

DOI: <https://doi.org/10.61308/NOSL4790>

Влияние на агротехническите земеделски практики върху продуктивността на царевица и картофи отглеждани в конвенционални и биологични сеитбообращения

Илияна Герасимова, Миладин Назарков*

ССА, ИПАЗР „Н. Пушкиarov”, София
E-mail*: m.nazarkov@issapp-pushkarov.org

Резюме

Проведено е изследване, чрез анализиране на получени данни от извършени полски експерименти с царевица и картофи, отглеждани в сеитбообращения върху два почвени типа – Излужена Смолница (*Haplic Vertisols*) в Божурище (Софийско) и Излужени Канелени горски почви (*Chromic Luvisols*) в Суходол (Софийско) на ИПАЗР „Н. Пушкиarov”. Проучено е влиянието на хербициди, минерално торене и органични биостимулатори, върху добива от царевица отглеждана в конвенционално сеитбообращение в условията на Излужена Смолница. Изследван е ефекта на приложеното зелено торене върху добива на картофи, включени в структурата на сеитбообращение при биологично отглеждане в условията на Излужени Канелени горски почви в Суходол.

Целта на изследването е да се анализират добивите при култури, включени в структурата на сеитбообращения при условия на конвенционално отглеждане - царевица и биологично – зелено торене (грах и ръж) - картофи, в зависимост от приложените агротехническите земеделски практики (минерално, органично, зелено торене и два фона на растителна защита). Получените добиви при царевицата отглеждана на опитното поле в Божурище, представляват сумарен израз на приложената технология за отглеждане в зависимост от изпитваните фактори и условията на годината. Тенденциите за влиянието на фактори върху добива на допълнителната продукция следват тези на добива на зърно. Най-висок добив 5966,6 kg/ha е получен при торените варианти за В1а2 с приложен хербицид и биостимулатор Алга 600 и при В2а3 - 5840kg/ha с приложени хербицидна смес и Лейли 2000. Получените добиви от царевицата са сравнително ниски, което се обяснява с недостатъчното количество на валежите през критичните фази от нейното развитие. Тези констатации потвърждават нестабилната продуктивност при отглеждане на царевица при неполивни условия. Най-значимо влияние върху структурните елементи на царевицата – дължина на кочана, тегло на един кочан и маса на 1000 зърна, оказва торенето.

Анализът показва, че след разораване на смеската за зелено торене в почвата постъпва най-голямо количество N (45,8-57,2 kg/ha) и K (43,6-50,8 kg/ha), като основният дял се реализира от бобовата култура, поради по-високото количество получена биомаса и съответно по-

високото съдържание на азот и калий.

Разполагането на картофите след друга окопна култура в сеитбообращението в комбинация със зелено торене и изборът на сорт са предпоставка за успешно биологично производство (среден добив 9517 kg/ha). В структурата на добива преобладава средната фракция клубени. Основните качествени показатели на клубените са в границите на характерните за културата и сорта.

Ключови думи: междинни култури, сеитбообращение, царевица, картофи, зелено торене, биостимулатори

Influence of agrotechnical farming practices on the productivity of maize and potatoes grown in conventional and organic crop rotations

Iliyana Gerasimova, Miladin Nazarkov*

Agricultural Academy, ISSAPP “N. Pushkarov”, Sofia

Corresponding author*: m.nazarkov@issapp-pushkarov.org

Citation: Gerasimova, I., & Nazarkov, M. (2023). Influence of agrotechnical farming practices on the productivity of maize and potatoes grown in conventional and organic crop rotations. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 57(4), 27-40 (Bg).

Abstract

A study was conducted by analyzing data obtained from field experiments with maize and potatoes grown in crop rotations on two soil types *Haplic Vertisols* in Bozhurishte (Sofia) and *Chromic Luvisols* in Suhodol (Sofia) of ISSAPP “N. Pushkarov”. The influence of herbicides, mineral fertilization, and organic biostimulant on the yield of maize grown in a conventional crop rotation under the conditions of Haplic Vertisols has been studied. The effect of the applied green fertilization on the yield of potatoes, included in the crop rotation structure for biological cultivation under the conditions of Chromic Luvisols in Suhodol, has been studied.

The purpose of the study is to analyze the yields of crops included in the structure of crop rotations under conditions of conventional cultivation of maize and biological green fertilization (peas and rye) of potatoes, depending on the applied agricultural practices (mineral, organic, green fertilization, and two plant protection regimes). The obtained yields for the maize grown at the Bozhurishte experimental field, represent a summary of the applied cultivation technology against the tested factors and the conditions of the year. The trends of the influence of the investigated factors on the yield of additional production follow those of the yield in grain. The highest yield of 5,966.6 kg/ha was obtained in the fertilized variants for B₁a₂ treated with herbicide and biostimulant Alga 600. A yield of 5,840 kg/ha was obtained in B₂a₃ treated with herbicide mixture and Leili 2000. The

obtained yields of maize are relatively low, which is explained by the insufficient amount of precipitation during the critical stages of its development. These findings confirm the unstable productivity of maize growing under non-irrigated conditions. Fertilization has the most significant influence on the structural elements of maize - length of cob, weight of a single cob and weight of 1000 grains. The analysis shows that after ploughing the green manure mixture, the largest amount of N (45.8-57.2 kg/ha) and K (43.6-50.8 kg/ha) enters the soil, with the main share realized by the leguminous crop, due to the higher biomass obtained and the higher content of nitrogen and potassium, respectively.

