



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.8:551.583.13

© 2016

*М.М. Мірошниченко,
доктор біологічних наук*

*Б.С. Носко,
академік НААН, доктор
сільськогосподарських наук*

Є.Ю. Гладкіх,

*Є.В. Панасенко,
кандидати сільсько-
господарських наук*

Ю.О. Круподеря

Р.С. Арцих

Є.В. Голота

*Національний науковий центр
«Інститут ґрунтознавства
та агрохімії імені
О.Н. Соколовського»*

АГРОХІМІЧНІ ПРИЙОМИ АДАПТАЦІЇ СІЛЬСЬКО- ГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ДО ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ПОГОДНО- КЛІМАТИЧНИХ УМОВ*

Мета. Визначення та дослідження ефективності агрохімічних прийомів адаптації рослин до екстремальних погодно-кліматичних флуктуацій в умовах Лісостепу Лівобережного. **Методи.** Дослідження проводили в тривалому стаціонарному досліді та тимчасових польових дослідях. **Результати.** Запропоновано агрохімічні прийоми, спрямовані на зниження уразливості системи ґрунт – рослина до екстремальних погодних умов упродовж вегетації. **Висновки.** Доведено високу ефективність цілеспрямованого управління живленням рослин через упровадження інтегрованої системи удобрення сільськогосподарських культур.

Ключові слова: адаптація сільськогосподарських культур, екстремальні погодно-кліматичні умови, живлення рослин, застосування добрив.

Зміни клімату, пов'язані з концентрацією парникових газів в атмосфері та опустелюванням, визнано одним із найбільших викликів, що стоять перед світовою спільнотою [10, 17]. У зв'язку з очікуваним підвищенням температури повітря північної півкулі продовольча безпека України та інших країн світу значною мірою залежатиме від того, наскільки ефективно адаптується сільське господарство до агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур у найближчому майбутньому. Це є підставою формування відповідної стратегії його адаптації, адже

гідротермічні умови в період вегетації рослин безпосередньо визначають кількість і якість сільськогосподарської продукції та ситуацію, що складається на продовольчому ринку.

Нині в країнах Європейського Союзу (ЄС) розроблено широкий спектр адаптивних заходів: технологічних, політичних, експериментально-наукових тощо [8, 9, 15]. Серед наявних на цей час проєктів ЄС, що мають державну підтримку, можна назвати «Policy Incentives for Climate Change Mitigation Agricultural Techniques», «Adaptation and Mitigation Strategies: supporting European

* Дослідження проведено за грантової підтримки Державного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проєктом ф 64.

climate policy» (ADAM), «Projection of Economic impacts of climate change in Sectors of the European Union based on bottom-up Analysis» (PESETA), у рамках яких розроблено рекомендовані регіональні заходи адаптації, методика оцінки можливих економічних наслідків зміни клімату, створено прогнози карти змін урожайності тощо [11]. Основні напрями адаптації сільського господарства до екстремальних змін погодних умов, головним чином, спрямовані на скорочення викидів парникових газів, підбір сівозмін для досягнення максимально ефективного використання доступної вологи, зміну строків сівби, підбір сортів сільськогосподарських культур. Національні стратегії адаптації сільського господарства до змін клімату підготовлені або перебувають на стадії розроблення у Фінляндії, Іспанії, Франції, Великій Британії та інших країнах ЄС [10].

Кліматичні флуктуації мають і позитивні сторони, зокрема збільшення в повітрі CO₂ пришвидшує процеси фотосинтезу рослин, що позитивно впливає на продукування біомаси та ефективність водоспоживання рослинами [1]. За експериментальними дослідженнями Р. Нортон з співавторами [4], приріст урожаю пшениці від підвищення концентрації CO₂ у повітрі з 385 ppm до 550 ppm становить близько 0,5–0,9 т/га у посушливій і нормальній за зволоженням роки. Натомість інші результати наукового моделювання прогнозують, що в польових умовах такі зміни будуть досить незначними [11, 14]. Як правило, екстремальні погодні явища чинять лише негативний вплив на сільськогосподарське виробництво [10, 12]. Втрати врожайності від несприятливих погодних умов в окремі роки можуть досягати 45–50%, а за поєднання кількох екстремальних явищ (скажімо, у 2003 р., 2007–2009 рр. вимерзання, загибель від льодової кірки, засуха) — 70% і більше. Протидіяти таким аномаліям непросто, але можна, і одним із найреальніших способів є агрохімічні заходи, які дають змогу коригувати процеси росту рослин, їх живлення та водопостачання через просторове розміщення добрив, їх форму, періодичність та спосіб підживлень, поєднання зі стимуляторами росту та мікроелементами.

