Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (4), 1-21 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Управление на хранителните вещества за растения като фактор за повишаване устойчивостта на земеделската продукция в условия на екстремни метеорологични явления

Микола Мирошниченко[1]*, Йевхения Хладких[1], Иван Пачев[2], Борис Носко[1], Анатолий Крищенко[1], Алина Ревтие-Уварова[1]

[1]Катедра „Агрохимия", Национален научен център, Институт за почвена наука и агрохимия О.Н. Соколовски (НСС ИССАР), ул. Чайковска 4, 61024 Харков, Украйна
[2]Институт по лозарство и винарство, ул. "Кала тепе"№1, 5800 Плевен, България
**Email: ecosoil@meta.ua*

Plants nutrient management as a factor enhancing the resilience agricultural production in conditions of extreme weather events

Mykola Miroshnychenko[1]*, Yevheniia Hladkikh[1], Ivan Pachev[2], Boris Nosko[1], Anatoliy Khristenko[1], Alina Revtie-Uvarova[1]

[1]Agrochemistry Department, National Scientific Center "Institute for Soil Science and Arochemistry Research named after O.N. Sokolovsky" (NSC ISSAR), 4 Chaikovska Str., 61024 Kharkiv, Ukraine
[2]Institute of Viticulture and Enology, 1 Kala Tepe Str., 5800 Pleven, Bulgaria

РЕЗЮМЕ

Основната цел на този доклад е определяне ефективността на агрохимическите мерки в управлението на храненето на растенията като фактор за подобряване на устойчивостта на земеделските култури към климатичните промени. Климатичните промени и климатичната променливост представляват голям риск за селскостопанската продукция. Разгледани са различни механизми за управление на хранителните вещества за растения, насочени към намаляване на уязвимостта на системата "почва-растение" към екстремни метеорологични условия по време на вегетационния период. На базата на дългосрочни опити е

SUMMARY

The main purpose of this paper is determining the effectiveness of agrochemical measures in plant nutrition management as a factor of improvement resilience of agricultural crops to climate change. Climate change and climate variability pose great risks to agricultural production.

Different mechanisms of plant nutrient management which aimed reducing the vulnerability of the "soil-plant" system to the extreme weather conditions during the growing season are discussed.

The high efficiency of the targeted

показана висока ефективност на целенасоченото управление на храненето на растенията чрез въвеждане на сложна система за торене. Изследванията доказват, че използването на подхранващите препарати е много ефективен и гъвкав метод, който подобрява адаптирането на земеделската продукция към екстремни метеорологични условия и спомага за рационалното използване на водата през вегетационния период. Изборът на оптимални торове и методите за тяхното прилагане, както и комбинацията с други адаптивни мерки могат да подобрят значително устойчивостта на реколтите в условията на екстремни метеорологични явления.

Ключови думи: управление на хранителните вещества, климатични промени, екстремни метеорологични условия, тор, плодородност на почвата, ефективност на използването на вода

management of plants nutrient by introducing a complex system of fertilization was shown on the example of long-time experiments. Research has proven that nutrition management is very effective and flexible method, which enhances an adaptation of agriculture production to extreme weather events and promotes the rational use of water during the growing season.

Selecting of optimal fertilizers and methods of their application, as well as combination with other adaptive measures might significantly improve stability of harvests in conditions of extreme weather events.

Key words: nutrient management, climate change, extreme weather events, fertilizer, soil fertility, water use efficiency

УВОД

Селското стопанство е изправено пред сериозното предизвикателство да осигури достатъчно храна на нарастващото население в света, което се очаква да нарасне до девет милиарда до 2050 г. Допълнителната заплаха за селското стопанство от изменението на климата под формата на непредсказуеми наводнения, суши и други екстремни метеорологични събития прави задачата да осигури достатъчно храна за глобалното население още по-предизвикателна (Clements, et al., 2011). В повечето случаи екстремното време се отразява драматично на селското стопанство. Понякога загубите на добив поради неблагоприятни метеорологични условия могат да достигнат 45-50 %, а при комбинация от няколко неблагоприятни събития (късна слана, загуба на снежна покривка, суша) - 70% или повече. Не е изненадващо, че повечето страни се интересуват от технологии за адаптиране на земеде-лието към климатичните промени и Украйна не е изключение.

INTRODUCTION

The agriculture faces a daunting challenge of providing adequate food to a growing world population, which is projected to increase to nine billion by 2050. The additional threat to agriculture from climate change in the form of unpredictable floods, droughts and other extreme weather events makes the task of providing enough food for the global population even more challenging (Clements et al., 2011).

In most cases, extreme weather affects agriculture dramatically. Sometimes yield losses from adverse weather conditions can reach 45-50%, and under combination of several adverse events (late frost, the loss of snow cover, drought) - 70% or more.

It is not surprising that most countries are interested in technologies for adapting agriculture to climate change, and Ukraine is no exception.

В различни държави съществува широк спектър от адаптивни мерки, вариращи от технологични възможности във фермата до подобрени управленски практики в земеделието и политически инструменти (напр. Планове за действие за адаптиране). Някои от тези мерки за изредени по-долу.

Подходящо генетично подобряване на растителните култури. Подобряването на ефективността на използване на водата често се определя като важна цел за генетична модификация на културите (Chapin, 1991; Brown, 1993). Подобен подход може да се приложи при избора на сортове според техните нужди от хранителни вещества. Използвайки метода за тъканна диагностика, Cooper et al. (2014) установяват, че реакцията на различни генотипи на растенията към доставка на азот-фосфор отговаря за до 10-20% променливост на добива.

Агролесовъдството като начин за намаляване на климатичните рискове за развитието на селските райони. Оградите от растения и горите все повече се приемат като задължителен елемент на устойчивото използване на земята в многофункционални ландшафти. Тази мярка повишава способността на фермерите да се адаптират към изменението на климата поради множество предимства, включително осигуряване на храна, допълнителни доходи и услуги в областта на околната среда (Ajayi, 2008; Syampungani, 2010; Lasco, 2011; Schoeneberger, 2012).

Методи за индуцирана устойчивост и адаптиране на растенията към абиотичен стрес. Брасиностероидите са групата полихидрокси стероиди, които регулират широк спектър от физиологични реакции на растенията. Освен дейността им за регулиране на растежа, те имат и значителна роля в предпазването на растенията от стрес. Брасиностероидите са използвани успешно за увеличаване устойчивостта на растенията към суша (Milovskaya et al., 2001; Kagale et al., 2007; Vayner et al., 2014). Това доказва, че салициловата и янтърна киселина са способни да индуцират растителна устойчивост към абиотични стресови фактори, свързани с ефекта на тези кисе-

A wide range of adaptive measures ranging from technological options on-farm to improved farm managerial practices and political tools (e.g. adaptation action plans) exists in different countries. Some of such measures are listed below.

Appropriate genetic improvement of crop plants. Improvement of water use efficiency is often called as important target for genetic modification of crops (Brown, 1993; Chapin, 1991). A similar approach can be applied to the choice of varieties according to their demands for nutrients. Using the method of tissue diagnosis, Cooper et al. (2014) found that the response of different genotypes of plants for nitrogen-phosphorus supply provides up to 10-20% variability of yield.

Agroforestry as a way to reducing climate risks for rural development. Plant hedgerows and agroforestry are increasingly recognized as an obligatory element of sustainable land use in multi-functional landscapes. This measure enhances farmers' ability to adapt to climate change due to multiple benefits including food provision, supplementary income and environmental services (Lasco, 2011; Ajayi, 2008; Schoeneberger, 2012 and Syampungani, 2010).

Methods of induced resistance and adaptation of plants to abiotic stress. Brassinosteroids are the group of polyhydroxy steroids, which regulate a broad spectrum of physiological responses in plants. In addition to their growth regulatory activities, they have a significant role for stress-protection of plants. Brassinosteroids have been successfully used to increase plant resistance to drought (Milovskaya et al., 2001; Kagale et al., 2007; Vayner et al. 2014). This proved that salicylic and succinic acids are able to induce plant resistance to abiotic stressors associated with the effect of these acids on лини върху антиоксидантните защитни системи на растенията (Kolupaev et al., 2011; Yastreb et al., 2013; Karpets et al., 2015)

Освен това, за да се справят с прогнозираните промени в климатичните условия, земеделските стопани могат да променят своето сеитбообращение, за да се възползват максимално от наличната вода, да коригират датите на сеитбата според температурата и видовете валежи (Climate Change, 2008; Gbetibouo, 2009; Living in a changing climate, 2015). Ефективността на всички гореспоменати методи е добре проучена и изпозвана в земеделската практика. За съжаление, проучванията относно тези насоки за адаптиране на растителната продукция към екстремни климатични условия не следват мултидисциплинарен подход, тъй като всеки въпрос се разглежда отделно.

Агрохимически методи за обогатяване на почвата като фактор за повишаване устойчивостта на растенията към стресови условия. Повишаването на температурата и концентрациите на CO_2 във въздуха, промените в разпределението на валежите в рамките на една година ще имат значително влияние върху храненето на растенията и почвените процеси, въпреки че точният характер на тези промени е доста несигурен. Въпреки важността от балансираното хранене за устойчивостта на растенията, традиционните мерки за смекчаване на такива ефекти не отчитат взаимодействията вода - хранителни вещества. Например, само 16 от 138 изследователски проекта на Европейската платформа за адаптиране на климата са свързани с почвите и само една от тях е изследвала частично взаимодействието между почвите и растенията (LIFE HelpSoil project, 2013).

Като се има предвид, че влагата и температурата на почвата са основни детерминанти за наличието на хранителни вещества и растежа на корена, е разумно да се очаква, че храненето на растенията ще отразява изменения климат. Както е разгледано от Jungk (2002), наличието на хранителни вещества е функция на свойствата на почвата, както и на разположението на хранителните

antioxidant defense systems of plants (Kolupaev et al., 2011; Yastreb et al., 2013; Karpets et al, 2015).

In addition, to cope with projected changes in climate conditions, farmers can change their crop rotation to make best use of available water, adjust sowing dates according to temperature and rainfall patterns (Climate change, 2008; Gbetibouo, 2009; Living in a changing climate, 2015). The effectiveness of all above-mentioned methods has been well investigated and used in farming practice. Unfortunately, investigations regarding these directions of adaptation of plant production to extreme weather do not follow a multidisciplinary approach, as each issue is considered separately.

Agrochemical methods in nutrient management as a factor increasing the resistance of plants to stress conditions. Increasing the temperature and CO^2 concentrations in the air, changes in the distribution of rainfall during a year will be a significant impact on plant nutrition and soil processes, although the precise nature of these changes is quite uncertain. Despite the importance of balanced nutrition for plant resistance, traditional measures mitigation of such effects do not take into account water-nutrients interactions. For instance, only 16 from 138 research projects at the European Climate Adaptation Platform are related to soils, but only one of them has examined soil-plant interaction at least partially (LIFE HelpSoil project, 2013).

Given that soil moisture and temperature are primary determinants of nutrient availability and root growth, it is reasonable to expect that plant nutrition will be reflective of the changed climate.

As reviewed by Jungk (2002), availability of nutrients is a function of soil properties as well as location of nutrients relative to the root surface.

вещества по отношение на кореновата повърхност. Така че усвояването на хранителни вещества от растението отразява редица физиологични явления, които определят транспортирането на хранителни вещества до корените и различни аспекти от наличието и разположението на химични и хранителни вещества в почвата.

Ефектите от сушата върху растежа на растенията и водните връзки са широко проучени през последните години (Munns, 2002, Valliyodan and Nguyen, 2006, Ashraf and Foolad, 2007, Silva et al., 2009, Molden et al., 2010, Kano et al., 2011; Stikić et al., 2015). Въпреки това, проучванията за ефектите върху приемането на хранителни вещества и последствията за физиологичните процеси са оскъдни. Един от тези въпроси е, че ефектът от стреса обикновено има комбиниран характер (напр. стресът причинен от студ предизвиква липса на фосфор, стресът от сол се свързва с липса на вода, топлинният стрес с липсата на калий и т.н.). Затоплянето и намаляването на валежите през пролетно-летния сезон влияе върху баланса между C, N и P в почвите и наличието на основни микроелементи за растенията. Установено е, че пролетното торене има по-малко въздействие върху парниковите газове и е по-ефективно от есенно прилагания тор в условията на климатична промяна (Matson et al., 1998; Hultgreen and Leduc, 2003). Тези факти показват, че новите познания и методи за оценка на промените в режима на торене в условията на променен климат и засилено въздействието на външни стресови фактори (като суша, повишаване на температурата и др.), могат да доведат до новаторски решения в управлението на културите при стресови условия.

По този начин, адекватното торене може едновременно да подобри качеството на почвите и устойчивостта срещу негативните последици от изменението на климата (Brinkman and Sombroek, 1996), за да се запази селскостопанската производителност. Оптималното и балансирано използване на хранителни вещества под формата на минерални торове е

So nutrient acquisition by the plant reflects an array of physiological phenomena that govern nutrient transport to roots and different aspects of chemical and positional nutrient availability in the soil.

The effects of drought on plant growth and water relation have been widely studied in recent years (Munns, 2002; Valliyodan and Nguyen 2006; Ashraf and Foolad, 2007; Silva et al. 2009; Molden et al., 2010; Kano et al., 2011; Stikić et al., 2015). However, studies on the effects on nutrient uptake and the consequences for physiological processes are scarce. One of these issues is that the effect of stress usually has combined character (e.g., cold stress induces lack of phosphorus, salt stress relates to lack of water, thermal stress - to lack of potassium, etc.). Warming and decreasing of precipitation during the spring-summer season affects the balance between C, N and P in soils and the availability of essential micronutrients for plants. It is established, that spring applications have a lower impact on greenhouse gases and are more effective than autumn-applied fertilizer in climate change condition (Matson et al., 1998; Hultgreen and Leduc, 2003). This facts show that new knowledge and methods for assessing changes of the nutrient regime in the face of climate change and increasing the action of external stress (such as drought, temperature rise, etc.) might lead to innovative solutions in the crop management under stressful conditions.

