Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (1), 108-129 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Влияние на хербициди за листно приложение върху преживяемостта и възстановителната способност при *Sorghum vulgare* var. *technicum* [Körn.]

Пламен Маринов-Серафимов*, Ирена Голубинова

Институт по фуражните култури, ул. „Ген. Владимир Вазов“, № 89, 5800 Плевен, България

Influence of Herbicides for Foliar Application on Survival and Recovery Ability of *Sorghum vulgare* var. *technicum* [Körn.]

Plamen Marinov-Serafimov*, Irena Golubinova

Institute of Forage Crops, 89 Gen. Vladimir Vazov Str., 5800 Pleven, Bulgaria
**E-mail: plserafimov@abv.bg*

Original scientific paper

Received: 10.06.2019 *Accepted:* 18.06.2019 *Published:* 28.06.2019

РЕЗЮМЕ

Изследването е проведено през периода 2017-2018 г. в Институт по фуражните култури - Плевен. Установена е преживяемостта и възпроизводителната способност на *Sorghum vulgare* var. *technicum* [Körn.] техническо сорго (метла) след третиране с шест хербицида за листно приложение. Буктрил универсал (80 g/l 2,4 Д + 280 g/l бромоксинил) – 80 ml/da, Биатлон 4D (54 g/kg флорасулам + 714 g/kg трирасулфурон) – 4 g/da + Деш - 40 ml/da; Секатор ОД (100 g/l амидосулфурон + 25 g/l йодосулфурон-метил-натрий + 250 g/l мефенпир-диетил) – 10 ml/da; Лаудис ОД (44 g/l темботрион + 22 g/l изоксадифен-етил) – 200 ml/da, Мерлин Флекс 480 СК (240 g/l изоксафлутол + 240 g/l ципросулфамид) – 42 ml/da и Пасифика ВГ + Биопауър (30 g/kg мезосулфурон + 10 g/kg йодосул-

SUMMARY

The study was conducted during the 2017-2018 period at the Institute of Forage Crops - Pleven. The survival and reproductive capacity of *Sorghum vulgare* var. *technicum* [Körn.] (broomcorn) was established after treatment with six herbicides for foliar application.

Buctril universal (80 g/l 2,4 D + 280 g/l bromoxynil) – 80 ml/da; Biathlon 4D (54 g/kg florasulam + 714 g/kg tritosulfuron) – 4 g/da + Dash + 40 ml/da; Sekator OD (100 g/l amidosulfuron + 25 g/l iodosulfuron-methyl-sodium + 250 g/l mefenpyr-diethyl) – 10 ml/da; Laudis OD (44 g/l tembotrione + 22 g/l isoxadifen-ethyl) – 200 ml/da; Merlin Flexx 480 SC (240 g/l isoxaflutole + 240 g/l cyprotsulfamide) – 42 ml/da and Pacifica WG + Biopower (30 g/kg mesosulfuron + 10 g/kg iodosulfuron + 90 g/kg mefampir-

фурон + 90 g/kg мефемпир-диетил) – 35+70 ml/da.

Прилагането на хербициди със системно действие при техническото сорго (метла) (*Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.) Буктрил универсал – 80 ml/da, Биатлон 4D – 4 g/da + Деш – 40 ml/da и Секатор ОД – 10 ml/da са с висока селективност към културата (бал 1), докато Мерлин Флекс 480 СК – 42 ml/da и Пасифика ВГ и Биопауър – 35 + 70 ml/da предизвикват умерено-силен фитотоксичен ефект (от 3.0 до 5.5 бала).

Установени са генотипни различия по отношение селективността на хербицидите Мерлин Флекс 480 СК – 42 ml/da и Пасифика ВГ и Биопауър – 35+70 ml/da. Най-слаб фитотоксичен ефект е установен при местната популация MI16N в сравнение със сорт Szegedi 1023 и местна популация GL15A.

Най-висока толерантност към приложените хербициди (с изключение при формиране на добива от семена) се установява при местните популации GL15A и MI16N и могат да бъдат използвани, като компоненти в бъдещи селекционни програми, а най-ниска при сорт Szegedi 1023.

Установени са най-високи коефициенти в скоростта на естественото увеличение (r_r) и при репродуктивността на проучваните образци (T_c), т.е. най-високата толерантност към прилаганите хербициди е установена при местните популации GL15A и MI16N и могат да бъдат използвани като компоненти в бъдещите селекционни програми, а най-ниски при сорт Szegedi 1023.

Установена е еквивалентност между селективността на хербицидите отчетена чрез коефициентът на скоростта на възпроизводство (*R*) и естественото увеличаване на популационната плътност (r_r), както и по отношение на репродуктивността (T_c) на проучваните образци техническо сорго (метла) (*Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.).

Ключови думи: техническо сорго (метла), преживяемост, възстановителна способност

diethyl) – 35+70 ml/da.

Application of herbicides with system activity to the broomcorn (*Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.) Buctril universal – 80 ml/da, Biathlon 4D – 4 g/da + Dash – 40 ml/da and Sekator OD – 10 ml/da are highly selective (score 1.0), while Merlin Flexx 480 SC – 42 ml/da and Pacifica WG + Biopower – 35 + 70 ml/da produce a moderate-potent phytotoxicity effect (from 3.0 to 5.5 score).

Genotypic differences have been identified with respect to the selectivity of Merlin Flexx 480 SC – 42 ml/da and Pacifica WG + Biopower – 35 + 70 ml/da. The weakest phytotoxic effect was found in the local population MI16N compared to the variety Szegedi 1023 and the local popolation GL15A.

Highest tolerance to applied herbicides (exception on seed formation) is found in the local populations GL15A and MI16N and can be used as components in future selection programs, and the lowest in the Szegedi 1023 variety.

The highest coefficients were found in the rate of natural increase (r_r) and in the reproducibility of the accessions under study (T_c), i.e. the highest tolerance to applied herbicides was found in local populations GL15A and MI16N and could be used as components in future breeding programs, and the lowest in the Szegedi 1023 variety.

Equivalence has been established between the selectivity of herbicides as measured by the reproduction speed (R) and Speed of natural increase of broomcorn (r_r) as well as reproducibility (T_c): of test accessions broomcorn (*Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.).

Key words: broomcorn, herbicides, survival ability, restoration ability

УВОД

Техническото сорго (метла) (*Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.) притежава висок продуктивен потенциал, многостранно приложение (фураж за животните, суровина за промишлеността, производството на биогорива и др.) и има широкообхватното икономическо, социално и екологично значение (Latifi and Jamshidi, 2011; Serna-Saldívar et al., 2012; Cifuentes et al., 2014; Jose and Bhaskar, 2015).

Благодарение на високата си екологична пластичност и повишена устойчивост към неблагоприятни абиотични фактори, определят *Sorghum vulgare* var. *technicum* [Körn.] като перспективна култура за включване в сеитбообращения, в условия на глобално затопляне и засушаване (Berenji and Dahlberg, 2004; Angelovaet al., 2011; Stefaniak et al., 2012).

Ефикастното унищожаване на плевелите е основно звено от агротехниката на отглеждне на техническото сорго (метла), поради биологично заложеното забавяне при покълване на семената и бавния темп на нарастване в началните етапи от развитието му (Lyubenov, 1989; Smith and Scott, 2010; Latifi and Jamshidi, 2011; Fromme et al., 2012; Silva et al., 2014).

Според обобщените проучвания на Dimitrova and Tsukov (1996) видовете от род *Sorghum* са чувствителни на заплевеляване с късни пролетни и многогодишни плевели в началните етапи от развитието си. Любенов, (1989) установява, че при плътност от 1 бр/m^2 *Sinapis arvense* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. или *Amaranthus retrofleksus* (L.) редуцират добива, което налага извеждане на борба срещу тях.

Борбата срещу плевелите при *Sorghum vulgare* var. *technicum* [Körn.] може да се извърши, чрез използване на химичен метод, въпреки, че видовете от род *Sorghum* са с установена чувствителност към хербициди, която

INTRODUCTION

Broomcorn (*Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.) has a high productive potential, multifunctional use (feed for animals, raw material for industry and the production of biofuels and others) and had multilateral economic, social and environmental importance (Latifi and Jamshidi, 2011; Serna-Saldívar et al., 2012; Jose and Bhaskar, 2015).

Due to their high ecological plasticity and increased resistance to unfavorable abiotic factors, *Sorghum vulgare* var. t*echnicum* [Körn.] is a perspective culture for inclusion in rotation, in global warming and drought conditions (Berenji and Dahlberg, 2004; Angelovaet al., 2011; Stefaniak et al., 2012).

Weed control efficiency is a major of the main stages destruction is one of the main units of agro-cultivation of Sorghum species, due to the biologically delayed seed germination and the slow growth rate in the initial growth stage and development (Lyubenov, 1989; Smith and Scott, 2010; Latifi and Jamshidi, 2011; Fromme et al., 2012; Silva et al., 2014).

According to the summarized studies of Dimitrova and Tsukov (1996) *Sorghum* species are sensitive for weed encroach with late spring and perreneal weeds in early stages of early stages and development. Lyubenov, (1989) found that at a density of 1 number m^2 of *Sinapis arvense* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. or *Amaranthus retrofleksus* L. reduce the yield that is required by weed control them.

Weed control at the Sorghum vulgare var. technicum [Körn.] can be carried out using the chemical method, although Sorghum species had an established susceptibility to herbicides, which are determined by a number of се определя от множество фактори – биологични, морфологични (структурни) особености и сортовата специфика и др. (Mavi et al., 2010; Latifi and Jamshidi, 2011**;** Jinying et al., 2013).

За преодоляване на високата чувствителност на видовете от род *Sorghum* и по специално при соргото за зърно към хербициди с граминициден ефект (срещу едногодишни житни в т. ч. балур от семе) е внедрен хербициднияантидот Концепт III (флуксофенил) Smith and Scott (2010), докато при *Sorghum vulgare* var. *technicum* [Körn.] такива проучвания в достъпната литература липсват.

Спорадични са и проучванията върху възстановителната способност на видовете от род *Sorghum*, но тези изследвания са насочени към неблагоприятните абиотични фактори на средата (Ercoli et al., 1996; Promkhambut et al., 2011). Крайно ограничени са съобщенията и за възстановителната им способност след приложение на хербициди (Al-Khatib et al., 2003; Abita and Al-Khatibb, 2013).

Целта на изследването е да се установи преживяемостта и възпроизводителната способност на образци техническо сорго (метла) [*Sorghum vulgare* var. *technicum* (Körn.)] след третиране с хербициди за листно приложение и установяване на такива с хербицидна толерантност, като компоненти в бъдещи селекционни програми.

factors - biological, morphological (structural) peculiarities and the variety specificity and others (Mavi et al., 2010; Latifi and Jamshidi, 2011; Jinying et al., 2013).

To overcome the sensitivity on *Sorghum* species more specificly grain sorghum with a herbicides an graminicide effect (against annual cereals such as seed from Johnsongrass), the herbicide antidot Concept III (fluoxophenyl) Smith and Scott (2010) was introduced, while in Sorghum vulgare var. technicum [Körn.] such studies in accessible literature are missing.

The investigations on restoration ability of *Sorghum* species are sporadic, but those studies were directed to unfavourable abiotic factors of environment (Ercoli et al., 1996; Promkhambut et al., 2011). The reports on restoration ability of *Sorghum* species are extremely limited after treatment with herbicides (Al-Khatib et al., 2003 Abita and Al-Khatibb, 2013)

The objective of the study was to determine survival and reproductive ability of accessions broomcorn [*Sorghum vulgare* var. *technicum* (Körn.)] after treatment with the post emergence herbicide for foliar application and identifying those with herbicide tolerance as components in future selection programs.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучването е проведено през периода 2017-2018 год. в Институт по фуражните култури - Плевен, с три образци техническо сорго (метла) [*Sorghum vulgare* var. *technicum* (Körn.)] (един сорт Szegedi 1023 с произход Унгария и две местни популации GL15A и MI16N от района на Централна Северна България), перспективни в селекционно направление.

От направените предварителни проучвания в Институт по фуражните

MATERIAL AND METHODS

The study was carried out during the 2017-2018 period in the Institute of Forage Crops - Pleven, with three accessions of broomcorn (*Sorghum vulgare* var. *technicum* (Körn.)] (one variety Szegedi 1023 originating in Hungary and two local populations GL15A and MI16N from the region of Central Northern Bulgaria), promising in the field of selection.

From the preliminary studies conducted at the Institute of Fodder култури сорт Szegedi 1023 се отличава с висока „класа“ и добивност на метлиците. Местната популация MI16N е високодобивна, подходяща за производство на фураж (от 2093.1 до 2962.7 kg/da суха биомаса от единица площ) с височина на растенията над 2.5 m, с относително високо съдържание на водоразтворими захари – от 9.0 до 12.0% в надземната биомаса) и устойчива на полягане. GL15A е подходящ за комбнирано използване за производство на фураж (от 1513.4 до 2019.0 kg/da суха биомаса от единица площ) и формира метлици с висока „класа“.

Опитът е заложен по блоковия метод в три повторения с големина на реколтната парцелка 5 m^2 при неполивни условия върху слабо излужен чернозем и гъстота на посева 26 000 растения/da. Внасянето на хербицидите Буктрил универсал (80 g/l 2,4 Д + 280 g/l бромоксинил) – 80 ml/da, Биатлон 4D (54 g/kg флорасулам + 714 g/kg трирсулфурон) – 4 g/da + Деш – 40 ml/da; Секатор ОД (100 g/l амидосулфурон + 25 g/l йодосулфурон-метил-натрий + 250 g/l мефенпир-диетил) – 10 ml/da; Лаудис ОД (44 g/l темботрион + 22 g/l изоксадифен-етил) – 200 ml/da, Мерлин Флекс 480 СК (240 g/l изоксафлутол + 240 g/l ципросулфамид) – 42 ml/da и Пасифика ВГ + Биопауър (30 g/kg мезосулфурон + 10 g/kg йодосулфурон + 90 g/kg мефемпир-диетил) – 35+70 ml/da е извършено с 40 l/da работен разтвор с гръбна пръскачка"ptp 18" с конусовидна дюза, налягане *P max* 3 bar, *V max* 1.64 l и *Q max* 0.64 l/min във фаза втори-четвърти лист (BBCH 12 - 14) на техническото сорго (метла).

Хербицидните формулировки, използвани в проучването са регистрирани за борба срещу двусемеделни (Буктрил универсал, Биатлон 4D + Деш) и с комплексно действие срещу едногодишни и двусемеделни плевели (Мерлин Флекс 480 СК, Лаудис ОД и Пасифика ВГ+ Биопауър) в България при отглежданите зърнени култури, но

Cultures variety Szegedi 1023 stands out with a high yield and "class" of the broom. The local population MI16N is high yielding, suitable for production of forage (from 2093.1 to 2962.7 dry biomass of a unit area) with a plant height more the 2.5 m with a relatively high content of water-soluble sugars – from 9.0 to 12.0%), resistant to lodging plants. GL15A is suitable for combined use for the production of forage (from 1513.4 to 2019.0 dry biomass of a unit area) and broom with hight "class".

The trial was laid out by the block method with three replications and a size of harvest plot of 5 m^2 under nonirrigated conditions on a soil type a slightly leached chernozem and stand density of 26 000 plants/da. Application of herbicides Buctril universal (80 g/l 2,4 D + 280 g/l bromoxynil) – 80 ml/da; Biathlon 4D (54 g/kg florasulam + 714 g/kg tritosulfuron) – 4 g/da + Dash + 40 ml/da; Sekator OD (100 g/l amidosulfuron + 25 g/l iodosulfuron-methyl-sodium + 250 g/l mefenpyr-diethyl) – 10 ml/da; Laudis OD (44 g/l tembotrione + 22 g/l isoxadifen-ethyl) – 200 ml/da; Merlin Flexx 480 SC (240 g/l isoxaflutole + 240 g/l cyprotsulfamide) – 42 ml/da and Pacifica WG + Biopower (30 g/kg mesosulfuron + 10 g/kg iodosulfuron + 90 g/kg mefampir-diethyl) – 35+70 ml/da and was made conducted with 40 l/da water solutions using a spreading machine „ptp 18“ with conic nozzle, pressure *P max* 3 bar, *V max* 1.64 l, and *Q max* 0.64 l/min, at the growth stage second-fourth leaves (BBCH – 12 - 14) on the broomcorn.

The herbicidal formulations used in this study were registred for weeed control in cereal-grain grown crops in Bulgaria with herbicide action against dicotyledonous weeds (Buctril universal, Biathlon 4D + Dash) and with complex action against monocotyledonous and dicotyledonous weeds (Merlin Flexx 480 SC, Laudis OD and Pacifica WG +

не са прилагани при техническо сорго (метла).

Отчитани са показателите: фитотоксичност на хербицидите на 7, 14, 21 и 30-тия ден след третиране (DAT), като е използвана 1-9 бала логаритмична скала на EWRS (European Weed Research Society) (бал 1 – без повреди и при бал 9 – културата е напълно унищожена). Преживяемостта на техническото сорго (метла) е определяно в края на вегетацията на културата на площ 5 m^2 в три повторения за всички варианти на опита. Елементи на продуктивността (височина на растенията, дължина метлицата и тегло на семена от една метлица) са определяни от 30 растения за всеки вариант. Преживяемостта на техническото сорго (метла) след третиране с хербициди е определяна по адаптираната методиката на Begon et al. (1986).