Мета досліджень — визначення та дослідження ефективності агрохімічних прийомів адаптації рослин до екстремальних погодно-кліматичних флуктуацій в умовах Лісоходу Лівобережного, де через підвищену

континентальність клімату наслідки весняно-літніх посух є найвідчутливішими.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження були проведені відділом агрохімії ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» в тривалому стаціонарному досліді та 6-ти тимчасових польових дослідів. Стаціонарний дослід, розміщений на території ДП ДГ «Граківське» ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» (Харківський р-н Харківської області), було закладено у 1969 р. на чорноземі типовому важкосуглинковому з такими характеристиками: рН_{KCl} — 5,3, уміст гумусу — 5,4%, рухомого фосфору і калію за Чириковим — 57 мг/кг і 114 мг/кг відповідно. Різні агрохімічні фони були створені із застосуванням мінеральних добрив у запас (післядія з 1983 р.) та систематично.

Тимчасові польові досліді проводили на чорноземах типових важкосуглинкових (Харківський, Чугуївський та Балаклійський райони Харківської області), опідзоленних важкосуглинкових (Харківський район Харківської області) та середньосуглинкових (Лохвицький район Полтавської області).

Результати досліджень. Узагальнені дані географічної мережі дослідів свідчать про те, що ефективність добрив тісно залежить від погодно-кліматичних умов року, зменшуючись у посушливі роки на 25–30% порівняно з приростами за сприятливих погодних умов, та ступеня окультуреності ґрунтів. З іншого боку, цілеспрямоване управління живленням рослин є одним із найефективніших і пластичних методів посилення адаптації рослин до несприятливих погодних умов й сприяє раціональному використанню вологи у вегетаційний період. Продуктивність водоспоживання в умовах дефіциту вологи збільшується під дією мінеральних добрив у 2–2,4 раза, за оптимального режиму зволоження — лише в 1,4–1,6 раза [2]. Загальною закономірністю є те, що мінеральні добрива сприяють збільшенню загальних витрат вологи з ґрунту на транспірацію унаслідок формування більшого врожаю, проте на одиницю продукції витрати вологи зменшуються.

Оптимізація живлення рослин підвищує осмотичний тиск клітинного соку і ступінь гідратації колоїдів, збільшує вміст колоїдно-зв'язаної води в листках та інтенсивність асиміляції пластичних речовин [3, 13]. Ефект підвищення стійкості сільськогосподарських культур до несприятливих умов вологозабезпеченості зумовлюється також структурними

змінами органоїдів клітини і порушенням функцій поглинання води в умовах фосфатного голодування, і навпаки, вищою їх активністю за достатнього забезпечення рослин фосфором. Накопичені в ґрунті залишкові фосфати добрив за своїми властивостями відрізняються від природних форм, властивих цьому ґрунту: вони активніші, зберігаються в доступніших для рослин сполуках і є характерною ознакою його окультуреності [6].

Результати досліджень свідчать про те, що на чорноземних ґрунтах із високим вмістом залишкових фосфатів значно поліпшуються умови використання вологи ґрунту на створення продукції (табл. 1).

Використання води на 1 т сухої речовини за вирощування кукурудзи на силос і буряків цукрових зменшується на 20–25% на ґрунті з високим вмістом фосфору порівняно з ґрунтом із низькою забезпеченістю фосфором. З унесенням добрив ця різниця значно зменшується, але залишається істотною.

Результати досліджень на агрохімічних фонах з різним вмістом рухомих форм калію підтверджують, що врожайність буряків цукрових залежить від вмісту в ґрунті калію, додатково внесених добрив і погодних умов (кількість опадів за рік і вегетаційний період). У посушливі роки, коли кількість опадів за вегетаційний період у середньому за 3 роки не перевищувала 215 мм, урожайність буряків цукрових значно підвищувалася зі збільшенням запасу в ґрунті залишкового калію добрив: на контролі — з 22,3 т/га з низьким

вмістом калію до 26,9 т/га з високим вмістом калію, у варіанті N₁₈₀P₁₈₀ — із 33,3 т/га до 35,7 т/га відповідно. Додатково внесені (на фоні N₁₈₀P₁₈₀) калійні добрива в дозах K₉₀ і K₁₈₀ забезпечують максимальний приріст урожаю (відповідно 34 і 26 ц/га) на природному фоні з низьким вмістом калію в ґрунті. На агрохімічних фонах із підвищеним і високим вмістом калію в ґрунті застосування калійних добрив не забезпечує приросту врожаю [7].