Thus, adequate nutrient management can simultaneously improves soil quality and resilience against negative effects of climate change (Brinkman and Sombroek, 1996) to maintain agricultural productivity. Optimal and balanced use of nutrient inputs from mineral fertilizers will be a fundamental importance to adaptation agricultural от изключителна важност за адаптирането на земеделската продукция към абиотичен стрес (суша, високи температури и т.н.) (International Food Policy Research Institute, 1995). Същевременно, подобряването на ефективността на използването на хранителни вещества и вода е най-важният и обезпокоителен въпрос (Thompson, 2012). Поради това, ефикасното използване на всички източници на хранителни вещества трябва да бъде управлявано (IPNI, 2012). Това управление на хранителни вещества включва концепции като балансирано торене и специфично за мястото торене, подобрено разпределение и време на приложение, бавно и контролирано освобождаване и стабилизирани торове и т.н. (IPNI, 2012; Trenkel, 2010; University of Illinois Extension, 2004; Bruulsema, 2012). Положителното влияние на торовете върху ефективността на използване на водата е доказано от различни изследователи, цитирани в докладите на много международни конференции (Monteith and Webb, 1981; van Duivenbooden et al., 1999, Rao and Ryan, 2004, IAEA, 2005).

Адекватно наторените почви подпомагат бързото разширяване на листната площ и по-бързото покриване на почвата с растителност, като по този начин се намалява изпарението и се повишава ефикасността на използване на евапотранспирационната вода. Поради това, високите нива на хранителните вещества в почвата оказват допълнително влияние върху ефективността на използване на водата (Schmidhalter and Studer, 1998), така че водата и хранителните вещества имат взаимодействие по отношение на добива (Prihar et al., 1985, Aggarwal, 2000). Адекватното торене на растенията може също така да засили поносимостта към засушаване (Lahiri, 1980; Wang et al., 2011).

Наличието на хранителни вещества на правилното място – вертикално и хоризонтално – гарантира, че корените на растенията могат да абсорбират достатъчно от всяко хранително вещество през цялото време на вегетативния период. Системите за разпределение на тор могат да се използват съобразено с нарастващите корени. През последните

production to abiotic stress (drought, high temperatures etc.) (International Food Policy Research Institute, 1995).

At the same time improving nutrient and water use efficiency is a most critical and daunting research issue (Thompson, 2012). Efficient use of all nutrient sources should therefore be Stewardship (IPNI, 2012).

Nutrient stewardship embraces concepts such as balanced fertilization and site-specific nutrient management, improved placement and timing of applications, slow- and controlled-release and stabilized fertilizers, etc. (IPNI, 2012; Trenkel, 2010; University of Illinois Extension, 2004; Bruulsema, 2012). Positive impact of fertilizers to water use efficiency has been demonstrated by various researchers cited in proceedings of many international conferences (Monteith and Webb, 1981; van Duivenbooden et al., 1999; Rao and Ryan, 2004; IAEA, 2005).

Adequately fertilized soils promote rapid leaf area expansion and more rapid green ground cover, thus reducing evaporation and increasing evapotranspirational water use efficiency.

Therefore, high nutrient levels in soil exert additive effects on water use efficiency (Schmidhalter and Studer, 1998) so water and nutrients have interaction in respect of yield (Prihar et al., 1985; Aggarwal, 2000).

Adequate fertilizing of plants may also promotes drought tolerance (Lahiri, 1980; Wang et al., 2011).

Having nutrients in the right place – vertically and horizontally – ensures that plant roots can absorb enough of each nutrient at all times during the growing season.

Placement systems can be used to position fertilizer in relation to the growing roots. In recent years, precision farming години технологията за прецизно земеделие направи възможно финото настройване на наторяването, с вариращи дози според променливостта на почвите. Точното място също така зависи от характеристиките на използвания тор. По тази причина, за да имат достъп по хранителните вещества, корените трябва да имат контакт със зоната на реагиране на тора около мястото на прилагане. По-конкретно, поставянето в или близо до редицата семена може да увеличи достъпа на културите до хранителните вещества в началото на вегетативния период и да осигури "стартов" ефект, който подобрява растежа в началото на периода (IPNI, 2012; Drechsel et al., 2015). Прилагането на торове по-дълбоко от обичайното повишава ефективността на използването на хранителни вещества, особено в години на суша (Miroshnychenko et al., 2014).

Въпреки това, досега практиката за управление на средствата за торене не е адаптирана към разрешаване на проблемите с устойчивостта на културите в стресови условия на климатични изменения. Оптималното съотношение между хранителните вещества в системата за наторяване, ролята на отделните хранителни вещества за подобряване ефективността на използване на водата и оптималното време за наторяване, за да се елиминира недостига на хранителни вещества все още не са определени. Целевото управление на храненето на растенията е един от най-гъвкавите и същевременно ефективни методи за адаптиране на растенията към неблагоприятни екстремни метеорологични явления. То спомага за рационалната прием на вода и хранителни вещества от растенията във вегетативния период. Поради това основната цел на този доклад е определяне на ефективността на агрохимическите мерки в управлението на торенето като фактор за подобряване на устойчивостта на земеделските култури към климатичните изменения.

technology has made possible to fine-tune nutrient application, varying doses according to variability of soils. The right place also depends upon the characteristics of the fertilizer material being applied. Therefore, for crops to access these nutrients, roots must contact the fertilizer reaction zone around the point of application.

In particular, placement in or near the seed-row may increase access of crops to the nutrient early in the growing season and provide a “starter” effect that improves early-season growth (IPNI, 2012; Drechsel. et al., 2015). Localization of fertilizers deeper than usual promotes enhance efficiency of using nutrients especially in drying years (Miroshnychenko, Hladkikh et al. 2014).

However, until today the practice of plant nutrition management almost not adapted to solving problems resilience of crops to stress conditions to climate change. The optimal ratio of nutritional elements in the nutrient management system, the role of the individual nutrient to improve water use efficiency, the optimum time for fertilization for eliminate the deficiency of nutrient still not determined.

Purposeful management of the plant nutrition is one of the most flexible and at the same time effective method of plant adaptation to adverse extreme weather events. It is promoting the rational use of water and nutrient by plant in the growing season. That is why the main purpose of this paper is determining the effectiveness of agrochemical measures in plant nutrition management as a factor of improvement resilience of agricultural crops to climate change.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експериментален обект

Извършени са проучвания от Отдел "Агрохимия" НСС "ИССАР" с дългосрочни и временни полеви експерименти. Още през 1969 г. е започнат дългосрочен стационарен експеримент с чернозем в експерименталната станция ИССАР Grakivske в региона на Харков, Източна Украйна (Фигура 1), за да се изследва влиянието на различните видове, съотношения, срокове и условия на прилагане на минерални торове върху промяната на почвените свойства, добива на реколта и устойчивостта на културите към различни климатични условия по време на вегетативния сезон.

MATERIAL AND METHODS

Experimental site

Studies were carried out by the Agrochemistry Department NSC "ISSAR" in long term and temporary field experiments. As far back as 1969, a long-term stationary experiment was begun on Chernozem typical at the ISSAR Grakivske Experimental Station in Kharkiv region, East Ukraine (Figure 1), to investigate the influence of different kinds, rates, terms and conditions of mineral fertilizer application on the transformation of soil properties and crop yields, resilience of crops to different climate conditions of the growing season.

Фиг. 1. Изследвана територия (многогодишен стационарен опит – Харковска област, Източна Украйна)

Fig. 1. The area of research (long-term stationary experiment - Kharkiv region, East Ukraine)

През периода 1969-83 г. бяха направени три приложения с високи дози минерални торове (200, 400 и 600 kg.ha^{-1}), за да се създадат четири нива на азот, фосфат, калий и азот-фосфор-калиеви агрохимични среди (с естес-твено, средно, повишено и високо съдържание). Експерименталното поле обхващаше 360 варианта с

During the period 1969-83 three high-dose applications of mineral fertilizers (200, 400 and 600 kg.ha^{-1}) were made to create four levels of nitrogen, phosphate, potash and nitrogen-phosphorus-potassium agrochemical backgrounds (natural, medium, heightened and high). The experimental field was laid out in 360 variants with различни дози, видове торове и честота на тяхното използване.

За нашето изследване подбрахме варианти на висококалиеви и азотно-фосфор-калиеви агрохимични среди. Преди вземането на проби от почвата, бяха завършени шест ротации на 6-полево сеитбообръщение (фий и овес за зелен фураж, зимна пшеница, захарно цвекло, ечемик, царевичен силаж). Пробите от 0-20 cm слой, преди използването на торове, показаха pH (KCl) 5.5, съдържание на хумус 3,9-4,5%, общо N 0,22%, общо P 0,12% и общо K 2,05%.

Проведени са временни полеви опити върху подзолист тежък глинест чернозем (район Харков, област Харков) и средна глинеста почва (район Локвитски, област Полтава (Фигура 2)).

different doses, types of fertilizers, and frequency of their application.

For our investigation, we selected variants of high potassium and nitrogen-phosphorus-potassium agrochemical backgrounds. Prior to soil sampling, six rotations of 6-field crop rotation (vetch-and-oats for green forage, winter wheat, sugar beet, barley, maize silage, winter wheat) had been completed. Sampling of the 0–20 cm layer, before application of fertilizers, showed pH (KCl) 5.5, humus content 3.9–4.5 %, total N 0.22 %, total P 0.12 %, and total K 2.05 %.

Temporary field experiments were carried out on the Chernozem podzolic heavy loam (Kharkiv district Kharkiv region) and medium loam (Lokhvitskii district, Poltava region (Figure 2)).

Фиг. 2. Изследвана територия (временен полски опит – Полтавска област, Източна Украйна)

Fig. 2. The area of research (temporary field experiment - Poltava region, East Ukraine)

Схема на експеримента и земеделски практики в дългосрочен стационарен опит

Бяха събрани почвени проби от 8 агрохимични среди с различни нива на торене (Таблица 1) и анализирани, за да се определят различни динамични форми на азот, фосфор и

Experimental design and agricultural practices in long-term stationary experiment

Soil samples were collected from 8 agrochemical backgrounds with different levels of fertilization (Table 1) and were analyzed to determine various dynamic forms of nitrogen, phosphorus and калий: минерален азот (NO_3^-+NH_4^+) (в екстракт от 1% K_2SO_4), с наличен фосфор и калий (в екстракт от 0.5N CH_3COOH).

potassium: mineral nitrogen (NO_3^-+NH_4^+) (in extract of 1 % K_2SO_4), available phosphorus and potassium (in extract of 0.5N CH_3COOH).

Таблица 1. Схема на вземане на почвените проби и равнището на торене по варианти на многогодишния стационарен опит за 6 ротации на сеитбообръщението

Table 1. Scheme of soil sampling and levels of fertilization on variants of the six crop rotations in long-term stationary experiment

Агрохимичен фон/Agrochemical background	Общо количество на хранителните елементи постъпващи в почвата с торовете / Total amount of soil-assimilated nutrients from fertilizers, kg.ha^{-1}		
	N	P_2O_5	K_2O
Угар/Virgin fallow	0	0	0
Контрола, неторена/Control, without fertilizer	0	0	0
Оборски тор/Manure, 140 t.ha^{-1} [Фон/Background]	560	280	700
Фон+P_{1800} (запасяване, с последействие от 1983 г.) Background+P_{1800} (into reserve, after-effect since 1983)	560	2080	700
Фон+ K_{600} (запасяване, с последействие от 1983 г.)/ Background+K_{600} (into reserve, after-effect since 1983)	560	280	1300
Фон+ K_{1200} (запасяване, с последействие от 1983 г.)/ Background+K_{1200} (into reserve, after-effect since 1983)	560	280	1900
Фон+ K_{1800} (запасяване, с последействие от 1983 г.)/ Background+K_{1800} (into reserve, after-effect since 1983)	560	280	2500
Фон+ $N_{1800}P_{1800}K_{1800}$ (запасяване, с последействие от 1983 г.) Background+ $N_{1800}P_{1800}K_{1800}$ (into reserve, after-effect since 1983)	2360	2080	2500

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Торовете като фактор за устойчивост на културите към екстремни метеорологични условия

Водата и хранителните вещества са ключов фактор за растежа на културите и добива на реколта. Определено е, че продуктивността от водната консумация в периоди на суша нараства 2-2,4 пъти под влияние на торовете, докато при оптимален режим на овлажняване - само 1,4-1,6 пъти (Zaborin et al., 1998). Като цяло, торовете допринасят за увеличаване на общото потребление на почвена влага чрез изпаряване поради по-големия обем на културите. Същевременно, разходът на влага на единица продукция намалява.

Оптимизирането на храненето на растенията повишава осмотичното налягане и хидратацията на колоидите в растителните клетки, увеличава количеството свързаната с колоид вода

RESULTS AND DISCUSSION

Fertilizers as a factor resilience crop to extreme weather events

Water and nutrients are key determinants of plant growth and crop productivity. Is determined that productivity of water consumption in dry periods increases under the influence of fertilizers in 2-2,4 times, while for optimal humidification mode - only 1,4-1,6 times (Zaborin et al., 1998). In general, fertilizers contribute to increasing a total spending of soil moisture through transpiration due to larger crop. Simultaneously, moisture spending per unit production are decreasing.

Optimization of plant nutrition enhances the osmotic pressure and the hydration of colloids in plant cells, increases the amount of colloid-bound water in leaves, and intensifies the в листата и усилва асимилацията на необходимите вещества (Konstantinov, 1978; Folberth et al., 2014). Ефектът от увеличаването на устойчивостта на селскостопанските култури към неблагоприятни метеорологични условия се определя и от структурните промени на органоидите в клетките с високо съдържание на фосфор. Остатъчните фосфати, които са натрупани в почвите от торове, се различават от естествените форми на този елемент. Те са по-активни и достъпни за растенията, което може да бъде отличителен белег на добре обработваните почви (Nosko and Hladkikh, 2012).

Нашите резултати от дългосрочни опити показват, че ефективността на използване на водата е подобрена на чернозем с високо съдържание на остатъчни фосфати (Таблица 2). Използването на вода за един тон сухо вещество царевица и захарно цвекло намалява с 20-25% при почва с високо съдържание на фосфор в сравнение с почва с ниско съдържание. Тази разлика е силно намалена след наторяване, но все пак значителна.