Преживяемост на растения до края на вегетацията (l_X):

Biopower), but not applied to broomcorn.

The following indicators are reported: Phytotoxicity on herbicides on 7, 14, 21 and 30 days after treatment (DAT), using the 1-9 logarithmic scale of the EWRS (European Weed Research Society) (score 1 – no damage and score 9 – completely destroyed crop). The survival ability of soybean plants was determined at the end of crop vegetation in an area of 5 m^2 with four replications for all trial variants. Elements of productivity (height of plants; length broom; the weight of the broom and the weight of the seed from one broom) were determined from 30 plants per treatment.

The survival ability of broomcorn after treatment with herbicides was determined by the methodology of Begon et al. (1986).

Plant survival ability till the end of vegetation (l_X):

$$l_X = m_{X2} / m_{X1} \quad (1);$$

където: m_{X1} – преживяемост (в бр/da) и елементи на продуктивността [(височина на растенията (в cm); добив на семена (в kg/da) дължина на метлицата (в cm)] в контролните варианти – нетретирани с хербициди; m_{X2} – преживяемост (в kg/da) и елементи на продуктивността на техническо сорго (метла) – след третиране с хербициди.

Редуциране на елементите на продуктивността (d_x):

where: m_{X1} – plant density (in nm/da) and elements of productivity [(height of plants (in cm), seed yield (in kg/da) and panicle length (in cm)] in control treatments – untreated with herbicides

m_{X2} – broomcorn after treatment with herbicides.

Reducing the elements of productivity (d_x):

$$d_X = l_{X2} - l_{X1} \quad (2);$$

където: l_{x1} – преживяемост (в бр/da) и елементи на продуктивността [(височина на растенията (в cm); добив на семена (в kg/da) дължина на метлицата (в cm)] в контролните варианти - нетретирани с хербициди; l_{X2} - преживяемост и елементи на

where: l_{x1} – plant density (in nm/da) and elements of productivity [(height of plants (in cm), seed yield (in kg/da) and panicle length (in cm)] in control treatments – untreated with herbicides

l_{X2} - broomcorn after treatment with продуктивността на техническо сорго (метла) – след третиране с хербициди.

Интензивност на редуциране (K_X):

herbicides.

Intensity of reducing (K_X):

$$K_X = lg\, m_{X1} - lg\, m_{X2} \quad (3);$$

където: m_{X1} – гъстота на посева и елементи на продуктивността (височина на растенията (cm); добив на семена (kg/da) дължина на метлицата (cm) в контролните варианти – нетретирани с хербициди; m_{X2} – гъстота на посева и елементи на продуктивността след третиране с хербициди за вегетационно приложение; *lg* –десетичен логаритъм.

Скорост на естественото увеличение на техническото сорго (метла) (r_r);

where: m_{X1} – plant density (in nm/da) and elements of productivity [(height of plants (in cm), seed yield (in kg/da) and panicle length (in cm)] in control treatments – untreated with herbicides m_{X2} – plant density and elements of productivity after treatment with postemergence herbicides; *lg* – decimal logarithm.

Speed of natural increase of broomcorn (r_r);

$$r_r \cong \frac{\ln R}{T_c} \quad (4);$$

Скорост на възпроизводство (*R*):

Reproduction speed (R):

$$R = \sum l_{x_{1-n}} m_{x_{1-n}} \quad (5);$$

Репродуктивност на проучваните образци (T_c):

Reproducibility of test accessions (T_c):

$$T_c = \frac{\sum x l_{x_{1-n}} m_{x1-n}}{\sum l_{x_{1-n}} m_{x1-n}} \quad (6);$$

където: $x\,l_{x1-n}\ m_{x1-n}$ – проучваните показатели по години и през годината на проучване $l_{x1-n}\ m_{x1-n}$ [преживяемост (в бр/da) и елементи на продуктивността (височина на растенията (в cm); добив на семена (в kg/da) дължина на метлицата (в cm)] в третираните и контролните варианти; *ln* – логаритъм.

Проследявани са агрометеорологични показатели – сума на валежите (в mm) и средна месечна температура на въздуха (в ^{0}C) през вегетационния период на техническото сорго (метла). За характеризиране на аридността през вегетационния период е

where: $x\,l_{x1-n}\ m_{x1-n}$ – studied indicators during the years and year of study $l_{x1-n}\ m_{x1-n}$ (survival (in nm/da) and productivity factors (plant height (in cm), seed yield (in kg/da) and panicle length (in cm)] in treatment and control variants; ln – logarithm.

Meteorological indicators are taken into account – the sum of rainfall (in mm) and average monthly air temperature (in 0 °C) during the growing season of the broomcorn. To characterize the aridity during the vegetation period, the de Martonne index (Paltineanu et al., 2007) използван индексът на de Martonne (Paltineanu et al., 2007). Математико-статистическата обработка на експерименталните данни е направена с програмния продукт STATGRAPHICS Plus for Windows Version 2.1.

was used. The mathematical and statistical processing of the experimental data was done with the software STATGRAPHICS Plus for Windows Version 2.1.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Оценявайки комплексното въздействие на някои от основните метеорологични фактори – количество на валежите (mm) и средноденонощни температури на въздуха (^{0}C) по отношение на биологичните изисквания на техническото сорго (метла) през вегетационния период на културата, проучваните години са с относително благоприятни условия за развитието му (Таблица 1).

RESULTS AND DISCUSSION

Estimating the complex effect of some major meteorological factors, rainfall amount (mm) and average monthly temperature of the air (^{0}C), with regard to broomcorn biological requirements during the crop growing season, the studied years are with relatively favorable conditions for its growth and development (Table 1).

Таблица 1. Метеорологични показатели през годините на проучване
Table 1. Meteorological indicators during the years study

Период Period	Вегетационен период Period of vegetation Средномесечна температура на въздуха, t^0C The average monthly temperature of the air, t^0C							Средно за III-IX, t^0 C Average for III-IX, t^0 C
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2017	9.7	14.9	16.7	20.6	23.1	23.7	17.9	18.1
Отклонение ^{0}C Deviation ^{0}C	4.2	0.5	-0.8	2.0	0.8	2.0	1.3	1.5
2018	5.3	19.6	19.6	21.8	22.9	24.0	18.9	18.9
Отклоненге ^{0}C Deviation ^{0}C	-0.8	7.9	2.1	0.8	-0.2	1.5	0.7	1.7
Средно за 1964-2000 Average for 1964-2000	6.1	11.7	17.5	21.0	23.1	22.5	18.2	17.1
Период Period	Месечни суми на валежите, *mm* Monthly rainfall, *mm*							Сума за III-IX, *mm* Amount for III-IX, *mm*
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2017	61.5	37.6	154.3	44.8	155.9	28.5	37.4	520.0
Отклонение, % / Deviation,%	183.6	76.1	246.1	69.8	273.0	68.2	87.0	147.9
2018	98.1	20.2	47.5	155.2	118.9	22.2	15.4	477.5
Отклонение, % / Deviation,%	292.8	40.9	75.8	241.7	208.2	53.1	35.8	135.8
Средно за 1964-2000 Average for 196-2000	33.5	49.4	62.7	64.2	57.1	41.8	43.0	351.5
Период Period	Индекс на сухота De Martonne De Martonne aridity index, I_{ar}-*DM*							Средно за III-IX Average for III-IX
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2017	36.4	20.3	69.3	16.3	55.2	9.9	15.2	31.2
2018	76.9	8.2	19.3	58.6	43.4	7.8	6.4	28.3
Средно за 1964-2000 Average for 1964-2000	25.0	27.3	27.4	24.9	20.7	15.4	18.3	22.2

Средномесечните температури на въздуха (^{0}C) през вегетационния период на културата „март - септември“ варира в границите от 5.3 до 24.5 ^{0}C, при средни стойности 18.6 и 18.9 ^{0}C.

The average monthly temperature of the air (^{0}C) during the crop growing season „March to September“ ranged from 5.3 to 24.5 °C, at an average value of 18.6 and 18.9 °C. The deviations from

Отклоненията от средните месечни температури на въздуха варират са от 0.5 до 7.9 ^{0}C, които са по-високи, в сравнение със стойностите за многогодишния (1964-2000) период. Разпределението на валежите през вегетационния период на техническото сорго (метла) е крайно неравномерно, вариращо по месеци през годините на проучване от 15.4 до 155.3 mm. Успоредно с увеличаване на температурите на въздуха (от 0.5 до 7.9 ^{0}C) през вегетационния период „март-септември“ се установява и неравномерно увеличаване на количеството на валежите от 183.6 до 292.8% в сравнение със средните стойностите за 1964-2000 година. Амплитуда на валежите за проучваните години е съответно 127.4 mm и 135.0 mm, а на средната месечна температура на въздуха 14.2 и 18.7 ^{0}C.

Комплексното влияние на повишените средни месечни температури на въздуха в съчетание с обилните валежи през вегетационния период на 2017 ($I_{DM\ (de\ Martonne)}$ = 31.2) и 2018 ($I_{DM\ (de\ Martonne)}$= 28.3) се определят, като влажни.

Резултатите от визуалните отчитания в балове за селективност показват, че приложените хербициди в началните фази втори-четвърти лист (BBCH 12-14) от развитието на техническо сорго (метла), оказват от индифирентен (бал 1.0), до умерено-силен фитотоксичен ефект (5.5 бала) (Таблица 2).

Хербицидите използвани за борба срещу двусемеделните плевели (Бyктрил универсал – 80 ml/da, Биатлон 4D – 4 g/da + Деш – 40 ml/da и Секатор ОД – 10 ml/da), както и с комбинирано действие за борба срещу едносемеделни и двусемеделни плевели (Лаудис ОД – 200 ml/da) са с висока селективност (бал 1 – 2), докато Мерлин Флекс 480 СК – 42 ml/da и Пасифика ВГ и Биопауър – 35 + 70 ml/da предизвикват умерено-силен фитотоксичен ефект (от 3.0 до 5.5 бала).

the average monthly air temperatures range from 0.5 to 7.9 °C, which are higher compared to those for the many-year period.

The distribution of rainfall during the growing season of broomcorn is extremely uneven, varying by months during the study years from 15.4 to 155.3 mm. Parallel to the increase in air temperatures (from 0.5 to 7.9 °C) during the grout season „March-September“, there was also an uneven increase in the amount of precipitation from 183.6 to 292.8% compared to values for average 1964-2000 period.

The precipitation amplit ude for the studied years is 127.4 mm and 135.0 mm respectively, and the average monthly air temperature is 14.2 and 18.7 °C.

The complex influence of elevated average monthly air temperatures combined with high sum rainfall during grout season in 2017 ($I_{DM\ (de\ Martonne)}$ = 31.2) and 2018 ($I_{DM\ (de\ Martonne)}$ = 28.3) are defined, as humid.

The results from the selectivity visualization in score show that the applied herbicides in the initial growth stage – second-fourth leaf (BBCH 12-14) from the development of broomcorn have indifferent (score1.0) to moderate phytotoxic effect (score 5.5) (Table 2).

The herbicides for control of dicotyledonous weeds (Buctril universal – 80 ml/da, Biathlon 4D + Dash – 4 g/da - 40 ml/da and Sekator OD – 10 ml/da) as well as combined action for control of monocotyledonous and dicotyledonous weeds (Laudis OD – 200 ml/da) had high selectivity (score 1-2) while Merlin Flexx 480 SC – 42 ml/da and Pacifica WG + Biopower – 35 + 70 ml/da produce a moderate-potent phytotoxicity effect (score 5.5).

Таблица 2. Селективност на хербицидите към образци техническо сорго (метла)
Table 2. Selectivity of herbicides to broomcorn accessions

Образци Accessions	Хербициди Herbicides	Доза, g/ml/da	Фитотоксичност / Phytotoxicity				
			7 DAT	14 DAT	21 DAT	30 DAT	45 DAT
Szegedi 1023	Буктрил универсал Buctril Universal	80	1	1	1	1	1
	Биатлон 4D + ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	1	1	1	1	1
	Секатор ОД Sekator OD	10	1	1	1	1	1
	Мерлин Флекс 480 СК Merlin Flexx 480 SC	200	2	1.5	1	1	1
	Лаудис ОД Laudis OD	42	4.5	4	4	4	4
	Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	5	5	5	5	5
GL15A	Буктрил универсал Buctril Universal	80	1	1	1	1	1
	Биатлон 4D +ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	1	1	1	1	1
	Секатор ОД Sekator OD	10	1	1	1	1	1
	Мерлин Флекс 480 СК Merlin Flexx 480 SC	200	2	2	1	1	1
	Лаудис ОД Laudis OD	42	5	5	4.5	3.5	3.5
	Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	5.5	6.5	5	5	5
MI16N	Буктрил универсал Buctril Universal	80	1	1	1	1	1
	Биатлон 4D +ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	1	1	1	1	1
	Секатор ОД / Sekator OD	10	1	1	1	1	1
	Мерлин Флекс 480 СК Merlin Flexx 480 SC	200	1.5	1	1	1	1
	Лаудис ОД Laudis OD	42	2	2.5	2	2	2
	Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	4	4	3	3	2

Легенда: DAT - брой дни, след третиране на хербицида Legend: DAT - days after treatment with the herbicide

Прилагането на хербициди със системно действие за борба срещу широколистните плевели Буктрил универсал – 80ml/da, Биатлон 4D - 4 g/da + Деш – 40 ml/da и Секатор ОД – 10 ml/da са с висока селективност (бал 1) при тестваните образци техническото сорго (метла) не предизвикват фитотоксичен ефект. Лаудис ОД приложен в доза 200 ml/da при всички образци техническо техническо сорго (метла), до 7 ден след третирането

Application of herbicides with systemic activity to control broadleaf weeds Buctril universal – 80 ml/da, Biathlon 4D + Dash – 4 g/da 40 ml/da and Sekator OD – 10 ml/da are highly selective (score 1.0) to the tested broomcorn accessions and do not induce phytotoxic effect. Laudis OD applied at a dose of 200 ml/da in all broomcorn accessions until seven days after treatment (DAT) produces a slight phytotoxic effect (score 2) with easily

(DAT) предизвиква слаб фитотоксичен ефект (бал 2) с лесно разпознаващи се симптоми на хлороза между жилките на листата. Четиринадесет дни след третирането (14 DAT) наблюдаваната симптоматика на фитотоксичност се запазва, която на по-късен етап (21 DAT) се преоодолява при всички проучвани образци. Мерлин Флекс 480 СК приложен в доза 42 ml/da и Пасифика ВГ и Биопауър – 35+75 ml/da предизвикват умерено-силен фитотоксичен ефект (от 3.0 до 5,5 бала) изразяващи се в хлоротични изменения между жилките на листата, деформация на листната петура, изоставане в растежа и нарастването на стеблото при всички проучвани образци, които на по-късен етап от развитието им, не се преодолява с изключение на хлоротичните изменения по листата.

Установени са генотипни различия по отношение селективността на Мерлин Флекс 480 СК – 42 ml/da и Пасифика ВГ и Биопауър – 35+70 ml/da. Относително по-слаб фитотоксичен ефект е отчетен при местна пополация MI16N след третиране с Мерлин Флекс 480 СК – от 2.0 до 2.5 бала (средно 2.1 бала) или с Пасифика ВГ + Биопауър – от 2.0 до 4.0 бала (средно 3.2 бала) в сравнение със сорт Szegedi 1023 и местна популация GL15A след приложение на същите хербициди, където отчетената фитотоксчност е по-силна от 1.0 до 3.0 бала (средно 2.1 бала).

Различията в чувствителността към хербициди при проучваните образци техническо сорго (метла) могат да бъдът обяснени с генотипни различия, тъй като сравненията между тях са извършени при еднакви метеорологични и едафични условия.

Известно е, че много от ксенобиотиците, към които спадат и хербицидите, могат да потискат физиологичните процеси, без това да предизвиква видим фитотоксичен ефект (Churkova, 2008; 2009; 2014; Ramel et al., 2012;

recognizable symptoms of chlorosis between the leaves of the leaves.

Fourteen days after treatment (14 DAT), observed symptomatology of phytotoxicity was retained, which at a later stage (21 DAT) was overcome in all tested accessions.

Merlin Flexx 480 SC applied at a dose of 42 ml/da and Pacifica WG + Biopower – 35 + 70 ml/da produced a moderate phytotoxic effect (from 3.0 to 5.5 score) expressed in chlorotic variations between the leaves of the leaves, deformation of the leaf and growth retardation and stem growth in all specimens studied, which at a later stage of development is not overcome except for leaf chlorosis.

Genotypic differences have been identified with respect to the selectivity of Merlin Flexx 480 SC – 42 ml/da and Pacifica WG + Biopower – 35 + 70 ml/da. A relatively weaker phytotoxic effect was found in the local populations MI16N after treatment with Merlin Flexx 480 SC - from 2.0 to 2.5 score (average 2.1 score) or Pacifica WG + Biopower – from 2.0 to 4.0 score (mean 3.2 score) compared to variety Szegedi 1023 and local populations GL15A after application of the same herbicides, where the reported phytotoxicity is greater than 1.0 to 3.0 score (an average of 2.1 score).

The established differences in herbicide sensitivity in the studied accessions broomcorn can be explained by genotypic differences as the comparisons between them are performed under the same meteorological and edaphic conditions.