У роки з підвищеною та великою кількістю опадів (середня кількість за квітень–серпень 350 мм) буряки цукрові значно слабкіше реагують на зміни калійного фону чорнозему типового: без добрив лише на підвищеному і високому фонах спостерігається незначне підвищення врожайності порівняно з низьким вмістом калію в ґрунті. Більш істотно і закономірно (практично пропорційно) зростають прирости врожаю у варіанті N₁₈₀P₁₈₀ зі збільшенням запасів залишкового калію в ряду від природного до високого агрохімічного фону.

У періоди тривалих та жорстких весняно-літніх посух різко зменшується й ефективність підживлення, а реакція рослин може бути навіть негативною, оскільки будь-які добрива збільшують концентрацію солей у ґрунтовому розчині. Саме тому необхідні для забезпечення онтогенезу рослин добрива мають бути внесені завчасно, тому що виправити недоліки живлення в стресових умовах дуже складно. За недостатнього зволоження ефективність весняного підживлення азотом пшениці озимої значною мірою

1. Вплив добрив на врожайність і використання культурами вологи на чорноземі типовому з різними рівнями забезпеченості фосфором

Уміст рухомого фосфору, мг P ₂ O ₅ на 100 г ґрунту	Варіант дослід	Урожайність, т/га	Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 160 см, м ³ /га		Використання води на, м ³		
			початок вегетації	збирання врожаю	евапо-транспірацію	1 т основної продукції	1 т сухої речовини
<i>Кукурудза на силос</i>							
4–5	Контроль	34,0	1050	550	2280	0,67	2,87
	NPK	34,4	1000	460	2330	0,52	2,24
14–16	Контроль	36,9	1140	510	2410	0,65	2,32
	NPK	41,2	890	460	2200	0,53	2,29
<i>Буряки цукрові</i>							
4–5	Контроль	21,4	1040	210	3160	1,48	3,88
	NPK	38,9	1250	130	3750	0,96	3,07
14–16	Контроль	33,4	980	180	3130	0,94	2,91
	NPK	40,9	1300	130	3510	0,89	2,66

Примітка. Кількість опадів за період вегетації кукурудзи — 1780 м³/га; буряків цукрових — 2340 м³/га.

залежить від агрохімічного фону. Так, на початку вегетації у 2015 р. запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 100 см оцінювали як недостатні, у кінці вегетації — як дуже низькі. Весняне підживлення аміачною селітрою врозкид у варіанті без добрив мало найменший ефект, приріст урожаю становив лише 6,4% порівняно з контролем. На відміну від цього, на агрохімічному фоні із застосуванням у запас високої дози фосфорних добрив приріст урожаю досягнув 64,3%.

Одним з агрохімічних способів збільшення стійкості посівів до посух є цілеспрямована диференціація орного шару ґрунту за вмістом поживних речовин. За локального внесення добрив і формування густої мережі коренів у зоні їх розміщення створюються умови, що дають змогу використовувати навіть малопродуктивні опади та збільшувати надходження елементів живлення. Як зазначав В.К. Трапезников зі співавторами [8], в умовах ґрунтової посухи та слабого розвитку або відсутності вторинних коренів їхню функцію можуть виконувати високосольові корінці, що інтенсивно формуються в зоні локалізації. За даними А.І. Фатеева, локалізація добрив дає ефект на всіх зональних ґрунтах Лівобережного Лісостепу — чорноземах типових, опідзолених і темно-сірих опідзолених ґрунтах, причому найбільшою мірою — на культурах із мичкуватою кореневою системою [9]. Багаторічні дані досліджень свідчать про те, що загальні витрати ґрунтової вологи на створення одиниці врожаю зерна пшениці озимої за внесення рядкового добрива зменшуються на 15%, ячменю — 30, проса — 24%, а врожайність зерна підвищується на 0,4–0,5 т/га. При цьому щодо просторового розміщення стрічок добрив єдино рішення не може бути. Занадто мілке зароблення добрив стимулює поверхневе розміщення кореневої системи рослин, що матиме негативні наслідки в разі настання посушливих умов, особливо в I половину вегетації. Як приклад можна навести ситуацію з весняним підживленням пшениці озимої, коли тривалість і просторове розміщення азоту можна регулювати лише за рахунок його форми (нітратної, амонійної або амідної). Нітратний азот добре переміщується в ґрунті та більш-менш рівномірно розподіляється в кореневмісному шарі. На відміну від цього, значна частка іону амонію поглинається ґрунтовим вбирним комплексом у 5-сантиметровій зоні розміщення

