

ИВАЙЛО ВЪЛЧОВСКИ, ЗДРАВКА ПЕТКОВА, ВЕСЕЛИН КУТЕВ, ХРИСТИНА ПЧЕЛАРОВА,
ЕВЛОГИ МАРКОВ, АНА КАЦАРОВА

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкаргов“, София

Агрохимична оценка на различни подтипове Черноземи и оптимизиране на торенето при основни селскостопански култури

Agrochemical Valuation of Different Subtypes Chernozem and Fertilization Optimization of Basic Crops

I. Valchovski, Z. Petkova, V. Kutev, H. Pchelarova, E. Markov, A. Katsarova

N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia, Bulgaria

Abstract

The study is based on the data obtained from a three-year crop rotation in a field trial on Leached Chernozem and Calcareous Chernozem carried out respectively at Field Trial Stations in Gramada, Vidin district and Alvanovo, Targovishte district. The experiments are designed according to the block method in four replications.

Three main soil tillage practices were studied within each crop out of irrigation: a_1 – ploughing (25 - 27 cm) – disking (10 - 12 cm) – ploughing (25 - 27 cm); a_2 – loosening (25 - 27 cm); loosening + disking (10 - 12 cm) and a_3 – ploughing (20 - 22 cm); ploughing 10 - 15 cm + disking; direct sowing. The three levels of nitrogen fertilization were studied: N_0 , N_{12} , N_{18} kg/da in sunflower; N_0 , N_{10} , N_{20} kg/da in wheat; N_0 , N_{24} , N_{30} kg/da in corn maize – b_1 , b_2 and b_3 . The phosphorous and potassium fertilizers were applied as a background in different manners of application and amounts – $P_{12}K_{12}$ kg/da annually and $P_{36}K_{36}$ kg/da in a single application for the whole crop rotation c_1 and c_2 .

The following amounts seem to be efficient for the terms of the trial: sunflower – N_{12} kg/da, wheat – N_{10} kg/da, corn maize – N_0 kg/da.

The single application of $P_{36}K_{36}$ kg/da registered a similar influence, compared to the annual amount applied – $P_{12}K_{12}$ kg/da. Regarding the studied cultivations, the disking at 10 - 12 cm + 6 - 8 cm or loosening at 25 - 27 cm appears to be the most proper cultivation in sunflower, direct sowing in wheat and corn maize.

Key words: Leached Chernozem, Calcareous Chernozem, sunflower, wheat, maize, tillage, crop rotation, NPK fertilization

Черноземите в България се характеризират със сравнително мощни хумусни хоризонти (40 – 80 cm и повече) със съдържание на хумус 3 – 8% в повърхностните и не по-малко от 2% в долните части на хумусния хоризонт. Хумусното съдържание в обработваемите почви е значително по-ниско (около 3%) (Ангелов и др., 1975; Филипков, 2003; Филчева,

Кръстанов, 2003; Христов, Петкова, Теохаров, 2009; Николова и др., 1999). Развитието на акумулативните процеси на органическо вещество и натрупването му е характерна черта на Черноземите. Стопанската дейност често пъти се отразява неблагоприятно върху почвените ресурси. Значителни проблеми създават и промените в климата, които

повишават минерализацията на почвеното органично вещество и по този начин допринасят за намаляването на хумуса в почвите. Това в пълна сила важи и за най-богатите и най-плодородни почви у нас – Черноземите и затова е необходимо изнесените от почвата с отглежданите на нея култури хранителни вещества да бъдат компенсирани чрез разумното използване на минерални и органични торове, които да създават условия не само за запазване, но и за повишаване на почвеното органично вещество и съответно на плодородието (Митовска и др., 1998).

Излужените Черноземи са едни от най-разпространените в страната почви и имат важно селскостопанско значение. Те заемат по-високите южни части на Дунавската хълмиста равнина в североизточната част на Северна България (Лудогорието и Добруджа). Общата им площ възлиза на около 10 941 000 да, от които 7 519 000 да, или 69% са обработваеми земи, а останалата част е заета с гори и пасища и сравнително малка част представлява пустеещи земи. Най-често отглежданите култури на тези черноземни подтипове са слънчоглед, пшеница и царевица. Получаване на устойчиви добиви от тях е възможно при обезпечаване на оптимален хранителен режим и добра агротехника.

