УДК 631.445.4:633.15

ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИЧЕСКОГО ФОНА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО НА МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ КУКУРУЗЫ

Я.С. Филимончук

*ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского»,
г. Харьков, Украина*

ВВЕДЕНИЕ

Условия минерального питания являются одним из основных факторов регулирования обмена веществ в растениях и их химического состава. Направленное изменение состава и соотношения питательных веществ в почвенном растворе дает возможность активно влиять на рост и развитие растений, их продуктивность и качество урожая.

Фактором, который оказывает негативное влияние на минеральное питание и продукционные процессы кукурузы, является дефицит питательных элементов, что особенно проявляется в начале вегетации [1–4].

Формирование высокопродуктивных посевов кукурузы в наибольшей степени ограничивается недостатком доступных соединений азота и фосфора в корнеобитаемом слое. Это определяет высокую потребность посевов в азотных и фосфорных удобрениях, эффективность которых существенно возрастает при их взаимодействии [5–7].

В связи с этим целью наших исследований было изучение влияния агрохимического фона чернозема типичного на минеральное питание кукурузы в основные фазы онтогенеза в условиях вегетационного опыта.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Почва для вегетационного опыта была отобрана на Слобожанском опытном поле ННЦ «ИПА имени А.Н. Соколовского» Харьковского района Харьковской области с длительного стационарного полевого опыта, заложенного в 1969 г., после распашки многолетней залежи (более 40 лет), на фоне органической и органоминеральной систем удобрения.

В опыте созданы искусственные агрохимические фоны с разными уровнями интенсификации использования пашни, смоделированными по каждому элементу питания и их совокупности. В 1969–1970 гг. внесено в запас по 800 кг/га действующего вещества азота, фосфора и калия, а в начале 3 ротации (1983 г.) дополнительно по 400 кг/га каждого элемента питания; навоз вносили в конце 1-й (20 т/га), 3-й (60 т/га) и 4-й (60 т/га) ротации, последний раз – в 1994 г. До момента отбора почвы для вегетационного опыта было завершено 6 ротаций севооборота.

Для закладки вегетационного опыта, в августе 2011 г., были отобраны образцы почвы на таких агрохимических фонах: 1. Навоз 140 т/га (последствие с

1995 г., с навозом в почву внесено $N_{590}P_{280}K_{700}$); 2. Навоз 140 т/га + P_{1200} (в запас, последствие с 1983 г., всего внесено $N_{590}P_{1480}K_{700}$); 3. Навоз 140 т/га + $N_{1200}P_{1200}K_{1200}$ (в запас, последствие с 1983 г.) + $N_1P_1K_1$ (ежегодно одинарная доза под культуры севооборота, последствие с 2011 г., всего внесено $N_{3130}P_{2820}K_{3030}$).

Почва опытного поля – чернозем типичный малогумусный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке (агрохимическая характеристика приведена в табл. 1).

Таблица 1

Агрохимические показатели чернозема типичного на разных агрохимических фонах

Фон	Показатель и единицы измерения				
	Содержание гумуса, %	рН _{сол.}	мг/100 г почвы		
			N _{мин.}	P ₂ O ₅	K ₂ O
Навоз 140 т/га	4,4	4,5	1,0	6,1	11,7
Навоз 140 т/га + P_{1200}	3,5	5,5	1,1	9,3	10,2
Навоз 140 т/га + $N_{1200}P_{1200}K_{1200} + N_1P_1K_1$	3,9	4,5	1,9	14,9	14,2
НСР ₀₅	0,2	0,1	0,1	1,1	2,6

История стационарного опыта хорошо задокументирована и неоднократно описана [8].

Опыт заложен в вегетационных сосудах емкостью 5,0 дм³. Почвенную массу просеяли через сито диаметром 3,0 мм и перед закладкой в сосуды 5 кг почвы смешали с минеральными удобрениями. Повторность вариантов в опыте – трехкратная. Схема вегетационного опыта представлена в таблице 2. В статье приведены однолетние данные.

После завершения вегетационного опыта в растительных образцах определяли содержание NPK по МВЗ 31–497058–019–2005 [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты опыта характеризуют особенности минерального питания кукурузы в различные фазы вегетации в зависимости от агрохимического фона и внесенных на этих фонах минеральных удобрений.