The placement of potatoes after another row crop in the crop rotation in combination with green fertilization and the choice of variety are prerequisites for successful organic production (average yield of 9,517 kg/ha). The medium fraction of tubers prevails in the yield structure. The main quality indicators of the tubers are within the typical limits for the culture and the variety.

Key words: intermediate crops, crop rotation, maize, potatoes, green manure, biostimulant

Въведение

Прегледът на научните изследвания показва, че независимо от усъвършенстването на технологиите за биологично отглеждане на културите, както и постиженията на специализираната селекция, добивите остават значително по-ниски в сравнение с тези от конвенционалните системи (Gerasimova & Mitova, 2019).

Устойчиво производство на царевица и получаване на качествени и икономически изгодни добиви се постига с прилагането на добра агротехника. Решаващ фактор в това отношение, освен използването на хибриди с висок генетичен потенциал е и балансираното хранене. За стимулиране растежа и развитието на растенията и по-пълно проявление на генетичните продуктивни възможности, се използват различни видове биостимулатори (Nazarkov & Nikolova, 2020). Биостимулаторите са продукти, които катализират естествените процеси за подобряване на метаболизма, повишаване на добивите и качеството на получената продукция (Milev, 2005). Подходящи са за листово приложение (самостоятелно или в работни смеси с пестициди, омокрители и листови торове), фертигация, за третиране на семена в конвенционалното и биологично производство

(Kostadinova & Panayotova, 2017).

Картофите са култура с голямо продоволствено, промишлено и фуражно значение и са основна храна в много страни, като органичното им производство непрекъснато се увеличава. Сеитбообращенията са особено важни за културата, поради необходимостта от възстановяване на почвените качества след интензивното използване във фазата на заемане на площта от картофите (Gerasimova & Mitova, 2019).

Предшествениците на културите и в тази връзка, структурата на сеитбообращението са основни технологични елементи на органичната система като Mäder et al., (2002) идентифицира важноста на предшественика и особено ролята на смеската житно/детелина в органичното сеитбообращение. Аналогични са резултатите на Mitova & Vlagoeva (2008), които установяват по-високи добиви след извършено зелено и органично торене, което се дължи и на факта, че заораната биомаса има комплексно влияние върху агрохимичните, водно-физичните и микробиологичните свойства на почвата с определящо значение за добивите. Според Campiglia et al., (2009) добивът от картофи, отглеждани след детелина и фий са еднакви с добивите при използване на NPK минерално торене (48,5 t/ha). Правилното управление

на хранителния режим при отглеждането на картофи е особено важно (Alva et al., 2011). Доказано е, че добивът от картофи се определя преди всичко от достъпността на азота от предходната година или органичните вложения - оборски тор или зелено торене (Neuhoff & Körke, 2002; Rinnofner et al, 2008; Van Delden et al., 2003).

Целта на изследването е да се анализират добивите при култури, включени в структурата на сеитбообращения при условия на **конвенционално отглеждане на царевица и биологично – зелено торене (грах и ръж) – на картофи**, в зависимост от приложените агротехнически земеделски практики (минерално, органично, зелено торене и два фона на растителна защита).

Материали и методи

Представят се резултати от полски изследвания на две опитни полета през периода 2014-2017, в опитна база Божурище и в опитното поле Суходол, Софийско на ИПАЗР „Н. Пушкиarov”.

В опитното поле в Божурище е изследвано зърнено фуражно сеитбообращение от типа - окопно – зимно житно – бобово: царевица (*Zea mays*) – пшеница (*Triticum aestivum*) – грах (*Pease sp.*) (таблица 1). Общата площ на опита е 3332 m², който включва 36 парцели с площ 56 m² с големина на реколтните парцели 30 m². Изпитани са три основни фактора: **фактор А** - органични биостимулатори – (a_1 – Алга 300++/Нутри-алгафид – 1 l/ha; a_2 – Алга 600 – 0,5 kg/ha; a_3 – Лейли 2000 – 1 l/ha), които представляват екстракт от морски водорасли (*Sargassum sp.*); **фактор торене Т** - (T_0 – без торене и $T_1-N_{14}P_{10}$), като са използвани троен суперфосфат и амониев нитрат и **фактор В** - хербицид и хербицидна смес; хербицид B_1 – Тарот Плюс (60,87% дикамба + 3,26% никосулфурон) – 0,384 kg/ha и прилепител Тренд – 0,1%; B_2 – хербицидна смес – Сирио 4СК (40 g/l никосулфурон) – 1,25 l/ha и Магнето СЛ (344 g/l 2,4Д + 120 g/l дикамба) – 1 l/ha, приложени в съответствие с указанията и изискванията, посочени в етикета на продуктите в подходяща фаза от развитието на културата

(пети лист) и плевелите (житни плевели – фаза първи – трети лист и широколистни плевели – фаза втори – четвърти лист). Третирането е осъществено чрез съвместно използване в работна смес с биостимулаторите. Царевицата заема сеитбооборотното поле през първата година на ротацията – 2015. Царевицата е хибрид „Кинемас” KWS, 350 по FAO, засята след предшественик пшеница в оптималния за района срок. Сеитбата е редова по (схема 21x70 cm) с вътрередово разстояние 21 cm и междуредово разстояние от 70 cm, за да се осигури механизизирано окопаване в междуредието. Изследвана е върху степента на влияние на трите фактора – хербициди, минералното торене и органични биостимулатори върху добива от царевица.

