

УДК 631.811.1:2:3

UDC 631.811.1:2:3

**БАЛАНС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В
ЦЧЗ**

**BALANCE OF NUTRITIONAL ELEMENTS IN
SOIL IN DEPENDENCE ON CULTIVATION
TEHNOLOGY OF AGRICULTURAL CROPS IN
CENTRAL CHERNOZEM REGION**

Азаров Владимир Борисович
д.с.-х.н., профессор
*Белгородская государственная
сельскохозяйственная академия, Белгород, Россия*

Azarov Vladimir Borisovich
Dr.Sci.Agr., professor
*Belgorod State agricultural academy, Belgorod,
Russia*

В статье представлены результаты исследования по определению баланса азота, фосфора и калия в черноземе типичном Белгородской области после двух ротаций полевых севооборотов при различных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Рассчитана интенсивность баланса элементов в почве и выявлена оптимальная агротехнология для бездефицитного баланса элементов питания растения

This article reviewed the results of analysis of a balance of nitrogen, phosphorus and potassium in chernozem (typical black leached soil of Belgorod region) after two crop rotations by different cultivation technologies of agricultural crops. The balance of nutritional elements has been calculated and the optimal agro technology for deficitless balance of plant nutritional elements determined

Ключевые слова: ЧЕРНОЗЕМЫ, БАЛАНС, АЗОТ, ФОСФОР, КАЛИЙ, АГРОТЕХНОЛОГИИ, ИНТЕНСИВНОСТЬ БАЛАНСА

Keywords: CHERNOZEM, BALANCE, NITROGEN, PHOSPHORUS, POTASSIUM, AGROTECHNOLOGY, INTENSIVE BALANCE

Вопросам сохранения и повышения почвенного плодородия всегда уделялось большое внимание со стороны землепользователей на всех этапах развития сельскохозяйственного производства. Обеспеченность почвы усвояемыми элементами минерального питания растений занимало одно из ведущих мест в характеристике любой почвы. В этой связи несомненный интерес представляет изменение количества биофильных элементов в почве с учетом различной антропогенной нагрузки. Выражением этого показателя является баланс элементов питания в почве при разных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Мы в своих исследованиях проследили за разностью приходной и расходной частями баланса по истечении 2-х ротаций экспериментальных севооборотов.

В Центрально-Черноземном регионе России вследствие недостаточного внесения органических и азотных удобрений баланс азота является дефицитным [9,11]. В наших исследованиях баланс азота

составлен с учетом реальных экспериментально установленных источников его прихода и расхода в почву. Поступление азота с атмосферными осадками принято равным 5 кг/га в год [3,10]. Размеры несимбиотической фиксации азота на всех вариантах опыта были приняты за 6 кг/га в год [5]. Поступление азота за счет симбиотической фиксации люцерны двух лет пользования принято за 122 кг/га, гороха-45 кг/га [2].

Величина газообразных потерь азота из минеральных удобрений принята за 20% от внесенного количества [7]. Органические удобрения в виде полуперепревшего подстилочного навоза КРС, применявшегося на опыте при рыхлом способе хранения теряют в среднем 30% азота [8].

Учитывая вышеизложенное и сопоставив имеющиеся у нас данные по количеству внесенных удобрений, урожайности сельскохозяйственных культур и их химическому составу мы получили данные по изменению количества азота по прошествии двух ротаций севооборотов.

Так, в зернотравяном севообороте в основном за счет симбиотической азотфиксации баланс азота даже на варианте с одинарной дозой минеральных удобрений, когда урожайность сельскохозяйственных культур резко возрастает при неадекватном поступлении в почву азота из удобрений баланс азота был стабильно положительным- 10-12 кг/га. Удвоение дозы минеральных удобрений позволило довести профицит баланса до 60 кг/га., что позволило не только получить дополнительную прибавку урожайности, но и создало предпосылки для расширенного воспроизводства плодородия почвы (табл.1).