It has been found that many of the xenobiotics, including herbicides, can suppress physiological processes without causing a visible phytotoxic effect (Churkova, 2008; 2009; 2014; Ramel et al., 2012; Churkova and Bozhanska, Churkova and Bozhanska, 2016; Stoyanova et al., 2016).

Установения фитотоксичен ефект на хербицидите Мерлин Флекс 480 СК – 42 ml/da и Пасифика ВГ и Биопауър в дози 35+75 ml/da оказва инхибиращо влияние върху някои от елементите на продуктивността (гъстота на посева, височина на растенията, добив на семена и дължина на метлицата) на техническото сорго (метла) (Таблица 3a и 3b), като разликите са статистически доказано намалени (P=0.05) в сравнение с контролните варианти и приетия за еталон Буктрил универсал – 80 ml/da. Въпреки различието в стойностите на проучваните показатели по години, тенденцията между отделните варианти се запазва.

Промените в плътността на техническото сорго (метла) зависи от приложените хербициди и количеството и разпределението на валежите през вегетационния период на културата.

През годините на проучване преживяемостта (l_x) на техническото сорго (метла) варира в диапазона от 0.620 до 1.00 (средно 0.885), а коефициентът на загиване на растенията (d_x) е в границите от 0.018 до 9.64 (средно 9.64) (Таблица 3a).

2016; Stoyanova et al., 2016)

The established phytotoxic effect of herbicides Merlin Flexx 480 SC – 42 ml/da and Pacifica WG + Biopower – 35 + 70 ml/da had an inhibitory effect on some of the elements of productivity (plant density, height of plants, seed yield and panicle length) of the broomcorn (Table 3a and 3b), the differences being statistically significant at P<0.05%, as compared to the control variants and the etalon Buctril universal – 80 ml/da.

Despite the differences in the values of the surveyed indicators by the study year, the trend between the different treatments is retained.

The changes in the broomcorn density depended on the applied herbicides and the quantity and distribution of rainfall during the growing season of the crop.

In the years of study, the survival (l_x) on broomcorn ranges from 0.620 to 1.00 (0.885 on average), and the plant death rate (d_x) ranges from 0.018 to 9.64 (mean 9.64) (Table 3a).

Таблица 3a. Влияние на хербициди за вегетационно приложение върху продуктивността на образци техническо сорго (метла)
Table 3a. Effect of postemergences herbicides on the productivity of bromcorn accessions

Образци Accessions	Години Years	Хербицид Herbicides	Доза (Dose). g/ml/da	Показатели/ Characteristics						
				брой растения, da plant number, da				височина на растенията, cm height of plants, cm		
				m_x	l_x	d_x	K_x	m_x	d_x	K_x
Szegedi 1023	2017	Контрола нетретирана /Control untreated		25357.1b				140.9b		
		Буктрил универсал Buctril Universal	80	25178.6b	0.993	0.18	0.003	158.2b	-17.30	-0.050
		Биатлон 4D +ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	24642.9b	0.972	0.71	0.012	159.0b	18.10	-0.052
		Секатор ОД / Sekator OD	10	23214.3b	0.915	2.14	0.038	158.0b	17.10	-0.050
		Мерлин Флекс 480 СК Merlin Flexx 480 SC	42	21785.7ab	0.859	3.57	0.066	122.6ab	-18.30	0.060
		Лаудис ОД / Laudis OD	200	25000.0b	0.986	0.36	0.006	140.9b	0.00	0.000
		Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	18928.6a	0.746	6.43	0.127	110.3a	-30.60	0.106

GL15A		Контрола нетретирана /Control untreated		25714.3b				207.0c		
		Буктрил универсал Buctril Universal	80	25357.1b	0.986	0.36	0.006	204.3c	2.67	0.006
		Биатлон 4D +ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	25000.0b	0.972	0.71	0.012	205.0c	-1.97	0.004
		Секатор ОД / Sekator OD	10	24642.9b	0.958	1.07	0.018	183.1c	-23.87	0.053
		Мерлин Флекс 480 СК 480 СК Merlin Flexx 480 SC 480 SC	42	24642.9b	0.958	1.07	0.018	143.2b	-63.77	0.160
		Лаудис ОД / Laudis OD	200	25000.0b	0.972	0.71	0.012	198.7c	-8.27	0.018
		Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	17500.0a	0.681	8.21	0.167	96.8a	-110.17	0.330
MI16N		Контрола нетретирана /Control untreated		25357.1b				276.6c		
		Буктрил универсал Buctril Universal	80	24642.9b	0.972	0.71	0.012	272.1c	4.50	0.007
		Биатлон 4D +ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	24642.9b	0.972	0.71	0.012	260.7c	-15.90	0.026
		Секатор ОД / Sekator OD	10	23928.6b	0.944	1.43	0.025	246.0bc	-30.60	0.051
		Мерлин Флекс 480 СК 480 СК Merlin Flexx 480 SC 480 SC	42	20357.1ab	0.803	5.00	0.095	207.8b	-68.80	0.124
		Лаудис ОД / Laudis OD	200	25357.1b	1.000	0.00	0.000	260.8c	-15.82	0.026
		Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	15714.3a	0.620	9.64	0.208	159.9a	-116.70	0.238
Szegedi 1023		Контрола нетретирана /Control untreated		25714.3b				150.6a		
		Буктрил универсал Buctril Universal	80	24285.7b	0.944	1.43	0.025	174.0b	-23.40	-0.063
		Биатлон 4D +ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	23571.4b	0.917	2.14	0.038	151.2a	0.60	-0.002
		Секатор ОД / Sekator OD	10.0	23571.4b	0.917	2.14	0.038	150.6a	0.00	0.000
		Мерлин Флекс 480 СК Merlin Flexx 480 SC	42	20714.3ab	0.806	5.00	0.094	145.4a	-5.20	0.015
		Лаудис ОД / Laudis OD	200	22857.1b	0.889	2.86	0.051	140.8a	-9.80	0.029
		Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	16428.6a	0.639	9.29	0.195	147.0a	-3.60	0.011
GL15A	2018	Контрола нетретирана /Control untreated		25000.0b				187.8b		
		Буктрил универсал Buctril Universal	80	23571.4b	0.943	1.43	0.026	192.4b	-4.60	-0.011
		Биатлон 4D +ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	23214.3b	0.929	1.79	0.032	188.0b	0.20	0.000
		Секатор ОД / Sekator OD	10	22142.9b	0.886	2.86	0.053	190.0b	2.20	-0.005
		Мерлин Флекс 480 СК Merlin Flexx 480 SC	42	21428.6ab	0.857	3.57	0.067	191.0b	3.20	-0.007
		Лаудис ОД / Laudis OD	200	24285.7b	0.971	0.71	0.013	211.0a	23.20	-0.051
		Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	15928.6a	0.637	9.07	0.196	211.6a	23.80	-0.052
MI16N		Контрола нетретирана /Control untreated		24642.9b				261.0b		
		Буктрил универсал Buctril Universal	80	23571.4b	0.957	1.07	0.019	269.0c	-8.00	-0.013
		Биатлон 4D +ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	22571.4b	0.916	2.07	0.038	245.4b	-15.60	0.027
		Секатор ОД / Sekator OD	10	21428.6b	0.870	3.21	0.061	271.0c	10.00	-0.016
		Мерлин Флекс 480 СК Merlin Flexx 480 SC	42	20357.1ab	0.826	4.29	0.083	256.6b	-4.40	0.007
		Лаудис ОД / Laudis OD	200	24285.7b	0.986	0.36	0.006	301.4c	40.40	-0.063
		Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	16428.6a	0.667	8.21	0.176	282.0a	21.00	-0.034

Легенда: m_x – експериментално отчетени брой растения m^2; l_X - преживяемост на растения до края на вегетацията; dx - загиване (редуциране) на растенията (добива); K_x - интензивност на загиване (редуциране).
Legend: m_x – experimentally recorded plant number da; l_X –survival ability of plants till the end of vegetation; dx – death (reduction of plants (yields); K_x – death intensity (reduction).

Таблица 3b. Влияние на хербициди за вегетационно приложение върху продуктивността на образци техническо сорго (метла)
Table 4b. Effect of postemergences herbicides on the productivity of bromcorn accessions

Образци Accessions	Години Years	Хербицид Herbicides	Доза (Dose). g/ml/da	Показатели/ Characteristics					
				добив семена, kg/da seed yield, kg/da			дължина на метлицата, cm panicle length, cm		
				m_x	d_x	K_x	m_x	d_x	K_x
Szegedi 1023	2017	Контрола нетретирана /Control untreated		539.8b			70.8c		
		Буктрил универсал Buctril Universal	80	558.3c	-18.53	0.003	65.4c	5.40	0.034
		Биатлон 4D +ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	459.0b	-80.78	0.012	61.0c	-9.80	0.065
		Секатор ОД / Sekator OD	10	432.4b	-107.39	0.038	65.4c	-5.40	0.034
		Мерлин Флекс 480 СК Merlin Flexx 480 SC	42	289.9ab	-249.94	0.066	43.8b	-27.00	0.209
		Лаудис ОД / Laudis OD	200	465.7b	-74.13	0.006	61.5c	-9.30	0.061
		Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	201.5a	-338.33	0.127	32.6a	-38.20	0.337
GL15A		Контрола нетретирана /Control untreated		515.7bc			42.2b		
		Буктрил универсал Buctril Universal	80	472.3b	43.38	0.006	41.4b	0.80	0.008
		Биатлон 4D +ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	487.9b	-27.85	0.012	39.6b	-2.60	0.028
		Секатор ОД / Sekator OD	10	494.0b	-21.71	0.018	39.6b	-2.60	0.028
		Мерлин Флекс 480 СК Merlin Flexx 480 SC	42	371.6ab	-144.11	0.018	30.2a	-12.00	0.145
		Лаудис ОД / Laudis OD	200	465.7b	-50.03	0.012	40.0b	-2.20	0.023
		Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	170.7a	-344.95	0.167	30.5a	-11.70	0.141
MI16N		Контрола нетретирана /Control untreated		922.2bc			50.1b		
		Буктрил универсал Buctril Universal	80	939.9bc	-17.74	0.012	50.4b	-0.30	-0.003
		Биатлон 4D +ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	852.5b	-69.69	0.012	48.6b	-1.50	0.013
		Секатор ОД / Sekator OD	10	764.9b	157.3	0.025	46.8b	-3.30	0.030
		Мерлин Флекс 480 СК Merlin Flexx 480 SC	42	448.9a	-473.27	0.095	33.6a	-16.50	0.173
		Лаудис ОД / Laudis OD	200	832.2b	-89.97	0.000	42.0b	-8.10	0.077
		Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	404.2a	-517.94	0.208	31.9a	-18.20	0.196
Szegedi 1023	2018	Контрола нетретирана /Control untreated		449.3b			62.3bc		
		Буктрил универсал Buctril Universal	80	463.1b	-13.81	0.025	58.4bc	3.90	0.028
		Биатлон 4D +ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	439.1b	-10.26	0.038	51.2b	-11.10	0.085
		Секатор ОД / Sekator OD	10	396.4ab	-52.92	0.038	49.6b	-12.70	0.099
		Мерлин Флекс 480 Merlin Flexx 480 SC	42	237.0a	-212.31	0.094	44.6ab	-17.70	0.145
		Лаудис ОД / Laudis OD	200	425.8b	-23.57	0.051	51.3b	-11.00	0.084
		Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	145.7a	-303.61	0.195	39.8a	-22.50	0.195
GL15A		Контрола нетретирана /Control untreated		554.4bc			44.0b		
		Буктрил универсал Buctril Universal	80	509.1b	45.27	0.026	39.4b	4.60	0.048
		Биатлон 4D +ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	409.1b	-145.23	0.032	44.0b	0.00	0.000
		Секатор ОД / Sekator OD	10	443.9b	-110.49	0.053	41.0b	-3.00	0.031
		Мерлин Флекс 480 Merlin Flexx 480 SC	42	241.4a	-312.98	0.067	35.0ab	-9.00	0.099
		Лаудис ОД / Laudis OD	200	452.4b	-102.01	0.013	43.3b	-0.70	0.007

		Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	127.2a	-427.22	0.196	42.6b	-1.40	0.014
MI16N		Контрола нетретирана /Control untreated		982.0			46.4b		
		Бухтрил универсал Buctril Universal	80	991.9	-9.82	0.019	41.4b	5.00	0.050
		Биатлон 4D +ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	845.3	-136.71	0.038	41.4b	-5.00	0.050
		Секатор ОД / Sekator OD	10	844.8	-137.27	0.061	39.8ab	-6.60	0.067
		Мерлин Флекс 480 СК Merlin Flexx 480 SC	42	504.2b	-477.84	0.083	40.8ab	-5.60	0.056
		Лаудис ОД / Laudis OD	200	972.0	-10.07	0.006	44.6b	-1.80	0.017
		Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	360.4a	-621.60	0.176	38.8a	-7.60	0.078

Легенда: m_x – експериментално отчетени брой растения m^2; l_X - преживяемост на растения до края на вегетацията; dx - загиване (редуциране) на растенията (добива); K_x - интензивност на загиване (редуциране).
Legend: m_x – experimentally recorded plant number da; l_X –survival ability of plants till the end of vegetation; dx – death (reduction) of plants (yields); K_x – death intensity (reduction).

Аналогични са и получените резултати по отношение интензивността на загиване на растенията след третиране с хербициди (*K_x*). Най-висока интензивност на загиване на растенията (*K_x*) е отчетена във вариантите след приложение на хербицидите Мерлин Флекс 480 СК 42 ml/da и Пасифика ВГ и Биопауър в дози 35+75 ml/da, а най-ниска след третиране с Буктрил универсал – 80 ml/da, Биатлон 4D – 4 g/da + Деш – 40 ml/da и Секатор ОД – 10 ml/da, където стойностите на *K_x* са в границите от 0.018 до 0.208 (средно 0,1134), а интензивността на загиване на расте-нията е от 4,7 до 11,9 пъти по-ниска в сравнение с хербицидите предизвик-ващи умерено-силен фитотоксичен ефект (Мерлин Флекс 480 СК и Пасифика ВГ и Биопауър) при техни-ческото сорго (метла).

Височината на растенията, добива на семена и дължината и „класа“ на метлиците са променливи величини, варират в широк диапазон в зависимост от приложените хербициди и метеорологичните фактори – количество на валежите през вегетационния периодна техническото сорго (метла) (Таблица 3b). Тъй като гъстотата на посева в началото на вегетацията е еднаква – 26000 растения/da във всички варианти на опита, а плевелите през вегетационния период на културата са отстранявани ръчно, за да се елиминира отрицателното им въздей-

Similarly, the results obtained with respect to the intensity of plant death after treatment with herbicides (*K_x*).

The highest rate of plant death intensity (*K_x*) was reported in the variants after treatment with herbicides Merlin Flexx 480 SC – 42 ml/da and Pacifica WG + Biopower – 35 + 70 ml/da and the lowest after treatment with Buctril universal – 80 ml/da, Biathlon 4D + Dash – 4 g/da + 40 ml/da, Sekator OD – 10 ml/da and Laudis OD – 200 ml/da where the (*K_x*) values were within the range from 0.018 to 0.208 (average of 0.1134) and the intensity of plant death is 4.7 to 11.9 times lower than herbicides causing a moderate phytotoxic effect (Merlin Flex and Pacifica WG + Biopower) at broomcorn.

Plant height, seed yield and length and "broom class" were variable values, varied within depending on the applied herbicides and meteorological factors -– rainfall amount during the broomcorn growing season (Table 3b).

Since the density at the beginning of vegetation of the broomcorn stand was the same, 26000 plants/da in all trial, and the weeds during the vegetation period of the crop are removed manually in order to eliminate their negative impact the studied parameters (height of the plants, ствие върху проучваните показатели (височина на растенията, добив семена и дължината на метлиците), получените експериментални резултати показват генотипната реакция при тестваните образци техническо сорго (метла) по отношение селективостта на хербицидите и взаимовръзката между тях.

Редуцирането на някои от елементите на продуктивността (d_x) при техническото сорго (метла) след третиране с хербициди във фаза втори – четвърти лист на културата варира относително по-слабо при плътността на посева (от 0.18 до 9.64), височината на растенията (от -17.3 до 40.4), дължината на метлицата (от -38.2 до 5.0) и най-силно при формиране на добива от семена – от -621.6 до 157.3 в сравнение с контролните варианти.

Относително най-слабо редуциране при проучваните показатели е отчетено след третиране с Бyктрил универсал – 80 ml/da, Биатлон 4D + Деш – 4 g/da + 40 ml/da, Секатор ОД – 10 ml/da и Лаудис ОД – 200 ml/da, където разликите са и статистически недоказани (при P=0.05) в сравнение с приетия за еталон хербицид Бyктрил универсал – 80 ml/da, както и в сравнение с контролните варианти. Третиранията извършени с Мерлин Флекс 480 СК – 42 ml/da и Пасифика ВГ и Биопауър в дози 35+75 ml/da статистически доказано (при P=0.05) редуцират (d_x) елементите на продуктивността при всички образци техническо сорго (метла).