На свой ред, добивът на захарно цвекло зависи от съдържанието на наличен калий в почвата и метеорологичните условия, особено от количеството валежи по време на вегетативния период (Таблица 3). В години на суша, когато количеството валежи по време на вегетативния период не надвишава 215 мм, добивът на захарно цвекло значително нараства с увеличаване на резервите от калий в почвата. Без торове реколтата възлиза на 22.3 t/ha^{-1} при почва с ниско ниво на калий достига до 26.9 t/ha^{-1} при почва с високо съдържание на калий. С използването на $N_{180}P_{180}$ реколтата на захарно цвекло нараства съответно до 33.3 t/ha^{-1} и 35.7 t/ha^{-1}. Калиевите торове в дози K_{90} и K_{180} на фона на $N_{180}P_{180}$ осигуряват максимална допълнителна реколта на почвата с ниско съдържание на калий, която възлиза съответно на 3,4 t/ha^{-1} и 2,6 t/ha^{-1}. Прилагането на калиеви торове не осигурява растеж на

assimilation of needed substances (Konstantinov, 1978; Folberth et al., 2014). The effect of increasing the resistance of agricultural crops to adverse weather conditions is also determined by structural changes of organoids in cells under high phosphorus nutrition. Residual phosphates which have been accumulated in soils from fertilizers are different from natural forms of this element. They are more active and available for plants what may be the hallmark of well-cultivated soils (Nosko and Hladkikh, 2012).

Our results in long-term experiment indicate that water use efficiency have been improved on the Chernozem chernic with the high content of residual phosphates (Table 2). The use of water for one ton of dry matter of corn and sugar beet reduced by 20-25% on the soil with high content of phosphorus compared to the soil with low content. This difference is greatly reduced after fertilization but still significant.

In turn, the yield of sugar beet depends on the content of available potassium in the soil and weather conditions, especially rainfall per growing season (Table 3). In dry years, when rainfall during the growing season did not exceed 215 mm, sugar beet harvest had increased significantly with increasing the reserve in the soil potassium.

Without fertilizes harvest amounted from 22.3 $t.ha^{-1}$ on the soil with a low potassium level to 26.9 $t.ha^{-1}$ on the soil with a high level. Under the application of N180P180 the harvest of sugar beet increase to 33.3 $t.ha^{-1}$ and 35.7 $t.ha^{-1}$, respectively. Potassium fertilizers in doses of K_{90} and K_{180} on the background $N_{180}P_{180}$ provided the maximum of extra-harvest on the soil with low potassium level that amounted 3.4 $t.ha^{-1}$ and 2.6 $t.ha^{-1}$ respectively. Application of potassium fertilizer does not provide crop growth on soils with high potassium content растенията върху почви с високо съдържание на калий (Petrichenko et al., 2013).

(Petrichenko et al., 2013).

Таблица 2. Влияние на торенето върху добива и необходимостта от вода на културите на типичен чернозем (в многодишен опит) с различни равнища на фосфорно торене

Table 2. Effect of fertilizers on crop yield and water consumption by crops in Chernozem typical (in long-term experiment) with different levels of phosphorus application

Съдържание на наличен фосфор The content of available phosphorus, mg $P_2O_5.kg^{-1}$ soil	Варианти Experiment variants	Добив Yield, $t.ha^{-1}$	Запас на продуктивна влага в почвения слой 160 cm / Reserve of productive moisture in soil layer of 160 cm, $m^3.ha^{-1}$		Използване на вода Using water, m^3		
			Начало на вегетационния период on the beginning of the growing season	Край на вегетационния период at the end of growing season	Чрез евапотранспираията evapotranspiration	на 1 kg основна продукция per 1 kg main products	на 1 t сухо в-во per 1 t of dry matter
Царевица за силаж / Corn for silage							
40-50 (Control, without fertilizer)	Control	34,0	1050	550	2280	0,67	2,87
	NPK	34,4	1000	460	2330	0,52	2,24
140-160 (Background+P_{1800})	Control	36,9	1140	510	2410	0,65	2,32
	NPK	41,2	890	460	2200	0,53	2,29
Захарно цвекло / Sugar Beets							
40-50 (Control, without fertilizer)	Control	21,4	1040	210	3160	1,48	3,88
	NPK	38,9	1250	130	3750	0,96	3,07
140-160 (Background+P_{1800})	Control	33,4	980	180	3130	0,94	2,91
	NPK	40,9	1300	130	3510	0,89	2,66

Забележка. Количество на валежите по време на вегетационния период - 1780 $m^3.ha^{-1}$; Захарно цвекло - 2340 $m^3.ha^{-1}$/

Note. Rainfall during the growing season corn - 1780 $m^3.ha^{-1}$; sugar beet - 2340 $m^3.ha^{-1}$

Таблица 3. Влияние на торенето върху добива от захарно цвекло на типичен чернозем (многогодишен опит) с различно съдържание на подвижен Калии в зависимост от условията на увлажнение на почвата

Table 3. Effect of fertilizers on the sugar beet yield on Chernozem typical (in long-term experiment) with different content of mobile potassium depending on soil moisture conditions

Валежи / Rainfall mm *		Варианти Experiment variants	Добив от захарно цвекло на различни агрохимични фонове с различно съдържание на подвижен калии в почвата / Yields of sugar beet in different agrochemical background with various mobile potassium content in the soil, $t.ha^{-1}$							
за април-август for April-August	в год in a year		Control, without fertilizer (85-87 mg $K_2O.kg^{-1}$ soil)		Background+K_{600} (92-96 mg $K_2O.kg^{-1}$ soil)		Background+K_{1200} (96-117 mg $K_2O.kg^{-1}$ soil)		Background +K_{1800} (107-139 mg $K_2O.kg^{-1}$ soil)	
			1	2	1	2	1	2	1	2
215 (167-243)	517 (340-727)	Control	22,3	-	21,4	-	24,6	-	26,9	-
		$N_{180}P_{180}$	33,3	-	33,0	-	34,8	-	35,7	-
		$N_{180}P_{180}$ + K_{90}	36,7	3,4	33,9	0,9	37,3	2,5	36,0	0,3
		$N_{180}P_{180}$ + K_{180}	35,9	2,6	35,4	2,4	34,9	0,1	36,1	0,4
350 (313-389)	657 (564-711)	Control	33,4	-	31,6	-	34,5	-	34,2	-
		$N_{180}P_{180}$	40,1	-	42,4	-	43,5	-	44,1	-
		$N_{180}P_{180}$ + K_{90}	38,9	-	39,5	-1,9	44,0	0,5	44,8	0,7
		$N_{180}P_{180}$ + K_{180}	42,2	2,1	44,0	1,6	43,7	0,2	43,5	-0,6

Забележка: * Средни данни в течение на три години, в скобите – колебания на добива;
Графа 1 – добив на захарно цвекло;
Графа 2 – Влияние на калия върху добива при торене $N_{180}P_{180}$
Note: * The average data for three years, in brackets - the fluctuations limits;
Count 1 - yields of sugar beet;
Count 2 - growth the harvest from potassium fertilizers to a variant $N_{180}P_{180}$.

През годините с по-високо количество на валежи (средно 350 mm от април до август), захарното цвекло реагира много по-слабо на промените в калиевия фон. Без тор се забелязва слабо увеличаване на реколтата само на места с повишен и висок фон на калий. При варианта $N_{180}P_{180}$ добивът нараства по-значително (почти пропорционално) едновременно с увеличаването на остатъчните запаси от калий в почвата.

Ефективността на наторяването бе рязко намалена в периодите на дълга пролетно-лятна суша. В тези периоди реакцията на растенията към торовете може да бъде отрицателна поради повишената концентрация на сол в почвения разтвор. Поради тази причина калиевите торове следва да бъдат прилагани предварително, тъй като коригирането на недостиг в условия на стрес е изключително трудно.

Употребата на азот, подобряващ съотношението изпаряване / евапотранспирация, има важно въздействие. И обратно, ефективността от азотното наторяване силно зависи от агрохимичния фон в условията на ниско пролетно овлажняване. Например, в началото на сезона на растеж през 2015 г. запасите от производствена влага в 100 см почвен слой бяха оценени като недостатъчни, а в края на вегетативния период - като много ниски (Таблица 4). Торенето с амониев нитрат на чист фон спомогна за повишаване на добива само с 6,4%. За разлика от това, прилагането на висока доза торове върху добър агрохимичен фон увеличи добива на реколта с 63%.

In years with higher amount rainfall (in average 350 mm from April to August) the sugar beet much weaker responsive to changes of potassium background. Without fertilizer, a slight increasing of yield is observed only on heightened and high background of potassium. In the variant $N_{180}P_{180}$ yield increased more significantly (almost proportionally) simultaneously with increasing residual reserves of potassium in the soil.

Fertilizing efficiency reduced sharply in periods of long spring-summer drought. At that time the reaction of plants to fertilizers may be even negative for the reason of increasing of salts concentration in the soil solution. That is why potassium fertilizers should be applied in advance as correction of deficiencies is very difficult in stressful conditions.

Nitrogen application, improving transpiration/evapotranspiration ratio, have important management implications. And vice versa, the effectiveness of nitrogen fertilization largely depends on the agrochemical background in the conditions of spring low humidification. For instance, at the beginning of the growing season in 2015, reserves of productive moisture in 100 cm soil layer were assessed as insufficient and at the end of the growing season - as very low (Table 4). Thus, fertilizing by ammonium nitrate on the pure background had promoted to increasing of yield only by 6.4%. In contrast, the application a high dose of fertilizers on the good agrochemical background increased crop yield by 63%.

Таблица 4. Ефективност на пролетното подхранване на зимна пшеница на различни агрохимични фонове (многогодишен опит) при неблагоприятни условия на увлажнение
Table 4. Efficiency spring nitrogen fertilizing of winter wheat in different agrochemical backgrounds (in long-term experiment) under adverse conditions moisture software

Варианти / Experiment variants		Запас на продуктивна влага в почвения слой 100 cm / The reserves of productive moisture in 100 cm soil layer, mm		Запас на азот в почвен слой 100 cm / The reserves of mineral nitrogen in 100 cm soil layer, kg.ha^{-1}		Добив зимна пшеница Winter wheat yield t.ha^{-1}
агрохимични фонове agrochemical background	Торене с азот additional nitrogen fertilizing, kg.ha^{-1}	Начало на вегетационния период / the beginning of the growing season	Край на вегетационния период / the end of the growing season	Начало на вегетационния период / the beginning of the growing season	Край на вегетационния период / the end of the growing season	
Control (without fertilizers)	0	102	23	115	32	2,80
	60	-	14	-	76	2,98
Background+P_{1800}	0	94	49	200	49	3,51
	60	-	5	-	73	4,60
Background+ $N_{1800}P_{1800}K_{1800}$	0	116	33	167	34	3,50

Влияние върху поставянето на хранителни вещества в почвените слоеве върху устойчивостта на растенията към екстремни метеорологични явления

Един от агрохимичните начини да се увеличи устойчивостта на земеделските култури към суша е целевото диференциране на хранителни вещества в почвените слоеве. Торенето спомага за образуването на гъста мрежа от корени в района на тяхното разполагане, позволявайки използването дори на непродуктивни валежи и увеличаване на снабдяването с хранителните вещества. Както показват Trapeznikov et al. (1999), силно солените корени, които се формират интензивно в областта на локализирането на торове, могат да изпълняват функциите на вторични корени. Този факт е изключително важен в условия на суша. Според Fateev (2002) локализацията на торовете е най-подходящият метод за култури с влакнеста коренна система във всички видове черноземи. Дългосрочни проучвания показват, че след употребата на торове в ред, общите загубите на влажност на почвата при формиране на единица добив на зърно са намалени с 15% при зимната пшеница, при ечемика - с 30%, просото - с 24% и добивът на зърно е нараснал с 0,4-0,5 t/ha^{-1}.

В същото време пространственото

Influence the placement of nutrients in soil layers on the resilience of plants to extreme weather events

One of agrochemical ways to increase crop resistance to drought is the purposeful differentiation of nutrients in soil layers. Fertilization promotes to formation a dense network of roots in the area of their placement the created conditions, allowing use even unproductive precipitation and increase supply the nutrients. As shown Trapeznikov et al. (1999), highly-saline roots which intensively formed in the area of fertilizer localization are able to perform function of secondary roots. This fact is extremely important in conditions of soil drought. According to Fateev (2002), localization of fertilizers is the most suited method for cultures with fibrous root system on all tipes of chernozems. Long-term studies indicate that after placing fertilizers in row total losses of soil moisture at creating per unit yield of winter wheat grain reduced by 15%, barley - by 30%, millet - by 24 %, and the yield of grain increased by 0,4-0,5 t.ha^{-1}.

At the same time the spatial

разположение на реда на тор в горния слой на почвата не може да бъде единствено решение. Прекалено плиткото разположение на тора води до плитко разполагане на кореновата система, което има отрицателни последици в сухи условия, особено през първата половина на вегетативния период. Дълбокото поставяне на тора също има предимства и недостатъци. Това е добре илюстрирано от резултатите от изследванията на сравнителната ефективност на амониевия нитрат и течния безводен амоняк на подзолист чернозем (Таблица 5).

Най-голямата реколта след прилагането на безводен амоняк беше добита през 2012-2013 г. (с 86-97 mm дъжд през периода април-юни), поради ефективното използване на азотни торове от зона на локализация с дълбочина 18 cm. Това стимулира силно разпространение (разклоняване) на корените и на свой ред, увеличи усвояването на торовете. Корените "улавят" най-бързо тора, който се намира в редовете на дълбочина, която е три пъти по-надолу от дълбочината на поставяне на семената. Това се случва, тъй като влагата се задържа по-дълго в този слой, отколкото в повърхностния слой на почвата. За разлика от това, когато почвената влага е много благоприятна, прилагането азот на дълбоко намалява ефективността на торенето.

location of the fertilizer row in the top layer of soil cannot be a single solution. Too shallow location of fertilizer leads to shallow placing of root system that have negative consequences in the case of dry conditions, especially in the first half of growing season. In turn, the deep location of fertilizer also has advantages and disadvantages. This is well illustrated by the research results of comparative effectiveness ammonium nitrate and liquid anhydrous ammonia on the Chernozem podzolic (Table 5).