Таблица 1- Баланс азота в экспериментальных севооборотах, кг/га в год

Навоз т/га с.п.	NPK доза*	Зернотравяной			Зернопропашной			Зернопаропро- пашной		
		В**	Б	М	В	Б	М	В	Б	М
0	1 доза	+10	+10	+12	-20	-19	-18	-56	-53	-50
	2дозы	+60	+60	+60	+45	+45	+46	-23	-22	-18
8	0	-6	-6	-5	-49	-47	-44	-59	-56	-55
	1 доза	+34	+33	+34	+1	+1	+3	-34	-32	-29
	2дозы	+84	+83	+58	+66	+66	+68	-9	-8	-8
16	0	+17	+16	+17	-25	-26	-24	-39	-35	-32
	1 доза	+59	+56	+57	+25	+24	+27	-11	-11	-9
	2дозы	+110	+108	+108	+89	+88	+90	+13	+14	+14
НСР ₀₅		14			11			8		

*- 1 доза минеральных удобрений:

зернотравяной севооборот N₅₄P₇₂K₇₂

зернопропашной севооборот N₇₂P₇₂K₇₂

зернопаропропашной севооборот N₆₄P₇₂K₇₂

** - В- вспашка, Б- безотвальная, М- минимальная обработка почвы

Внесение навоза в норме 8 т/га севооборотной площади в зернотравяном севообороте не позволило покрыть потребность растений в азоте, хотя величина потерь азота в этой ситуации не выглядит угрожающей- 5-6 кг/га в год. Однако, повышение нормы внесения навоза вдвое- до 16 т/га не обедняло почву, а напротив увеличило азотный фонд почвы на 16-17 кг/га. Совместное внесение органических и минеральных удобрений позволило зафиксировать устойчивый положительный баланс азота- при дозах, рассчитанный на простое воспроизводство плодородия почвы- 33-59 кг/га и на расширенное- 83-110 кг/га в год. Столь высокие показатели увеличения запасов азота в почве объясняются, помимо эффективного действия бобово-ризобиального комплекса люцерны, занимающей в этом севообороте 40% в структуре посевных площадей, также и непропорциональным ростом урожайности сельскохозяйственных культур, больше заметным на зерновых культурах сплошного сева (ячмень, озимая пшеница), когда избыточное минеральное питание, особенно в благоприятные по влагообеспеченности годы (за период

исследований таких было больше половины), провоцирует массовое полегание посевов и, как следствие, значительные потери при механизированной уборке и закономерное снижение продуктивности.

В зернопропашном севообороте, наиболее насыщенном как в энергетическом, так и в агрохимическом плане, складывается иная ситуация. В этом случае доза минеральных удобрений N_{72} не обеспечивает бездефицитного баланса азота- потери составили 18-20 кг/га. Аналогичная по результату картина прослеживается и на вариантах опыта с чисто органической системой удобрения- здесь дефицит азота составил 44-49 кг/га при одинарной дозе и 24-26 при двойной. Механизм данного процесса, на наш взгляд, объясняется не столько повышением продуктивности культур непосредственно от питательных веществ навоза, сколько активизацией специфической микробиологической деятельности почвы, повлекшей за собой минерализацию органического вещества, в свою очередь сопровождающуюся ростом урожайности и выноса питательных веществ.

Минеральные удобрения в удвоенной дозе пополнили азотный фонд почвы на 45 кг/га, что объясняется превышением прихода азота с удобрениями над его расходом на формирование урожая.

Органо-минеральная система удобрения, включающая в себя внесение 8 т/га севооборотной площади навоза и одинарной дозы минеральных удобрений по прошествии двух ротаций зернопропашного севооборота способствовала сохранению азотного фонда почвы в первоначальном состоянии- баланс азота был почти нулевым- 1-3 кг/га. Увеличение дозы навоза вдвое при аналогичной дозе NPK показало, что почва каждый год обогащается на 24-27 кг/га. При условии применения под сельскохозяйственные культуры зернопропашного севооборота повышенных доз минеральных удобрений баланс азота становится резко положительным с величинами от 66 до 90 кг/га в зависимости от нормы

навоза и способа основной обработки почвы, которые, впрочем, не оказали существенного влияния на изучаемый показатель.