През периода 2014-2016 в опитното поле в Суходол, Софийско на ИПАЗР „Н. Пушкиarov” са проведени полски изследвания, като картофите са включени в структурата на триполно сеитбообращение с еднаква последователност на редуване на културите: 1) зелен фасул, 2) житно-бобова смеска за зелено торене – картофи, 3) пшеница/тритикале. Картофите заемат сеитбооборотното поле през втората година на ротацията. Полето премина към биологично управление през 2004. Сеитбообращенията са организирани съгласно принципите на биологичното земеделие: диверсифициране на културите, участие на бобова култура (33%), включване на междинна култура за растителна покривка и зелено торене в полето на картофите, органично торене с оборски тор в полето на зеления фасул. Размерът на опитната площ на всеки вариант е 300 m², а на реколтната – 12 m².

Смеската (ръж + грах), за разлика от конвенционалните сеитбообращения, където се включва с цел интензифициране, в биологичните сеитбообращения има почвозащитна роля, не е стокова продукция и не води до влошаване на сроковете за сеитба на следващите култури. Наситняването и заораването на смеските за зелено торене в полето на картофите е извършвано чрез дискуване след предварителното им окосяване. През вегетацията на картофите са

Таблица 1. Сеитбообращения в опита за периода 2015-2017 в ОП Божурище**Table 1.** Crop rotation in the experiment for the period 2015-2017 in the experimental field Bozhurishte

Години/ Years	2015	2015/2016	2016/2017
Сеитбообращения/ Crop rotation	Царевица/Maize	Пшеница/Wheat	Грах/Peas

Таблица 2. Сеитбообращения в опита за периода 2014-2016 в ОП Суходол.**Table 2.** Crop rotation in the experience for the period 2014-2016 in the experimental field Suhodol

Години/Years	2014	2014/2015	2015/2016
Сеитбообращения/ Crop rotation	Зелен фасул + зелено торене/ Green beans + manure	Предкултура за зел. торене – (ръж + грах) – картофи/ Preculture for green manure - (rye + peas) - potatoes	Тритикале/Пшеница/ Triticale/Wheat

Таблица 3. Агроклиматични показатели за вегетационния период на културите. Основни метеорологични характеристики за вегетационния период**Table 3.** Agroclimatic indicators of the vegetation periods of the crops. Main meteorological characteristics for the vegetative period

Култури/Crops	Вегетационен период/ Vegetative period	Сума на валежите/ Amount of precipitation		Средно месечна температура на въздуха/ Monthly average air temperature	
		mm	% deviation from norm (+/-)	t° C	% deviation from norm/ отклонение от нормата (+/-)
Царевица/Maize	2015	192,5	-35	19,7	9,14
Картофи/ Potatoes	2015	236,2	-9,9	20,1	9,5
Зимна житна – бобова смеска/ Winter cereal-bean mixture	2014/15	260,5	-4,6	6,1	36,4

извършвани две механизирани обработки и ръчно окопаване за загърляне. Схемата на редуване позволява в рамките на сеитбообращението да се редуват различни по вид и дълбочина обработки за поддържане на физическото състояние на почвата и засилване на техния почвозащитен ефект.

В изследването са използвани средно-късни картофи, сорт – “Агрия”. Засаждането е гнездово по (схема 25x70 cm) с вътрередово разстояние 25 cm и междуредово разстояние от 70 cm, за да се осигури механизирано окопаване в междуредието. Изследвана е взаимовръзката между добива и основните

структурни елементи, определящи добива при царевица и картофи.

Полските опити с царевица и картофи са изведени при неполивни условия. Почвата в опитното поле в Божурище е мощна Излужена Смолница (*Haplic Vertisols*), която е представителна за широко разпространените силно глинести смолници в Софийско. Характеризира се с мощен много глинест (около 1 m) хумусен хоризонт. Съдържанието на физична глина в орния слой достига до 74,1-75,9% на ил до 60%. По съдържание на хумус (от 2,43 до 3,82%) се отнася към средно хумусните почви. Съдържанието на общ азот (N) е от 0,19 до 0,26% и е в ниски до умерени количества. По съдържание на общ фосфор (P), почвата се определя като слабо запасена. Реакцията на почвения разтвор е неутрална до слабо алкална.

Почвата в опитното поле в Суходол е Излужена Канелена горска почва (*Chromic Luvisols*), слабо до средно ерозирана, слабо кисела. Обработваемият слой е с тежък механичен състав: хумус – 2,48%, общ азот – 0,139%, общ фосфор – 0,115% и добре запасена с калий.

Приложен е еднофакторен и двуфакторен дисперсионен анализ, с приложение на F-критерий и използван статистически продукт Stat Graphics и статистическата програма SPSS. За установяване на причинно следствени връзки и зависимости между отделни величини е приложен корелационен анализ, чрез изчисляване на коефициента на корелация (r).

Резултати и обсъждане

От съществено значение за нормалното развитие на изследваните култури са валежите през вегетационния период. За смеската (ръж + грах), за зелено торене, това са месеците от октомври до април, за царевицата и картофите – май-август-септември.

През периода на засяване – прибиране на смеската за зелено торене (октомври 2014 – май 2015) в опитна база Суходол, Софийско са паднали 260,5 mm валежи (таблица 3).

Количеството им осигури добро зимно-

пролетно влагозапасяване. Благоприятните температурни условия продължиха през пролетта. Средномесечната температура на въздуха през пролетните месеци март и април е по-висока от климатичната норма, което ускори пролетното вегетативно развитие на смеската. Грахът като култура има много бърз растеж и ускорено натрупва голямо количество биомаса. При тези условия достигна до коситбена фаза бързо в края на април и началото на май.