The largest harvest from application of anhydrous ammonia was obtained in 2012-2013 (with 86-97 mm of rain in April-June) due to the effective using of nitrogen fertilizers from localization zone on the depth of 18 cm. It stimulated strong proliferation (branching) of roots and, consequently, increased their absorption of fertilizers. Roots "intercepts" most fast the fertilizer, which located in rows on the depth that is in three times lower than the depth of the seed placement. This is happened because moisture persists longer on this layer than in the surface layer of soil. In contrast to this, when soil moisture is a very favorable, deeply nitrogen application reduced the efficiency of fertilization.

Таблица 5. Добив на културите от сеитбооборота при торене с различни азотни торове при доза N_{100} средносуглинист подзолист чернозем
Table 5. The yield of crop in rotation link during the use of different forms of nitrogen fertilizers in a dose of N100 on the Chernozem podzolic medium loam

Азотни торове Kinds of nitrogen fertilizers	Добив на културите от сеитбообръщението / Crops yield in rotation link, $t.ha^{-1}$					
	Царевица/ Maize (2012)		Пшеница / Winter wheat (2013)		Слънчоглед / Sunflower (2014)	
	Добив Crop yield	Прираст спрямо контролата Growth yield	Добив Crop yield	Прираст спрямо контролата Growth yield	Добив Crop yield	Прираст спрямо контролата Growth yield
Безводен амоняк Anhydrous ammonia	4,9-8,4	not defined	5,3	0,9	3,8	0,5
Амонячна селитра Ammonium nitrate	4,6-5,2	not defined	4,9	0,5	4,6	1,3

Хипотезата за променливата реакция на растенията към торовете при различни метеорологични условия се потвърждава от наблюденията върху ечемика. Това е култура, която има кратък вегетативен период, така че се нуждае от хранителни вещества особено в първите фази на растеж. Точната диагностика на недостига на хранителни вещества за нормален растеж и развитие на ечемика спомага за увеличаване на адаптивния капацитет на системата "почва-растение" в периоди на екстремни метеорологични условия. В нашите експерименти управлението на храненето беше проведено с помощта на метода на функционалната диагностика. Този метод е разработен от Б. Ягодин въз основа на промените в реакцията на Хил на хлоропластната суспензия след добавяне на отделни химически елементи. По този начин бяха открити нужди от хранителни вещества за растенията в периода на пускане на филизи и фазата на излизане от епруветката. След това бяха приложени подходящи торове (Таблица 6).

Hypothesis about uneven reaction of plants to fertilizers under various weather conditions is confirmed by observations on barley. This is a culture, which has a short growing season so especially needs to nutrients in first stages of growing. An accurate diagnosis of nutrients deficiency for normal growth and development of barley helps to increase the adaptive capacity of “soil-plant” system during periods of extreme weather conditions. In our experiments the management of nutrition was carried using the method of functional diagnostics. This method was developed by B. Yagodin based on changes Hill’s reaction of chloroplast suspension after adding of individual chemical elements. Thus needs of plant nutrition were detected in the tillering stage and phase of exit in the tube. Whereupon, appropriate fertilizers were applied (Table 6).

Таблица 6. Влияние на подхранването върху добива от пролетен ечемик отглеждан на почва подзолист чернозем тежко суглинист
Table 6. Influence of foliar fertilizing on yields of grain of spring barley on Chernozem podzolic hard loam

Варианти / Variants of experiment	Добив от ечемик при различни варианти на торене Yield of grains barley in different variants of fertilizers application, $t.ha^{-1}$		
	без торене without fertilizers	$N_{30}P_{30}K_{30}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$
2012			
Без торене / Without fertilization	3,00	3,10	3,30
Подхранване в стадий братене / Fertilizing in the tillering stage	2,90	3,10	3,30
Подхранване в стадии братене и във фаза изкласяване / Fertilizing in the tillering stage and in the phase of exit in the tube	2,90	3,00	3,20
2014			
Не торени / Without fertilization	2,00	3,45	4,05
Подхранване в стадии братене / Fertilizing in the tillering stage	2,60	3,55	4,35
Подхранване в стадии братене и във фаза изкласяване / Fertilizing in the tillering stage and in the phase of exit in the tube	2,80	3,70	4,40

Въпреки това, много сухи метеорологични условия време по време на вегетативния период през 2012 г.

However, very dry weather conditions during growing season in 2012 (only 63 mm of rain in April-July) were so (само 63 mm валежи през периода април-юли) бяха толкова стресиращи за растенията, че пролетният ечемик не реагира на листно торене нито с по-висок добив, нито с качество на зърното. За разлика от това, при много добра влажност през 2014 г. (272 mm дъжд през периода април-юли) растежът на добива след листно торене със сложни макро- и микроелементи варира от 0.35 t/ha^{-1} до 0.80 t/ha^{-1}.

stressful for plants, that spring barley did not respond to foliar fertilizing neither growth yield, nor grain quality.

In contrast, under very good moisture in 2014 (272 mm of rain in April-July) growth yield from foliar fertilizing by complex macro- and micronutrients ranged from 0.35 $t.ha^{-1}$ to 0.80 $t.ha^{-1}$.

ИЗВОДИ

Увеличаването на устойчивостта на почво-растителната система към изменението на климата зависи до голяма степен от ефективността на адаптирането на селското стопанство към промените в климата. Адаптивните мерки включват промени в използването на земята, залесяване, селекция на генотипове, ротация на културите за най-ефективно използване на наличната почвена влага. Управлението на храненето на растенията обаче също може да бъде от полза за увеличаване на устойчивостта на почво-растителната система и смекчаване на негативния ефект от изменението на климата.

Водата и наличието на хранителни вещества в почво-растителната система показват много взаимодействия и имат многобройни механизми на саморегулиране. Балансираната система от торове увеличава ефективността на използване на водата и помага на културите да постигнат оптимална производителност при ограничени условия на влага. Управлението на хранителни вещества за обогатяване на почвата е основна мярка, с която доказано се повишава ефективността на използване на водата с 10-25%.

Проучванията показват, че агрохимичните мерки за управление на храненето на растенията са важен фактор за укрепване на адаптацията на растенията към екстремни метеорологични условия през вегетативния период. Създаването на висок фон на остатъчни фосфати значително подобрява използването на почвената влага за ефективността на азотните торове. На свой ред, ефикасността

CONCLUSIONS

Increasing the resilience of the soil-plant system to climate change greatly depends on how effectively agriculture adapts to climate changes.

Adaptive measures include changes in land use, afforestation, genotype selection, crop rotation for most effective use of available soil moisture.

However, plant nutrition management also can be beneficial for increasing resilience soil-plant system and mitigating of climate change.

Water and nutrient availability of the soil-plant system show many interactions and has numerous mechanisms of self-regulation. Balanced fertilizer system increases water use efficiency and helps crops achieve optimal performance under limited moisture conditions.

Thus, management of soil nutrients is the focal issue that is shown to increase water use efficiency by 10-25%.

Research has shown that agrochemical measures in plant nutrition management are an important factor in strengthening of plant adaptation to extreme weather events during the growing season. Creating high background of residual phosphates significantly improves soil moisture use for the efficiency of nitrogen fertilizers. In return, the efficiency of nitrogen-на азотно-фосфорния тор зависи от запасите на остатъчния калий в почвата, което се среща особено в сухите години. Чрез създаването на висок фосфорно-калиев фон, избор на оптимални форми на торове и метода на тяхното приложение, можем значително да подобрим стабилността в отглеждането на земеделски култури в различни хидротермални условия.

phosphorus fertilizer depends on reserves of the residual potassium in soil, which is particularly occurs in dry years. Through creation of a high phosphorus-potassium background, choice of optimal forms of fertilizers and the method of their application we might significantly improve a stability of crop growing at different hydrothermal conditions.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Ashraf, M., M.R. Foolad**, 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59, 206-216.
2. **Aggarwal, P.K.**, 2000. Application of system simulation for understanding and increasing yield potential of wheat and rice. Ph.D. thesis, Wageningen, The Netherlands.
3. **Ajayi, O.C., F.K. Akinnifesi, G. Sileshi, S. Chakeredza, S. Mn'gomba**, 2008. Local solutions to global problems: the potential of agroforestry for climate change adaptation and mitigation in southern Africa. Paper presented at the Tropical Forests and Climate Change Adaptation (TroFCCA) Regional meeting "Knowledge and Action on Forests for Climate Change Adaptation in Africa", 18-20 November 2008, Accra, Ghana, pp. 1-17.
4. **Brown, R.H., J.H. Bouton**, 1993. Physiology and genetics of interspecific hybrids between photosynthetic types. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol*, 44, 435-456.
5. **Bruulsema, T.W., R. Mullen, I.P. O'Halloran, and H. Watters**, 2012. Reducing loss of fertilizer phosphorus to Lake Erie with the 4Rs. IPNI Insights, International Plant Nutrition Institute, Norcross, GA, USA. http://nane.ipni.net/article/NANE-3072
6. **Bruulsema, T.W., P.E. Fixen, G.D. Sulewski**, 2012. 4R Plant Nutrition Manual: A Manual for Improving the Management of Plant Nutrition, metric version., International Plant Nutrition Institute, Norcross, GA, USA.
7. **Chapin, F.S.**, 1991. Integrated responses of plants to stress. *BioScience*, 41, 29-36.
8. **Clements, R., J. Haggar, A. Quezada, and J. Torres**, 2011. Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. X. Zhu (Ed.). UNEP Riso Centre, Roskilde, pp. 14-27.
9. Climate change: the challenge for agriculture 2008. European Communities, pp.36.
10. **Drechsel, P., P. Heffer, H. Magen, R. Mikkelsen, D. Wichelns**, (Eds.) 2015. Managing Water and Fertilizer for Sustainable Agricultural Intensification. pp.270.
11. **Fateev, A.I.**, 2002. The local method of fertilizer application. Soil-agrochemical aspects. Kharkov, Ukraine, pp. 160 (Ru).
12. **Folberth, C., T. Hong Yang, Liu Junguo, Wang Xiuying, J. Williams and R. Schulin**, 2014. Effects of ecological and conventional agricultural intensification practices on maize yields in sub-Saharan Africa under potential climate change. *Environ. Res. Lett*., 9, 1-12.
13. **Gbetibouo, G.A., R.M. Hassan**, 2005. Measuring the economic impact of

climate change on major South African field crops. In: Ricardian approach, Global and Planetary Change. pp. 143-152.
14. **Hultgreen, G., P. Leduc**, 2003. The effect of nitrogen fertilizer placement, formulation, timing, and rate on greenhouse gas emissions and agronomic performance. *Final Report, Project Number 5300G, ADF#19990028.* Regina, SK: Saskatchewan Department of Agriculture and Food.
15. IAEA (International Atomic Energy Agency). 2005. Nutrient and water management practices for increasing crop production in rainfed arid/semi-arid areas. IAEATECDOC-1468. IAEA, Vienna, Austria.
16. IFPRI (International Food Policy Research Institute). 1995 Biophysical limits to global food production (2020 Vision). Washington, DC. 2.
17. **Jungk, A.O.**, 2002. Dynamics of nutrient movement at the soil-root interface. In: Waisel Y, Eshel A, Kafkafi U (eds) Plant Roots: The Hidden Half, 3rd Edn. Marcel Dekker, New York, pp. 587-616.
18. **Kagale, S., U.K. Divi, J.E. Krochko, W.A. Keller, P. Krishna**, 2007. Brassinosteroids confers tolerance in *Arabidopsis thaliana* and *Brassica napus* to a range of abiotic stresses. *Planta*. 225 (2), 353-364.
19. **Kano, M., Y. Inukai, H. Kitano, A. Yamauchi**, 2011. Root Plasticity as the Key Root Trait for Adaptation to Various Intensities of Drought Stress in Rice. *Plant and Soil*, 342, 117-128.
20. **Kolupaev, Yu. Ye., T.O. Yastreb, Yu.V. Karpets, M.M. Miroshnychenko**, 2011. Influence of salicylic and succinic acids on antioxidant enzymes activity, heat resistance and productivity of *Panicum miliaceum* L. *J. Stress Physiology & Biochemistry*, 7, (2), 154-163.
21. **Konstantinov, N.R.**, 1978. Weather, soil and yield of winter wheat. L.: Gidrometeoizdat, pp. 263 (Ru).
22. LIFE HelpSoil: Helping enhanced soil functions and adaptation to climate change by sustainable conservation agriculture techniques, 2012. http://climate-adapt.eea.europa.eu/projects1?ace_project_id=6603
23. **Lahiri, A.N.**, 1980. Interaction of water stress and mineral nutrition on growth and yield. In: Turner, N.C. and P.J. Kramer (eds.). Adaptation of plants to water and high temperature stress. John Wiley and Sons, New York, pp. 87-103.
24. **Lasco, R.D., M.S. Habito, R.J.P. Delfino, F.B. Pulhin, R.G. Concepcion**, 2011. Climate Change Adaptation Guidebook for Smallholder Farmers in Southeast Asia World Agroforestry Centre, Philippines.
25. Living in a changing climate, 2015. European environment agency, pp.63.
26. **Matson, P.A., R. Naylor, I. Ortiz-Monasterio**, 1998. Integration of environmental, agronomic, and economic aspects of fertilizer management. *Science,* 280*,* 112-115.
27. **Miroshnychenko, M.M., Ye.Yu. Hladkikh, A.V. Revtye, S.V. Halushka, L.M. Mykhal'ska, V.V. Schwartau**, 2014. Use of anhydrous ammonia in improving the nitrogen utilization efficiency in winter wheat plantings. *Agricultural science and practice*, 1, 8-15.
28. **Molden, D., T. Oweis, P. Steduto, P. Bindraban, M.A. Hanjra, J. Kijne**, 2010. Improving agricultural water productivity: between optimism and caution. *Agricultural Water Management, Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, 97 (4), 528-535.
29. **Monteith, J., C. Webb**, 1981. Soil, water and nitrogen in Mediterranean-type environments. Developments in Plant and Soil Sciences, Martinus Nijhoff. Dr. W. Junk Publ., The Hague, The Netherlands, vol. 1.