Интензивността на редуциране елементите на продуктивността (K_x) зависи от същите фактори и следва установените зависимости при редуцирането им (d_x). Най-ниски коефициенти d_x и K_x, т. е. с относитлно най-ниска чувствителност към хербицидите в приложените дози на Бyктрил универсал – 80 ml/da, Биатлон 4D + Деш – 4 g/da + 40 ml/da, Секатор ОД – 10 ml/da и Лаудис ОД – 200 ml/da са отчетени при Szegedi 1023 и местна популация GL15A по отношение

seed yield and panicle length) the experimental results obtained show the genotypic reaction of the tested accessions at the broomcorn to the herbicide selectivity and the interrelationship between them.

The reduction in some of the elements of productivity (d_x) in boomcorn after treatment with post emergence herbicide in the growth stages BBCH 12-14 of the crop varied relatively weakly at the plant density (from 0.18 to 9.64), the plant height (from -17.3 to 40.4), panicle length (from -38.2 to 5.0), and most strongly seed formation – from -621.6 to 157.3 compared to control variants.

Relative mild reductions in the studied parameters were reported after treatment with Buctril universal – 80 ml/da, Biatlon 4D + Dech – 4 g/da + 40 ml/da, Sekator OD – 10 ml/da and Laudis OD – 200 ml/da are also statistically unsignificant (P=0.05), compared to the standard reference herbicide Buctril universal – 80 ml/da, as well as compared to control variants. After treatment with Merlin Flexx 480 SC – 42 ml/da and Pacifica WG + Biopower applied at doses 35 + 75 ml/da statistically significants (P=0.05) reduces (d_x) the elements of productivity in all testet accessions broomcorn.

The intensity of reduction of the elements productivity (K_x) depended on the same factors and followed the relations found in their reduction (d_x).

The lowest coefficients d_x and K_x, i.e. with a relatively lower sensitivity to the herbicides at the applied doses of Buctril universal – 80 ml/da, Biatlon 4D + Desh – 4 g/da + 40 ml/da, Sekator OD – 10 ml/da and Laudis OD – 200 ml/da are reported in variety Szegedi 1023 and a local population GL15A with respect to plant преживяемостта на растенията, докато формирането на добива от семена, и дължината, респективно „класата“ на метлиците през годините на проучване е отчетено само при местната популация GL15A. MI16N заема междинна позиция.

Под въздействие на хербицидите се променя скоростта на възпроизводство (*R*) и скоростта на естественото увеличаване на популационната плътност (r_r) при тестваните образци техническо сорго (метла), като са налице генотипни различия. В относително най-малка степен се променя скоростта на възпроизводство (*R*) при местна популация GL15A (*R* от 1.77 до 2.30) и най-силно при MI16N (*R* от 2.14 до 2.41), с изключение при формиране на добива от семена (R = 0.79) в сравнение със сорт Szegedi 1023. Най-високи коефициенти са отчетени при увеличаване на популационната плътност (r_r) и репродуктивността на проучваните образци (T_c) т.е. най-висока толерантност към приложените хербициди се установява при местните популации GL15A и MI16N, а най-ниски при тествания сорт Szegedi 1023 (Таблица 4).

Установена е добре доказана положителна корелационна зависимост между скоростта на възпроизводство (*R*) и естественото увеличаване на популационната плътност (r_r) – *r* е в диапазона от 0.998 до 0.995, и в отрицателна зависимост от популационната плътност (r_r) и репродуктивността на проучваните образци (T_c) техническо сорго (метла) – *r* е от -0.938 до 0.999.

Приложените хербициди и дози на приложение оказват влияние върху коефициентите на възпроизводство (*R*), скоростта на увеличаване на популационната плътност (r_r) и репродуктивността *(T_c)* на техническото сорго (метла).

survival, while seed yield formation and length, respectively, the "class" of panicle attributed to the years of study was only reported in the local population GL15A. Local population MI16N occupies an intermediate position.

The rate of reproduction (*R*) and the rate of natural increase in population density (r_r) at the tested broomcorn accessions are affected by the herbicide, and there are genotypic differences.

To a lesser extent, the reproduction rate (*R*) in a local population GL15A (*R* of 1.77 to 2.30) and most strongly at MI16N (R of 2.14 to 2.41), with the exception of seed yield formation (*R* = 0.79) compared to Szegedi 1023 variety.

The highest coefficients were recorded in the population density increase (r_r) and the reproducibility of the studied samples (T_c), i.e. the highest tolerance to applied herbicides was found in the local populations GL15A and MI16N, and the lowest in the tested variety Szegedi 1023 (Table 4).

A positive correlation correlation between the reproduction rate (R) and the natural increase in the population density (r_r) – *r* is in the range of 0.998 to 0.995, and in a negative population density (r_r) and reproduction of the studied accessions (T_c) broomcorn – *r* is from -0.938 to 0.999 was determed.

The applied herbicides and application rates influence the reproduction coefficients (*R*), the rate of increase of the population density (r_r) and the reproduction (T_c) of the broomcorn.

Таблица 4. Възпроизводство (*R*) и скоростта на и естественото увеличаване на популационната плътност (r_r) на образци техническо сорго (метла) след приложение на хербициди за вегетационно приложение

Table 4. Reproduction (*R*) and speed of natural increase population density of accessions broomcorn (r_r) after treatment with post emergence herbicides

Образци / Accessions Хербициди / Herbicides	Доза (Dose). g/ml/da	брой растения, da plant number, da			височина на растенията, cm height of plants, cm		
		R	T_c	r_r	*R*	T_c	r_r
Szegedi 1023		2.03	5.81	0.122	2.14	3.15	0.242
GL15A		2.03	5.81	0.122	2.30	3.02	0.275
MI16N		2.14	5.51	0.138	2.41	3.01	0.292
Контрола нетретирана /Control untreated		1.97	5.70	0.119	1.92	3.35	0.195
Буктрил универсал Buctril Universal	80	1.90	5.91	0.109	2.00	3.22	0.215
Биатлон 4D +ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	1.87	6.01	0.104	1.87	3.44	0.182
Секатор ОД Sekator OD	10.0	1.87	5.98	0.105	2.08	3.06	0.240
Мерлин Флекс 480 СК Merlin Flexx 480 SC	42	1.87	5.94	0.106	2.50	2.46	0.373
Лаудис ОД Laudis OD	200	1.90	5.92	0.108	2.18	2.94	0.264
Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	1.87	5.80	0.108	3.49	1.69	0.739
Образци / Accessions Хербициди / Herbicides		добив семена, kg/da seed yield, kg/da			дължина на метлицата, cm panicle length, cm		
		R	T_c	r_r	*R*	T_c	r_r
Szegedi 1023		1.75	4.45	0.126	1.79	3.24	0.179
GL15A		1.77	4.40	0.130	2.22	2.44	0.327
MI16N		0.79	11.84	-0.020	2.37	2.33	0.371
Контрола нетретирана / Control untreated		2.01	3.78	0.184	1.87	2.72	0.231
Буктрил универсал Buctril Universal	80	1.99	3.81	0.181	1.77	2.86	0.200
Биатлон 4D +ДЕШ Biatlon 4D + Dash	4+40	1.88	3.98	0.159	1.83	2.73	0.221
Секатор ОД / Sekator OD	10.0	0.39	23.02	-0.041	1.72	2.92	0.185
Мерлин Флекс 480 СК Merlin Flexx 480 SC	42	1.77	3.96	0.144	2.24	2.09	0.385
Лаудис ОД Laudis OD	200	2.10	3.56	0.208	1.94	2.56	0.259
Пасифика ВГ+Биопауър Pacifica WG + Biopower	35+70	1.63	4.08	0.120	2.55	1.78	0.525

Резултатите от анализът на всички включени в изследването хербициди по средни стойности на показателите и използваните коефициенти, характеризиращи селективността на използваните хербициди при техническо сорго (метла), условно могат да се разделят в две групи.

Първа група селективни хербициди за борба срещу двусемеделни плевели в посеви на техническо сорго (метла) (Буктрил универсал – 80 ml/da, Биатлон 4D – 4 g/da + Деш – 40 ml/da и Секатор ОД – 10 ml/da, както и с ком-

The results of the analysis of all the herbicides included in the study on the average values of the indicators and the coefficients used, characterizing the selectivity of the herbicides used in the broomcorn, can be conventionally divided into two groups.

A first group of selective herbicides to weed control againts dicotyledonous weeds in broomcorn (Buctril universal – 80 ml/da, Biatlon 4D + Dech – 4 g/da + 40 ml/da and Sekator OD – 10 ml/da as well as with a combined action for weed бинирано действие за борба срещу едносемеделни и двусемеделни плевели (Лаудис ОД – 200 ml/da) и втора група с относително по-слаба селективност към културата хербициди (Мерлин Флекс 480 СК – 200 ml/da и Пасифика ВГ и Биопауър – 35 + 70 ml/da) за борба срещу едногодишни житни и едногодишни широколистни плевели.

При прилагане на различни математико-статистически анализи, методи и коефициенти за определяне на генотипната чувствителност към хербициди на техническото сорго (метла) се отчита относителната им селективност, а действителната, чрез понижението на продуктивността на съответния генотип след третиране с хербициди при конкретни агрометеорологични и едафични условия.

control against monocotyledonous and dicotyledonous weeds (Laudis OD – 200 ml/da) and a second group with relatively less selectivity to the crop herbicides (Merlin Flexx 480 SC – 42 ml/da and Pacifica WG + Biopower – 35 + 75 ml/da) to weed control against annual cereal and annual broadleaf weeds.

After the application of various mathematical and statistical analyzes, methods and coefficients for determining the genotypic sensitivity to broomcorn herbicides, their relative selectivity is taken into account and the actual by decreasing the productivity of the respective genotype after treatment with herbicides at specific agrometeorological and edaphic conditions.

ИЗВОДИ

Прилагането на хербициди със системно действие при техническото сорго (метла) (*Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.) Буктрил универсал – 80 ml/da, Биатлон 4D – 4 g/da и Секатор ОД – 10 ml/da са с висока селективност към културата (бал 1), докато Мерлин Флекс 480 СК – 42 ml/da и Пасифика ВГ и Биопауър – 35 + 70 ml/da предизвикват умерено-силен фитотоксичен ефект (от 3.0 до 5.5 бала).

Установени са генотипни различия по отношение селективността на хербицидите Мерлин Флекс 480 СК – 42 ml/da и Пасифика ВГ и Биопауър – 35+70 ml/da. Най-слаб фитотоксичен ефект е установен при местната популация MI16N в сравнение със сорт Szegedi 1023 и местна популация GL15A.

Най-слабо е променена скоростта на възпроизводство (*R*) при местна популация GL15A (*R* от 1.77 до 2.30) и най-силно MI16N (*R* от 2.14 до 2.41) (с изключение при формиране на добива от семена) в сравнение със сорт Szegedi 1023, под въздействие на приложените хербициди.

CONCLUSIONS

Application of herbicides with system activity to the broomcorn (*Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.) Buctril universal – 80 ml/da, Biathlon 4D – 4 g/da + Dash – 40 ml/da and Sekator OD – 10 ml/da are highly selective (score 1.0), while Merlin Flexx 480 SC – 42 ml/da and Pacifica WG + Biopower – 35 + 70 ml/da produce a moderate-potent phytotoxicity effect (score 5.5).

Genotypic differences have been identified with respect to the selectivity of Merlin Flexx 480 SC – 42 ml/da and Pacifica WG + Biopower – 35 + 70 ml/da. The weakest phytotoxic effect was found in the local population MI16N compared to the variety Szegedi 1023 and the local popolation GL15A.

The lowest reproduction speed (*R*) was established at the local population of GL15A (*R* from 1.77 to 2.30) and the strongest in MI16N (R from 2.14 to 2.41) was the least (except for seed yield formation (R – 0.79) in variety Szegedi 1023) under the influence of applied herbicides.

Най-висока толерантност към приложените хербициди (с изключение при формиране на добива от семена) се установява при местните популации GL15A и MI16N и могат да бъдат използвани, като компоненти в бъдещи селекционни програми, а най-ниска при сорт Szegedi 1023.

Установени са най-високи коефициенти в скоростта на естественото увеличение (r_r) и при репродуктивността на проучваните образци (T_c), т.е. най-високата толерантност към прилаганите хербициди е установена в местните популации GL15A и MI16N и могат да бъдат използвани като компоненти в бъдещите селекционни програми, а най-ниски при сорта Szegedi 1023.

Установена е еквивалентност между селективността на хербицидите отчетена чрез коефициентът на скоростта на възпроизводство (R) и естественото увеличаване на популационната плътност (r_r), както и по отношение нарепродуктивността (T_c) на проучваните образци техническо сорго (метла) (*Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.).

Highest tolerance to applied herbicides (exception on seed formation) is found in the local populations GL15A and MI16N and can be used as components in future selection programs, and the lowest in the Szegedi 1023 variety.

The highest coefficients were recorded in the population density increase (r_r) and the reproducibility of the studied samples (T_c), i.e. the highest tolerance to applied herbicides was found in the local populations GL15A and MI16N an can be used as components in future breeding programmes, and the lowest in the Szegedi 1023 variety.

Equivalence has been established between the selectivity of herbicides as measured by the иeproduction speed (R) and Speed of natural increase of broomcorn (r_r) as well as reproducibility (T_c): of test accessions broomcorn *(Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Abita, M. and K. Al-Khatibb**, 2013. Metabolism of Quizalofop and Rimsulfuron in Herbicide Resistant Grain Sorghum. *Pesticide Biochemistry and Physiology,* 105(1), 24-27.
2. **Al-Khatib, K., M. Claassen, P. Stahlman, P. Geier, D. Regehr, S. Duncan and W. Heer,** 2003. Grain Sorghum Response to Simulated Drift from Glufosinate, Glyphosate, Imazethapyr, and Sethoxydim. *Weed Technology,* 17, 261-265.
3. **Angelova, V., R. Ivanova, V. Delibaltova and K. I. Ivanov,** 2011. Use of Sorghum Crops for in Situ Phytoremediation of Polluted Soils. *Journal of Agricultural Science and Technology,* A1, 693-702.
4. **Begon, M., J. Harper and C. Townsend,**1986. Individuals, Populations and Communities. *Blackwell Scientific Publications,* 2, 115-123. *Boston Palo Alto Melbourne.*
5. **Berenji J. and J. Dahlberg,** 2004. Perspectives of Sorghum in Europe. *J. Agronomy & Crop Science,* 190, 332-338.
6. **Cifuentes, R., R. Bressani and C. Rolz,** 2014.The Potential of Sweet Sorghum as a Source of Ethanol and Protein. *Energy for Sustainable Development,* 21, 13-19.
7. **Churkova, B.,** 2008. Herbicides for Weed Control on Forage Yield from Birdsfoot Trefoil. *Journal of Balkan Ecology,* 11(2), 183-187.

8. **Churkova, B.,** 2009. Seed Yield From Birdsfoot Trefoil Treated with Some Herbicides. In: Proceeding of the 15 th Meeting of the FAO-CIHEAM Mountain pastures, Les Diablerets Switzeland, pp. 125-129.
9. **Churkova, B.,** 2014. Study on Efficiency of Some Herbicides for Fight Against Weeds in Birdsfoot Trefoil (Lotus corniculatus L.) Seed Production. *Journal of advances in agriculture*, 2(1), 42-49.
10. **Churkova, B. and T. Bozhanska,** 2016. Influence of Some Herbicides on Weed Infestation and Productivity of Bird's-Foot Trefoil. *Banat's Journal of Biotechnology,* VII (14), 24-29.
11. **De Martonne E.,** 1926. Une Nouvelle Fonction Climatologique: L'indice D'aridité. *La Meteorologie,* 449-458.
12. **Dimitrova, Ts. and Z. Tsukov,** 1996. Study on Weeds and Weeds Control in the Sorghum Sudan Hybrid Trudan 8. *Plant Science*, 33(8), 67-69 (Bg).
13. **Ercoli, L., M. Mariotti and A. Masoni,** 1996. Effect of Temperature and Phosphorus Fertilization on Phosphorus and Nitrogen Uptake by Sorghum. *Crop Science,* 2, 348–354.
14. **Fromme, D., P. Dotray, W. Grichar and C. Fernandez,** 2012. Weed Control and Grain Sorghum (*Sorghum bicolor*) Tolerance to Pyrasulfotole plus Bromoxynil. *International Journal of Agronomy*, Article ID 951454, 10 pages.
15. **Jinying, X., Ch. Ruhong, Z. Ye, S. Zhigang, Z., Ting and X. Xueyan**, 2013. Primary Research on Screening of Herbicides in Summer Sowing Broomcorn Millet Field. *Plant Diseases and Pests, Cranston,* 4(3), 46-48.
16. **Jose, S. and Th. Bhaskar,** 2015. Biomass and Biofuels: Advanced Biorefineries for Sustainable Production and Distribution. CRC Press, 392 pages.
17. **Latifi, P. and S. Jamshidi,** 2011. Management of Corn Weeds by Broomcorn Sorgaab and Foramsulfuron Reduced Doses Integration. 2011 International Conference on Biology, Environment and Chemistry IPCBEE vol.24, IACSIT Press, Singapoore, pp. 412-415.
18. **Lyubenov, Y.,** 1989. New Innovations. Sofia, pp. 57-63.
19. **Mavi, F., J. Daneshian, M. Baghestani, A. Faramarzi and A. Shayestenia,** 2010. Effective of Weed Control on Broomcorn Yield Increasing. In: Proceedings of 3rd Iranian Weed Science Congress, Vol. 2: Key papers, weed management and herbicides, Babolsar, Iran, 17-18 February 2010 pp. 94-97 ref.12.
20. **Promkhambut, A., A. Polthanee, C. Akkasaeng and A. Younger,** 2011. Growth, Yield and Aerenchyma Formation of Sweet and Multipurpose Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) as Affected by Flooding at Different Growth Stages. *Australian Joyrnal of Crop Science,* 5(8), 954-965.
21. **Paltineanu, C., N. Tanasescu, E. Chitu and I.F. Mihailescu,** 2007. Relationships between the De Martonne Aridity Index and Water Requirements of Some Representative Crops: A Case Study from Romania. *International Agrophysics,* 21(1), 81-93.
22. **Ramel, F., C. Sulmon, A. Serra, G. Gouesbet and I. Couée,** 2012. Xenobiotic Sensing and Signalling in Higher Plants. *Journal of Experimental Botany*, 63(11), 3999-4014.
23. **Serna-Saldívar, S. O., C. Chuck-Hernández, E. Pérez-Carillo, and E. Heredia-Olea,** 2012. Sorghum as a Multifunction Crop for the Production of Fuel Ethanol: Current Status and Future Trends. In *Bioethanol*, ed M.A.P. Lima (London, UK: InTech).