През периода на 2015 година от засяването на царевицата и картофите до тяхното прибиране (май – септември), и за двете експериментални бази, метеорологичните условия се отличават със специфични особености, но са сравнително благоприятни за развитието и продуктивността на културите, включени в изследването. Вегетационните валежи за експериментална база в Божурище са 192,5 mm, които са два пъти по-ниски от необходимите, неравномерно разпределени през вегетацията, а за опитното поле в Суходол сумата на вегетационните валежи (май-август) е равна на почти половината от годишната норма на валежите за района – 236,2 mm. Динамиката на средномесечната сума на валежите и средномесечните температури през месеците май, юни и юли се разглеждат обстойно, тъй като те са основна част от вегетационния период на всички култури. Наблюдава се ясно изразен максимум на валежите през месец май (144,9 mm) и юни (131,6 mm) при картофите и през месец май и юни (75 mm) и съответно (85 mm) при царевицата за зърно, което е благоприятно за пролетните култури (царевица и картофи).

В началния период от развитието на царевицата – поникване - фаза 9-10^{ти} лист, растенията са добре обезпечени с необходимото количество влага. Валежите през месец юни и тези до 20 юли съвпадат с фазите изметляване и изсвиляване, което се отрази благоприятно върху протичане на репродуктивните процеси (засичане и формиране на кочана и метлицата). След този период настъпи продължително засушаване в продължение на два месеца до средата на септември, когато е измерен валеж от 12 mm през август, който е крайно недостатъчен

за нормалното протичане на фазите - млечна зрялост и наливане на зърното. Падналите валежи през месец юни, осигуриха добър влажностен режим на почвата и благоприятстваха периода на клубенообразуване при картофите.

Въз основа на направения анализ на метеорологичните условия през отделните години може да се отбележи, че те се отличават със специфични особености, но са сравнително благоприятни за развитието на културите, включени в изследването.

Получените добиви при царевицата, отглеждана на опитното поле в Божурище, представляват сумарен израз на приложената технология за отглеждане с изпитваните фактори и условията на годината. Най-висок добив 5966.6 kg/ha е получен при торените варианти за B_1a_2 с приложен хербицид и биостимулатор Ага 600 и при B_2a_3 - 5840kg/ha с приложени хербицидна смес и Лейли 2000.

Дисперсионният анализ на данните показва, че самостоятелното действие на трите фактора е статистически значимо за вероятност на грешката за торенето – при ниво на значимост $p < 0,1\%$, за хербицида и биостимулатора – при $p < 5\%$ (таблица 4). Установено е, че 47,72% от общото вариране на данните в опита се дължат на влиянието на торенето. Разликата в добивите между торените и неторените варианти при царевица за зърно (основна продукция) и допълнителна продукция (царевичак) е 41,16% (1620 kg/ha) за зърното и (2070 kg/ha) за царевичака. На влиянието на биостимулатора се дължат 6,74% от общото вариране, като най-голям ефект от 4 до 14% е получен във вариантите, третиран с Алга 600, следван от Лейли 2000 и най-нисък при Алга 300++/Нутри-алгафид. Разликите са статистически доказани между вариантите a_1 и a_3 . Най-слабо е влиянието на хербицида – 3,99%, което е статистически значимо при $p < 5\%$. При прилагане на хербицид и хербицидна смес във вариантите доказаната разлика от 5% е по-голяма в полза на хербицидната смес Сирио 4SK + Магнето, където полученият добив е с 9,41% (470 kg/ha) по-висок, отколкото при третиране с Тарот плус. Статистически доказано е и взаимодействието между хербицид и торене,

както и между хербицид и биостимулатор съответно (при $p < 1,6\%$ и $p < 1,2\%$). Съвместното влияние на торене и биостимулатор, както и на трите изследвани фактора не е доказано. От съвместното влияние на изпитваните фактори най-силно е варирането, дължащо се на хербицида и биостимулатора – 9,65% (таблица 4).

Тенденциите за влиянието на изследваните фактори върху добива на допълнителната продукция следват тези на добива от зърно. Най-висок добив зърно е получен при торените варианти с приложени хербицид и биостимулатор Алга 600 - B_1a_2 и B_2a_3 с приложени хербицидна смес и биостимулатор Лейли 2000. Те са сравнително ниски, което се обяснява с недостатъчното количество на валежите през критичните фази от нейното развитие – млечна зрялост и наливане на зърното, които се отразиха негативно върху структурните елементи на добива и общата продуктивност. Тези констатации потвърждават нестабилната продуктивност при отглеждане на царевица при неполивни условия.

Анализът на данните показва, че най-значимо влияние върху структурните елементи на царевицата – дължина на кочана, тегло на един кочан и маса на 1000 зърна, оказва торенето (при вероятност за грешка $p < 0,1\%$), като варирането в данните спрямо общото вариране е съответно 24,21%, 45,88% и 71,30%. Следва влиянието на биостимулатора – 27,44% ($p < 1\%$), 7,76% ($p < 5\%$) и 11,54% ($p < 0,1\%$). Хербицидът е повлиял само върху теглото на един кочан ($p < 5\%$) и маса на 1000 зърна ($p < 0,1\%$).