гранул добрив, збагачуючи азотом верхній шар ґрунту, який часто швидко пересихає навесні. У зв'язку з цим за пізніх строків проведення підживлення слід використовувати добрива, що мають у своєму складі нітратну форму азоту. За більш раннього підживлення ефективність різних форм азотних добрив вирівнюється (табл. 2).

Глибоке розміщення стрічки також має свої переваги та недоліки. Це підтверджують результати досліджень порівняльної ефективності аміачної селітри і рідкого безводного аміаку на чорноземі опідзоленому дослідного поля ПрАТ «Райз-Максимко» (Лохвицький р-н Полтавської обл.) [16]. Більший приріст урожаю від безводного аміаку, який спостерігався у 2012–2013 рр. і становив 0,5–0,9 т/га (86–97 мм опадів за квітень — червень), передусім зумовлений ефективним використанням азоту із зони локалізації добрив на глибині 18 см, що стимулює посилену проліферацію (розгалуження) коренів рослин і збільшує відсоток поглинання добрив. Добриво, внесенне стрічковим способом на глибину, що втричі нижча за глибину висіву насіння, коріння культури «перехоплює» швидше, оскільки воно міститься поблизу вологи, яка зберігається довше, ніж

2. Вплив прикореневого підживлення різними формами азотних добрив на врожайність пшениці озимої на чорноземі типовому в умовах Харківської області

Строк проведення підживлення	Форма та доза азоту для підживлення	Урожайність	Приріст урожаю
		т/га	
I декада березня	Без добрив (контроль)	4,91	—
	Підживлення аміачною селітрою N ₆₀	5,54	0,63
	Підживлення сульфатом амонію N ₆₀	5,68	0,77
III декада березня	Без добрив (контроль)	4,08	—
	Підживлення аміачною селітрою N ₉₀	6,10	2,02
	Підживлення сульфатом амонію N ₉₀	5,64	1,56

3. Порівняльна ефективність різних складових інтегрованої системи удобрення ячменю ярого в роки з різним вологозабезпеченням за період 2008–2014 рр.

Варіант досліду	Урожайність ячменю ярого в роки з різною кількістю опадів за квітень – червень, т/га	
	посушливі (68–102 мм)	сприятливі (195–265 мм)
Без добрив (контроль)	1,29	2,76
N ₁₈ P ₆₀ K ₆₀	1,79	3,66
Мікродобрива, 2 позакореневі обробки	1,50	3,34
Обробка насіння біопрепаратом	1,47	3,51
Гумати, 2 позакореневі обробки	1,55	–
Інтегроване удобрення (N ₁₈ P ₆₀ K ₆₀ + біопрепарат + мікродобрива + гумати)	2,09	4,39
НІР ₀₉₅	0,62	

у поверхневому шарі ґрунту. За дуже сприятливих умов зволоження впродовж вегетаційного періоду 2014 р. (193 мм опадів за квітень — червень) глибоке внесення азоту, навпаки, зменшувало окупність удобрення.

Порівняння різних агрохімічних засобів управління живленням пивоварного ячменю на чорноземі типовому важкосуглинковому

показало, що в сприятливій за вологозабезпеченням роки (2008, 2011 та 2014) не лише мінеральні добрива, а й інші види добрив (бактеріальні, мікродобрива) дають високу віддачу, а інтегрована система удобрення забезпечує майже 60% приросту врожаю. Зокрема, за цих умов ефективність комплексного біопрепарату мікрогумін наближалася до дії мінеральних добрив (табл. 3).

На відміну від цього, у посушливі роки (2009–2010 і 2012) приріст від мікробіологічного препарату в середньому становив 0,18 т/га, що значно нижче за статистично значущий рівень. Незначним був і ефект від позакореневих обробок, причому приріст одержували переважно на фоні мінеральних добрив, а на неудобреному ґрунті часом (у 2010 р.) спостерігали навіть зниження врожайності.