24. **Smith, K. and B. Scott,** 2010. Weed Control in Grain Sorghum. In: Espinoza, L., Kelley, J. (Eds.), Grain Sorghum Production Handbook. Cooperative Extension Service, University of Arkansas, Little Rock, AR, USA, pp. 47-49.
25. **Stefaniak, T., J. Dahlberg, B.Bean, N. Dighe, E. Wolfrum and W. Rooney,** 2012. Variation in Biomass Composition Components among Forage, Biomass, Sorghum-Sudangrass, and Sweet Sorghum Types. *Crop Science,* 52, 1949-1954.
26. Silva, C., Al. da Silva, W. do Vale, L. Galon, F. Petter, A. May and D. Karam, 2014. Weed Interference in the Sweet Sorghum Crop. *Bragantia, Campinas*, 73(4), 438-445.
27. **Stoyanova, Sv., D. Ilieva and V. Dochev,** 2016. A Studyind About the Selectivity of a Herbicide Group of the Wheat Cultivat “Venka 1” in Conditions of Northeast Bulgaria. In: Proceedings of University of Ruse, 55 (1.1.), 47-51 (Bg).
28. **Tamado, T., L. Ohlander and P. Milberg,** 2002. Interference by the Weed Parthenium Hysterophorus L. with Grain Sorghum: Influence of Weed Density and Duration of Competition. *International Journal of Pest Management,* 48(3), 183-188.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (1), 130-138 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Изменение на компонентите на добива при тритикале в зависимост от третирането с растителни стимуланти в условията на различен хранителен режим на почвата

Румяна Георгиева

Аграрен университет, 4000 Пловдив, България

Alteration of Yield Components of Triticale Depending on Treatment with Plant Stimulants in the Condition of Different Soil Nutrition Regime

Rumyana Georgieva

Agricultural University, 4000 Plovdiv, Bulgaria
**E-mail: rumyana.georgieva.88@gmail.com*

Original scientific paper

Received: 15.04.2019 *Accepted:* 15.05.2019 *Published:* 28.06.2019

РЕЗЮМЕ

През периода 2016-2018г. на опитното поле на катедра Растениевъдство към Аграрен университет - гр. Пловдив е изведен опит по блоков метод в четири повторения с три сорта тритикале Колорит (стандарт), Мусала и Трисмарт след предшественик слънчоглед и площ на парцелките от 15 m^2. Действието на растителните стимуланти Vitafer Algi (VA) и Vitafer Green (VG) е проследено при два различни хранителни режима на почвата: $N_6P_5K_2$ и $N_{12}P_{10}K_4$. Третирането с растителни стимуланти е извършено във фаза начало на вретенене (BBCH 31). Цел на настоящето изследване е да се установи влиянието на приложеният хранителен режим и третирането с растителни стимуланти върху някои от елементи на добива: височина (cm) на растенията и братимостта. От направения дисперсионен анализ можем да

SUMMARY

During the period 2016-2018 year on the experimental field of the Crop Science Department at the Agricultural University of Plovdiv a field experiment was carried out according the block method in four replications with three triticale varieties Kolorit (standard), Musala and Trismart after predecessor sunflower and plot size of 15 m^2. The action of the plant stimulators Vitafer Algi (VA) and Vitafer Green (VG) was conducted under two different nutrition regimes of the soil: $N_6P_5K_2$ and $N_{12}P_{10}K_4$. The plant stimulators were applied in the beginning of stem elongation (BBCH 31). The aim of the study was to determine the influence of the applied nutrition regime and the treatment with plant stimulators on some yield components: plant height (cm) and tillering.

From the dispersion analysis we can

заключим, че торенето е основен фактор, който в най-голяма степен повлиява изследваните компоненти на добива височина на посева, брой братя на m^2, брой класоносни стъбла на m^2 и процента на продуктивна братимост, като разликите между отделните варианти са значими и статистически доказани за двугодишния период на изследването. Втори по значимост е фактор сорт, следван от фактор третиране с растителни стимуланти. Средно за двугодишния период на изследване приложението на растителните стимуланти води с 1.03 до 1.07%-тно увеличение на изследваните параметри спрямо нетретираните варианти, като при брой братя на m^2, брой класоносни стъбла на m^2 и височина на посева най-добри резултати са постигнати в следствие приложението на VG, докато при процента на продуктивна братимост VA води до най-високи резултати.

Ключови думи: тритикале, растителни стимуланти, компоненти на добива, торене

conclude that the fertilization is a major factor that most influences the studied yield components plant height, number of tillers per m^2, number of stems per m^2 and percentage of productive tillering, as the differences between the different variants are significant and statistically proven for the two-year study period.

Second in importance is a factor variety, followed by the factor treatment with plant stimulants. Average for the two-year period of the investigation the application of the plant stimulants leads to 1.03 to 1.07% increase in the examined parameters according to the untreated variants, as by number of tillers per m^2 number of stems per m^2 and plant height the best results are achieved with VG and by the percentage of productive tillering, VA achieved the best effect.

Key words: triticale, plant stimulants, yield components, fertilization

УВОД

Поради високият си генетичен потенциал за добив, устойчивост на болести и високата хранителна стойност на фуража, тритикале набира все по-голяма популярност. За постигане на високи и стабилни добиви са необходими не само благоприятни агроклиматични условия на района, но и правилен избор на сорт и агротехника (Dobreva et al., 2018; Lalević and Biberdžić, 2015).

Хранителният режим на почвата, създаден основно чрез торенето е основен фактор в агротехническата практика, който влияе директно или индиректно върху агрономическите характеристики.

Липсата на азот се отразява неблагоприятно върху добива и качеството на продукцията. Минералното торене, в частност азотното торене трябва да са определящ фактор в

INTRODUCTION

Because of its high genetic potential for yield, disease resistance and high nutritional value of feed, triticale is steadily gaining popularity.

To achieve high and stable yields are necessary not only favorable agro-climatic conditions of the area, but also right choice of variety and agro-technology (Dobreva et al., 2018; Lalević and Biberdžić, 2015).

The soil nutrition regime, created mainly through fertilization, is a major factor in agro-technical practice that directly or indirectly affects agronomic characteristics.

Lack of nitrogen adversely affects the yield and the quality of the production. Mineral fertilization, especially nitrogen fertilization, should be a determining factor in triticale farming technology, as it технологията на отглеждане на тритикале, защото повлияват не само добива на зелена маса и зърно, но и хранителната стойност на фуража (Slovcov and Setyaev, 2015).

Азотът играе особено важна роля при фуражното тритикале, тъй като повишава продуктивността на животните (Kinaci and Gülmezoglu 2007; Lalević et al., 2012). Според Malakouti (2008) приложеното минерално торене в комбинация с микроелементи увеличава не само добива, но и подобрява хранителната стойност на зърното. Ефектът от приложеното азотно торене върху добива, неговите компоненти и качеството на зърното зависи от климатичните условия и от избраната старатегия на торене (Gibson et al., 2007; Pecio, 2010).

Целта на настоящото изследване е да установи влиянието на минералното торене приложено почвено в две различни дози с и без приложението на растителни стимуланти върху някои компоненти на добива на тритикале.

affects not only yield of biomass and grain, but also the nutritional value of the feed (Slovcov and Setyaev, 2015).

Nitrogen plays a particularly important role in forage triticale, because it increases the animal productivity (Kinaci and Gülmezoglu, 2007; Lalević et al., 2012). According to Malakouti (2008), the applied mineral fertilization in combination with trace elements increases not only the yield but also improves the nutritional value of the grain.

The effect of the applied nitrogen fertilization on the yield, its components and the quality of the grain depends on the climatic conditions and the selected manure fertilization (Gibson et al., 2007; Pecio, 2010).

The aim of the study is to determine the impact of mineral fertilization applied at two different doses into soil with and without application of two different plant growth stimulants on some triticale yield components.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Полски опит:

За да се постигнат целите на изследването в периода 2016-2018 г. на опитното поле на Катедра Растениевъдство към Аграрен университет Пловдив е заложен полски опит. Използвани са три сорта тритикале: Колорит (стандарт), Мусала и Трисмарт. Опитът е заложен след предшественик слънчоглед, по блоков метод в четири повторения и площ на парцелките от 15 m^2 със сеитбена норма от 550 къляеми семена на m^{-2}. Действието на растителните стимуланти Vitafer Algi (VA), Vitafer Green (VG) и нетретираната контрола (NT) е проследено при две различни нива на минерално торене $N_6P_5K_2$ и $N_{12}P_{10}K_4$. Третирането с растителните стимуланти е извършено във фаза начало на вретенене (BBCH 31).

Показатели на проучване:

Структурата на посева е опреде-

MATERIAL AND METHODS

Field trial:

In order to achieve the objectives of the study during the period 2016-2018 on the experimental field of the Crop Science Department at Agricultural University of Plovdiv was carried out an experiment. Three triticale varieties were used: Kolorit (standard), Musala and Trismart. The experiment was conducted after predecessor sunflower, using the block method in four replications and a plot area of 15 m^2 with a sowing rate of 550 seedlings of m^{-2}. The effects of Vitafer Algi (VA), Vitafer Green (VG) and the untreated control (NT) were investigated at two different levels of mineral fertilization $N_6P_5K_2$ and $N_{12}P_{10}K_4$. The plant stimulants were applied in the beginning of stem elongation (BBCH 31).

Indicators of the investigation:

The sowing structure was

лена преди прибиране във фаза зрялост чрез представителни проби от 1/4 m^2, както следва: брой растения и брой братя на m^2, брой класоносни стъбла на m^2 височина на посева, cm..

С цел установяване на статистически достоверни разлики между изпитваните фактори и техните нива, е използван трифакторен дисперсионен анализ . Статистическата обработка на данните е извършена посредством пакета БИОСТАТ® (Penchev, 1988).

<u>Почвена и климатична характеристика:</u>

Според Popova et al., (2012) почвите на учебно-опитната база на Аграрен университет Пловдив се определят като алувиални, които базирано на международната класификация по ФАО принадлежат към категорията *Mollic Fluvisols*. При тези сравнително млади почви процесът на почвообразуване се характеризира с акумулацията на зрял хумил и слабо химично изветряне на минералната част на почвата. Образуваният почвен профил е от типа AC-Go-Gr (Gyurov and Artinova, 2015), като мощността на хумустния хоризонт е 20-40 cm. Климатичните условия са различни през годините на изследването (Таблица 1).

determined before harvesting at maturity by representative samples of 1/4 m^2 as follows: number of plants and number of tillers per m^2, number of spikelets per m^2, plant height, cm.

In order to detect statistically significant differences between the tested factors and their levels, three-factor dispersion analysis was used. The statistical processing of the data was carried out through the BIOCAST® package (Penchev, 1988).

<u>Soil and climatic characteristic of the region:</u>

According to Popova et al. (2012) the soils of the educational and experimental base of the Agricultural University of Plovdiv are defined as alluvial, which, based on the FAO international classification, belong to the category *Mollic Fluvisols*. In these comparatively young soils, the soil formation process is characterized by the accumulation of mature humus and low chemical weathering of the mineral part of the soil. The formed soil profile is of the AC-Go-Gr type (Gyurov and Artinova 2015), with power of the humus horizon of 20-40 cm. The climatic conditions are different during the years of the study (Table 1).

Таблица 1. Климатични условия през годините на изпитването
Table 1. Climate conditions during triticale vegetation

Година Year	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
	Температура (средномесечно, ^0C)/ Temperature (monthly average, ^0C)								
2016/2017	10.8	6.6	2.2	-3.9	3.2	9.7	12.7	17.6	23.7
2017/2018	13.3	8.2	4.9	2.9	3.9	7.1	16.4	19.4	22.6
Климатична норма Long-term average	12.9	7.2	2.2	-0.4	2.2	6.0	12.2	17.2	20.9
	Валежи (сума, mm)/ Precipitation (sum, mm)								
2016/2017	5.6	32.9	2.4	70.1	11.1	47.9	26.1	52.7	15.4
2017/2018	70.4	47.6	23.7	21.7	96.7	45.5	24.9	112.3	14.4
Климатична норма Long- term average	40.1	48.4	44.3	42.1	32.7	38.2	45.1	65.3	63.4

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Решаващи за определяне големината на добива не са всички формирани стъбла или общата братимост,

RESULTS AND DISCUSSION

Determining for the yield quantity are not all formed stems known as total tillering, but the number of fully developed а броят на напълно развитите стъбла или продуктивната братимост. Основните фактори, от които зависи енергията на братенето са генотипните особености и агроклиматичните условия, като влияние оказват същевременно и хранителната площ на растението, както и приложената агротехника.

От извършения дисперсионен анализ (Таблица 2) става ясно, че основният фактор, който оказва влияние върху показателя брой братя на m^2 през първата година на изпитването, е нивото на торене, поради най-голямата разлика между двете нива на фактора (145.33), които са статистически доказани и значими и се разполагат в отделни статистически групи.

През втората година от изпитването, по-високата норма на торене, отново води до аналогични резултати. Вторият по значимост фактор, който оказва влияние върху изследвания показател е фактора сорт, като през втората година от изпитването разликите между кон-тролата и сорт Трисмарт са най-големи (192.75).

Отново за двугодишният период на изпитване разликите между сортовете са доказани и анализът поставя Мусала и Трисмарт в отделна статистическа група спрямо контролата. Последен по значение е фактор третиране с растителни стимуланти, поради най-ниските разлики в нивата на фактора, които също водят до статистически значими разлики между вариантите. Аналигично както при брой братя на m^2 и при брой класоносни стъбла на m^2 торенето оказва най-голямо влияние върху показателя за целият период на изпитване, поради най-голямата разлика в нивата на фактора (127.61 за първата година на изпитването). Броят класоносни стъбла на m^2 се повлиява в по-малка степен от сорта и съответно от третирането с растителни стимуланти, като отново както и при първия показател разликите в нивата на факторите са значими и статистически

stems or the productive tillering.

The main factors on which the tillering energy is depending are the genotypic peculiarities and agro-climatic conditions, as well as the nutritional area of the plant as well as the applied agro-technology.

From the performed dispersion analysis (Table 2), it is clear that the main factor affecting the number of tillers per m^2 in the first year of the study is the level of fertilization due to the greatest difference between the two levels of the factor (145.33), which are statistically proven and significant and place the variants in separate statistical groups.

In the second year of testing, the higher fertilizer rate again leads to similar results. The second most important factor influencing the researched indicator is the factor variety, whereas in the second year of testing the differences between the control variant and the Trismart variety are the highest (192.75).

Again, for the two-year period, the differences between the varieties have been proven and the analysis set Musala and Trismart in a separate statistical group relative to the control. The less important factor is the treatment with plant stimulants due to the lowest differences between the factor levels, which also lead to statistically significant differences between the variants. Analogically as by number of tillers per m^2 fertilization has the greatest impact on the indicator number of stems per m^2 over the entire testing period due to the greatest difference between the factor levels (127.61 for the first year of testing).

The number of stems per m^2 is influenced to a lesser extent by the variety and respectively by the treatment with plant stimulants, as similar to the first indicator the differences in the levels of the factors are significant and statistically proven.

доказани.От представените резултати, можем да заключим, че сорт Трисмарт брати най-интензивно през двугодишния период, като образува и най-много класоносни стъбла на m^2 (455), следван от сорт Мусала и на последно място стандарта. Приложението на растителните стимуланти води с до 1.07%-тно увеличение на изследваните параметри спрямо нетретираните варианти, като ефекта от VG е по-силно изразен.

From the presented results we can conclude that the variety Trismart tillers most intensively during the two-year period, forming the highest number of stems per m^2 (455), followed by Musala variety and lastly the standard. The application of the plant stimulants leads to 1.07 % increase in the investigated parameters according to the untreated variants, as the effect of VG is better expressed.