Най-благоприятно влияние върху дължината на кочана, както при хербицид, така и при хербицидна смес, оказва биостимулаторът Лейли 2000 при вариантите с торене, макар че стойностите му не се различават статистически от тези при неторените. Теглото на един кочан, както и масата на 1000 зърна, са най-високи при прилагане на Лейли 2000 за всички варианти на останалите фактори. Данните за другите изучавани структурни елементи (брой редове, брой зърна в един ред и хектолитрова маса) показват, че разликите, дължащи се

Таблица 4. Дисперсионен анализ на данните за добива – царевица на зърно, 2015
Table 4. Analysis on the variance of yield data – maize grain, 2015

Вариация/ Source of variation	Сума на квадратите/ Sum of squares	Сума на квадратите/ Sum of squares (%)	df	Среден квадрат/ Mean square	F-Сравнително/ F-relatively	Ниво на значимост/ Significance level
Хербициди/ Herbicide (B)	19693,444	3,996	1	19693,444	4,404	,047 *
Торене– Fertilizer (T)	235225,000	47,724	1	235225,000	52,606	,000***
Биостимулатор/ Biostimulant (a)	33232,889	6,742	2	16616,444	3,716	,039 *
B * T	30044,444	6,096	1	30044,444	6,719	,016 *
B * a	47542,889	9,646	2	23771,444	5,316	,012 *
T * a	16350,000	3,317	2	8175,000	1,828	,182 -
B * T * a	3478,222	0,706	2	1739,111	,389	,682 -
Грешка/Error	107315,333	21,773	24	4471,472		
Общо/ Total amount	492882,222		35			

B		НМДР/LSD 5% =46,006 НМДР/LSD 1% =62,344 НМДР/LSD 0,1%=83,475	Variants		НМДР/LSD 5% =112,690 НМДР/LSD 1% =152,711 НМДР/LSD 0,1=204,470
Добив/ Yield (kg/Ha)			Добив/ Yield (kg/Ha)		
1	4510,833		B ₁ T ₀ a ₁	2380,333	
2	4980,611		B ₁ T ₀ a ₂	4300,000	
			B ₁ T ₀ a ₃	3508,000	
			B ₁ T ₁ a ₁	5320,667	
			B ₁ T ₁ a ₂	5960,667	
			B ₁ T ₁ a ₃	5550,333	
			B ₂ T ₀ a ₁	4080,000	
			B ₂ T ₀ a ₂	4040,000	
			B ₂ T ₀ a ₃	5280,000	
			B ₂ T ₁ a ₁	5570,000	
			B ₂ T ₁ a ₂	5100,667	
			B ₂ T ₁ a ₃	5840,000	
T		НМДР/LSD 5% =46,006 НМДР/LSD 1% =62,344 НМДР/LSD 0,1%=83,475			
Добив/ Yield (kg/Ha)					
1	3940,389				
2	5560,056				
a		НМДР/LSD 5% =56,345 НМДР/LSD 1% =76,355 НМДР/LSD 0,1% =102,235			
Добив/ Yield (kg/Ha)					
1	4340,000				
2	4850,333				
3	5060,333				

B₁ – хербицид;
T₁ – торене;
a₁ – биостимулатор

Таблица 5. Структурни елементи на добива от царевица, 2015
Table 5. Structural elements of maize yield, 2015

Варианти/ Variants	Маса на 1000 семена/ Mass per 1000 grains (g)	Хектолитрова маса/ Hectoliter mass (kg/100L)	Дължина на кочана/ Cob length (cm)	Обиколка на кочана/ Cob Circumfer- ence (cm)	Брой редове/ Number of rows	Брой на зърната в един ред/ Number of grains in one row
V ₁ T _{0a1}	186,6	76	12,2	10,9	14	25
V ₁ T _{0a2}	190,2	76,8	14,6	11,7	14	32
V ₁ T _{0a3}	203,5	75,9	15,4	12,2	15	31
V ₁ T _{1a1}	228,5	79,4	15,3	13	15	33
V ₁ T _{1a2}	254,2	80,3	15,4	13	14	35
V ₁ T _{1a3}	249,5	79,3	17,3	13,3	16	35
V ₂ T _{0a1}	205,1	77,5	14,2	12	15	27
V ₂ T _{0a2}	205,3	77	14	12	15	32
V ₂ T _{0a3}	225,7	77,8	15	13	15	30
V ₂ T _{1a1}	243,1	80,4	15	13	15	34
V ₂ T _{1a2}	222,1	78,9	16	13	15	30
V ₂ T _{1a3}	249,6	78,8	17	13	15	32

Таблица 6. Корелация между добив зърно, маса на 1000 броя зърна, хектолитрова маса, и допълнителна продукция от царевица, 2015

Table 6. Correlation between grain yield, mass per 1000 number grains, hectoliter mass, and additional production maize, 2015

	Добив/ yield	x ₁	x ₂	x ₃
Добив/yield	1,000	0,909**	0,274	0,893**
X ₁		1,000	0,546	0,821**
X ₂			1,000	0,241
X ₃				1,000

x₁ – маса на 1000 зърна;

x₂ – хектолитрова маса;

x₃ – допълнителна продукция

Таблица 7. Добив от грахово-ръжената смеска за зелено торене

Table 7. Yield from the pea-rye mixture for green manure

Години/Years	Свежа биомаса/Fresh Biomass (kg/ha)			Разлика/Difference (+/-), kg	Суха биомаса/ Dry biomass kg/Ha Общо/Total
	Общо/Total	С грах/ Including peas	С ръж/ Including rye		
2014/2015	12300,0	8194	4106	+125**	2830,2
GD 5% =65,2; GD 1% =111,3; GD 0,01%= 142,4					

Таблица 8. Минерален състав на растителната биомаса от смеската
Table 8. Mineral composition of the plant biomass from the mixture

№	Състав на смеската/ Mixture component	Минерален състав на растителната биомаса (сухо вещество)/Mineral composition of the plant biomass (dry matter)								
		N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Mn mg/kg	Fe mg/kg
1	Грах/Peas	2,94	0,33	2,09	0,57	0,15	9,00	67,0	81,0	196
2	Ръж/Rye	0,97	0,25	1,72	0,20	0,09	5,00	43,0	60,0	490