Зернопаропропашной севооборот характеризуется высокой насыщенностью пропашными культурами (80% в структуре посевных площадей), частыми механическими обработками в период вегетации культур, а также активной минерализацией органического вещества почвы в силу указанных причин.

Пропашные культуры, требовательные к минеральному питанию, особенно азотному, формируют на удобренных делянках значительный урожай, с которым выносится адекватное количество азота, восполняемого внесением удобрений лишь частично. В этом севообороте лишь на делянках максимальной агрохимической насыщенности (двойные дозы навоза и NPK) нами отмечен слабopоложительный баланс азота-13-14 кг/га. На остальных вариантах опыта, в том числе и при других комбинациях органно-минеральной системы удобрения получен отрицательный баланс, колеблющейся от 8-11 кг/га (навоз + NPK) до 50-59 кг/га при раздельном внесении органических и минеральных удобрений в дозах, рассчитанных на простое воспроизводство почвенного плодородия.

В целом анализируя данные по балансу азота за две ротации севооборотов необходимо отметить огромную позитивную роль многолетних бобовых трав с точки зрения азотного режима почвы, когда даже при умеренных дозах удобрений получается высокая продуктивность и создаются условия для расширенного воспроизводства плодородия почвы. зернопропашной севооборот, несмотря на вовлечение горохом в хозяйственный круговорот 45 кг/га биологического азота, нуждается для поддержания запасов азота в почве в органно-минеральной системе удобрения, либо в дифференцированной, научно обоснованной системе удобрения минеральными туками, когда доза рассчитывается с учетом выноса азота планируемым урожаем.

Достаточная обеспеченность почвы доступными для растений формами фосфорных соединений и восполнение запасов фосфора, отчуждающихся с выносом товарной части урожая является приоритетным направлением в агрохимии, ввиду чрезвычайной важности этого элемента для нормальной жизни и деятельности сельскохозяйственных культур. Однако иных, сколь-нибудь существенных, источников для растений кроме почвенных запасов и внесенных удобрений нет. Именно по динамике изменения содержания фосфора в почве можно делать вывод о культуре земледелия независимо от форм хозяйствования.

В ЦЧЗ, начиная с 1976 года, баланс фосфора стал положительным. В среднем возмещение выноса фосфора оставляло 129% [9]. Однако, в последние годы объем применения минеральных удобрений резко сократился и баланс фосфора стал отрицательным [1].

Мы, в своих расчетах, основываясь на справочных данных [12] приняли поступления фосфора с семенами за 1,6 кг/га в год и с атмосферными осадками в среднем 0,4 кг/га [3].

Несмотря на различный набор сельскохозяйственных культур и специализацию, изучаемые в опыте типы севооборотов по влиянию на изменения содержания фосфора имеют ряд общих закономерностей.

Так, в целом при наличии в технологии возделывания культур минеральных удобрений, даже в умеренных дозах, во всех 3-х экспериментальных севооборотах складывается положительный баланс фосфора как при органно-минеральной системе удобрения, так и при условии их внесения на безнавозном фоне. На делянках, где схемой опыта предусматривается внесение одинарной дозы NPK, профицит баланса фосфора составил 35-36; 42-43 и 16-19 кг/га в зернотравяном, зернопропашном и зернопаропропашном севооборотах соответственно (табл. 2). Учитывая, что доза фосфорных удобрений на всех севооборотах идентичная, разницу в величинах выноса можно объяснить следующими

причинами: в зернотравяном севообороте многолетние бобовые травы (люцерна) для своей жизнедеятельности расходуют большое количество фосфора, которое сосредотачивается, в основном в товарной, надземной части растения (содержание $P_2 O_5$ в сене составляет, в среднем 1,0 %), зернопаропропашной севооборот также насыщен культурами, требовательными к фосфорному питанию (сахарная свекла, кукуруза).