Във връзка с това целта на проведените полски торови опити беше да се изпита влиянието на различни норми азотни, фосфорни и калиеви торове върху добивите от слънчоглед, пшеница и царевица, отглеждани на Карбонатен и Излужен Чернозем и да се отчете влиянието на различни системи за обработване на почвата като част от способите за прилагане на добрите земеделски практики.

Материал и методи

Изследването се базира на трифакторен полски опит, проведен в с. Грамада, Видинско на Излужен Чернозем и в с. Алваново, Търговишко на Карбонатен Чернозем при неполивни условия. Редуването на културите по време в сеитбооборота е следното: слънчоглед – пшеница – царевица.

Излуженият Чернозем от проведения опит е представителен за широко разпространените средно пясъкливо-глинести почви във Видинско. Той се характеризира със сравни-

телно мощен черен глинест хумусен хоризонт. По съдържание на хумус (2,5%) почвата се отнася към средно хумусните и е със средно ниво сорбционен капацитет, 25 – 30 meq/100 g почва (Атанасов, Пенков, 1975). Почвата има неутрална до слабо кисела реакция (pH в KCl – 5,1) (табл. 1). Съдържанието на минерален азот преди залагане на опитите е 32,2 mg/100 g почва, подвижен фосфор 4,8 mg/100 g и подвижен калий 28,6 mg/100 g почва. Агропроизводствените свойства на Излужените Черноземи са по-добри от тези на карбонатните и типичните. Поради по-тежкия механичен състав те имат по-висока водозадържаща способност и по-продуктивно използват запасите от почвената влага.

Карбонатните Черноземи са разпространени в най-северната част на Дунавската равнина между реките Лом и Русенски Лом и в източната част на Лудогорското плато. Образувани са върху лъос, лъосовидни пясъкливи глини и варовити глини. Площта им възлиза на около 5 900 000 да, 81% от които представляват обработваема земя (Вълканов, 1963). Карбонатните Черноземи са сравнително леки по механичен състав. След валежи не образуват почвена кора и по тази причина запазват по-дълго време почвената влага. Благодарение на това тяхно качество растенията могат да използват по-продължително време водния и хранителния запас в почвата независимо от голямата филтрация поради едрочастичния състав на Карбонатните Черноземи. Неравномерните валежи през пролетта и лятото се отразяват неблагоприятно върху добива от пролетните култури в по-голяма степен. Въпреки изброените недостатъци тези почви се нареждат по своето плодородие на едно от първите места между всички почви в страната. Според монографията „Почвите в България” и от получените от нас данни, Карбонатните Черноземи могат да бъдат определени като добре запасени с азот и калий и слабо до средно запасени с фосфор. Почвената реакция (pH в извлек с KCl) се изменя от 6,4 до 7,6. Характеристика на използваните почви е представена в табл. 1.

За всяка култура и почва са изпитвани 3 основни обработки на почвата, които с редуването си по години формират 3 различни системи на обработка: фактор **A** (a_1 – плужна оран на 25 - 27 cm; дискуване 10 - 12 cm + 6 - 8 cm;

плужна оран на 25 - 27 cm; a_2 – разрохване 25 - 27 cm; разрохване + дискуване 10 - 12 cm; разрохване 20 - 22 cm; a_3 – плужна оран на 20 - 22 cm; плужна оран 10 - 15 cm + дискуване; директна сеитба.

Изследвани са три равнища на азотно торове (фактор **B**): N_0N_{12} и N_{18} kg/da за слънчогледа, N_0N_{10} и N_{20} kg/da за пшеницата и N_0N_{24}

и N_{30} kg/da за царевицата. Фосфорните и калиевите торове (фактор **C**) са внесени с две норми и по два начина като фон: c_1 - по 12 kg/da ежегодно и c_2 - 36 kg/da еднократно за целия тригодишен период.