Таблица 9. Основни биометрични характеристики на растенията и добиви в картофи
Table 9. Main biometric characteristics of the plant and yields in potatoes

Година/ Year	Основни биометрични характеристики на растенията и добиви/ Main biometric characteristics of plant and yields								
	Височина/ Height		Среден брой клубени от растение/ Average number of tubers per plant		Средно тегло на клубен/ Average weight per tuber		Добив клубени/ Yield tubers		HI
Year	cm	±D	бр.	±D	g	±D	kg/ha	±D	
2015	64,8	+5,2 ***	5,2	0,7 *	62,8	+12,4 ***	9517	+187,1	62,9
GD 5%	2,2		0,5		3,5		22,5		
1%	3,6		0,9		4,8		30,6		
0,1%	4,4		1,2		6,4		41,0		

Таблица 10. Корелационна зависимост между добива и отделните параметри на добива (r)
Table 10. Correlation dependence between yield and individual yield parameters (r)

Параметри/Parameters	Добив/Yield
Среден брой клубени от растение/ average number of tubers per plant	0,52
Средно тегло на 1 клубен/ average weight per 1 tuber	0,65

на изпитваните фактори, са близки и не са статистически доказани. Макар и недоказани, торените варианти превишават неторените (таблица 5).

Изследвана е взаимовръзката между добива от царевица и основните структурни елементи, определящи добива. Установена е висока степен на положителна линейна корелация между добив зърно и маса на 1000 зърна ($r = 0,909$), между добив зърно и добив допълнителна продукция ($r = 0,893$), както и между маса на 1000 зърна допълнителна продукция ($r = 0,821$) (таблица 6).

В опитното поле в Суходол, по време на ротацията на сеитбообращенията, картофите заемат съответното сеитбооборотно поле през 2015. През 2014 е отглеждан зелен фасул, торен с оборски тор, а през есенно-зимния период на 2014-2015 е засята предкултура за зелено торене (ръжено-грахова смеска) (таблица 2). Заораването на смеската за зелено торене е осъществено през месец май 2015 година, като на следващия ден са засадени картофите. Добивите от смеската за зелено торене са 12300 kg/ha свежа биомаса (таблица 7). При доброто зимно-пролетно овлажняване и осигуреност с хранителни вещества от органичното торене, смеската успява да натрупа голямо количество свежа биомаса. Получените добиви са по-ниски от цитирани други автори (Vitanova et al., 2009; Kertikova et al., 2014). Върху продуктивността на смеската освен хранителния режим и метеорологичните условия, влияние оказва и срокът за прибиране. За разлика от случаите, когато се изпитва нейния потенциал като фуражна култура в настоящото изследване се акцентира на екологичното значение. Поради тези причини смеската се прибира по-рано, за да не се забавя засяването на следващата култура - картофи. Авторите Kertikova et al., (2014) съобщават за добиви от 30030 и 32210 kg/ha свежа биомаса от чист посев на грах съответно при конвенционално и биологично отглеждане. При използване на смеска (грах + ръж) за зелено торене в сливови насаждения при биологично отглеждане добивът също е много висок - самостоятелен посев на зимен

грах - 5140 kg/ha сухо вещество и от грахово-ръжена смеска - 4980 kg/ha (Vitanova et al., 2009). Според тези автори чрез биомасата на грахово-ръжената смеска се внасят в почвата 132 kg азот, 23 kg фосфор, 120 kg калий, 30 kg калций и 15 kg магнезий на хектар. Те правят заключението, че зеленото торене и торенето с оборски тор могат успешно да се включат като основен елемент в технологията за биологично производство на сливови плодове.

От значение е и включването на зеления фасул в сеитбообращението. След прибирането му в почвата остава значително количество остатъчен органичен и минерален азот не само от азотфиксиращите грудки, но и от внесения с оборския тор азот, който в отсъствие на растителност е подложен на атмосферни загуби и отмиване. Именно за оползотворяване на тези количества и повишаване на екологичния ефект в сеитбообращението е включена зимно-житната бобова смеска за растителна покривка и зелено торене на почвата. На таблица 7 са представени добивите от грахово-ръжената смеска за зелено торене.

В таблица 8 е показан минералния състав на получената от нея биомаса. В настоящето изследване общото количество на азот и калий е получено чрез общото количество на суха биомаса от грахово-ръжената смеска (таблица 7) и процентното съдържание на N и K в нея (таблица 8) и съставлява съответно $N=45,8-57,2$ kg/ha и $K=43,6-50,8$ kg/ha. Основният дял се дължи на бобовата култура и по-високото количество получена биомаса, съответно по-високото съдържание на азот и калий. По този начин със заораването и в почвата ще се акумулират значително количество хранителни елементи, които постепенно преминават в усвоими съединения чрез минерализацията на органичната маса и стават достъпни за растенията.

Приходът в баланса на азота и въглерода варира през годините на изследване в зависимост от количеството на получената биомаса, тъй като концентрацията в сухото вещество варира по-слабо. Съотношението на C/N в биомасата (средно 19.1) благоприятства

бързата минерализация, тъй като е по-ниско от граничното 1:25 и подобрява условията за бързо разграждане на инкорпорираната биомаса.

Освен надземната биомаса в почвата остава и значително количество коренова маса, която подлежи на минерализиране. Според Talgre et al., (2012) масата на корените на бобовите култури за зелено торене съставлява 37-54% от общата им биомаса. Съгласно литературни източници (Sainju, 2005) количеството коренова биомаса и съдържанието на азот, което се инкорпорира с ръжта, като междинна култура за растителна покривка е 25% от надземната биомаса, докато при граха е 10%. Зимните култури за растителна покривка и зелено торене могат да предоставят на следващата култура от 20 до 55% от необходимия им азот (Malpassi et al., 2000).