Таблица 2- Баланс фосфора в экспериментальных севооборотах, кг/га в год

Навоз т/га с.п.	НРК Доза*	Зернотравяной			Зернопропашной			Зернопаропропашной		
		В**	Б	М	В	Б	М	В	Б	М
0	1доза	+35	+35	+36	+42	+43	+43	+16	+17	+19
	2дозы	+100	+100	+100	+126	+126	+126	+76	+77	+79
8	0	-7	-7	-7	-18	-17	-16	-24	-23	-22
	1доза	+54	+54	+54	+60	+60	+61	+34	+35	+37
	2дозы	+119	+118	+119	+144	+144	+144	+95	+96	+96
16	0	+11	+10	+11	0	0	+1	-8	-5	-5
	1доза	+73	+71	+72	+78	+78	+79	+52	+52	+53
	2дозы	+138	+137	+137	+162	+161	+162	+113	+113	+114
НСР ₀₅		8			7			6		

Применяющийся в опыте полуперепревший подстилочный навоз КРС является, в основном, азотно-калийным удобрением. Содержание доступных соединений фосфора в нем не превышает 0,25%. Все это не замедлило сказаться на величинах баланса фосфора на чисто органическом фоне питания растений. По остальным фонам удобренности баланс фосфора был стабильно положительным, причем его величина была пропорциональна количеству внесенных минеральных фосфорных удобрений, о чем свидетельствуют данные по интенсивности баланса фосфора. Так, при органно-минеральной системе удобрения при внесении в почву P_{72} положительный баланс ангидрида фосфорной кислоты был зафиксирован на отметках 34-61 кг/га, при интенсивности баланса 105-109 %, а при удвоении дозы 95-162 кг/га и 114-124 % соответственно, в зависимости от типа севооборота и способа основной обработки почвы. увеличение количества фосфора, пополнившего почвенные запасы,

проходило по нарастающей в ряду севооборотов: зернопаропропашной-зернотравяной- зернопропашной.

Почвы Белгородской области имеют достаточные валовые запасы калия, однако подавляющее большинство его находится в недоступной для растений форме и входит в состав кристаллической решетки минералов почвообразующих пород, в частности, монтмориллонита. Поэтому с точки зрения сельскохозяйственного товаропроизводства наиболее интересными представляются исследования, связанные с изменением запасов обменного калия, представленного в почвенно-поглощающем комплексе одновалентными катионами со способностью переходить в почвенный раствор.

В целом в ЦЧЗ баланс калия всегда был отрицательным. По данным И. Д. Рудая [9], вынос калия в зоне возмещается на 80,5%. Однако благодаря хорошей обеспеченности черноземов обменным калием [1] (среднее его содержание составляет 128 мг/кг) данный факт пока не вызывает серьезных опасений [6].

Воспользовавшись справочными данными и основываясь на результатах исследований ряда авторов [12] мы в своих расчетах приняли равным поступление калия с семенами сельскохозяйственных культур за 4 кг/га в год, а с атмосферными осадками в среднем 2 кг/га в год [3].

Набор культур в экспериментальных севооборотах предопределяет значительные величины выноса калия с основной, и в большей степени, с побочной продукцией.

Как свидетельствуют данные таблицы 3 в сложившейся ситуации применение умеренных доз минеральных удобрений не обеспечивает пополнение почвенных запасов в связи с большим выносом калия с резко возросшей массой урожая- дефицит баланса составил 15-24 кг/га.

Таблица 3- Баланс калия в экспериментальных севооборотах, кг/га в год

Навоз т/га с.п.	НРК Доза*	Зернотравяной			Зернопропашной			Зернопаропропашно й		
		В**	Б	М	В	Б	М	В	Б	М
0	1доза	-23	-24	-22	-18	-16	-15	-24	-23	-20
	2дозы	+35	+34	+34	+59	+60	+61	+31	+31	+34
8	0	-28	-28	-26	-38	-38	-35	-29	-28	-25
	1доза	+20	+19	+19	+23	+23	+25	+17	+19	+21
	2дозы	+78	+76	+79	+100	+101	+103	+75	+75	+76
16	0	+14	+14	+14	+4	+3	+5	+14	+15	+18
	1доза	+64	+61	+62	+67	+66	+70	+62	+62	+64
	2дозы	+122	+120	+120	+144	+144	+145	+119	+118	+117
НСР ₀₅		27			34			26		

Аналогичная ситуация с еще более напряженными величинами баланса складывается и на органической системе удобрения с нормой навоза 8 т/га севооборотной площади- 25-38 кг/га. Объясняется это неадекватным поступлением доступного калия с органическими удобрениями по сравнению с выносом его урожаем.