30. **Munns, R.**, 2002 Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment,* 25, 239-250.
31. **Nilovskaya, N.T., N.V. Ostapenko, I.I. Seregina**, 2001. Effect of epibrassinolide on the productivity and drought resistance of spring wheat. *Agrokhimiya*, 2: 46-50 (Ru).
32. **Nosko, B.S., Ye.Yu. Hladkikh**, 2012. To the problem of transformation and the duration of the aftereffect of phosphorus fertilizers in chernozems. *Bulletin of Agricultural Science*, 5, 11-15 (Ukr).
33. **Petrichenko, V.F., S.A. Baliuk, B.S. Nosko**, 2013. Improving the sustainability of agriculture in global warming. *Bulletin of Agricultural Science*, 9, 5-12 (Ukr).
34. Pocket Guide to Crop Development. University of Illinois, USA, 2004.
35. **Prihar, S.S., P.R. Gajri, V.K. Arora**, 1985. Nitrogen fertilisation of wheat under limited water supplies. *Fertiliser Research,* 8, 1-8.
36. **Rao, S.C., J. Ryan**, 2004. Challenges and strategies of dryland agriculture. Special Publication Crop *Soil Sci Soc Am*, Madison, WI, USA. No. 32.
37. **Roy, R. N., A. Finck, G. J. Blair, H. L. S. Tandon**, 2006. Plant nutrition for food security, FAO Rome.
38. **Schmidhalter, U., C. Studer**, 1998. Water use efficiency as influenced by plant mineral nutrition. In: Proceedings 1st Sino-German workshop "Impact of Plant Nutrition on Sustainable Agricultural Production". Kiel, 22-23 October, 9 pages.
39. **Schoeneberger, M., G. Bentrup, H. de Gooijer, R. Soolanayakanahally, T. Sauer**, 2012. Branching out: Agroforestry as a Climate Change Mitigation and Adaptation Tool for Agriculture.
40. **Silva, E.C., R.M. Nogueira, F.H.A. Vale, N.F. Melo, F.P. Araujo**, 2009b. Water relations and organic solutes production in four umbu tree (Spondias tuberosa) genotypes under intermittent drought. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 21, 43-53.
41. **Stikić, R., Z. Jovanović, M. Marjanović, S. Đorđević**, 2015. The Effect of Drought on Water Regime and Growth of Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). *Ratar. Povrt.,* 52: 2.
42. **Syampungani, S., P.W. Chirwa, O.C. Akkinifesi**, 2010. The potential of using agroforestry as a win-win solution to climate F.K. change mitigation and adaptation and meeting food security challenges in Southern Africa. *Agric J,* 5, 80-88.
43. **Thompson, Helen**, 2012. Food science deserves a place at the table – US agricultural research chief aims to raise the profile of farming and nutrition science. Nature, July 12.
44. **Trapeznikov, V.K., I.I. Ivanov, N.G. Tal'vinskaya**, 1999. Local nutrition of the plants. Ufa: Guillem, pp. 260 (Ru).
45. **Trenkel, M.E.**, 2010. Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers in Agriculture - An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture. International Fertilizer Industry Association, Paris, France.
46. **Valliyodan, B. H.T. Nguyen**, 2006. Understanding regulatory networks and engineering for enhaced drought tolerance in plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 9, 189-195.
47. **Van Duivenbooden, N., M. Pala, C. Studer, C.L. Bielders**, 1999. Efficient soil water use: The key to sustainable crop production in the dry areas of West Asia, and North and Sub-Saharan Africa. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Aleppo, Syria, and International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, India.
48. **Vayner, A.A. M.M. Miroshnychenko, Yu.E. Kolupaev, T.O. Yastreb,**

V.A. Khripach, Yu.A. Sotnikov, 2014. The influence of 24-epibrassinolide on heat resistance and productivity of millet (*Panicum miliaceum*) plants. *Bull. Kharkiv Nat. Agr. Univ. Ser. Biol. Is*., 3 (33), 35-42.
49. **Wang, B., W. Liu, T. Dang**, 2011. Effect of phosphorus on crop water and nitrogen use efficiency under different precipitation year in dryland. Proceedings of International Symposium on Water Resources and Environmental Protection, ISWREP-2011, Xi'an, China.
50. **Zaborin, A.V., V.I. Nikitishen, L.K. Dmitrakova**, 1998. Evapotranspiration agrocenoses under different conditions of mineral nutrition. *Soil science*, 4, 483-491 (Ru).

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (4), 22-29 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Сравняване и групиране на експериментални хибриди царевица чрез метода K - means cluster

Мима Илчовска[1], Ирена Иванова[2], Димитрина Илчовска[1]

[1]Институт по царевицата, 5635 Кнежа, България
[2]Аграрен университет, 4000 Пловдив, България
**E-mail ilchovska_mima@abv.bg*

Comparison and grouping of the experimental maize hybrids by K – means clustering

Mima Ilchovska[1], Irena Ivanova[2], Dimitrina Ilchovska[1]

[1]Maize Institute, 5835 Knezha, Bulgaria
[2]Agricultural University, 4000 Plovdiv, Bulgaria

РЕЗЮМЕ

Настоящото проучване представя резултати от сравняване и групиране на 33 експериментални хибриди и 2 стандарта чрез използване на клъстер анализ по метода на K-средните при предварително зададени 5 клъстера.

Изследваните генотипове са оценени по показателите: добив зърно, влага при прибиране, Performance index, вегетационен период и рандеман.

В резултат на направения анализ, според генетичната им близост, хибридите са обединени в клъстери както следва: в първият - 11, във втория - 10, в третия - 4, в четвъртия - 5 и в петия - 7 генотипа. Представени са кластерните центрове на финалната клъстеризация. Така направената класификация на изследваните хибриди ще увеличи обективността на оценката и улесни селекционния процес при работа с тях.

Ключови думи: химически мутагенезис, мутационна селекция, експериментални хибриди, клъстерен анализ на K-средните, агрономически показатели

SUMMARY

The results of the comparison and distribution of the 33 experimental hybrids and 2 standard inbreds using K-means clustering algorithm are presented in this study.

The investigated genotypes were evaluated based on the following indicators: grain yield, moisture at harvest, performance index, period of vegetation and percentage of grain in ear.

They are divided into 5 sets due to their genetic proximity, as follows: 11 hybrids in the first set, 10 hybrids in the second set, 4 hybrids in the third set, 5 hybrids in the fourth set and 7 hybrids in the fifth set. The cluster centers of the final clustering are pointed out. The classification of the studied hybrids will increase the objectivity of the evaluation and will enhance the selection process when working with them.

Key words: chemical mutagenesis, mutation selection, experimental hybrids, K-means clustering, agronomic traits

УВОД

През седемдесетте години на миналия век в Институт по царевицата - Кнежа е поставено началото на програма, целяща повишаване на генетичното разнообразие в елитни линии и хибриди царевица чрез експериментален мутагенезис и последваща мутационна селекция. Използването му дава възможност не само за обогатяване и разширяване на генетичното разнообразие при царевицата, но и за създаване на широк спектър от мутантни линии, притежаващи комплекс от ценни биологични и стопански качества (Hristov, 1983; Morgun, 1983; Genov, 1988; Hristov and Hristova, 1995; Valkova, 2013; Ilchovska, 2013). Анализът и групирането им са от изключително значение за ефективността на селекционния процес и могат да бъдат осъществени посредством клъстерен анализ. Той е предназначен за разпределяне на множество обекти едновременно по няколко критерия в сравнително малко на брой и относително хомогенни групи, наречени клъстери.

Целта на настоящото проучване е чрез използване на клъстерен анализ на К-средните (K-means cluster), 33 експериментални хибрида царевица, получени по метода на химически мутагенезис, да бъдат сравнени и групирани по тяхното генетично сходство и оценени въз основа на някои агрономически показатели.

INTRODUCTION

In the seventies of the last century in the Maize Institute - Knezha is initiated a program aiming at increasing the genetic diversity of elite lines and maize hybrids by experimental mutagenesis and subsequent mutation selection. Its use gives not only an opportunity for enrichment and expanding genetic diversity of the maize but also for development of wide range of mutant lines with valuable biological and economic qualities (Hristov, 1983; Morgun, 1983; Genov, 1988; Hristov and Hristova, 1995; Valkova, 2013; Ilchovska, 2013). The evaluation of their potential is crucial for the effectiveness of the selection process. To this purpose a cluster analysis could be performed. It is intended for distribution of multiple objects, simultaneously, by several criteria in relatively small number of relatively homogenous groups, called clusters.

The aim of this study was by using cluster analysis of the average K (K-means clustering) 33 experimental maize hybrids, obtained by chemical mutagenesis, to be compared and grouped based on their genetic similarity and to be evaluated based on several agronomic indicators (traits).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучването е проведено през периода 2004-2013г. в опитното поле на Институт по царевицата Кнежа. В резултат на химически мутагенезис, по методика предложена от Morgun (1983) и модифицирана от Hristov и Hristova (1995); Genov (1988) в M_1 е получен разнообразен генетичен материал. След многократно самоопрашване и отбор по стопански ценни качества в M_7 и M_8 поколения са получени нови стабилизирани мутантни линии. През 2010г. част от тях са тестирани на три тестера: ХМ 92 471, ХМ 4418 и ХМ 4390

MATERIAL AND METHODS

The study is conducted in the period between 2004 and 2013 at the experimental field of Maize Institute – Knezha. As a result of the chemical mutagenesis performed in compliance with the methodology of Morgun (1983), modified by Hristov and Hristova (1995) and Genov (1988), at M_1 diverse genetic material was obtained. New stabilized mutant lines were obtained after repeated self-pollination and selection based on the valuable economical qualities at M_7 and M_8 generations. In 2010 some of them were tested by using three testers: XM 92 по метода „топкрос“. Хибридните им комбинации са изпитани двукратно (2011 и 2012г.) в предварителни сортови опити. През следващата година (2013г.), експерименталните кръстоски, превишили стандартите, са изпитани в два конкурсни сортови опита по метода на „латински правоъгълник“ в три повторения с размер на реколтната парцелка 10 m^2 (Barov, 1982). Опитите са изведени при условия без напояване по възприетата за района агротехника. За сравнение са използвани стандартите PR35F38 и Кн 509 (група по FAO 500-600).

Анализираните варианти са оценени по показателите: добив зърно, влага на прибиране, Pi (перформанс индекс), вегетационен период (поникване-изсвиляване) и рандеман (% на зърното). За сравняването и групирането на хибридите, както и за тяхната оценка по отношение на изследваните показатели е приложен клъстерен анализ (Duran and Odelle, 1977; Въндев, 2003), като допълващ метод в селекционно-подобрителния процес (Ilchovska and Ivanova, 2014). Използваната клъстеризационна процедура е по метода K-means cluster, която изисква предварително задаване броя на клъстерите (Hartigan and Wong, 1979; Hartigan, 1985). Като мярка за генетична близост е използван квадрата на Евклидовото разстояние (Ward, 1963). За да се избегне различието в дименсиите на показателите, входните променливи са стандартизирани. Допълнително е направен дисперсионен анализ, за да се оцени влиянието на всеки показател върху формирането на клъстерите. Обработката на данните е извършена чрез използването на статистическата програма SPSS.

471, XM 4418 and XM 4390 by top-cross method. Their hybrid combinations were tested twice (in 2011 and 2012) in preliminary variety trials. In the next year (2013) experimental crosses that exceeded the standard ones were tested in two competitive variety trials by the method of the Latin Rectangle at three repetitions and with a size of the crop area of 10 m^2 (Barov, 1982). The experiments were conducted under the conditions without irrigation, with accepted for the region agro technique. For the purposes of the comparison are used the following standards: PR35F38 and Knezha 509 (group under FAO 500-600).

The analyzed variants are evaluated for the following traits: grain yield, harvest moisture, Pi (performance index), vegetative period (period from germination to silking) and % of the grain. For the purposes of comparison and grouping of the hybrids as well as for their evaluation in terms of the studied traits clyster analysis was performed (Duran and Odelle, 1977; Vandev, 2003) as a complementary method of the process of selection and improvement (Ilchovska and Ivanova, 2014). The used cluster procedure is based on the method of K-means cluster that requires the number of the clusters to be determined in advance (Hartigan and Wong, 1979; Hartigan, 1985). Euclidean distance square (Ward, 1963) was used as a measure of genetic proximity. To avoid the difference in the dimensions of the traits, the input variables were standardized. In addition dispersion analysis (ANOVA) was reformed in order the impact of each parameter on the formation of the cluster to be assessed. The processing of the data was done using the statistic program SPSS

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В Таблица 1 са представени средните стойности за добив на зърно, влага на зърното в момента на прибиране, вегетационен период до изсвиляване,

RESULTS AND DISCUSSION

In Table 1 are presented the average values of grain yield, grain moisture at harvest, vegetative period until silking, percentage of grain in ear, as рандеман, както и изчислените Pi към включените стандарти на експерименталните хибриди царевица. Резултатите от клъстерния анализ на К-средните, след предварително направени няколко стъпки с различен брой клъстери, показват, че хибридите могат да бъдат групирани в 5 клъстера, като всеки от тях влиза в клъстера с най-близка средна стойност. Генотиповете във всеки клъстер имат сходни значения по определен набор от показатели, което ги различава от генотиповете в останалите клъстери.

well as calculated Pi to the included standards of experimental maize hybrids. By performing several preliminary study using different number of clusters, the results of the K-means clustering show that the hybrids can be grouped in five clusters, providing that each of them enters into the cluster with the closest average value. The genotypes in each cluster have similar meanings in terms of definite set of indicators which distinguish them from the genotypes of the other clusters.