Извършено е засаждане на картофите веднага след заораване на смеската за зелено торене в началото на 8-9 май, като продължителността на вегетационния период продължава между 93 и 98 дни. Картофите използват по-ефективно въздушната влага чрез листата си в сравнение с другите полски култури, поради което е важно да се стимулира формиране на достатъчно количество биомаса.

Спазването на всички технологични елементи – засаждане, поддържане на фитоценозата чиста от плевели, окопаване, наблюдение за появата на болести и неприятели и тяхното навременно и качествено извършване, са много важни за биологичното земеделие. Данните показват, че растенията натрупват бързо биомаса до фазата на цъфтеж и клубенообразуване -770-1160 g/растение (гнездо) свежа биомаса.

В резултат на доброто вегетативно развитие на културата са получени добиви от 9517 kg/ha през 2015. По-високият добив се определя от по-големия брой клубени на едно растение (12,2%), статистически слабо доказано при $p < 0,5$ %, както и по-високото средно тегло (24,6%), с много добра статистическа доказаност ($p < 0,01$ %). Съществено значение има по-добрата структура на клубените по отношение на размер и средно тегло (таблица 9). Размерът на клубените е качествена характеристика силно свързана със

сорта, но се влияе от екологичните условия и основно от технологиите на отглеждане.

Според научни данни добивът от картофи и неговото качество се увеличава след междинни култури (Essah & Delgado 2009). За Румъния се съобщават високи добиви от 22845 kg/ha във варианта със зелено торене в органични системи (Otto, 2010). Междинните култури за растителна покривка акумулират съществено количество биомаса и потенциално достъпен азот, които стават достъпни за следващата култура. Това се потвърждава и от настоящето изследване. Авторите Mitova & Blagoeva (2008) докладват за по-високи добиви в резултат от извършване на зелено торене за района на Самоков в биологични системи. Обяснението на резултатите е в комплексното влияние на зеленото торене върху водно-физичните свойства на почвата. Добрата екологична пластичност и стабилност на добива на сорт „Агрива” е потвърден в много изследвания в редица държави, както и добрата реакция към влажностния режим. Потвърждава се включително и за планински условия в страни от нашия регион (Milic et al., 2012).

Растенията формират средно 2,8 и 3,2 бр. главни стъбла, добре облистени. Определеният жътвен индекс (НИ) е 62,9%. Разликата се определя от по-високото количество на растителната биомаса в резултат на по-доброто овлажняване през вегетационния период (таблица 9).

Корелационният анализ между добивите и структурните елементи на добива - брой на клубените и средно тегло на клубените, показва по-голяма зависимост от средното тегло. Зависимостта е значима със стойности на $r > 0$,, със съответните стойности $r = 0,52$ и $r = 0,65$ (таблица 10).

Доброто вегетативно развитие на културата и нивото на получените добиви са свързани с влиянието на комплекс от фактори. Преди всичко това е резултат от мястото на картофите в сеитбообращението след друга окопна култура, както и акумулираният ефект на органичните практики в сеитбооборотното поле (органичното и зеленото торене). Тези фактори влияят комплексно върху водно-физичните,

агрехимични свойства и микробиологичната активност на почвата, което има съществено значение за добивите.

Заклучение

В резултат на проведеното научно изследване в рамките на две отделно извеждани сеитбообращения през периода 2014 -2017 в опитните полета в Божурище и Суходол на ИПАЗР „Н. Пушкиров” са направени следните по-важни изводи.

Получените добиви при царевицата отглеждана на опитното поле в Божурище, представляват сумарен израз на приложената технология за отглеждане в лицето на изпитваните фактори и условията на годината. Тенденциите за влиянието на изследваните фактори върху добива на допълнителната продукция следват тези на добива зърно. Най-висок добив 5966,6 kg/ha е получен при торените варианти за B_1a_2 с приложен хербицид и биостимулатор Алга 600 и при B_2a_3 – 5840 kg/ha с приложени хербицидна смес и Лейли 2000. Получените добиви от царевицата са сравнително ниски, което се обяснява с недостатъчното количество на валежите през критичните фази от нейното развитие – млечна зрялост и наливане на зърното, които се отразиха негативно върху структурните елементи на добива и общата продуктивност. Тези констатации потвърждават нестабилната продуктивност при отглеждане на царевица при неполивни условия.

Най-значимо влияние върху структурните елементи на царевицата – дължина на кочана, тегло на един кочан и маса на 1000 зърна, оказва торенето (при вероятност за грешка $p < 0,1\%$), като варирането в данните спрямо общото вариране е съответно 24,21%, 45,88% и 71,30%. Следва влиянието на биостимулатора – 27,44% ($p < 1\%$), 7,76% ($p < 5\%$) и 11,54% ($p < 0,1\%$). Хербицидът е повлиял само върху теглото на един кочан ($p < 5\%$) и маса на 1000 зърна ($p < 0,1\%$).

Най-благоприятно влияние върху дължината на кочана, както във вариантите с торене и хербицид, така и в тези с торене и хербицидна

смес, оказва биостимулаторът Лейли 2000, макар че стойностите му не се различават статистически от тези при неторените. Теглото на един кочан, както и масата на 1000 зърна, са най-високи при прилагане на Лейли 2000 за всички варианти на останалите фактори.