Внесение органических удобрений при дозе 16 т/га севооборотной площади способствует созданию слабоположительного баланса калия в экспериментальных севооборотах, причем в зернопропашном севообороте почвенные запасы калия пополнились за 2 ротации на ничтожную величину- 3-5 кг/га, в 2-х других севооборотах показатели прибавки калия были более весомы, хотя и не на много- 14-18 кг/га.

Дозы минеральных удобрений, рассчитанные на простое воспроизводство плодородия почвы, при органо-минеральной системе удобрения наряду с увеличением роста урожайности сельскохозяйственных культур, сформировали положительный баланс калия в севооборотах, который составил 17-25 кг/га при одинарной дозе навоза и 61-70 при двойной.

Двойные дозы минеральных удобрений, главным образом за счет неадекватного роста урожайности пополнили почвенные запасы обменного калия на 34-35кг/га в зернотравяном севообороте, 59-61- в зернопропашном и 31-34 в зернопаропропашном севообороте как видно из приведенных данных в зернопропашном севообороте величина

пополнение я калийного фонда почвы почти в 2 раза выше. С аналогичной закономерностью мы столкнулись и в отношении баланса подвижного фосфора и, на наш взгляд, приемы, описанные выше, имели место и в данном, конкретном случае.

В целом, на наш взгляд для стабилизации и повышения обеспеченности чернозема типичного обменным калием при одновременном получении достаточного количества конкурентно способной продукции целесообразно применение умеренных доз калийных удобрений с внесением 8 т/га севооборотной площади органических удобрений.

Список использованной литературы

1. Авраменко П.М., Лукин С.В., Ероховец М.А. Динамика агрохимического состояния пахотных почв Белгородской области // Материалы Всероссийской конференции «Теория и практика использования агрохимических средств в современном земледелии ЦЧЗ России». – Белгород, 2002. – с.3-23.
2. Азаров Б.Ф. Симбиотический азот в земледелии Центрально-Черноземной зоны России // Автореферат дисс....доктора с.х.наук. – М., 1995. – 40с.
3. Азаров В.Б., Соловиченко В.Д. Поступление биофильных элементов в почву с атмосферными осадками в ЦЧЗ // Материалы 3-го съезда почвоведов – Суздаль, 2000. – с.18-20.
4. Державин Л.М. Научное обозначение повышения плодородия почв в современных условиях. // Агрохимический вестник. 1997. № 5.
5. Иванова Т.И. Прогнозирование эффективности удобрений с использованием математических моделей. – М.: Агропромиздат, 1989. – 325с.
6. Каштанов А.Н. Явтушенко В.Е. Агроэкология почвенных склонов. – М.: Колос, 1997.- 270с.
7. Кореньков Д.А. Минеральные удобрения при интенсивных технологиях. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 192с.
8. Научно-обоснованная система земледелия Белгородской области. Справочное пособие / П.Г. Акулов, Н.М. Доманов, Б.Ф. Азаров и др.. – Белгород, 1990. – 342с.
9. Рудай И.Д. Агроэкологические проблемы повышения плодородия почв. – М.: Россельхозиздат, 1985. 255с.
10. Селезнева Е.С. Поступление в почву связанного азота с атмосферными осадками в разных районах СССР // Эффективность удобрений по зонам страны. – М., 1973, вып. 22. – с.80-85.
11. Щербаков А.П., Васенев И.И. Агроэкологическое состояние почв ЦЧО. – Курск, 1996. – 326с.
12. Юшкевич И.А., Алексейчик И.А. Миграция азота, фосфора и калия в дерново-подзолистых песчаных почвах Белоруссии // Тезисы докладов 5 съезда ВОП. – Минск, 1977. – Т.3.с. 29-32.