Таблица 2. Брой братя и брой класоносни стъбла/м^2 за периода 2017-2018г.
Table 2. Number of tillers and number of spikes/m^2 for the period 2017-2018 year

Фактори Factors	Източник на вариране Source of variation	Брой братя/m^2 Nr of tillers/m^2			Бр. класоносни стъбла/m^2 Nr of spikes/m^2		
		2017	2018	Средно/AVG	2017	2018	Средно/AVG
Сорт Variety	Колорит/Kolorit	633.41	622.66	628.03	386.58	459.50	423.04
	Мусала/Musala	682.32 [c]	724.57 [c]	703.44 [c]	399.66	470.75 [c]	435.20 [c]
	Трисмарт/Trismart	727.07 [c]	815.41 [c]	771.24 [c]	425.66 [c]	486.16 [c]	455.91 [c]
LSD	5%	3.82	2.35	3.08	3.83	5.07	4.45
	1%	5.02	3.10	4.06	5.04	6.70	5.87
	0.1 %	6.44	3.99	5.21	6.47	8.56	7.51
Третиране Treatment	NT	658.33	708.91	683.62	382.58	491.08	436.83
	VA	689.91 [c]	724.16 [c]	707.03 [c]	412.80	506.41 [c]	459.60 [c]
	VG	694.58 [c]	729.57 [c]	712.07 [c]	417.24 [c]	518.91 [c]	468.07 [c]
LSD	5%	3.82	2.35	3.08	3.83	5.07	4.45
	1%	5.02	3.10	4.06	5.04	6.70	5.87
	0.1 %	6.44	5.99	6.21	6.47	8.56	7.51
Торене Fertilization	$N_6P_5K_2$	608.27	691.66	649.96	340.16	477.38	408.77
	$N_{12}P_{10}K_4$	753.60 [c]	750.10 [c]	751.85 [c]	467.77[c]	533.54 [c]	500.65 [c]
LSD	5%	3.12	1.92	2.52	3.13	4.14	3.63
	1%	4.10	2.53	3.31	4.12	5.47	4.79
	0.1 %	5.25	3.25	4.25	5.28	6.99	6.13

[a, b, c,] значимост при 5, 1 and 0,1%
[a, b, c,] significance at 5, 1 and 0,1%

Наблюдавайки резултатите от направеният дисперсионен анализ, можем да заключим, че най-голямо влияние върху процента на продуктивна братимост оказва торенето (Таблица 3). Средно за целия период разликите в нивата на фактора са статистически доказани, което поставя двете норми на торене в отделни статистически групи. Втори по значение е факторът сорт, следван от третирането с растителни стимуланти, където за разлика от първата година, когато разликите в нивата на фактора са доказани на най-висока степен на значимост (0.1%), през втората година доказаните разлики са на ниво на зна-

Observing the results of the dispersion analysis, we can conclude that fertilization has the greatest impact on the tillering productivity (Table 3). Average for the whole period the differences between the factor levels are statistically proven, which places both fertilization norms in separate statistical groups. Second in importance is the factor variety, followed by the treatment with plant stimulants, where in contrast to the first year the differences between the factor levels were proven at the highest level of significance (0.1%), in the second year the differences were proven at the level of significance 1%.

чимост 1 %. Двата растителни стимуланта водят до сходно увеличение на процента на продуктивна братимост, макар и с минимална разлика средно за периода ефекта от приложението на VA е по-голям. Въпреки че, при Трисмарт се регистрира най-интезивно братене с най-голям брой братя и брой класоносни стъбла на m^2 , процента на продуктивна братимост е най-висок при стандарта и през двете години на изпитването.

Both plant stimulants lead to similar increase in the percentage of productive tillering and even though the minimal difference, average for the period the effect of the application of VA is better expressed. Although Trismart variety recorded the most intensive tillering ability with the highest number of tillers and number of stems per m^2, the percentage of productive tillering was the highest by the standard in both years of the investigation.

Таблица 3. Продуктивна братимост (%) и височина на посева (cm) за периода 2017-2018г.
Table 3. Productive tillering (%) and plant height (cm) for the period 2017-2018 year

Фактори Factors	Източник на вариране Source of variation	Продуктивна братимост Productive tillering (%) 2017	2018	Средно AVG	Височина на посева Plant height (cm) 2017	2018	Средно AVG
Сорт Variety	Колорит/Kolorit	61.86	73.48	67.67	103.72	115.49	109.60
	Мусала/Musala	58.80 ^{c}	64.47 ^{c}	61.63 ^{c}	104.17 ^{ns}	121.09 ^{ns}	112.63 ^{ns}
	Трисмарт/Trismart	57.85 ^{c}	72.23 ^{b}	65.04 ^{c}	98.24 ^{c}	119.56 ^{ns}	108.90 ^{ns}
LSD	5%	0.87	0.867	0.87	0.589	9.491	5.334
	1%	1.20	1.19	1.20	0.925	12.493	6.709
	0.1 %	1.64	1.63	1.64	1.574	15.93	8.752
Третиране Treatment	NT	57.70	69.37	63.53	98.10	115.09	106.59
	VA	60.55 ^{c}	70.88 ^{b}	65.71 ^{c}	104.52 ^{c}	117.00 ^{ns}	110.76 ^{ns}
	VG	60.24 ^{c}	70.99 ^{b}	65.61 ^{c}	103.52 ^{c}	124.04 ^{ns}	113.78 ^{b}
LSD	5%	0.87	0.867	0.87	0.589	9.491	5.334
	1%	1.20	1.19	1.20	0.925	12.493	6.709
	0.1 %	1.64	1.63	1.64	1.577	15.93	8.753
Торене Fertilization	$N_6P_5K_2$	56.85	68.90	62.87	94.85	113.63	104.24
	$N_{12}P_{10}K_4$	62.16 ^{c}	71.21 ^{c}	66.68 ^{c}	109.24 ^{c}	123.79 ^{a}	116.51 ^{c}
LSD	5%	0.71	0.708	0.71	0.48	7.751	4.11
	1%	0.98	0.97	0.98	0.755	10.201	5.47
	0.1 %	1.34	1.33	1.33	1.283	15.012	8.147

$^{a, b, c,}$ значимост при 5, 1 and 0,1%; ^{ns} незначим
$^{a, b, c,}$ significance at 5, 1 and 0,1%; ^{ns} non-significant

Относно височината на посева, можем да заключим, че през периода на изпитването тенденцията се запазва и най-голямо влияние върху показателя оказва фактора торене, който води до статистически доказани и значими разлики между вариантите. Поради близките нива на фактора сорт само през първата година на анализа наблюдаваме доказани разлики между контролата и сорт Трисмарт, а разликите между останалите варианти остават недоказани. Третирането с расти-

Regarding the plant height, we can conclude that during the tested period the trend is preserved and the factor fertilizer has the greatest influence on the indicator, which leads to statistically proven and significant differences between the variants. Due to the close levels of the factor variety only in the first year of the analysis, are observed proven differences between the control and the Trismart variety and the differences between the other variants remain unproven. The treatment with телни стимуланти води до доказани разлики между вариантите само през първата година на изпитването. Средно за двугодишния период най-добри резултати са постигнати, вследствие приложението на VG, сравнено с нетретирания вариант.

Сорт Мусала се характеризира с най-високи стойности на показателя и през двете години на проучването, следван от стандарта и накрая сорт Трисмарт.

plant stimulants leads to statistically proven differences between the variants only in the first year of the analysis. On average, for the two-year testing period, the best results are achieved due to the application of VG, according to the untreated variants.

Musala is characterized by the highest values of the indicator during the both years of the investigation, followed by the standard and finally by the Trismart variety

ИЗВОДИ

От направения дисперсионен анализ можем да заключим, че торенето е основен фактор, който в най-голяма степен повлиява изследваните компоненти на добива височина на посева, брой братя на m^2, брой класоносни стъбла на m^2 и процента на продуктивна братимост, като разликите между отделните варианти са значими и статистически доказани за двугодишния период на изследването. Втори по значимост е фактор сорт, следван от фактор третиране с растителни стимуланти. Сорт Трисмарт брати най-интензивно през двугодишния период, като образува и най-много класоносни стъбла на m^2, следван от сорт Мусала и на последно място стандарта. Относно височината на растенията, сорт Мусала се характеризира с най-високи стойности на показателя, следван от стандарта и накрая сорт Трисмарт.

CONCLUSIONS

From the dispersion analysis we can conclude that the fertilization is a major factor that most influences the studied yield components plant height, number of tillers per m^2, number of stems per m^2 and percentage of productive tillering, as the differences between the different variants are significant and statistically proven for the two-year study period. Second in importance is a factor variety, followed by the factor treatment with plant stimulants. The Trismart variety tillers most intensively during the two-year period, forming the highest number of stems per m^2, followed by Musala variety and lastly the standard. Regarding the plant height, for the two-year testing period, Musala is characterized by the highest values of the indicator, followed by the standard and at least by the Trismart variety.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Dobreva, S., H. Kirchev and A. Muhova**, 2018. Grain Yield of Triticale Varieties Depending on the Foliar Fertilization in the Conditions of Increasing Norms of Fertilization of the Soil with Nitrogen. *Research Journal of Agricultural Science*, 50 (4), 122-126 (Bg)
2. **Gibson, L. R., C. D. Nance, D. L. Karlen**, 2007. Winter Triticale Response to Nitrogen Fertilization when Grown after Corn or Soybean. *Agronomy Journal*, 99: 49-58
3. **Gyurov, G. and N. Artinova**, 2015. Book for Soil Knowledge for Students from the Agronomic Specialties of Universities. Second revised edition. Intellectper-94, Plovdiv (Bg)
4. **Kinaci, E. and N. Gülmezoglu**, 2007. Grain Yield and Yield Components of Triticale upon Application of Different Foliar Fertilizers. *Interciencia*, 32 (9), 624-628.

5. **Lalević, D. and M. Biberdžić**, 2015. Effects of Fertilization and Variety on Yield and Yield Components of Winter Triticale'. *Agriculture and Forestry / Poljoprivreda i Sumarstvo*, 61 (2), 119-124.
6. **Lalević, D., M. Biberdžić, M. Jelić and S. Barać**, 2012. The Characteristics of Triticale Cultivated in Rural Areas. *Agriculture and Forestry / Poljoprivreda i Sumarstvo*, 58 (2), 27-34.
7. **Malakouti, M. J.**, 2008. The Effect of Micronutrients in Ensuring Efficient Use of Macronutrients. *Turk. J. Agric. For*., 32: 215-220.
8. **Pecio, A.**, 2010. Productivity of Triticale Affected by Nitrogen Fertilization and Weather Conditions. *Fertilizer and Fertilization*, 40: 101-116
9. **Penchev, E.**, 1988. Evaluation of Productivity and Quality Indicators for Wheat with Mathematical Models. Autoresponder (Bg)
10. **Popova, R., I. Zhalnov, E. Valcheva, P. Zorovski and M. Dimitrova**, 2012. Assessment of the Ecological Status of Soils in the Plovdiv Region with Application of New Herbicides for Weed Control in Main Field Crops. *Journal of Central European Agriculture,* 13 (3), 604-609 (Bg).
11. **Slovcov, R. I. and V. S.Setyaev**, 2015. Effect of Nitrogen Fertilization on Productivity and Nutritional Value of Corn and Green Mass by Winter Triticale. *Crop Production*, 5, 27-31 (Ru).

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (1), 139-151 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Загуби на достъпни форми на фосфор и калий при протичане на водноерозионни процеси, при отглеждане на пшеница на наклонени земеделски земи

Гергана Кунчева[1], Илиана Иванова[2]*

[1]*Институт по почвознание, агртехнологии и защита на растенията „Н. Пушкаров“, 1080 София, България*
[2]*Институт по земеделие и семезнание „Образцов чифлик”, 7007 Русе, България*

Loss of Available Forms of Phosphorus and Potassium through Water Erosion Processes in the Cultivation of Wheat on Sloping Agricultural Land

Gergana Kuncheva[1], Iliana Ivanova[2]*

[1]*Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection “N. Poushkarov”, 1080 Sofia, Bulgaria,*
[2]*Institute of Agriculture and Seed Science “Obraztsov Chiflik”, 7007 Rousse, Bulgaria*
**E-mail: tri_dve@abv.bg*

Original scientific paper

Received: 29.05.2019 *Accepted:* 04.06.2019 *Published:* 28.06.2019

РЕЗЮМЕ

Негативни последици от действието на водната ерозия на почвата са загуба на почва, намаляване на кореноибитаемия слой, загуба на органично вещество, уплътняване, намаляване на влагозадържащата способност, загуба на хранителни елементи. Почвено-климатичните условия на България способстват за интензивно проявление на водна ерозия, която засяга около 65% от земеделските земи. Един от начините за защита на земеделските земи от ерозия е прилагането на противоерозионна агротехника, включваща различни мерки, методи и технологии.

В настоящото изследване се прави анализ на загубите на достъпни форми на фосфор и калий, при прилагане на традиционни (конвенционални)

SUMMARY

Negative impacts of soil water erosion are loss of soil, reduction of root spreading layer, loss of organic matter, compaction, reduction of moisture retention capacity, loss of nutrients. The soil and climatic conditions in Bulgaria contribute to manifestation of intensive water erosion that affects about 65% of the agricultural lands. The major impact of water erosion on soil productivity is due to loss of nutrients. One way to protect agricultural lands from erosion is the application of erosion control agro-technologies, including various agro-technical measures, methods and technologies.

In the present study we analyze the loss of available forms of phosphorus and potassium, applying conventional and soil protection technologies in the cultivation и почвозащитни технологии (усъвършенствани технологии за минимална и нетрадиционна обработка) при отглеждане на пшеница на наклонени земеделски земи. Изследването е проведено в периода 2015-2017 година, в опитното поле на Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров" - София, в землището на с. Тръстеник, област Русе, при неполивни условия, на средно ерозиран карбонатен чернозем с наклон на терена 5^o (8,7%).

При прилагане на традиционни обработки по наклона на склона са установени най-високи загуби на достъпни форми на фосфор и калий, като средно за трите години те са били съответно 1,25 kg/ha и 6,39 kg/ha. При прилагането на повърхностно мулчиране, въпреки намаления обем на повърхностния воден отток и количеството на ерозираната почва, високата концентрация на фосфор и калий в тях, водят до загуби от 0,87 kg/ha и 3,94 kg/ha. Най-ниски са загубите на тези елементи при варианта с прилагане на минимални обработки и вертикално мулчиране 0,43 kg/ha за фосфор и 2,10 kg/ha за калия.

Ключови думи: водна ерозия, загуба на достъпни форми на фосфор и калий, минимални обработки, вертикално и повърхностно мулчиране

of wheat on sloping agricultural lands.

The survey was conducted in the period 2015-2017, in the experimental field of the Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "Nikola Pushkarov" Sofia, on the territory of the village of Trastenik, Rousse district, on a medium eroded calcareus chernozem with inclination of 5^o (8.7%).

It was found that the losses of available forms of phosphorus and potassium in variant with conventional soil tillage, applied along the slope were the highest, with an average of 1.25 kg/ha and 6.39 kg/ha, respectively. In the case of surface mulching, despite the reduced volume of surface water runoff and the amount of eroded soil, the high phosphorus and potassium concentration in them resulted in losses of 0.87 kg/ha and 3.94 kg/ha respectively. The lowest is the loss of these elements in the variant with advanced system for minimum and unconventional soil tillage and vertical mulching with manure, where they are 0.43 kg/ha for phosphorus and 2.10 kg/ha for available potassium.

Key words: water erosion, loss of available forms of phosphorus and potassium, minimum tillage, vertical mulching, surface mulching

УВОД

Най-важният природен ресурс, с първостепенна роля за изхранване на населението, е почвата. Тя е незаменим, невъзобновим, ограничен природен ресурс и национално богат-ство (Nekova and Stoinova, 2018). Изпълнява ключови за природата и обществото функции, най-важните от които са свързани с производството на храна и биомаса, както и със съхра-нение, филтриране и трансформация на вещества и енергия (Rousseva et al., 2014).

Осигурява хранителни вещества като азот, фосфор, калий, калций, маг-

INTRODUCTION

Soils are an indispensable natural resource. It is an irreplaceable, non-renewable, limited natural resource and national wealth (Nekova and Stoinova, 2018). It performs key functions for nature and society, the most important of which are related to the production of food and biomass, as well as the storage, filtration and transformation of substances and energy (Rousseva et al., 2014).

They provide nutrients such as nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, незий, сяра и микроелементи за натрупването на биомаса в естествените и аграрни екосистеми. От 50-те години на миналия век, увеличението на добивите и продуктивността на почвите, се поддържа чрез минерално торене. Въпреки това, интензификацията на използването на земите в много региони води до намаляване на съдържанието на органични вещества, а широкото използване на минерални торове води до замърсяване на атмосферата, повишаване на емисиите на парникови газове (например CO_2 и N_2O), еутрофикация на водите и рискове за здравето на човека (Galloway et al., 2008).

В резултат на неефективното усвояване на приложения с минерално торене фосфор, се изчислява, че количествата му, които се изнасят от сухоземните екосистеми са се утроили, което има значително негативно въздействие върху околната среда (Bennett et al., 2001). Калият е широко разпространен елемент в природата и концентрацията му в почвите е висока. По тези причини, на загубите на този елемент е обръщано по-малко внимание. Независимо от това, тъй като калият не се свързва с органични материали, той може да се измие директно от почвата чрез повърхностния воден отток и ерозираната почва, което представлява потенциална икономическа загуба за земеделските стопани и води до небалансиран хранителен статус на почвата за растежа на растенията (Bertol, 2003).