На опитно поле в Суходол през изследваната 2015 смеската за растителна покривка и зелено торене (грах+ръж), при доброто зимно-пролетно овлажняване и осигуреност с хранителни вещества от органичното торене, формира 12300 kg/ha свежа биомаса, с благоприятно съотношението на C/N в биомасата (средно 19,1). В почвата със заораната биомаса постъпва най-голямо количество N (45,8-57,2 kg /ha) и K (43,6-50,8 kg/ha).

Разполагането на картофите след друга окопна култура в сеитбообращението в комбинация със зелено торене и избора на сорт са предпоставка за успешно биологично производство (среден добив 9517 kg/ha). В структурата на добива преобладава средната фракция клубени. Основните качествени показатели на клубените са в границите на характерните за културата и сорта. По-високият добив се определя от по-големия брой клубени на едно растение (12,2%), статистически слабо доказано при $p < 0,5\%$, както и по-високото средно тегло (24,6%), с много добра статистическа доказаност ($p < 0,01\%$). Съществено значение има по-добрата структура на клубените по отношение на размер и средно тегло. Редуването на картофите след друга окопна култура, в случая след зелен фасул, торен с оборски тор и в комбинация с последващо зелено торене с ръжено-грахова смеска е предпоставка за успешно биологично производство.

Литература

Alva A., Fan, M., Qing, C., Rosen, C., & Ren, H. (2011). Improving nutrient use efficiency in Chinese potato production: experiences from the United States, *Journal Crop Improving*, 25, 46-85.

Campiglia E., Paolini, R., Colla, G., Mancinelli, R. (2009). The effects of cover cropping on yield and weed control of potato in a transitional system. *Field Crop Research*, 16-23.

- Essah, S.Y.C., & Delgado, J.A.** (2009). Nitrogen management for maximizing tuber yield, quality and environmental conservation, p. 307–315. In: *E.Y. Yanful(ed.). Appropriate technologies for environmental protection in the developing world*. Springer-Verlag, Dordrecht, The Netherlands.
- Gerasimova, I., & Mitova, T.** (2019). *Agrotechnical and ecological assessment of biological crop rotations*. PhD theses, Agricultural Academy, ISSAPP “Nikola Pushkarov”, Sofia, Bulgaria
- Kertikova, D., Kertikov, V., & Kosev, V.** (2014). Influence of Biologies “Ekofil P” on Some Quantitative and Qualitative Parameters in the Production of Winter Forage Pea Variety Mir. *Soil Science, Agrochemistry and Ecology, XLVIII*(1), 63-68 (Bg).
- Kostadinova, S., & Panayotova, G.** (2017). Biostimulators in plants. *Agriculture, 3-4*, 3-7 (Bg).
- Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., & Niggli, U.** (2002). Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science, 296*(5573), 1694-1697.
- Malpassi, R. N., Kaspar, T. C., Parkin, T. B., Cambardella, C. A., & Nubel, N. A.** (2000). Oat and rye root decomposition effects on nitrogen mineralization. *Soil Science Society of America Journal, 64*(1), 208-215.
- Milev, G.** (2005). Influence of complex and organic fertilizers on the yield of common bean. *Agrarian and Veterinary Medical Sciences, 5*, 86-89. (Bg)
- Milic V., Silj, M., Codo, B., Djurdjic, I., & Jovovic, Z.** (2012). *Long-term exmination of potato varieties in Sarajevo-Romanija region*.
- Mitova, T., & Blagoeva, V.** (2008). Effect of green manuring on yields and quality of potatoes. In: *Proceedings of the Seventh National Scientific and Technical Conference with International Participation, “Ecology and Health”, 2008. (Editor: Prof. V. Rankov)*. Academic publishing house of the Agrarian University, Plovdiv, p. 197-202.
- Nazarkov, M., & Nikolova, D.** (2020). Dynamics of accumulation of absolutely dry biomass in maize. *Pochvoznanie, agrokimiya i ekologiya/Bulgarian Journal of Soil Science, Agrochemistry and Ecology, 54*(4), 72-81 (Bg).
- Neuhoff, D., & Kopke, U.** (2002). Potato production in organic farming: effects of increased manure application and different cultivars on tuber yield and quality. *Pflanzenbauwissenschaften, 6*(2), 49-56.
- Otto, I.A.** (2010). *Research on organic potato cultivation*. PhD theses, University of Agricultural Science and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Faculty of Agriculture.
- Rinnofner, T., Friedel, J. K., De Kruijff, R., Pietsch, G., & Freyer, B.** (2008). Effect of catch crops on N dynamics and following crops in organic farming. *Agronomy for sustainable development, 28*, 551-558.
- Sainju, U. M., Whitehead, W. F., & Singh, B. P.** (2005). Biculture legume–cereal cover crops for enhanced biomass yield and carbon and nitrogen. *Agronomy Journal, 97*(5), 1403-1412.
- Talgre, L., Lauringson, E., Roostalu, H., Astover, A., & Makke, A.** (2012). Green manure as a nutrient source for succeeding crops. *Plant, Soil and Environment, 58*(6), 275-281.
- Van Delden, A., Schröder, J. J., Kropff, M. J., Grashoff, C., & Booij, R.** (2003). Simulated potato yield, and crop and soil nitrogen dynamics under different organic nitrogen management strategies in The Netherlands. *Agriculture, ecosystems & environment, 96*(1-3), 77-95.
- Vitanova, I., Marinova, N., & Dimkova, S.** (2007, November). The Green Manure—an important Factor for Biological Plum Production. In: *I Balkan Symposium on Fruit Growing 825* (pp. 441-446).

Received: 9th November 2023, **Approved:** 15th November 2023, **Published:** December 2023