Нами было установлено, что содержание азота в тканях растений кукурузы меняется в течение периода вегетации следующим образом. В фазу всходов концентрация азота по вариантам опыта варьировала в пределах от 4,03 до 4,98%, в фазу 7–8 листьев – от 1,34 до 2,53%, в фазу 10–12 листьев – от 1,06 до 1,87% (табл. 2).

2. Плодородие почв и применение удобрений

Таблица 2

Влияние минеральных удобрений на содержание азота и фосфора в биомассе кукурузы

Вариант	Содержание N и P в растениях, % на сухую массу			Вынос N и P зеленой массой, г/сосуд	Урожай зеленой массы, г/сосуд
	фаза всходы	фаза 7–8 листьев	фаза 10–12 листьев		
Навоз 140 т/га					
Контроль	4,03/0,81	1,34/0,32	1,21/0,29	8,8/2,2	56,4
N ₁₂₀	4,44/0,75	2,04/0,33	1,50/0,29	14,1/2,8	72,4
P ₁₂₀	4,42/0,84	1,39/0,41	1,25/0,37	10,3/3,2	61,2
N ₁₂₀ P ₁₂₀	4,57/0,82	2,10/0,37	1,65/0,29	18,5/3,3	83,7
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,59/0,83	2,10/0,37	1,59/0,29	17,9/3,4	85,9
HCP ₀₅ (по фону)	0,26/0,03	0,31/0,04	0,11/0,05		7,2
Навоз 140 т/га + P₁₂₀					
Контроль	4,11/0,91	1,35/0,37	1,15/0,41	8,9/3,0	57,2
N ₁₂₀	4,38/0,90	1,93/0,38	1,45/0,31	15,4/3,1	79,1
P ₁₂₀	4,79/1,01	1,42/0,48	1,06/0,45	10,0/4,5	70,3
N ₁₂₀ P ₁₂₀	4,72/0,93	2,07/0,38	1,55/0,32	15,7/3,1	80,8
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,35/0,87	2,01/0,39	1,55/0,31	18,1/3,6	93,4
HCP ₀₅ (по фону)	0,11/0,03	0,16/0,04	0,39/0,07		8,9
Навоз 140 т/га + N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ + N₁P₁K₁					
Контроль	4,50/1,21	1,36/0,63	1,13/0,47	9,7/4,4	67,5
N ₁₂₀	4,88/1,03	2,05/0,42	1,53/0,37	17,2/4,6	88,6
P ₁₂₀	4,80/1,20	1,34/0,64	1,22/0,59	13,1/6,5	83,9
N ₁₂₀ P ₁₂₀	4,98/1,19	2,39/0,49	1,69/0,40	20,6/4,8	93,2
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,98/1,20	2,53/0,43	1,87/0,34	23,6/3,7	95,7
HCP ₀₅ (по фону)	0,17/0,02	0,05/0,13	0,28/0,08		9,5
HCP ₀₅ (по всем фонам)	0,16/0,08	0,21/0,04	0,16/0,05		7,3

Примечание. N/P₂O₅.

На навозном фоне при внесении азотного удобрения в сочетании с фосфорным (вар. N₁₂₀P₁₂₀ и N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀) в фазу всходов кукурузы наблюдалось увеличение поглощения азота на 13 и 14% по сравнению с контролем. Под влиянием азотного (вар. N₁₂₀) и фосфорного (вар. P₁₂₀) удобрения, внесенного отдельно, поглощение азота растениями происходило менее интенсивно (содержание увеличилось на 10%). Концентрация азота в тканях растений кукурузы в фазу развития 7–8 листьев уменьшалась по сравнению с фазой всходов. Под влиянием

азотного удобрения (вар. N_{120}) содержание азота в биомассе выросло на 52%, а в случае совместного применения минеральных удобрений (вар. $N_{120}P_{120}$, $N_{120}P_{120}K_{120}$) – на 57% относительно контрольного варианта. Фосфорные удобрения на этом фоне слабо влияли на содержание азота в зеленой массе кукурузы – ее увеличение не превысило 4% по отношению к контролю.