Таблица 1. Резултати от изпитване на експериментални хибриди царевица през 2013г.
Table 1. Results of testing of experimental maize hybrids in 2013 year

Влага Variants	Хибриди Hybrids	Добив Grain yield, kg/ha	Влага Moisture, %	В П, дни Vegetative period, days	Pi_1, %	Pi_2, %	Рандеман, %% of the grain
първи опит / first experiment							
1	St_1 PR35F38	9117	12,1	60	100	105	86,0
2	St_2 Kn 509	8122	11,3	57	95	100	83,0
3	E 3 13 4	9537	11,8	59	107	112	83,3
4	E 23 13 4	9021	9,9	55	121	127	85,0
5	E 18 13 4	8932	12,2	56	97	102	83,0
6	E 21 13 4	8875	12,0	56	98	103	84,0
7	E 32 13 4	8806	10,9	56	107	104	85,0
8	E 12 13 4	8736	12,3	56	94	99	83,7
9	E 13 13 4	8679	11,0	57	105	110	84,0
10	E 19 13 4	8604	10,6	55	108	113	83,0
11	E 6 13 4	8595	10,5	59	109	114	84,0
12	E 4 13 4	8585	11,0	56	104	109	83,0
13	E 10 13 4	8580	11,5	59	99	104	83,3
14	E 33 13 4	8483	11,3	57	100	104	83,0
15	E 8 13 4	8363	12,1	58	92	96	82,0
16	E 15 13 4	8316	10,7	56	113	108	85,0
17	E 14 13 4	8207	11,8	56	92	97	83,7
18	E 5 13 4	8187	11,3	57	96	101	83,0
19	E 7 13 4	8176	11,5	56	94	99	84,0
20	E 29 13 4	8107	12,3	55	87	92	82,0
21	E 31 13 4	8075	12,1	55	89	91	83,0
22	E 28 13 4	7823	12,5	56	80	87	83,0
втори опит / second experiment							
23	St_3 PR35F38	8983	12,7	59	100	105	86,3
24	St_4 Kn 509	7948	11,8	57	96	100	84,0
25	E 24 13 5	9452	11,5	57	116	122	82,0
26	E 20 13 5	9313	11,7	58	113	118	84,0
27	E 11 13 5	9256	14,0	60	93	98	85,0
28	E 12 13 5	8923	13,3	55	95	100	83,0
29	E 7 13 5	8830	11,5	58	109	114	81,3
30	E 28 13 5	8881	11,3	58	111	117	85,0
31	E 5 13 5	8806	13,3	58	94	98	83,0
32	E 22 13 5	8775	11,3	58	110	115	82,0
33	E 3 13 5	8146	11,5	57	100	105	83,0
34	E 15 13 5	8074	13,0	62	88	92	80,0
35	E 21 13 5	7983	12,8	55	88	93	83,0
36	E 16 13 5	7838	13,0	61	85	90	83,0
37	E 4 13 5	7804	12,4	57	89	93	85,0

В Таблица 2 е показано процентното разпределение на хибридите в петте клъстера, а също и тяхното участие във всеки един от тях. В Таблица 3 са посочени клъстерните центрове на финалната клъстеризация т.е. стойностите на показателите, около които са обединени хибридите в определен клъстер.

Table 2 shows the percentage distribution of the hybrids in the five clusters and also their participation at each of them. In Table 3 are shown the cluster centers at the final clusterization, i.e. the value of the parameters around which are grouped the hybrids in a specific cluster.

Таблица 2. Разпределение на хибридите в кластери
Table 2. Distribution of the hybrids in clusters

№ на кластера No of the cluster	Варианти, попадащи в кластера Variations in the cluster	Хибриди, брой Hybrids, number	Разпределение на хибридите,% Distribution of the hybrids,%
1	1,4,5,6,7,23,28,29,30,31,32	11	29,7 %
2	2,15,16,17,18,19,20,21,33,34	10	27,0 %
3	3,25,26,27	4	10,8 %
4	22,24,35,36,37	5	13,6 %
5	8,9,10,11,12,13,14	7	18,9 %
Общо / Total:		37	100 %

Таблица 3. Средни стойности на показателите от финалните кластер центрове
Table 3. Average values of the traits of the final cluster centers

№	Показатели Traits	Кластери Clusters				
		1	2	3	4	5
1	Добив kg/ha /Yield kg/ha	8905	8177	9390	7879	8609
2	Влага, % /Moisture, %	11,9	11,8	12,3	12,5	11,2
3	В П, дни /V. P, days	57,2	56,9	58,5	57,2	57,0
4	$Pi_{PR35F38}$, %	104	95	107	88	103
5	$Pi_{Кн\ 509}$, %	108	98	113	93	108
6	Рандеман,% /% of the grain	84,0	82,9	83,6	83,6	83,4

Процентът на хибридите, формиращи първия клъстер е най-висок - 29,7%. Клъстерът включва 11 хибрида, обединени около стандарта PR35F38 (St_1, St_3) и при двата полски опита. Те се отличават със сравнително висок среден добив, чиито стойности варират между 9117 kg/ha и 8775 kg/ha и с най-високи средни стойности за показателите рандеман 84,0% и перформанс индекси 104% и 108%. Последните отразяват връзката между добива и влагата и определят

The percentage of the hybrids forming first cluster was the highest one - 29,7 %. This cluster includes 11 hybrids, grouped together with the standard PR35F38 (St_1, St_3) at two filed experiments. They are characterized by a relatively high average grain yield whose values varied between 9117 kg/ha and 8775 kg/ha and with the highest average values of the traits % of the grain 84,0% and performance index of 104% and 108%. The latter reflect the correlation between the grain yield and the moisture стопанското значение на хибридите от тази група, отличаващи се с по-високи добиви и по-ниска влага на зърното.

Във втория клъстер, според средната степен на проявление на добива - 8177 kg/ha, влагата - 11,8% и рандемана - 82,9% попадат 10 хибрида, съставляващи 27% от общия брой. Те са обединени около Кн 509 (St_1)

Следващата клъстерна група обединява най-перспективните четири хибрида. Те се отличават с по-високи добиви от двата стандарта - 9537 kg/ha, 9452 kg/ha, 9313 kg/ha и 9256 kg/ha и по-високи перформанс индекси (с изключение на № 27) - 107%, 116% и 113%. С комплексната си близост по тези показатели хибридите успешно могат да бъдат включени за изпитване в екологични сортови опити.

Клъстер 4 съдържа четири хибрида, сходни с Кн 509 (St_4). Те имат най-нисък среден добив и най-висок процент влага на зърното при прибиране, ето защо не представляват интерес за по-нататъшна селекционна работа с тях.

Хибридите с поредни номера от № 8 до № 14 от първия полски опит принадлежат към клъстер 5 и съставляват 18,9%. Те се отличават със средни стойности на добива - 8609 kg/ha и рандемана - 83,4%, притежават сравнително къс вегетационния период - 57 дни и най-ниска влага при прибиране 11,2%. Характеристиката на хибридите е потвърдена и от сравнително високите стойности на техния Pi. Получените резултати ни дават основание вариантите, принадлежащи към тази група да бъдат отнесени към средноранната група на зрялост по FAO.

С помощта на използвания от нас клъстерен анализ на К-средните са определени групите, в които попадат варианти според тяхното генетично сходство и отдалеченост, отчитайки комплексното влияние на анализира-

and determine the economic importance of the hybrids of this group, having the highest yield and the lowest grain moisture.

In the second cluster, based on the average level of manifestation of the yield – 8177 kg/ha, moisture – 11,8% and % of the grain – 82,9%, were located 10 hybrids, representing 27% of the total number of hybrids. They were grouped around Knezha 509 (St_1).

The next cluster group brings together the most perspective four hybrids. They are characterized by higher yield of the two standards - 9537 kg/ha, 9452 kg/ha, 9313 kg/ha and 9256 kg/ha and higher performance indexes (with the exception of No 27) – 107%, 116% and 113%. With its complex proximity according to these traits the hybrids could be included successfully in the testing of multi agro ecological trials.

Cluster 4 contains four hybrids similar to Knezha 509 (St_4). They have the lowest average yield and the highest percent of grain moisture at harvest. Therefore, they do not represent any interest for the further selection work with them.

Hybrids with serial numbers No 8 to No 14 of the first field experiment belong to cluster No 5 and represent 18,9% of the total. They have average values of the yield - 8609 kg/ha and % of the grain - 83,4%, and have comparatively short vegetative period – 57 days and lower moisture at harvest – 11,2%. The characteristics of the hybrids are confirmed also by the comparatively high values of their Pi. The obtained results give a ground the variances belonging to this group to be referred to the mid-earlier group of maturity under FAO.

With the support of the cluster analysis of the K-average used by us are determined the groups to which belong the variances depending on their genetic proximity and distance, considering the complex impact of the analyzed traits.

ните признаци. Тази оценка ни позволява да се определят най-подходящите от тях за селекционна работа в различни направления.

Известно е, че показателите, включени в клъстеризацията, участват с различна тежест при разделянето на генотиповете в клъстери (Petrovska and Dimova, 2012; Ilchovska and Ivanova, 2013 и др.). От направения дисперсионен анализ се вижда, че от изследваните признаци статистическо значимо влияние върху оформянето на кластерите има добивът и перформанс индекса (Таблица 4).

Проведеното проучване позволява да се направят следните изводи:

This assessment allows us to determine the most appropriate ones for further selection work in different directions.

It is known that the traits included in the clusterization participate with different weight in the separation of the genotypes in clusters (Petrovska and Dimova, 2012; Ilchovska and Ivanova, 2013, etc.). Performed here dispersion analysis shows that, from the studied traits, statistically significant influence on the formation of the clusters has the yield and performance indexes (Table 4).

The study conducted allows to be made the following conclusions:

Таблица 4. Резултати от дисперсионен анализ
Table 4. Results of the ANOVA

Показатели Traits	Кластери Clusters		Грешки Errors		F	Sig.
	SQ	df	SQ	df		
Добив / Yield, kg/ha	19637,200	4	96,204	32	204,12	0,000
Влага / Moisture, %	1,512	4	0,672	32	2,25	0,086
В П, дни / V. P, days	1,983	4	3,261	32	0,61	0,660
$Pi_{PR35F38}$, %	0,037	4	0,006	32	6,36	0,001
$Pi_{Кн 509}$, %	0,039	4	0,005	32	7,47	0,000
Рандеман,% /% of the grain	1,605	4	1,630	32	0,99	0,430

ИЗВОДИ

1. Създаването на генетично разнообразие при царевицата и неговата оценка са от изключително значение за ефективността на селекционния процес при създаване на продуктивни форми с необходими качествени характеристики.
2. Експерименталните хибриди, попадащи в първи и трети клъстер, представляват интерес от селекционна гледна точка и ще бъдат включени в екологични сортови опити в средно късната група на зрялост по FAO (500-600).
3. Генотиповете, формиращи клъстер 5 са с най-къс вегетационен период и най-ниска влага на зърното при прибиране. Изпитването им в ЕСО позволява те да бъдат включени в средно-ранната група на зрялост по FAO (400-500).

CONCLUSIONS

1. The enrichment of the genetic diversity in maize and its evaluation are of high importance for the effectiveness of the selection process by development of new inbreds and hybrids with the necessary qualitative parameters.
2. Experimental hybrids, included in the first and the third cluster, are of interest from selection point of view and should be included in agro - ecological trials of mid-late maturity group under FAO (500-600).
3. Genotypes belonging to the cluster 5 were with shorter vegetative period and lower grain moisture content at harvest. Their testing in agro - ecological variety trials allows to be included in mid-earlier group of maturity under FAO (400-500)

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Barov, V.**, 1982. Analysis and schemes of the field experiment. NAPS. Sofia (Bg).
2. **Duran, B. and P. Odelle**, 1977. Cluster analysis, Statistics, Moscow (Ru).
3. **Genov, M.**, 1988. Genetic investigation of diploid and tetraploid maize in regard to the heterosis and mutant variability. Maize Research Institute, Knezha, Bulgaria.
4. **Hartigan, JA and MA Wong**, 1979. “A K-means clustering algorithm,” Applied Statistics, 28, 100-108.
5. **Hartigan, J.**, 1985. “Statistical theory in clustering,” *Journal of Classification”*, 2, 63-76.
6. **Hristov, K.,** 1983. Genetic foundations of the selection and seed production of maize. Dissertation, Maize Research Institute, Knezha, Bulgaria (Bg).
7. **Hristov, K. and P. Hristova**, 1995. Mutation breeding of maize - methods and achievements. *Plant Science*, 32(1-2), 40-43, (Bg).
8. **Ilchovska, M.**, 2013. Evaluation of the combining ability of grain yield of mutant maize lines. *Agricultural science and technology*, 3(6), 228-232 (Bg).
9. **Ilchovska, M. and I. Ivanova**, 2013. Evaluation of experimental maize hybrids by using factor analysis. II Scientific conference with international participation “Theory and practice of the agriculture”; 22-24.11.2013, Yundula, 370-375 (Bg).
10. **Ilchovska, M. and I. Ivanova**, 2014. Usage of cluster analysis for grouping hybrids and evaluation of experimental mutant maize hybrids. *Agricultural science and technology*, 4(1), 14-16 (Bg).
11. **Morgun, V.**, 1983. Experimental mutagenesis and its application in maize breeding. Publishing Naukova, Kiev (Ukr).
12. **Petrovska, N. and D. Dimova**, 2012. Analysis and evaluation of inbred maize lines of different groups of maturity. Agricultural University - Plovdiv, *Agricultural Sciences*, 4(11), 125-129 (Bg).
13. **Valkova, V.**, 2013. Breeding evaluation of newly stabilized lines of maize. *Agricultural science and technology*, 5(3), 257-260 (Bg).
14. **Vandev, D.**, 2003. Applied statistics 2, SU “St. Kliment Ohridski” Sofia. (Bg).
15. **Ward, JH**, 1963. Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *Journal of the American Statistical Association*, 58, 236-244.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (4), 30-38 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Влияние на хербициди върху продуктивността на самоопрашени линии царевица

Красимир Павловски, Соня Горановска*, Катя Йорданова

Институт по царевицата, 5835 Кнежа, България
**E-mail: sonq_hristova@mail.bg*

Influence of herbicides on the productivity of maize inbred lines

Krasimir Pavlovski, Sonia Goranovska*, Katya Yordanova

Maize Research Institute, 5835 Knezha, Bulgaria

РЕЗЮМЕ

През периода 2012-2014 г. е проведен полски опит със самоопрашени линии царевица – родителски компоненти на хибриди, върху почвен тип типичен чернозем при неполивни условия. Проучена е ефикасността, фитотоксичността и влиянието на хербицидната система *Гардоприм плюс голд* (акт. в-во 312,5 g/l S-метолахлор + 187,5 g/l тербутилазин) в доза 4500 ml/ha + *Мистрал екстра* (акт. в-во 60 g/l никосулфурон) в доза 750 ml/ha + *Пик 75 ВГ* (акт. в-во 750 g/kg просулфурон) в доза 15 g/ha върху добива на зърно при линии от ранната, средноранната и късна група на зрелост. Резултатите от опита показват, че при средноранните линии разликите в добивите на зърно между третираните парцелки и стопанските контроли са математически доказани, докато при линиите от ранната група не съществува такава зависимост.

