследване» е допусната техническа грешка – вместо «повишения» е посочено «понижения» на показателите на качеството.

2. При оформяне на приносите биха могли да се посочат изведените регресионни уравнения, а не само коефициентите на детерминация, тъй като те са основа за прогнозиране на продуктивността. Добре би било да се представят и моделите, които са приложени, за да отговарят на темата на дисертационния труд.

8. Публикувани статии и цитирания.

Представеният **Автореферат** напълно съответства на структурата и съдържанието на дисертационния труд и представя в синтезиран вид научните изследвания, получените резултати, изводи и приноси.

В автореферата са представени три броя статии по дисертационния труд, от които една самостоятелна и две в съавторство с научните ръководители, които покриват наукометричните показатели за образователна и научна степен „Доктор”, съгласно ЗРАСРБ и правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Аграрния университет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Въз основа на научените и приложените, от докторанта, различни методи на изследване, правилно изведените експерименти, направените обобщения и изводи считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника на Аграрния университет за неговото приложение, което ми дава основание да го оценя **ПОЛОЖИТЕЛНО**.

Позволявам си да предложа на почитаемото Научно жури също да гласува положително и да присъди на Георги Стоянов Стоянов образователната и научна степен

“доктор” по научната специалност „Фуражно производство, ливадарство“.

Дата: 21.08.2025
гр. Пловдив

Подписите в този документ са заличени

във връзка с чл.4, т.1 от Регламент (ЕС) 2016/679 .
1)

(Общ Регламент относно защитата на данни).