Голяма част от загубата на хранителни вещества от почвата се дължи на действието на водната ерозия, което непосредствено понижава натрупването на биомаса. Според проучванията, в резултат на действието на водно-ерозионните процеси, се наблюдава спадане на добивите на земеделските култури между 0,1 и 0,4%. Ако средногодишното намаление на добивите е с 0.3% и то е еднакво за периода от 2015 до 2050 г., при 1,53 милиарда hа обработваеми земи в световен ма-

magnesium, sulfur and trace elements for the accumulation of biomass in natural and agrarian ecosystems. Since the 1950s, an increase in yields and productivity of soils has been maintained through mineral fertilization. However, the intensification of land use in many regions leads to a decrease in the content of organic matter, and the widespread use of mineral fertilizers leads to pollution of the atmosphere, increased greenhouse gas emissions (CO_2 and N_2O), water eutrophication and risks for human health (Galloway et al., 2008).

As a result of the inefficient use of mineral phosphorus applications, it is estimated that the amount of phosphorus exported from terrestrial ecosystems has tripled, which has a significant impact on the environment (Bennett et al., 2001).

Potassium is a widespread element in nature and its concentration in soils is high. For these reasons less attention has been paid to the loss of this element.

Nevertheless, since potassium is not associated with organic material, it can be washed directly from the soil through surface water runoff and eroded soil, which is a potential economic loss for farmers, and lead to unbalanced nutritional status of the soil for plant growth (Bertol, 2003).

Much of the loss of nutrients from the soil is due to the action of water erosion, which directly leads to a decrease in the accumulation of biomass. According to the studies, as a result of the action of the water erosion processes, there was a decrease of the yields of the crops, between 0.1 and 0.4%.

If the average annual yield reduction is 0.3% and is the same for the period from 2015 to 2050, at 1.53 billion hectares of arable land in the world, loss of yields due щаб, загубата от добивите, дължащи се на ерозия, би била еквивалентна на отстраняването от реколтиране на 4,5 милиона ha земеделски площи ежегод-но или на 150 милиона хектара за периода до 2050 година (Foley et al., 2011).

Почвено-климатичните условия на България способстват за интензивно проявление на водна ерозия, която засяга около 65% от земеделските земи. Според Rousseva et al. (2011) в България прогнозните средногодишни потенциални почвени загуби от площна водна ерозия възлизат на 902,5 млн. тона.

За защита на земеделските земи от действието на този деградационен процес се разработват и прилагат редица агротехнически мерки и технологии. Водната ерозия причинява загуба на хранителни елементи и органично вещество, като най-силно е това негативно въздействие при използване на конвенционални обработки (Bertol, 2003).

Според Muukkonen et al., нулевите обработки са ефективен метод за намаляване на ерозията и загубите на фосфор с почвените частици, но натрупването на фосфор в най-горния почвен слой и повишеният риск от измиването му с повърхностния отток, намалява екологичните ползи от нулевите обработки. За да се предотврати ерозията и изнасянето на достъпни форми на фосфор, трябва да се гарантира равномерно проникване на вода чрез подобряване на структурата на почвата (Muukkonen et al., 2008).

В нашата страна са разработени редица технологии за контрол на водната ерозия и за предотвратяване на негативните последици върху почвеното плодородие в резултат на протичане на ерозионните процеси (Beloev et al., 2008; Dimitrov et al., 2008; Dimitrov et al., 2009; Beloev et al., 2011).

Целта на настоящото проучване е да се установят загубите на фосфор и калий, при отглеждане на пшеница на наклонени терени, с прилагане на тра-

to erosion, would be equivalent to harvest removal of 4.5 million hectares of farmland annually or 150 million hectares for the period up to 2050 (Foley et al., 2011).

Bulgaria’s soil-climatic conditions contribute to the intensive erosion of water, affecting about 65% of the agricultural land. Now, in our country, according to Rousseva et al. (2011), the estimated average annual potential soil losses from surface water erosion totaled 902.5 million tonnes.

In order to protect agricultural lands from the action of this degradation process, a number of agro-technical measures and technologies are being developed and applied. Water erosion causes loss of nutrients and organic matter, and the most severe is the negative impact of using conventional tillage (Bertol, 2003).

According to Muukkonen et al., Zero treatments (NT) are an effective method of reducing erosion and phosphorus (PP) losses with soil particles, but the accumulation of phosphorus in the upper soil layer and the increased risk of leach it with surface runoff decreases the environmental benefits of zero tillage. In order to prevent soil of erosion and the removal of available forms of phosphorus, uniform water penetration through improved soil structure should be ensured (Muukkonen et al., 2008).

A number of technologies have been developed in our country to control water erosion and to prevent the negative effects on soil fertility as a result of erosion processes (Beloev et al., 2008; Dimitrov et al., 2008; Dimitrov et al., 2009; Beloev et al., 2011).

The aim of the present study is to determine phosphorus and potassium losses, wheat growing on sloping terrain using conventional and soil protection диционни и почвозащитни технологии, при отглеждането ú на карбонатен чернозем.

technologies, soil calcic chernozem.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено в периода 2015-2017г., в опитното поле на Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров" - София, в землището на с. Тръстеник, област Русе, при неполивни условия, на средно ерозиран карбонатен чернозем с наклон на терена 5^o (8,7%).

Изведен е полски опит с пшеница, по блоковия метод, в четири варианта и четири повторения. Вариантите на опита са:

1-посев пшеница, отглеждан по традиционна технология, прилагана по наклона на склона – контрола;

2-посев пшеница, отглеждан по тради-ционна технология, прилагана напреч-но на наклона на склона;

3-посев пшеница, отглеждан по почво-защитна технология, включваща про-тивоерозионната мярка повърхностно мулчиране с оборски тор, прилагана напречно на наклона на склона;

4-посев пшеница, отглеждан по усъвър-шенствана почвозащитна технология (Dimitrov et al., 2016), включваща проти-воерозионните мерки вертикално мул-чиране с оборски тор и директна сеит-ба, както и някои растително защитни операции за борба с плевелите, не-приятелите и болестите по растенията, прилагана напречно на склона.

При вариант 3 се извършва допълнително предсеитбено повърхностно мулчиране с оборски тор (4500-5000 kg/ha) с тороразпръскващо ремарке 1 ПТУ-6.

При последния 4-ти вариант предсеитбено, напречно на склона, е осъществено вертикално (вътрешнопочвено) мулчиране с оборски тор, по лентова схема (разстояние между прорезите 1,4 m и интервал между лентите в полето 3 m) на дълбочина 0,40 m с помощта на преустроения прорезвач ходообразувател ЩН 2-140 с бункер за мулч.

MATERIAL AND METHODS

The research was conducted in the period 2015-2017y., in the experimental field of the Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection "Nikola Pushkarov", on the territory of Trastenik village, Rousse district, at non-irrigated conditions, on average eroded calcareous chernozem, with slope 5^o (8.7%).

Field trials with wheat are in four variants, in four replicates, under block method. The variants of the experiment are the following:

1st variant – wheat plots, grown by conventional technology, applied along the slope – control;

2nd crop – wheat plots, grown by conventional technology, applied across the slope;

3rd – wheat plots, grown by soil protection technology including the erosion control measure – surface mulching with manure, applied across the slope

4th – wheat plots, grown under the advanced soil protection technology (Dimitrov et al., 2016) including erosion control measures vertically mulching with manure and direct sowing, as well as some plant protection operations to control weeds, pests and plant diseases, all operations applied across the slope.

In variant 3, additional pre-sowing surface mulching with manure (4500-5000 kg/ha) was carried out using a fertilizer trailer 1 PTU-6.

Vertical mulching, in variant 4, was accomplished across the slope, pre-sowing with the reconstructed machine cutter-dead furrower SHTN 2-140 with bunker for mulch (with a distance between the pair of slits 1.4 m and a band intervals 3 m in the field) at a depth of 0.40 m.

За опита е използвана площ с предшественик царевица за зърно. Извършвано е основно торене с $N_{15}P_{10}K_8$ kg/da, като е внасяно цялото количество на фосфорните (суперфосфат) и калиевите (калиев хлорид) торове пред-сеитбено, а азотния тор (амониева селитра) е разделян, като 1/3 от него е внесено предсеитбено, а останалите 2/3 подхранващо – през пролетта.

Ерозионните измервания са направени по стационарния метод, като за всеки вариант са изграждани отточни площадки с размери 15m x 5m и площ 75 m^2 и контейнери за събиране на оттока.

Количествата валежи, изброени в таблиците, включват валежите регистрирани по време на отглеждане на културите.

В твърдия и течния отток на почвата са измервани количествата на достъпните форми на фосфор и калий по ацетатно-лактатен метод. Фосфорът се определя на спектрофотометър, а калият на пламъчен фотометър.

For the experiment, an area with a precursor of corn for grain was used. Main fertilization was carried out with $N_{15}P_{10}K_8$ kg/da, with the total amount of phosphorus (superphosphate) and potassium (potassium chloride) fertilizers is incorporated in fall, and nitrogen fertilizer (ammonium nitrate) is split into two doses, 1/3 of which is applied pre-sowing and the other 2/3 – in the spring

The erosion measurements were carried out using the stationary method, and for each variant there were constructed 15m x 5m drainage sites with an area of 75 m^2, and runoff collecting containers.

The amounts of rainfall listed in the tables and their results include the precipitation rainfall recorded during growing crops.

In the soil solid and liquid runoff are measured the amounts of available forms of phosphorus and potassium by the acetate-lactate method. The phosphorus is determined with a spectrophotometer and potassium with the flame photometer potassium.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

През тригодишния период на изследване са отчетени дванадесет ерозионни валежа по време на вегетацията на пшеницата. През 2015г. те са три, с общ обем 48,5 l/m^2, през 2016г. – четири, с общ обем 66 l/m^2, а през 2017 г. – пет оттокопричинителни валежа с общ обем 92,2 l/m^2.

На Фигура 1, са представени резултатите от направените ерозионни изследвания (обем на повърхностния воден отток и количество на ерозираната почва). И през трите изследвани години, най-висока противоерозионна ефективност е отчетена при варианта с вертикално мулчиране и директна сеитба. При него обемът на повърхностния воден отток е по-малък от 2,6 до 2,9 пъти, а ерозираната почва от 6,3 до 6,5 пъти, в сравнение с контролата – вариант 1, отглеждана по

RESULTS AND DISCUSSION

During the three-year study period, twelve erosive precipitations were recorded during wheat growing, whereas in 2015, they erosive precipitations were three, with a total volume of 48.5 l/m^2; in 2016, they were four, with a total volume of 66,0 l/m^2, and in 2017 – five, with a total volume of 92.2 l/m^2.

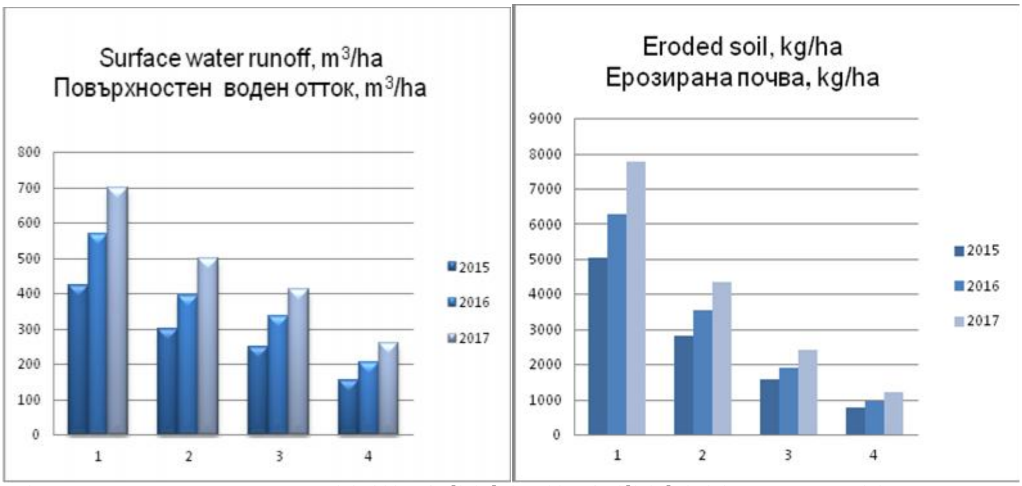
In Figure 1, the results of the erosion parameters (volume of the surface water runoff and quantity of the eroded soil) are presented.

Over the three years surveyed, the highest anti-erosion efficiency demonstrated the vertical mulch and direct sowing variant.

The volume of the surface water runoff is 2.6 to 2.9 times less, and the eroded soil by 6.3 to 6.5 times lower, compared to the control variant 1, cultivated along the наклона на склона. При вариант 3, при който се прилага повърхностно мулчиране с оборски тор, редуцирането на повърхностния отток е от 1,6 до 1,8 пъти, а количеството на ерозираната почва от 3,1 до 3,4 пъти, в сравнение с контролата. При варианта с традиционни обработки, приложени напречно на наклона на склона, обемът на повърхностния воден отток е от 1,3 до 1,5 пъти по-нисък, а износът на почва от 1,7 до 1,9 пъти, в сравнение с традиционни обработки, прилагани по наклона на склона.

slope. In variant 3, grown by technology with surface mulching with manure, the reduction in surface runoff is 1.6 to 1.8 times, and the soil erosion rate is 3.1 to 3.4 times the control.

In the variant with conventional tillage, applied across the slope, the volume of surface water runoff is 1.3 to 1.5 times lower, and soil loss is from 1.7 to 1.9 times lower, compared to traditional tillage applied along the slope.



ANOVA; повърхностен воден отток: p=0.012231HSD[0.05]=255.02; HSD0[0.01]=348.61M1 vs M4 P<0.01; ерозирана почва; NS.

ANOVA; surface water runoff: p = 0.012231HSD [0.05] = 255.02; HSD0 [0.01] = 348.61M1 vs M4 P & lt; 0.01; eroded soil; NS

Фиг. 1. Общо количество на повърхностния воден отток m^3/ha и ерозирана почва kg/ha, 2015-2017г.

Fig. 1. Total quantity of surface water flow m^3/ha and eroded soil kg/ha, 2015-2017

Агрохимичните показатели на почвата при различни фази на развитие на културата и за трите години на изследване са представени в Таблица 1.

The agrochemical indicators of the soil at different stages of the development of the crop for the three years of research are presented in Table. 1.

Таблица 1. Агрохимични показатели на почвата в различните варианти на опита през три фази на развитие на културата, P_2O_5 (mg/100g) K_2O (mg/100g), 2015-2017г.

Table 1. Agrochemical soil properties in different experimental variants over three phases of plants development, P_2O_5 (mg/100g) K_2O (mg/100g), 2015-2017

Година Year	Запа-сеност Content	Преди сеитба Before sowing				Максимален растеж Maximum growth stage				След прибиране After harvesting			
		Вариант/ Variant				Вариант/ Variant				Вариант /Variant			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2015	P_2O_5	8.27	10.24	20.56	14.24	8.99	8.79	10.80	14.92	8.85	8.92	10.32	12.12
	K_2O	29.76	28.80	34.49	49.79	34.87	37.52	45.76	50.13	39.76	34.86	35.92	48.57
2016	P_2O_5	13.52	17.77	65.84	45.40	14.48	15.11	25.42	39.31	8.18	8.22	12.83	15.86
	K_2O	40.25	38.51	120.34	109.95	46.61	47.09	50.24	87.56	39.03	40.21	45.18	66.33
2017	P_2O_5	6.03	7.32	7.38	9.86	10.69	12.18	17.50	13.13	7.18	10.55	11.35	17.38
	K_2O	32.68	31.37	38.37	41.45	27.37	32.25	30.00	46.00	26.36	28.82	31.20	44.71

ANOVA; достъпни форми на фосфор p= 0.09; достъпни форми на калий, p= 0.07

ANOVA; accessible forms of phosphorus p = 0.09; available forms of potassium, p = 0.07

Най-високи нива на разтворими минерални форми на фосфор и калий се наблюдават при вариантите с прилагане на минимални обработки с вертикално мулчиране с оборски тор и при варианта с традиционни обработки, приложени напречно на наклона на склона и с повърхностно мулчиране с оборски тор. Както се вижда от данните, внасянето на оборски тор, значително повлиява агрохимичните показатели на почвата при вариант 3 и вариант 4. При вариант 4, концентрацията на фосфор и калий в повърхностния слой е висока, поради минималното размесване с почвата.

Както се вижда от Таблица 2, концентрацията на достъпни форми на фосфор и калий, са най-високи при варианта с повърхностно мулчиране с оборски тор, следван от варианта с директна сеитба и вертикално мулчиране. Това се наблюдава както при ерозираната почва, така и при повърхностния воден отток.

The highest levels of soluble phosphorus and potassium mineral forms are again observed in variants with minimum tillage with vertical mulching with manure and in the variant with conventional tillage applied across the slope and with surface mulching with manure. As can be seen from the data, the application of manure significantly influences the agrochemical properties of soil in variant 3 and 4. In variant 4, the concentration of phosphorus and potassium in the surface soil layer is high due to minimal soil mixing.

As can be seen from Table 2, the concentration of available forms of phosphorus and potassium is highest in the case of surface manure versus manure, followed by direct sowing and vertical mulching. This is observed both in the eroded soil and in the surface water runoff.