Проведені дослідження свідчать про те, що агрохімічні прийоми є важливим чинником посилення адаптації рослин до несприятливих погодних умов у період їх вегетації. За рахунок створення високого фосфорно-калійного фону, вибору оптимальних форм мінеральних добрив та способу їх унесення, поєднання з іншими видами добрив та стимуляторами росту можна істотно підвищити стабільність урожаїв основних сільськогосподарських культур у різні за гідротермічними умовами роки.

Висновки

На чорноземних ґрунтах Лісостепу Лівобережного створення високого фону залишкових фосфатів добрив значно поліпшує використання вологи ґрунту на створення продукції та ефективність азотних добрив. Ефективність азотно-фосфорних добрив безпосередньо залежить від збільшення запасів залишкового калію в ґрунті, що особливо виявляється в посушливі роки.

Ефективними агрохімічними методами посилення адаптації рослин до несприятливих

погодних умов є регулювання живлення рослин через підбір форми азоту відповідно до строків підживлення і умов вологозабезпечення та просторове розміщення стрічки добрив.

Ефективність позакореневого підживлення ячменю ярого різко зменшується в періоди тривалих і жорстких весняно-літніх посух. Застосування інтегрованої системи удобрення сприяє стабілізації врожайності, а в роки зі сприятливими умовами забезпечує найвищий приріст урожаю.

Бібліографія

1. Демиденко О.В. Колообіг органічного вуглецю в агроценозах різноротаційних сівозмін/О.В. Демиденко, І.С. Шаповал, В.А. Величко//Вісн. аграр. науки. — 2015. — № 3. — С. 56–62.
2. Заборин А.В. Евапотранспірація агроценозами при різних умовах мінерального

питання/А.В. Заборин, В.И. Никитишен, Л.К. Дмитракова//Почвоведение. — 1998. — № 4. — С. 483–491.
3. Константинов Н.Р. Погода, почва і урожай озимий пшениці. — Л.: Гидрометеиздат, 1978. — 263 с.

4. Нортон Р. Изменение климата и реакция растений пшеницы на повышение содержания углекислого газа в атмосфере, прогнозируемое в будущем/Р. Нортон, Г. Фитцджеральд, М. Тауш// Питание растений. — 2012. — № 4. — С. 10–12.

5. Носко Б.С. До проблеми трансформації та тривалості післядії фосфорних добрив у чорноземах/Б.С. Носко, Є.Ю. Гладких//Вісн. аграр. науки. — 2012. — № 5. — С. 11–15.

6. Трапезников В.К. Локальное питание растений/В.К. Трапезников, И.И. Иванов, Н.Г. Тальвинская. — Уфа: Гилем, 1999. — 260 с.

7. Фатеев А.И. Локальный способ внесения удобрений. Почвенно-агрохимические аспекты. — Х.: Изд-во «13 типография», 2002. — 160 с.

8. Brooks N. The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and implications for adaptation/N. Brooks, W.N. Adger, P.M. Kelly//Global Environmental Change. — 2005. — № 15. — P. 151–163.

9. Burton I. Achieving adequate adaptation in agriculture. Climatic Change/I. Burton, B. Lim. — 2005. — № 70(1–2). — P. 191–200.

10. Climate change: the challenges for agriculture// European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development. — 2008. — 36 p.

11. Deschenes O. The Economic Impacts of Climate Change: Evidence from Agricultural Profits and Random

Fluctuations in Weather/O. Deschenes, M. Greenstone. — 2006. — 49 p.

12. Food, fibre and forest products. Climate Change. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change/W.E. Easterling, P.K. Aggarwal, P. Batima et al. — 2007.

13. Effects of ecological and conventional agricultural intensification practices on maize yields in sub-Saharan Africa under potential climate change/C. Folberth, Hong Yang, T. Gaiser et al. //Environ. Res. Lett. — 2014. — № 9. — P. 1–12.

14. Impacts of climate change in agriculture in Europe/A. Iglesias, L. Garrote, S. Quiroga, M. Moneo//PESETA-Agriculture study, 2009. — 53 p.

15. IPCC Climate Change: Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, 2007.

16. Use of anhydrous ammonia in improving the nitrogen utilization efficiency in winter wheat plantings/M.M. Miroshnychenko, Ye.Yu. Hladkikh et al.//Agricultural science and practice. — 2014. — Is. № 1. — P. 8–15.

17. Wolfe D. Climate change facts. Farm Energy, Carbon, and Greenhouse Gases/D. Wolfe//Cornell Climate Change PWT. Cornell University. — 2011. — 4 p.

Надійшла 30.10.2015.