Ключови думи: линии, хербицидна система, добив зърно, фитотоксичност, царевица

SUMMARY

In the period 2012-2014 was conducted filed experiment with maize inbred lines – parental component of hybrids on Muck soil type (typical black) without irrigation. The research is about efficiency, phytotoxicity and the impact of herbicide system *Gardoprim Plus Gold* (act. in. 312,5g/l S-metolachlorine + 187.5 g/l Terbuthylazine) at a dose 4500 ml/ha + *Mistral extra* (act. in. 60 g/l Nicosulforon) at a dose 750 ml/ha + *Pik 75 VG* (act. in. 750 g/kg Prosulfuron) at a dose 15 g/ha onto grain yield productivity in lines of 300-400 and 400-500 FAO groups. The results of the tests showed in 400-500 FAO lines is difference in grain yield between treated plots and business controls are mathematically proven, while in the lines of 300-400 FAO group there is no such link.

Key words: maize, lines, herbicide system, grain yield, phytotoxicity, maize

УВОД

Използването на хербицидни препарати при царевицата е свързано с реакциите на отделните генотипове към

INTRODUCTION

The usage of herbicides in maize is associated with the responses of individual genotypes to chemically active химически активни вещества. В литературата се съобщават данни за проява на чувствителност на родителски форми (линии царевица) към отделни препарати, приложени вегетационно.

Stefanovic (1980) изследва влиянието на *Титус 4ВГ* и *Ерадикан 6Е* върху височината и добива на самоопрашени линии, както и фитотоксичността им. Поголямата част от линиите реагират на хербицидите в началото на вегетацията, а след това преодоляват негативното им влияние.

Grimalovskiy (1995) изследва реакцията на самоопрашени линии царевица към хербицидни препарати на база *2,4-Д-аминна сол* и *феноксазин.* При условията на този опит хербицидите са оказали негативно влияние върху озърнеността на някои от линиите, като при някои форми намалението достига 20%.

Подобни резултати са потвърдени и в проучванията на Borukaev (1994); Borsht и Kuznetsova (2008).

Родителските форми на хибридите царевица са особено чувствителни към заплевеляването с многогодишни коренищни плевели и особено с балур (*Sorghum halepense L./Pers.).* Редица автори изследват разпространението и влиянието на балура върху културните растения в обработваеми земи (Kaloyanova et al., 2008; Stoimenova et al., 2008).

Установено е, че при съществена част от линиите, използваните почвени и вегетационни хербицидни препарати, не оказват негативно влияние върху елементите на продуктивност (Altuhova, 2005; Malakanova et al., 2013).

Получените резултати показват, че различните форми царевица реагират различно на хербициди, затова новите препарати не трябва да се използват без предварително изпитване върху съответния генотип.

Целта на настоящето изследване е да се установи влиянието на почвени и вегетационни хербициди върху растежа, развитието и продуктивността на самоопрашени линии царевица.

substances. In the literature are reports about sensitivity of some parental forms (maize lines) to different chemicals applied in vegetation.

Stefanovic (1980) examines the impact of *Titus 4VG* and *Eradikan 6E* on the height and yield productivity of inbred lines and their phytotoxicity. The majority of the lines are responsive to herbicides at the beginning of vegetation and then overcome their negative influence.

Grimalovskiy (1995) investigated the response of maize inbred lines herbicidal compositions based on 2,4-D amine salt and phenoxazine. Under the conditions of this experiment herbicides had had a negative impact on some lines, even in some forms reduction reached 20%.

Similar results were confirmed in Borukaev (1994); Borsht and Kuznetsova (2008) research.

Parental forms of corn hybrids are extremely sensitive to weed invasion on root perennials like *Sorghum halepense L./Pers*. Many authors study influence and distribution of Sorghum halepense onto the crops in farming fields (Kaloyanova et al., 2008; Stoimenova et al., 2008).

It has been found that, a numerous part of lines have no negative efficiency in treatment with leaf herbicides (Altuhova, 2005; Malakanova et al., 2013).

The results show that different forms of maize react differently to herbicides, so the new chemical products should not be used without prior testing to the corresponding genotype.

The purpose of this study was to determine the influence of soil and leaf herbicides on growth, development and productivity of maize inbred lines.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Опитът е проведен в опитното поле на Института по царевица - гр. Кнежа през периода 2012-2014 г. на почвен тип типичен чернозем. За борба срещу плевелите са използвани почвеният хербициден препарат *Гардоприм плюс голд* (акт. в-во 312,5 g/l S-метолахлор + 187,5 g/l тербутилазин) в доза 4500 ml/ha и хербицидната смес от *Мистрал екстра* (акт. в-во 60 g/l никосулфурон) в доза 750 ml/ha и *Пик 75 ВГ* (акт. в-во 750 g/kg просулфурон) в доза 15 g/ha.

Реколтирани са линии от следните групи на зрелост:

1. Ранни – група 300-400 по ФАО

* АС-94 – майчина форма на царевичен хибрид Кнежа-307

* N-192 – бащина форма на царевичен хибрид Кнежа-307

2. Средноранни – група 400-500 по ФАО

* ХМ-4418 – майчина форма на царвичен хибрид Кнежа-435

* К 46-52 – бащина форма на царевичен хибрид Кнежа-435

3. Среднокъсни – група 500-600 по ФАО

* КБ 11зС – бащина форма на царевичен хибрид Кн-442

* Мо 17RfC – бащина форма на царевични хибриди: Кн-509, Кн-595, Кн-613, Кн-614, Кн-683А и др.

4. Късни – група над 600 по ФАО

* С-103МВ – бащина форма на царевичен хибрид Кн-611М

* 23/78С – майчина форма на царевичен хибрид Кн-613

*К 4640БС – бащина форма на Кн-621

* КС 4661 – майчина форма на царевичен хибрид Кн-620

Опитът е залаган по метода на дългите парцелки в 4 повторения. Всяка линия представлява отделен вариант, при който е извършено третиране с хербициди + прилежаща стопанска контрола. Линиите са засяти с гъстота 55000 растения/ha през оптималния агротехнически период за сеитба на царевицата за района на Кнежа – втората

MATERIAL AND METHODS

The assay was to performed in experimental fields of Maize Research Institute located in Knezha, Bulgaria during the period 2012-2014 a typical Muck soil type. For weed control was used soil herbicide *Gardoprim Plus Gold* (act. in. 312.5 g/l S-metolachlorine + 187.5 g/l Terbuthlazine) at a dose of 4500 ml/ha. For the vegetation period was used the mixture of leaf herbicides *Mistral extra* (act. in. 60 g/l Nicosulfuron) at a dose 750 ml/ha and *Pik 75VG* (act. in. 750 g/kg Prosulfuron) at a dose of 15 g/ha.

Harvested lines are in the following groups of maturity:

1. A group of 300-400 FAO

* AC-94 – the mother form of corn hybrid Knezha-307

* N-192 – the father form of corn hybrid Knezha-307

2. A group of 400-500 FAO

* XM-4418 – the mother form of corn hybrid Knezha-435

* K-4652 – the father form of corn hybrid Knezha-435

3. A group of 500 - 600 FAO

*КБ 11zC – father form of corn hybrid Knezha-442

*Mo 17RfC – father form of corn hybrids Knezha: Kn-509, Kn-595, Kn-613, Kn-614, Kn-683A and others.

4. A group of over 600 FAO

*C-103MB – father form of corn hybrid Knezha-611M

*23-78C – mother form of corn hybrid Knezha-613

*K 4640БС – father form of corn hybrid Knezha-621

*KC 4661 – mother form of corn hybrid Knezha-620

The experiment has pledged via the long plots method in 4 reps. Each line represents a separate variant that has been herbicide treated + adjacent economic control. The lines are seeded at the density of 55 000 plants/ha during the optimal sowing period for corn in the region of Knezha (the second ten ten days of April and during the three year десетдневка на месец април и през трите години на провеждане на опита.

Внасянето на хербицидните препарати е извършено с гръбна пръскачка. Работният разтвор е 300 l/ha. Почвеният хербицид е внесен след сеитба, преди поникване на царевицата и плевелите, а вегетационните – във фаза 5-ти лист на всяка една от линиите. Три седмици след третирането с листни хербициди е извършено едно механизирано междуредово окопаване и едно ръчно вътрередово. Стопанската контрола на всяка една от реколтираните линии е поддържана чиста от плевели само с окопаване.

Отчетени са следните показатели:

1. Фитотоксичност на проучваните хербициди

За целта са извършени визуални наблюдения върху проучваните самоопрашени линии и нетретираните растения – на 10-тия, 20-тия и 40-тия ден след третирането с листни хербициди.

2. Добив зърно (в kg/ha)

Добивът на зърно от всяко повторение е изчислен, като резултатите са приравнени към стандартна влага – 14%. Прибирането на царевицата е извършено във фаза пълна зрелост. На получените данни е направена статистическа оценка за достоверност на разликите.

duration of the trial).

Introduction of herbicides is made with a knapsack sprayer. The flow rate is 300 l/ha. The soil herbicide was introduced after sowing, before germination of the corn and weeds, and in vegetation period - in fifth leaf phase of the lines. Three weeks after treatment with leaf herbicides committed one mechanized cultivation in between the rows and a hand hoeing in the row. Economic control of each one of harvested lines was maintained free from weeds by hoeing only.

The following indicators are reported:

1. Phytotoxicity of the investigated herbicides.

For the purpose were made visual observations of the studied inbred lines and untreated plants – on the 10th, 20th and 40th day after treatment with leaf herbicides.

2. Grain yield (kg/ha)

The yield of grain from each repetition was calculated and the results are equivalent to a standard humidity - 14%. Maize was harvested in full maturity phase. The collected data is statistically evaluated the accuracy of differences.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Оценката за фитотоксичност на хербицидната система *Гардоприм плюс голд* в доза 4500 ml/ha + *Мистрал екстра* в доза 750 ml/ha + *Пик 75 ВГ* в доза 15 g/ha е извършена окомерно по скалата на EWRS за фитотоксичност.

Установено е, че след употребата на хербицидите на 10-тия, 20-тия и 40-тия ден не са установени повреди по културните растения. Техният хабитус не се различава от този на растенията от стопанските контроли на проучваните самоопрашени линии.

Добивът на зърно от ранните линии, група 300-400 по ФАО, е представен на Таблица 1. При условията на опита, добивът на зърно средно за периода на проучване, получен

RESULTS AND DISCUSSION

The assessment of phytotoxicity of herbicide system *Gardoprim Plus Gold* at a dose of 4500 ml/ha. The + *Mistral Extra* at a dose 750 ml/ha + *Pik 75VG* at a dose of 15 g/ha is done by sight on the EWRS scale.

It was found that after the usage of herbicides of the 10th, 20th and 40th day have not been established damage to the crop plants.Their habit is not different from the plants of economic controls surveyed inbred lines.

The yield of group 300-400 FAO is presented in Table 1. In terms of the experiment the grain yield average for the period of study obtained by line AC-9434 versions of treatment is 2’892.38 kg/ha от линия АС-9434 от варианта с третиране, е 2892,38 kg/ha, което е едва 2,29% повече спрямо добива, получен от стопанската контрола (Таблица 1).

which is only 2.29% more than the yield obtained by the industrial control (Table 1).

Таблица 1. Добив зърно (kg/ha) от самоопрашени линии царевица, група 300-400 по ФАО – ранни
Table 1. Grain yield (kg/ha) of inbred lines of maize, a group 300-400 FAO – early

Самоопрашени линии (Inbred lines)	Третирано с хербициди (Treated with herbicides)				Стопанска контрола (Control industrial)				% спрямо стопанската контрола (% compared to control industrial)	Доказаност на разликата (Significance of variantion)
	2012	2013	2014	средно за периода (average for the period)	2012	2013	2014	средно за периода (average for the period)		
1. AC 9434	2763,48	2858,85	3055,00	2892,38	2572,71	2695,25	3214,50	2827,49	2,29	n. s.
2. N 192	3439,18	3860,20	4203,50	3834,26	3314,25	3774,75	4160,14	3749,71	2,25	n. s.

Доказаност на разликите средно за периода 2012-2014 г.
Significance of variation average for the period 2012-2014 year

За линия АС 9434
For line AC 9434
gDp$_{5\%}$ = 253 kg/ha
gDp$_{1\%}$ = 425 kg/ha
gDp$_{0,1\%}$ = 610 kg/ha

За линия АС 9434
For line AC 9434
gDp$_{5\%}$ = 302 kg/ha
gDp$_{1\%}$ = 455 kg/ha
gDp$_{0,1\%}$ = 720 kg/ha

Резултатите за добива зърно от линия N-192, третирана с проучваните в опита хербицидни препарати са еднопосочни и показват, че увеличението спрямо стопанската контрола средно за периода е само 2,25%. Разликите в проценти в добивите на зърно, получени от двете линии във вариантите с третиране, сравнени със стопанските контроли, не са доказани математически.

Влиянието на начина на премахване на плевелите върху добива на зърно от средноранните линии царевица е представено на Таблица 2.

Добивът на зърно (средно за периода) от линия ХМ 4418, третирана с хербицидни препарати, е 4319 kg/ha. От стопанската контрола е получен добив (средно за периода) 3761 kg/ha, което е с 14,8% по-малко от варианта с третиране. Разликата е доказана при ниво на значимост 5%.

Grain yield results of line N-192 treated with the same herbicide system are one-way and it shows that the increase to economical control period average is 2.25%.