Опитите са проведени по блоков метод в четири повторения. Изпитани са съответно слънчоглед – сорт Передовик, пшеница – сорт

Таблица 1. Агрохимична характеристика на почвите
Table 1. Agrochemical characteristics of soils

№	Варианти	pH (KCl)	N-NH ₄ , mg/kg	N-NO ₃ , mg/kg	N минерален, mg/kg	K ₂ O, mg.100 g ⁻¹	P ₂ O ₅ , mg.100 g ⁻¹
1.	<i>Leached Chernozem</i> Излужен Чернозем, Грамада, Видинско	5,1	30,9	1,3	32,2	28,6	4,8
2.	<i>Calcareous Chernozem</i> Карбонатен Чернозем, Алваново	7,2	17,5	9,9	27,4	28,6	12,9

Таблица 2. Статистическа обработка на резултатите за добиви от трифакторен опит на Излужен Чернозем

Table . Statistics of yields results from three-factor experiment on Leached Chernozem

Treatments	Sunflower			Wheat			Maize		
	mean	standard error	homogeneous groups	mean	standard error	homogeneous groups	mean	standard error	homogeneous groups
Grand mean	503.3			375.0			306.0		
Tillage									
a_1	484.9	10.5	X	381.8	11.1	X	321.6	6.2	X
a_2	489.0	10.5	X	376.6	11.1	X	294.3	6.2	X
a_3	535.9	10.5	X	366.5	11.1	X	302.0	6.2	X
N fertilisation									
b_1	386.9	10.5	X	162.7	11.1	X	206.0	6.2	X
b_2	561.3	10.5	X	473.3	11.1	X	415.7	6.2	X
b_3	561.6	10.5	X	488.9	11.1	X	296.2	6.2	X
PK fertilisation									
c_1	519.1	8.5	X	372.3	9.0	X	299.3	5.1	X
c_2	487.4	8.5	X	377.7	9.0	X	312.7	5.1	X

Таблица 3. Интензивност на падналите валежи (l/m²) по месеци и години за периода на изследване

Table 3. Intensity of precipitation (l/m²) in the months and years of the study period

Години	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Сума
1990 – 1991	22	41	38	23	59	24	55	134	30	125	86	10	647
1991 – 1992	35	39	13	7	14	24	63	50	99	58	15	10	427
1992 – 1993	17	35	18	11	20	47	24	90	50	52	36	28	428

Таблица 4. Статистическа обработка на резултатите за добиви от трифакторен опит на Карбонатен Чернозем

Table 4. Statistics of yields results from three-factor experiment on Calcareous Chernozem

Treatments	Sunflower			Wheat			Maize		
	mean	standard error	homo-geneous groups	mean	standard error	homo-geneous groups	mean	standard error	homo-geneous groups
Grand mean	299.8			447.4			311.8		
Tillage									
a ₁	289.1	5.2	X	432.0	13.6	X	286.5	9.1	X
a ₂	310.3	5.4	X	444.5	13.6	X	325.1	9.1	X
a ₃	300.1	5.0	X X	465.8	13.6	X	323.9	9.1	X
N fertilization									
b ₁	296.8	5.0	X	301.5	13.6	X	330.3	9.1	X
b ₂	306.7	5.2	X	521.7	13.6	X	316.6	9.1	X
b ₃	296.0	5.4	X	519.2	13.6	X	288.7	9.1	X
PK fertilization									
c ₁	290.5	4.4	X	452.2	11.1	X	298.8	7.4	X
c ₂	309.2	4.1	X	442.7	11.1	X	324.9	7.4	X

Плиска, царевица – хибрид Н-708. В изследването са представени две системи за обработка на почвата.

Статистическата достоверност на получените резултати е установена с дисперсионен анализ на програмата Statgraphics.XV.1.