Таблица 2. Средно съдържание на P_2O_5 (mg/100g), K_2O (mg/100g) в ерозираната почва, P_2O_5 (mg/l), K_2O (mg/l) в повърхностния воден отток, опит пшеница, при ерозионни валежи 2015-2017г.

Table 2. Average concentration of P_2O_5 (mg/100g), K_2O (mg/100g) in eroded soil, and concentration of P_2O_5 (mg/l), K_2O (mg/l) in surface water runoff, 2015-2017

Година Year	Вариант Variant	Ерозирана почва Eroded soil		Повърхностен воден отток Surface water runoff	
		P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O
2015	1	13.640	78.853	0.581	7.433
	2	13.550	82.453	0.599	7.333
	3	16.800	119.157	0.765	11.700
	4	17.707	101.800	1.139	13.533
2016	1	17.700	50.183	0.701	5.890
	2	17.368	49.588	0.782	6.915
	3	29.355	55.580	1.296	7.865
	4	32.510	57.053	1.149	5.853
2017	1	7.926	34.640	0.957	4.010
	2	11.380	35.196	1.130	3.764
	3	12.684	35.474	1.277	5.821
	4	12.354	38.454	1.013	4.504
2015-2017	1	13.089	54.559	0.746	5.778
	2	14.099	55.746	0.837	6.004
	3	19.613	70.070	1.113	8.462
	4	20.857	65.769	1.100	7.963

ANOVA: P_2O_5 в ерозираната почва, p=0,0073; P_2O_5 в повърхностния воден отток - NS; K_2O в ерозираната почва - NS; K_2O в повърхностния воден отток , p=0.058

ANOVA: P_2O_5 in the eroded soil, p = 0.0073; P_2O_5 in surface water runoff - NS; K_2O in eroded soil - NS; in K_2O the surface water runoff, p = 0.058

Въз основа на данните за ерозионните показатели и концентрацията на фосфор и калий, са изчислени и загубите на тези елементи с оттокопричинителните валежи, настъпили по време на вегетацията на пшеницата. Тези резултати са представени в Таблица 3 и Фигура 2. В тях се вижда, че загубите на достъпни форми на фосфор и калий при прилагане на традиционни обработки по наклона на склона са най-високи, като средно за трите години те са били съответно 1,25 kg/ha и 6,39 kg/ha. При прилагането на традиционни обработки, но напречно на наклона на склона, тези загуби са съответно 0,85 kg/ha и 4,15 kg/ha. При прилагането на повърхностно мулчиране, въпреки намаления обем на повърхностния воден отток и ерозираната почва, високата концентрация на фосфор и калий в тях, водят до загуби от 0,77 kg/ha и 3,94 kg/ha

Based on the erosion parameters (surface water runoff and the amount of eroded soil) and the phosphorus and potassium concentration, the losses of these elements with the precipitation occurring, were calculated. These results are presented in Table 3 and Figure 2. As can be seen from the results, the losses of available forms of phosphorus and potassium in application of the conventional soil tillage are the highest, with an average of 3 kg/ha and 6.39 kg/ha. However, in the application of same technology in transverse direction, these losses are 0.85 kg/ha and 4.15 kg/ha respectively. In the variant with surface mulching, despite the reduced volume of surface water runoff and eroded soil, the high concentration of phosphorus and potassium in them resulted in losses of 0.77 kg/ha and 3.94 kg/ha respectively.

съответно. Най-ниски са загубите на тези елементи при вариант 4 с прилагане на минимални обработки с вертикално мулчиране, където те са 0,43 kg/ha за фосфор и 2,10 kg/ha за калия. Загубата на достъпни форми на фосфор от почвата, в резултат на протичане на водно-ерозионни процеси при прилагане на традиционни обработки по наклона на склона, настъпва основно с ерозираната почва, като средно за периода е 64,8%. Средно за трите години на изследване, при прилагане на традиционни обработки, напречно на наклона на склона, изнесените усвоими форми на фосфор с ерозираната почва са 59% от общите, при повърхностно мулчиране – 50%, а при прилагане на минимални обработки и вертикално мулчиране – 47,4%.

The lowest is the loss of these elements in variant 4 with minimum tillage and vertical mulching, where they are 0.43 kg/ha for phosphorus and 2.10 kg/ha for potassium. The loss of available forms of phosphorus from the soil as a result of water erosion processes in the application of conventional soil tillage along the slope occurs mainly with eroded soil, with an average of 64.8%.

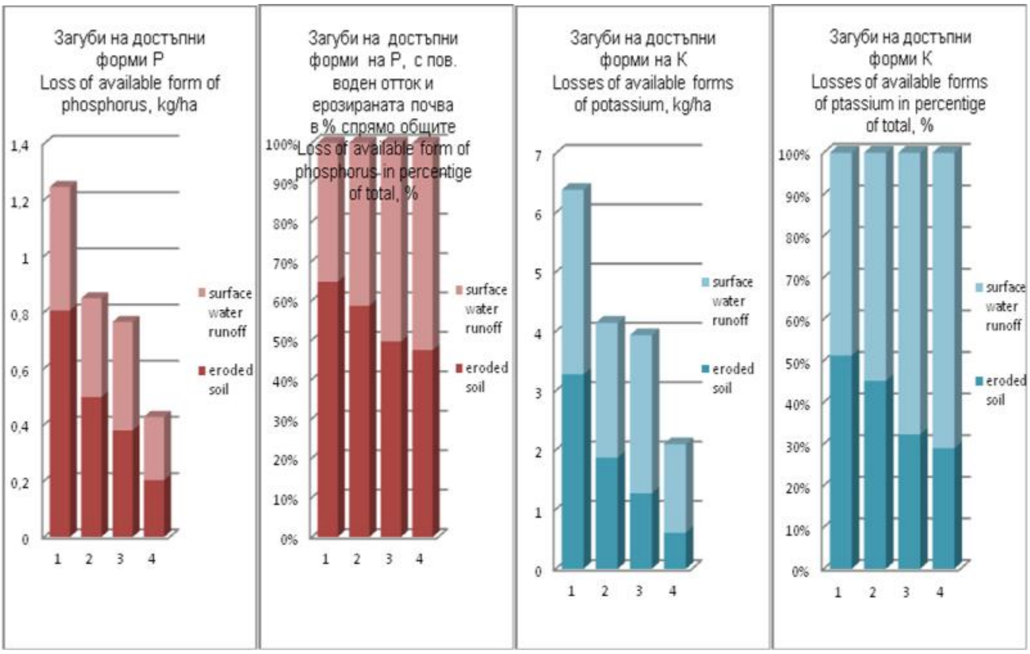
For the three years of study, using conventional tillage across the slope, the loss of available forms of phosphorus with the eroded soil are 59% of the total, in the case of surface mulching – 50% and with minimum tillage and vertical mulching – 47.4%.

Таблица 3. Загуба на достъпни форми на P_2O_5, с ерозираната почва и с повърхностен воден отток (kg/ha), опит пшеница, при ерозионни валежи 2015-2017 г.

Table 3. Loss of available forms of P_2O_5, eroded soil and surface water runoff (kg/ha), wheat experiment, erosion precipitation 2015-2017

Година Year	Вариант Variant	Ерозирана почва Eroded soil		Повърхностен воден отток Surface water runoff		Общи загуби Total losses	
		P	K	P	K	P	K
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Общо за Total for 2015	1	0.688	3.978	0.247	3.159	0.935	7.138
	2	0.383	2.333	0.180	2.206	0.564	4.539
	3	0.266	1.888	0.192	2.941	0.459	4.829
	4	0.140	0.803	0.178	2.116	0.318	2.920
Общо за Total for 2016	1	1.116	3.163	0.400	3.364	1.516	6.527
	2	0.616	1.758	0.309	2.735	0.925	4.493
	3	0.565	1.069	0.437	2.650	1.001	3.719
	4	0.318	0.558	0.235	1.200	0.553	1.758
Общо за Total for 2017	1	0.617	2.695	0.669	2.806	1.286	5.500
	2	0.496	1.533	0.564	1.878	1.059	3.411
	3	0.308	0.861	0.528	2.406	0.836	3.267
	4	0.151	0.469	0.262	1.164	0.413	1.633
Средно за Average for 2015-2017	1	0.807	3.279	0.439	3.110	1.246	6.388
	2	0.498	1.875	0.351	2.273	0.849	4.148
	3	0.380	1.273	0.386	2.666	0.765	3.938
	4	0.203	0.610	0.225	1.493	0.428	2.104

ANOVA; Достъпни форми на фосфор, p= 0.022939 HSD[.05]=0.64; HSD[.01]=0.88; 1 vs 4 , p<0,05
Достъпни форми на калий; p=0.000267 HSD[.05]=1.74; HSD[.01]=2.38; 1 vs 2 P<.01;1 vs 3 P<.01;1 vs 4 P<.01;2 vs 3 nonsignificant; 2 vs 4 P<.05; 3 vs 4 P<.05
ANOVA; Available forms of phosphorus, p = 0.022939 HSD [.05] = 0.64; HSD [.01] = 0.88; 1 vs 4, p & lt; 0.05
Available forms of potassium; p = 0.000267 HSD [.05] = 1.74; HSD [.01] = 2.38; 1 vs 2 P <.01; 1 vs 3 P <.01; 1 vs 4 P <.01; 2 vs 3 nonsignificant; 2 vs. 4 P <.05; 3 vs. 4 P <.05



Фиг. 2. Загуба на достъпни форми на P_2O_5, K_2O с ерозираната почва и с повърхностния воден отток (kg/ha), опит пшеница, средно за трите години на изследване (2015-2017 г.)

Fig. 2. Loss of available forms of P_2O_5, K_2O with eroded soil and surface water runoff (kg/ha), wheat experience, average for the three years of study (2015-2017)

При калиевите форми, за трите години на изследване, се наблюдава износ основно с ерозираната почва (51,3% с ерозираната почва) за вариант 1 (традиционни обработки, приложени по наклона на склона). При вариант 2 (традиционни обработки, приложени напречно на наклона на склона) – 45,2% от достъпния калий се изнасят с твърдия отток. При вариант 3 и вариант 4 количеството на калия, изнесен с ерозираната почва е съответно 31% и 29% от общите загуби на този елемент от ерозионните валежи, настъпили през вегетацията на културата.

In the case of potassium forms, for the three years of the survey, the loss is occur with eroded soil (51.3% with eroded soil) for variant 1 (conventional soil tillage along the slope) were observed. In variant 2 (conventional tillage across the slope) – 45.2% of the available potassium is removed with solid phase of the runoff. In variant 3 and variant 4, the amount of potassium removed with the eroded soil is 31% and 29%, respectively, of the total losses of this element in the erosive precipitation occurring during the vegetation of the crop.

ИЗВОДИ

1. Резултатите за ерозионните показатели от изведените опити с пшеница при наклон на склона 5^0, на почва

CONCLUSIONS

1. The results of the erosion indicators from the experiments with wheat on sloping terrains with inclination 5^0 on soil

карбонатен чернозем показват, че прилагането на усъвършенстваната технология за минимални и нетрадиционни обработки на наклонени терени, намаляват повърхностния воден отток с 2,6 до 2,9 пъти, а ерозираната почва от 6,3 до 6,5 пъти, в сравнение с традиционно прилаганата технология за производство на пшеница по наклона на склона. При технологията с повърхностно мулчиране тези стойности са съответно 1,6 до 1,8 пъти и 3,1 до 3,4 пъти за твърдия отток.

2. Загубите на достъпни форми на фосфор при прилагане на минимални обработки с вертикално мулчиране са намалели с 0,82 kg/ha, а при прилагане на традиционни технологии с повърхностно мулчиране с 0,48 kg/ha. Промяната на посоката на обработка напречно на наклона на склона при прилагането на традиционна технология води до по-ниски загуби на фосфор с 0,40 kg/ha.

3. Загубите на достъпни форми на калий при вариант 4 са намалели с 4,28 kg/ha. При вариант 3, това намаление е с 2,45 kg/ha, а при вариант 2 с 2,24 kg/ha.

4. Тези резултати показват, че прилагането на противоерозионни технологии, отглеждане напречно на наклона на склона, прилагане на повърхностно мулчиране и усъвършенстваната технология за минимална и нетрадиционна обработка на почвата, предпазват земеделските земи от водна ерозия, запазват хранителните вещества и почвеното плодородие.

carbonate chernozem show that the application of advanced technology for minimum and unconventional soil tillage reduces surface water runoff from 2.6 to 2.9 times, and eroded soil from 6.3 to 6.5 times, compared to control (wheat grown by conventional technology, applied along the slope).

In surface mulching technology, these values are 1.6 to 1.8 times and 3.1 to 3.4 times respectively for solid runoff.

2. Loss of available forms of phosphorus in variant with minimum tillage and vertical mulching decreased with 0.82 kg/ha, and with conventional tillage with surface mulching technology with 0.48 kg/ha. Changing the direction of the operations in the application of conventional technology (across the slope) has resulted in lower phosphorus losses with 0.40 kg/ha.

3. Losses of available potassium forms decreased with variant 4 with 4.28 kg/ha. In variant 3, this reduction is 2.45 kg/ha, and for variant 2 with 2.24 kg/ha.

4. These results show that the application of anti-erosion technologies, cross-slope cultivation, surface mulching and advanced technology for minimum and unconventional soil tillage, protect agricultural lands from water erosion, preserve nutrients and soil fertility.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Beloev, Hr., P. Dimitrov, N. Markov and G. Tsankova**, 2008. Technologies for Minimum Soil Tillage on Slope Lands in the Conditions of Sustainable Agriculture. SAA, Sofia, pp.43 (Bg)
2. **Beloev, Hr., P. Radulov, A. Angelov, P. Dimitrov et al.**, 2011. Use of Organic Residues in Agriculture. University Publishing Center Universal University "A. Kanchev", Rousse, 152 (Bg).
3. **Bertol, I., L. Mello, J. Claudio et al.**, 2003. Nutrient Losses by Water Erosion. *Scientia Agricola*, 60 (3), 581-586.

4. **Bennett, E., S. Carpenter, N. Caraco,** 2001. Human Impact on Erodable Phosphorus and Eutrophication: A Global Perspective: Increasing accumulation of phosphorus in soil threatens rivers, lakes, and coastal oceans with eutrophication. *Bio Science*, 51 (3), 1 March 2001, 227-234.
5. **Dimitrov, P., A. Lazarov, D. Dimitrov, H. Beloev, P. Radulov and S. Valchinkov**, 2008. Antierosion Technology for the Production of Grain Maize on Inclined Terrains. NCAS, IP "N. Pushkarov, Sofia, pp. 56 (Bg).
6. **Dimitrov, P., H. Beloev, K. Stoyanov, D. Ilieva and G. Georgieva**, 2009. Study on the Effectiveness of the Technology for Minimum Tillage for Growing Grain Corn on Slope Lands. In: International Conference "Soil Treatment and Ecology", pp. 49-55 (Bg).
7. **Dimitrov, P., Hr. Beloev, T. Trifonova, S. Russeva, K. Stoyanov, D. Ilieva and G. Kuncheva,** 2016. Advanced Soil Protection Technologies for Minimum and Unconventional Soil Tillage on Inclined Terrains, Rousse University Publishing House "A. Kunchev", Rousse, pp. 62 (Bg).
8. **Foley, J.A., R. De Fries, G.P. Asner, C. Barford and G. Bonan**, 2005. Global Consequences of Land Use. *Science*, 309: 570-574.
9. **Galloway, J.N., A.R. Townsend, J.W. Erisman, M. Bekunda, Z. Cai, J.R. Freney and L.A. Martinelli**, 2008. Transformation of the Nitrogen Cycle: Recent Trends, Questions, and Potential Solutions. *Science*, 320 (5878), 889-92.
doi: 10.1126/science.1136674. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18487183
10. **Muukkonen, P., H. Hartikainen and L. Alakukku**, 2008. Effect of Soil Structure Disturbance on Erosion and Phosphorus Losses from Finnish Clay Soil, *Australian Journal of Soil Research*, 47 (1), 33-45.
11. **Nekova, D. and V. Stoynova**, 2018. Assessing the Suitability of Agricultural Lands for Sustainable Anti-erosion Usage and the Amount of Compensatory Payments for their Anti-erosion Protection in the Lower Maritsa River Basin. *Soil Science, Agrochemistry and Ecology*, 52 (4), 22-35 (Bg).
12. **Rousseva, Sv., L. Lozanova, El. Tsvetkova, I. Malinov, V. Stefanova and I. Nikolov**, 2011. Estimates of Factors and Risk of surface Water Soil Erosion in Administrative Areas of the Republic of Bulgaria. In: International Conference "100 years of soil science in Bulgaria", pp. 944-948 (Bg).
13. **Rousseva, Sv., V. Stoinova, L. Lozanova, I. Malinov, E. Tsvetkova, H. Jojzov, V. Krumov, M. Mitova and D. Ilieva**, 2014. Erosion Factors and Risk of Water and Wind Erosion of the Soil in the Area of the Bulgarian Chernozems. *Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 48 (3-4), 10-219 (Bg).
14. **Olson, K.R. and E. Nizeyimana**, 1988. Effects of Soil Erosion on Corn Yields of Seven Illinois Soils. *J. Prod. Agric.*, 1: 13-19
https://books.google.bg/books?isbn=0080550843.