Differences in yield rates received from both lines in the versions with treatment compared with economic controls have not been proven mathematically.

In Table 2 is presented the influence of removing ways of weeds to grain yield in mid.early lines.

Grain yield (average for the period) of line XM 4418 treated with herbicides is 4’319 kg/ha. From economic control was obtained (average for the period) 3’761 kg/ha, that is 14,8% less than the option with treatment. The differences is shown at a significance level of 5%.

Таблица 2. Добив зърно (kg/ha) от самоопрашени линии царевица, група 400-500 по ФАО – средноранни

Table 2. Grain yield (kg/ha) of inbred lines of maize, a group 400-500 FAO

Самоопрашени линии (Inbred lines)	Третирано с хербициди (Treated with herbicides)				Стопанска контрола (Control industrial)				% спрямо стопанската контрола (% compared to control industrial)	Доказаност на разликата (Significance of variantion)
	2012	2013	2014	средно за периода (average for the period)	2012	2013	2014	средно за периода (average for the period)		
1. ХМ 4418	4431	4046	4480	4319	3953	3755	3576	3761	14,8	+
2. К 4652	3754	3896	4140	3930	2659	2960	3061	3593	9,4	++

Доказаност на разликите средно за периода 2012-2014 г.
Significance of variation average for the period 2012-2014 year

За линия ХМ 4418
For line ХМ 4418
$gDp_{5\%}$ = 563 kg/ha
$gDp_{1\%}$ = 790 kg/ha
$gDp_{0,1\%}$ = 1152 kg/ha

За линия К 4652
For line К 4652
$gDp_{5\%}$ = 488 kg/ha
$gDp_{1\%}$ = 624 kg/ha
$gDp_{0,1\%}$ = 1011 kg/ha

Добивът на зърно от линия К-4652 средно за периода 2012-2014 г., получен от варианта с третиране, е с 9,4% по-висок спрямо получения от стопанската контрола. Резултатът е доказан математически при gDp 5%, 1% и 0,1%.

Резултатите за влиянието на хербицидните препарати използвани в опита върху добива на зърно от среднокъсните линии царевица КБ 11зС и Mo 17RfC показват, че средно за периода на проучване добивът на зърно от линия КБ 11зС, при условия на третиране е с 19,3% повече спрямо стопанската контрола. Разликата е доказана при gDp=5%.

Добивът на зърно от линия Mo 17RfC (средно за периода на проучване) е 291,7 kg/ha, което е с 9,4% повече от стопанската контрола (Таблица 3).

The average grain yield for the period 2012-2014 from line K-4652 is 9,4% higher from treated, then economic control yield. The result is proven mathematically in gDp5%, 1% and 0,1%.

The results about influence of herbicide chemicals used in the experiment on grain yield show, in mid late lines KB 11zC and Mo 17RfC (average for the period) the yield of KB 11zC is with 19,3% more in treated, then the economic control. The difference is proven in gDp=5%.

Average for the period the grain yield from Mo 17RfC line is 291,7 kg/ha, which is with 9,4% higher from the economic control (Table 3).

Таблица 3. Добив зърно (kg/ha) от самоопрашени линии царевица, група 500-600 по ФАО – среднокъсни

Table 3. Grain yield (kg/ha) of inbred lines of maize, a group 500-600 FAO

Самоопрашени линии (Inbred lines)	Третирано с хербициди (Treated with herbicides)				Стопанска контрола (Control industrial)				% спрямо стопанската контрола (% compared to control industrial)	Доказаност на разликата (Significance of variantion)
	2012	2013	2014	средно за периода (average for the period)	2012	2013	2014	средно за периода (average for the period)		
1. КБ 11зС	3708	4295	4090	4031	2500	3826	3815	3380	19,3	+
2. Mo 17RfC	2501	2841	3409	2917	2360	2442	3197	2667	9,4	n. s.

Доказаност на разликите средно за периода 2012-2014 г.
Significance of variation average for the period 2012-2014 year

За линия КБ 11зС
For line КБ 11зС
$gDp_{5\%}$ = 555 kg/ha
$gDp_{1\%}$ = 784 kg/ha
$gDp_{0,1\%}$ = 933 kg/ha

За линия Mo 17RfC
For line Mo 17RfC
$gDp_{5\%}$ = 258 kg/ha
$gDp_{1\%}$ = 422 kg/ha
$gDp_{0,1\%}$ = 783 kg/ha

Резултатите за влиянието на изпитваните хербицидни препарати върху добива на зърно от самоопрашени линии царевица, група над 600 по ФАО, са представени на Таблица 4.

Table 4 presents results of the influence of tested herbicide chemicals onto grain yield of group 600 and over FAO inbred maize lines.

Таблица 4. Добив зърно (kg/ha) от самоопрашени линии царевица, група над 600 по ФАО – късни
Table 4. Grain yield (kg/ha) of inbred lines of maize, a group 600 FAO

Самоопрашени линии (Inbred lines)	Третирано с хербициди (Treated with herbicides)				Стопанска контрола (Control industrial)				% спрямо стопанската контрола (% compared to control industrial)	Доказаност на разликата (Significance of variantion)
	2012	2013	2014	средно за периода (average for the period)	2012	2013	2014	средно за периода (average for the period)		
1. C-103MB	3620	4198	4634	4151	3784	4045	4359	4063	2,17	n. s.
2. 23/78 C	3439	3781	4109	3776	3206	3538	3979	3574	5,65	+
3. К 4640 БС	2453	3133	3538	3041	2097	2948	3278	2774	9,63	+
4. КС 4661	2706	3199	3630	3178	2416	2990	3252	2886	10,11	+

Доказаност на разликите средно за периода 2012-2014 г
Significance of variation average for the period 2012-2014 year

За линия С-103 МВ
For line C-103 MB
$gDp_{5\%}$ = 2832 kg/ha
$gDp_{1\%}$ = 4150 kg/ha
$gDp_{0,1\%}$ = 7440 kg/ha

За линия 23-78 С
For line 23/78 C
$gDp_{5\%}$ = 195 kg/ha
$gDp_{1\%}$ = 313 kg/ha
$gDp_{0,1\%}$ = 720 kg/ha

За линия К 4640 БС
For line К 4640 БС
$gDp_{5\%}$ = 251 kg/ha
$gDp_{1\%}$ = 523 kg/ha
$gDp_{0,1\%}$ = 854 kg/ha

За линия КС 4661
For line КС 4661
$gDp_{5\%}$ = 331 kg/ha
$gDp_{1\%}$ = 555 kg/ha
$gDp_{0,1\%}$= 022kg/ha

Добивът на зърно, получен при условия на третиране от линия С-103МВ, средно за периода на проучване е по-висок от стопанската контрола с 2,17%. Разликата не е доказана математически.

Средният за периода на проучване добив зърно от линия 23-78С, отглеждана при условия на третиране с хербицидни препарати е 3776 kg/ha. Тези данни също са доказани статистически при ниво на значимост 5%. От същата линия в стопанската контрола е получен добив зърно от 3574 kg/ha средно за периода 2012-2014 г., което е с 5,65% по-малко от добива, получен от варианта с третиране.

Добивът на зърно от самоопрашена линия К 4640БС от варианта с хербицидни препарати е 3041 kg/ha, което е

Grain yield from treated line C-103MB is 2,17% higher, then the economic control but the difference is not mathematically proven.

Grain yield (average for the period of study) of line 23-78C treated with herbicide chemicals is 3’776 kg/ha. This result is proven at a significance level of 5%. From the same line in economic control the yield is 3’574 kg/ha average for the period 2012-2014, which is with 5,65% less then the treated with herbicides.

Grain yield from inbred line K 4640BC herbicide treated plot is 3’041 kg/ha, that is with 9,63% higher then the с 9,63% повече спрямо получения от стопанската контрола. Разликата е доказана математически при ниво на значимост 5%.

При условия на третиране с проучваните в опита хербицидни препарати, от самоопрашена линия КС 4661 е получен добив зърно от 3178 kg/ha (средно за периода 2012-2014 г.), което е с 10,1% повече спрямо добива, получен от стопанската контрола. Резултатът е доказан математически при gDp=5%.

Резултатите за получените добиви на зърно от самоопрашените линии след третиране с проучваните хербицидни препарати през периода 2012-2014 г. показват, че най-висок ефект е постигнат при растенията от среднокъсната група. При тях се наблюдава най-голямо увеличение на добива спрямо стопанската контрола, изразено в проценти средно за периода на проучване. Този факт може да се обясни с това, че линиите от среднокъсната група са с по-дълъг вегетационен период и навременното третиране с хербицидни препарати срещу плевели води до тяхното по-добро развитие, до навременно формиране на репродуктивните органи, а оттам и до по-висока продуктивност. Обратно, при самоопрашените линии от ранната група, които са с по-бърз растеж и развитие, третирането с хербицидни препарати до 5-ти лист на вегетацията им, при условията на опита е оказало еднакъв ефект върху продуктивността им сравнена с тази в стопанската контрола. Това показва, че третирането с хербицидни препарати оказва по-добър ефект върху добива на зърно при родителските компоненти от среднокъсната и късната група по ФАО поради по-бавните темпове на растеж и развитие на проучваните генотипове. При тях опасността от заплевеляване в ранните фази от развитието им може да доведе до пълно компрометиране на добивите. При ненавременно внасяне на хербицидни препарати (до 3-ти лист на линиите) последващото механично отстраняване на плевелите (каквото е в стопанската контрола) не би могло да доведе до възстановяване продуктивния потенциал на царевицата.

economic control and it is mathematically proven by significance level of 5%.

By the conditions treated with the studied herbicide chemicals for the period 2012-2014, inbred line KC 4661 is gained grain yield of 3’178 kg/ha, that is 10,1% and is proven by significance level of 5%.

Results for the period 2012-2014 show, that from all studied inbred lines the highest grain yield is reached in mid late lines by the studied herbicide combination. In these lines has been observed the highest yield production against the economic control expressed in percentage for the all period of study. This fact can be explained by the longer vegetation period of the mid late group. The early time treatment with herbicides do not cause stress to the timely reproductive organs formation, so therefore higher yields.

The early inbred lines have much fast growth and treatment with herbicides till Stage V-5 of the vegetation has the same productive effect like the economic control.

This shows that, treatment with herbicides has a better effect onto parental components in mid late and late (FAO) group of maturity because of the lower temps of vegetation and development of the researched genotypes.

The risk for this groups of maturity is weed development in the early stages – it can cause compromising yields. Therefore in case in missing the terms of implementing herbicides (that is Stage V-3 of the lines) and even after that mechanical cultivation (like in the economic controls) the productivity potential on the plants won’t be restored.

ИЗВОДИ

➢ Системата от почвен хербициден препарат *Гардоприм плюс голд* (акт. в-во 312,5 g/l S-метолахлор + 187,5 g/l тербутилазин) в доза 4500 ml/ha и вегетационните *Мистрал екстра* (акт. в-во 60 g/l никосулфурон) в доза 750 ml/ha + *Пик 75 ВГ* (акт. в-во 750 g/kg просулфурон) в доза 15 g/ha не оказва фитотоксично влияние върху растежните и репродуктивни прояви на самоопрашените линии царевица – родителски компоненти на хибриди.

➢ Добивът на зърно, получен от всички проучени самоопрашени линии царевица, третирани с хербицидни препарати, е по-висок спрямо прилежащата стопанска контрола на съответния генотип. Процентното увеличение е от 2,25% за линия N 192 до 19,3% при линия КБ 11зС.

➢ Използването на хербициди е необходимо условие при отглеждането на самоопрашени линии царевица, тъй като в ранните етапи от развитието си те са силно чувствителни към заплевеляване. Контролът на заплевеляването е важна предпоставка за създаване на добре изравнени посеви от родителски линии на даден хибрид.

CONCLUSIONS

➢ The system *Gardoprim Plus Gold* (act. in. 312.5 g/l S-metolachlorine + 187.5 g/l Terbuthlazine) at a dose of 4500 ml/ha. For the vegetation period was used the mixture of leaf herbicides *Mistral extra* (act. in. 60 g/l Nicosulfuron) at a dose 750 ml/ha and *PIK 75VG* (act. in. 750 g/kg Prosulfuron) at a dose of 15 g/ha has no phytotoxic effect on growth and reproductive manifestations of maize inbred lines – parental components of hybrids.

➢ Grain yield received from all maize inbred lines treated with herbicides is higher than the surrounding untreated control of corresponding genotype. The percentage increase from 2,25% - line N192 to 14,8% in XM 4418.

➢ The need of using herbicides in maize inbred lines is necessary condition, therefore in the early stages the lines are very sensitive to weed attacks. Weed control is important condition to gain well leveled crops of a hybrid parental lines.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Altuhova, T. V.**, 2005. Efficiency of application of various herbicides in corn crops for grain. *Corn and Sorghum,* N 2, 20-24 (Ru).
2. **Borukaev, V.N.**, 1994. Titus fights with the human. *Corn and Sorghum*, N 3, 21-22 (Ru).
3. **Borsh, T and S Kuznetsova**, 2008. Effective use of herbicides in maize inbred lines. *Corn and Sorghum*, N 2, 7-9 (Ru).
4. **Grimalovski, A.M.**, 1995. Herbicide reaction. *Corn and Sorgum*, N 2, p.14-15.(Ru).
5. **Kaloyanova, N., E. Jonova, I. Stoimenova and Pl. Serafimov**, 2008. Assessment of variations in the quantity and composition of the soil microflora depending on applied herbicides against Sorghum halepensis L./Pers. *Soil science, agrochemistry and ecology*, 42(3), 41-48 (Bg).
6. **Malakanova, V.P. et al.**, 2013. Effectiveness of chemical measures to protect parental forms of corn from weeds in Krasnodar. *Corn and sorgum,* N 1, 25-28 (Ru).
7. **Stefanovic, L.**, 1980. Directions in researching to establish the impact of herbicides on corn inbred lines. Status and problems of corn production in PRB *Report of the Scientific and Technical Conference* (Bg).
8. **Stoimenova, I. et al.**, 2008. Sorghum halepensis L./Pers. and the fight against it. *Soil science, agrochemistry and ecology*. 42(1), 38-41 (Bg).