Резултати и обсъждане

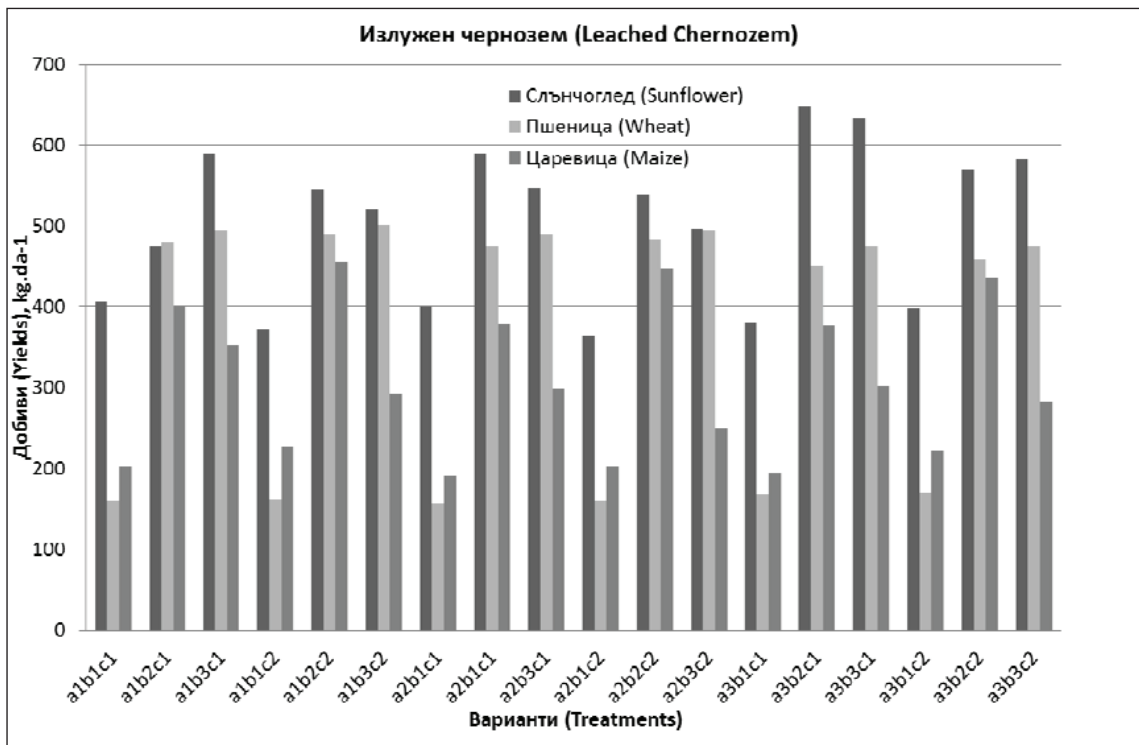
През първата година от сеитбооборота на Излужен Чернозем от изпитваните обработки при слънчогледа най-ефективна е плужната оран на 20 - 22 см (a₃), при която е реализиран максимален добив (фиг. 1), като в сравнение със стандартната плужна оран на 25 - 27 см (a₁) добивите са по-високи средно с 11%. Получените добиви при разрохкване на дълбочина 25 - 27 см (a₂) са близки до тези при оран на 25 - 27 см и са оказали средно влияние върху получените добиви. Разликата между плужната оран и другите две обработки е статистически доказана (табл. 2).

От изпитваните азотни норми по-ефективна е N₁₂ kg/da, при която получената продукция нараства средно с 45%. По-високата азотна норма N₁₈ kg/da е неефективна – увеличението на добивите спрямо вариантите с по-ниската норма не надхвърля 1%. Двете азотни