В фазу формирования 10–12 листьев наблюдалось уменьшение содержания азота в сухом веществе, что связано с ростом и его распределением в большей биомассе растений. В эту фазу онтогенеза наиболее активно растения кукурузы поглощали азот в вариантах $N_{120}P_{120}$ и $N_{120}P_{120}K_{120}$: концентрация этого элемента питания в тканях растений достоверно увеличилась на 36% и 31% относительно контрольного варианта. Именно в этих вариантах на данном фоне отмечен самый высокий вынос азота (18,5 и 17,9 г/сосуд), который по сравнению с контролем увеличился на 9,7 и 9,1 г/сосуд соответственно. Внесенные отдельно азотные удобрения (вар. N_{120}) способствовали повышению поглощения азота растениями кукурузы на 24%, а фосфорные удобрения (вар. P_{120}) – всего лишь на 3%.

На агрохимическом фоне навоз 140 т/га + P_{1200} в начале вегетации кукурузы по сравнению с контролем наиболее высокое содержание азота было отмечено при внесении фосфорных удобрений (P_{120}) и при взаимодействии азотного и фосфорного питания ($N_{120}P_{120}$). В данных вариантах содержание азота возросло до 4,79% и до 4,72% соответственно. Более низкое содержание азота (4,38% и 4,35%) на этом фоне было отмечено в вариантах N_{120} и $N_{120}P_{120}K_{120}$. В фазу 7–8 листьев под влиянием $N_{120}P_{120}$ содержание азота в биомассе повысилось на 53% относительно контроля этого фона. При внесении отдельно азотных удобрений (N_{120}), а также полного минерального удобрения $N_{120}P_{120}K_{120}$ поглощение азота уменьшилось на 7% и 3% относительно варианта $N_{120}P_{120}$. В варианте с внесением азотных и фосфорных удобрений вынос азота по сравнению с контролем на данном фоне увеличился на 6,8 г/сосуд, в то время как в варианте $N_{120}P_{120}K_{120}$ – на 9,2 г/сосуд. При этом урожай зеленой массы кукурузы возрос на 23,6 и 36,2 г/сосуд соответственно.

Более высокая эффективность азотных и фосфорных удобрений установлена на фоне полного минерального удобрения в запас и систематически (навоз 140 т/га + $N_{1200}P_{1200}K_{1200} + N_1P_1K_1$). Именно на этом фоне среди всех исследуемых агрохимических фонов в первые две фазы развития кукурузы в вариантах $N_{120}P_{120}$ и $N_{120}P_{120}K_{120}$ было отмечено самое высокое содержание азота в тканях растений, которое составило: в фазу всходов – 4,98%, а в фазу формирования 7–8 листьев – 2,39–2,53%. В фазу формирования 10–12 листьев в варианте $N_{120}P_{120}K_{120}$ наблюдалось достоверное повышение накопления азота в биомассе кукурузы до 1,87%. Увеличивался и вынос азота, причем более ощутимо в случае внесения азотного удобрения в сочетании с фосфорным. При низкой обеспеченности азотом (вар. P_{120}) кукуруза использовала на 7,5 и 10,5 г азота меньше, чем в вариантах $N_{120}P_{120}$ и $N_{120}P_{120}K_{120}$. Это отразилось и на формировании надземной биомассы кукурузы, что обеспечило прирост урожая зеленой массы всего лишь на 16,4 г/сосуд, в то время как в вариантах $N_{120}P_{120}$ и $N_{120}P_{120}K_{120}$ урожай возрос на 25,7 и 28,2 г/сосуд по сравнению с контрольным вариантом этого фона.

Наряду с диагностикой азотного питания, важным является и определение содержания фосфора в растениях кукурузы. На фоне навоз 140 т/га на

2. Плодородие почв и применение удобрений

протяжении роста и развития кукурузы значительных изменений данного показателя при совместном внесении азотно-фосфорных, азотно-фосфорно-калийных, а также только азотных удобрений не обнаружено.

На фоне навоз 140 т/га + P_{1200} в фазу всходов кукурузы под влиянием фосфорных удобрений содержание фосфора значительно возросло до 1,01% в сравнении с другими вариантами. В фазу формирования 7–8 листьев наблюдалась такая же закономерность. На агрохимическом фоне навоз 140 т/га + $N_{1200}P_{1200}K_{1200}$ + $N_1P_1K_1$ в фазу формирования 7–8 и 10–12 листьев отмечено максимальное содержание фосфора – 0,64% и 0,59% соответственно. На этом же фоне установлен и максимальный вынос фосфора растениями, который составил 6,5 г/сосуд (при внесении P_{120}).