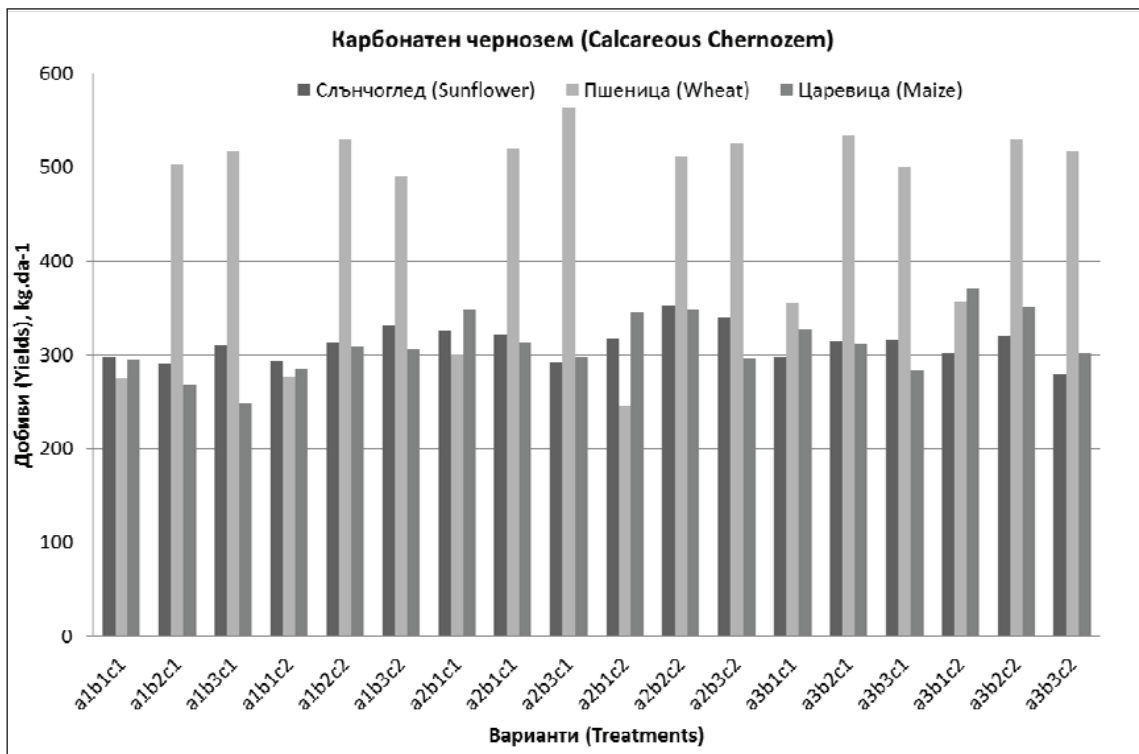
норми имат статистически доказана разлика с неторения вариант (табл. 2). Ежегодното внасяне на фосфорни и калиеви торове има известно преимущество пред внесените еднократно торове (средно с 6%) и това е обяснимо, тъй като внесените големи количества торове през първата година, еднократно за целия тригодишен период, оказват известен депресиращ ефект. Тези различия са статистически доказани (табл. 2).

През втората година от сеитбооборота изпитваните обработки при пшеницата са близки по влияние върху получените добиви (фиг. 2).

Преимущество има двукратното дискуване на 10 - 12 см + 6 - 8 см (a₁). Незначително по-ниски са получените добиви от разрохкване + 10 - 12 см (a₂). Най-ниски добиви са получени от плужна оран на 10 - 15 см + дискуване (a₃). Сравнително слабо е увеличаването на добивите при оран на 10 - 15 см + дискуване (до 5%). Различията между обработките не са доказани математически. С нарастване на азотните норми получените добиви от пшеницата се увеличават и това е доказано статистически (табл. 2). Такава тенденция е установена и в изследванията на Славов (1986). По-ефективна е азотната норма N₁₀ kg/da,



Фиг. 1. Добиви от трифакторен опит на Излужен Чернозем
 Fig. 1. Yields from three-factor experiment on Leached Chernozem



Фиг. 2. Добиви от трифакторен опит на Карбонатен Чернозем
 Fig. 2. Yields from three-factor experiment on Calcareous Chernozem

при която добивите нарастват средно с 85% в сравнение с контролните варианти. Удвоената азотна норма N_{20} kg/da е увеличила добивите още само с 10%, като разликите между двете азотни норми не са доказани. Подобни закономерности са установени и от Илков (1984). Обобщените резултати от проведени полски торови опити с пшеница показват, че използваните 2 норми азот (4 и 6 kg/da) имат средно голямо и съвсем сигурно главно действие (+36 и +41 kg/da) без доказана разлика в полза на по-голямата норма азот. Фосфорът има също средно голямо и съвсем сигурно главно действие (+31 kg/da). Отношението между действието на азота и фосфора (116%) показва, че при условията на заложените опити фосфорните торове имат почти толкова добър ефект, колкото и азотните. Главното действие на калия и всички взаимодействия между отделните хранителни елементи са незначителни по големина и недоказани (Вълканов, 1963).

Влиянието на еднократното внасяне на фосфорни и калиеви торове през втората година е с незначително предимство в сравнение с ежегодното торене (до 2%) и практически е изравнено. Тези различия не са доказани математически (табл. 2).

През третата година от сеитбооборота получените добиви от царевицата са представени също на фиг. 1. От изпитваните обработки най-ефективна е плужната оран на 25 - 27 cm (a_1). С най-слабо изразен ефект върху получените добиви е разрохкването на 20 - 22 cm (a_2). Различието между тези две обработки достига средно 9%. Директната сеитба (a_3) заема междинно положение по отношение на получените добиви. Различията между плужната оран и другите обработки са статистически доказани.