ВЫВОДЫ

1. Поглощение азота растениями кукурузы изменялось на протяжении всей вегетации. На всех исследуемых агрохимических фонах наиболее интенсивное поглощение азота наблюдалось при внесении $N_{120}P_{120}$ и $N_{120}P_{120}K_{120}$. Самое высокое содержание азота в биомассе было установлено на фоне навоз + $N_{1200}P_{1200}K_{1200}$ + $N_1P_1K_1$ в варианте $N_{120}P_{120}K_{120}$ и составляло в фазу всходов 4,98%, в фазу формирования 7–8 листьев – 2,53%, в фазу формирования 10–12 листьев – 1,87%.

2. Внесенные минеральные удобрения на агрохимических фонах не имели существенного влияния на изменение содержания фосфора в растениях кукурузы на протяжении вегетации. Только применение фосфорного удобрения (вар. P_{120}) увеличило накопление макроэлемента в зеленой массе.

3. Вынос азота и фосфора с урожаем зеленой массы кукурузы изменялся как в зависимости от созданных агрохимических фонов, так и от внесенных минеральных удобрений. Самый высокий вынос азота и фосфора наблюдался во всех вариантах агрохимического фона навоз + $N_{1200}P_{1200}K_{1200}$ + $N_1P_1K_1$.

4. Наибольшая прибавка урожая зеленой массы кукурузы, которая составила 63% (по сравнению с контролем), отмечена в варианте $N_{120}P_{120}K_{120}$ на агрохимическом фоне с внесением фосфорных удобрений в запас.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Русинова, И.П. Изучение взаимосвязи азотного и фосфорного питания растений (с применением ^{15}N и ^{35}P) / И.П. Русинова // Агрохимия. – 1977. – № 8. – С. 3–7.
2. Усманов, А.Н. Изучение взаимного влияния азота и фосфора при возрастающих их концентрациях в растворе на рост, развитие и продуктивность хлопчатника / А.Н. Усманов // Агрохимия. – 1980. – № 5. – С. 23–29.
3. Церлинг, В.В. Растение рассказывает о почве // Как определить потребность растений в удобрениях / В.В. Церлинг – М.: АН СССР, 1963. – 85 с.
4. Ермохин, Ю.И. Диагностика питания растений / Ю.И. Ермохин – Омск: ОмГАУ, 1995. – 208 с.
5. Ивойлов, А.В. Влияние погодных условий на эффективность отдельных видов и сочетаний удобрений при внесении под кукурузу в зоне неустойчивого увлажнения / А.В. Ивойлов // Агрохимия. – 1993. – № 8. – С. 58–65.

6. Никитишен, В.И. Плодородие почвы и устойчивость функционирования агроэкосистемы / В.И. Никитишен. – М.: Наука, 2002. – 258 с.

7. Никитишен, В.И. Минеральное питание кукурузы при взаимодействии азотного и фосфорного удобрения / В.И. Никитишен, В.И. Личко // Агрохимия. – 2012. – № 11. – С. 9–15.

8. Носко, Б.С. К вопросу об использовании искусственных агрохимических фонов при изучении эффективности удобрений / Б.С. Носко // Агрохимия. – 1975. – № 6. – С. 76–82.

9. Рослини. Визначення загальних форм азоту, фосфору, калію в одній наважці рослинного матеріалу: МВВ 31–497058–019–2005.

EFFECT OF AGROCHEMICAL BACKGROUND OF CHERNOZEM TYPICAL ON MINERAL NUTRITION OF MAIZE

Ya.S. Filimonchuk

Summary

The article presents the results of research the effect of agrochemical background of chernozem typical on the mineral nutrition level of maize during the vegetation and also modified of nutrition element loss by green mass in conditions of pot experiment.

Поступила 11.02.14

УДК 631.81.095.337:631.559:[633.112.9'324'+633.15]

ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ И КУКУРУЗЫ НА ДЕРНОВО- ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

И.Р. Вильдфлуш, Е.М. Мастерова

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Наряду с макроэлементами растениям необходимы микроэлементы, потребляемые ими в небольших дозах, но играющие важную роль в их жизнедеятельности: бор, медь, кобальт, цинк, молибден, йод, марганец и другие. Содержание их в растении исчисляется сотыми и тысячными долями процента,