От изпитваните азотни норми увеличението на добивите е максимално при норма N_{24} kg/da, като получените добиви са близо 100% увеличени в сравнение с контролните варианти. По-високата азотна норма N_{30} kg/da има депресиращ ефект. Получените добиви са пониски средно с 55% спрямо по-ниската норма. Този ефект е свързан със силното засушаване на почвата през вегетационния период и липсата на поливна вода. Разликите при всички равнища на азотно торене са доказани статистически.

Царевицата реагира по-добре на остатъчното влияние на еднократно внесените фосфорни и калиеви торове в началото на сеитбооборота. При внесените срещу културата торове добивите намаляват средно с 6%, което не е статистически доказано.

Общо за сеитбооборота могат да се направят следните обобщения. Изпитваните системи могат да се подредят в следният низходящ ред: $a_3 > a_1 > a_2$. Най-ефективна е системата a_3 (плужна оран на 20 - 22 cm; предсеитбена оран 10 - 15 cm и директна сеитба), при която обработките се редуват от средна дълбочина до по-плитки. Добър ефект е получен и от редуването на оран с дискуване (a_1). Редуването само на редуцирани обработки (разрохкване и дискуване) намалява добивите общо за сеитбооборота (a_2). Двете норми и начинът на внасяне на фосфорните и калиевите торове са изравнени по влияние върху получената обща продукция от целия сеитбооборот с незначително преимущество на ежегодното торене, което се дължи на получената депресия от високата норма на еднократното внасяне през първата година. Подобни резултати са получени от Тошева и др. (2004) в опити с пшеница на същия почвен тип.

На табл. 3 за Карбонатния Чернозем от Алваново, Търговишко е представена интензивността на валежите за изследвания период. Както се вижда от таблицата с най-голямо количество валежи се характеризира първата година. Освен това по-висока е интензивността им през рисковите месеци юни, юли и август (241 l/m^2) в сравнение със същите месеци, съответно втората (172 l/m^2) и третата година (138 l/m^2) от изследването.

През първата година по-благоприятните метеорологични условия и по-равномерното разпределение на валежите по време на вегетацията дават отражение върху получените добиви от семе при слънчогледа, отглеждан на Карбонатен Чернозем (фиг. 2).

Най-добър ефект е отчетен и от разрохкването на 25 - 27 cm (a_2), като средно добивите надвишават стандарта съответно със 7%. Сравняването на добивите по варианти показва, че най-ниски добиви са получени от вариантите със стандартната плужна оран на 25 - 27 cm (a_1), следвани от тези с по-плитка оран на 20 - 22 cm (a_3). Това се дължи по вся-

ка вероятност на по-голямата загуба на почвената влага при тези обработки. Доказани са разликите между a_1 и a_2 (табл. 4).

От изпитваните азотни норми максимален добив е получен от норма N_{12} kg/da, но увеличението в сравнение с контролните варианти без азотно торене е средно с 8%. По-високата азотна норма N_{18} kg/da е с депресиращ ефект, т. е. добивите започват да намаляват спрямо предходната норма. Разликите не са доказани статистически (табл. 4).

Двете норми и начините на внасяне на фосфорни и калиеви торове са близки по влияние върху получените добиви. Еднократното внасяне на тези торове е увеличило добивите и тази разлика е доказана математически (табл. 4).

През втората година от сеитбооборота при пшеницата, при двукратното дискуване на 10 - 12 cm + 6 - 8 cm (a_1) е получен най-нисък добив. При a_2 (разрохване + дискуване на 10 - 12 cm) добивите са по-високи средно с 3%. Най-високи добиви са получени при a_3 (плужна оран на 10 - 15 cm + дискуване), където увеличението на добивите е средно с 8%. Няма статистически доказана разлика между тях (табл. 4).

Двете изпитвани азотни норми N_{10} и N_{20} kg/da имат близък ефект върху количеството на получените семена с незначително преимущество на N_{10} kg/da, като различията между двете не са доказани (табл. 4). По-ниската норма в случая е икономически по-подходяща за тази култура.

През втората година ежегодното внасяне на фосфорни и калиеви торове е с незначително преимущество пред еднократното торене, но няма статистически доказани различия на получените добиви.

През третата година от сеитбооборота при царевицата за зърно най-ниски добиви са получени във вариантите със стандартната плужна оран на 25 - 27 cm (a_1). Плиткото разрохване на 20 - 22 cm и директните сеитби са близки по влияние, като добивите са увеличени до 14% спрямо плужната оран. Това е доказано статистически (табл. 4). Едно от възможните обяснения на този факт е по-доброто запазване на почвената влага.

Приложените азотни торове имат нулев и депресиращ ефект върху развитието на царевицата по време на вегетацията ѝ, което е съпроводено и с намаляване на добивите от нея при варианта с най-много внесен азот (b_3) (табл. 4). Това е следствие и от количеството на валежите през реколтната година, което е най-ниско през този период (табл. 3).

Ежегодното внасяне на фосфорни и калиеви торове е близко по ефект върху продуктивността на царевицата в сравнение с последствието на еднократно внесеният тор. Последствието запазва незначително преимущество и това е статистически доказано (табл. 4). Известно е, че ефективността на внесените фосфорни торове е свързана с типа на почвата. Димитрова и кол. (2001) установяват, че стареенето на фосфатите протича най-интензивно при Карбонатния Чернозем. При по-висока торова норма стареенето се забавя. По данни на Петрова и др. (1987) използването на различни азотни норми на фона на периодично внасяне на фосфорни и калиеви торове в повече от изнесените хранителни вещества от растенията увеличава почвените запаси, което се отразява благоприятно на общия баланс на хранене на растенията.

Изводи

За почвено-климатичните условия на Излужен Чернозем в района на с. Грамада, Видинско изпитваните системи на обработка се подреждат в следния низходящ ред: $a_3 > a_1 > a_2$. Най-ефективна е системата a_3 (плужна оран на 20 - 22 cm; предсеитбена оран 10 - 15 cm и директна сеитба), при която обработките се редуват от средна дълбочина до по-плитки. Добър ефект е получен и от редуването на оран с дискуване (a_1). Редуването само на редуцирани обработки (разрохване и дискуване) намалява добивите общо за сеитбооборота (a_2). Двете норми и начинът на внасяне на фосфорните и калиевите торове са изравнени по влияние върху получената обща продукция от целия сеитбооборот с незначително преимущество на ежегодното торене, което се дължи на получената депресия от високата норма на еднократното внасяне през първата година.

При слънчогледа най-подходяща обработка е плужната оран на 20 - 22 см, като оптималната норма за торене е $N_{12}P_{36}K_{36}$ kg/da.

За пшеницата е препоръчително двукратното дискуване на 10 - 12 см + 6 - 8 см в съчетание с норми на торене N_{10} и последствието от $P_{36}K_{36}$ kg/da.

Подходяща обработка при царевицата е плужната оран на 25 - 27 см; с най-силно изразен ефект върху получените добиви е торенето с N_{24} и последствието от $P_{36}K_{36}$ kg/da.

За условията на Карбонатен Чернозем – с. Алваново, Търговишко изпитваните системи на обработка се подреждат в следния низходящ ред: $a_3 > a_2 > a_1$. Най-висока продуктивност е получена от система (a_3) и (a_2), при които се редуват стандартни и по-плитки обработки. Най-ниски добиви са получени при редукване на стандартната оран и дискуване (a_1). Фосфорните и калиевите торове са еднакво ефективни, както при ежегодното, така и при еднократното им внасяне за тригодишен период. Еднократното им внасяне е с незначително преимущество.

За слънчогледа най-подходящо е разрохване на 25 - 27 см и торене с $N_{12}P_{36}K_{36}$ kg/da.

За пшеницата са препоръчителни плужна оран на 10 - 15 см + дискуване и торене с $N_{10}P_{12}K_{12}$ kg/da.

За царевицата – плитко разрохване на 20 - 22 см и директната сеитба и торови норми $P_{36}K_{36}$ kg/da. Царевицата усвоява по-добре натрупаните запаси в почвата, като в сухи години внасянето на азотни торове намалява добивите от нея.

Естественото плодородие на Излужения Чернозем за изследваните години е по-високо в сравнение с това на Карбонатния Чернозем. Като цяло близки по агрохимични свойства почвени типове проявяват различна отзивчивост към различни обработки на почвата и затова е много важно да се преценява правилно ситуацията на място и да се работи в съответствие с конкретните почвено-климатични условия.

Литература

Ангелов, Е., Д. Илков, Г. Димитров, И. Ватрапов, К. Еников. 1975. Проучвания на почвите на България. Кн. 2, БАН, 21 с.

Атанасов, П., М. Пенков. 1975. Общо земеделие с почвознание и торене. *Земиздат*, София, 367 с.

Борисова, М. 1996. Влияние на обработката на почвата и торенето върху продуктивността на уплътнено триполно сеитбообращение. *Почвознание агрохимия и екология*, № 6, 13-16

Вълканов, В. и др. 1963. Торопотребност на почвите в България. БАН, София, 175 с.

Вълчовски, И. 2001. Влияние на торенето и обработките на почвата върху получените добиви от царевица и пшеница, отглеждани на излужена смолница. *Почвознание агрохимия и екология*, № 4-6, 217-219

Давидков, Е., Е. Тошева. 2001. Влияние на хранителния режим на карбонатен чернозем върху формирането на посева при пшеницата. *Почвознание агрохимия и екология*, № 4-6, 173-175

Димитров, И., Т. Митова. 1997. Влияние на системата за обработка на почвата и торенето върху продуктивността на сеитбообращения при не-поливни условия. *Растениевъдни науки*, № 9-10, 65-69

Димитрова, Ф. и др. 1994. *Почвознание агрохимия и екология*, № 1-2.

Димитрова, Ф., М. Борисова. 2001. Влияние на обработката на почвата и торенето върху добива от царевица и химическите свойства на излужена смолница. *Почвознание агрохимия и екология*, № 4-6, 229-231

Илков, Д. 1984. Минералното и органичното торене в борбата със сушата. *Почвознание и агрохимия*, № 2, 9-18

Зарков, Б. 2000. *Растениевъдни науки*, № 6, с. 363-366

Митовска, Р., З. Петкова. 1998. Използване на азота от оборски тор с различно съотношение на С: N от царевицата. *Почвознание агрохимия и екология*, № 6, 25-27

Николова, Д. и др. 1999. Продуктивност на уплътнено сеитбообращение в зависимост от някои агротехнически фактори. *Почвознание агрохимия и екология*, № 2-3, 61-64

Николова, Д., М. Борисова, Т. Митова, И. Димитров. 2001. Влияние на различни системи за обработка на почва и торене върху продуктивността и износа на хранителни елементи в триполни сеитбообращения. *Почвознание агрохимия и екология*, № 4-6, 231-234

Петрова, М., М. Господинов. 1987. Влияние на продължителното системно торене върху фосфатния и калиевия режим на слабо излужените

черноземи. *Почвознание агрохимия и растителна защита*, № 4, 3-9

Славов, Д. 1986. Азотна диагностика при зърнено-житни. София.

Тошева, Е., П. Александрова. 2004. Влияние на почвено-климатичните условия върху развитието на пшеницата при различно торене. *Екология и индустрия*, т. 6, № 2, 237-238

Зонн, С. В. 1983. О некоторых дискуссионных проблемах черноземообразования. *Почвоведение*, № 6.

Квашис, В. и др. 1984. Оптимальные параметры плодородия почв. *Колос*, Москва.

Drew, M. C, Saker, L. R., Ashley, T. W. 1973. Nutrient supply and the growth of the seminal root system in barley. I. The effect of nitrate concentration on the growth of axes and laterals. *Journal of Experimental Botany*, 24, 1189–1202

Dwyer, L. et al. 1995. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 24, p. 11-12

Kaspar, T. C., T. M. Crosbie, R. M. Cruse, D. C. Erbach, D. R. Timmons and K. N. Potter. 1987. Growth and Productivity of Four Corn Hybrids as Affected by Tillage. *Agronomy Journal*, v. 79, 3, p. 477-481

O'Halloran, I. P. et al. 1987. Changes in P forms and availability as influenced by management practices. *Plant and Soil*, v. 100 (1), p. 113-126

Sin, G. 1987. *Analele Institutului de Cercetari Cereale si Plante Tehnice, Fundulea*, v. 55, p. 317-343

Valchovski, I. 2000. Effect of tillage and Fertilization on Crop Productivity. First National Conference on Humus Substances and Soil Tillage. Borovec 11-12 May, p.123-126