

Влияние биологизации систем воспроизводства почвенного плодородия и технологий на обеспеченность чернозёма обыкновенного обменным калием и продуктивность полевых культур в Среднем Поволжье

*А.П. Чичкин, д.с.-х.н., О.И. Горянин, к.с.-х.н.,
ФГБНУ Самарский НИИСХ*

Чернозёмы Среднего Поволжья обладают относительно большим резервом основных питательных веществ, в том числе и калия, которых вполне достаточно для получения хороших урожаев даже очень требовательных к плодородию почв культур в течение длительного промежутка времени [1].

Обеспеченность растений элементами питания зависит не столько от их общего запаса в почве, сколько от содержания в ней доступных растениям форм.

Поэтому одной из основных задач земледелия является разработка приёмов повышения доступности растениям питательных веществ почвы. В решении этой проблемы важнейшая роль принадлежит обработке почвы и применению удобрений, которые позволяют регулировать интенсивность микробиологических процессов, изменение в лучшую сторону пищевого, водно-воздушного и теплового режимов почвы [2–5].

Результаты предыдущих исследований о влиянии систем обработки почвы на обеспеченность почв обменным калием весьма противоречивы. Однако установлено, что новые технологии, основанные на минимальных обработках, не только экономят ресурсы, но и в большей степени, чем традиционные, отвечают требованиям природоохранного земледелия [6–8].

Исходя из ресурсного обеспечения сельского хозяйства основой воспроизводства почвенного плодородия в настоящее время должны стать биологические приёмы и способы решения проблемы (полное использование имеющихся в хозяйстве органических удобрений, посев сидератов, многолетних трав, использование ПКО и соломы в качестве удобрения). Влияние этих факторов

на калийный режим почвы в Среднем Поволжье изучено недостаточно.

Цель наших исследований – установить влияние современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, факторов биологизации и минеральных удобрений на урожайность культур и обеспеченность чернозёма обыкновенного обменным калием.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в многолетних стационарах отдела земледелия Самарского НИИСХа (1998–2010 гг.).

Почва опытного участка – террасовый среднесуглинистый обыкновенный чернозём с содержанием гумуса – 4,49%, гидролизуемого азота – 35 мг/кг, подвижных фосфатов – 200 мг/кг, обменного калия – 150 мг/кг почвы.

Изучали полевые севообороты: зернопаровой (пар чистый – озимая пшеница – яровая пшеница – ячмень), сидеральный (пар сидеральный – яровая пшеница – кукуруза – яровая пшеница), зернотравяной (многолетние травы – многолетние травы – яровая пшеница – ячмень с подсевом многолетних трав).

Влияние минеральных удобрений и средств биологизации на калийный режим почвы исследовали на четырёх фонах интенсивности использования пашни:

– контрольный (без удобрений и химических средств защиты растений);

– минимальный (измельчённая солома зерновых на удобрение, рядковое удобрение – P_{10-15} ; прикорневая подкормка озимых – N_{30-40});

– средний, общепринятый (дозы удобрений с учётом возмещения выноса питательных веществ урожаем);

– интенсивный (дозы удобрений под урожай на уровне биоклиматического потенциала продуктивности пашни (БКП)).

В семипольном севообороте (пар чистый – озимая пшеница – просо – яровая пшеница – кукуруза (с 2006 г. сидеральный пар) – яровая пшеница – яровой ячмень) изучали влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на содержание обменного калия в почве со следующими системами основной обработки почвы:

I. Ежегодная вспашка под все культуры севооборота (контроль);

II. Дифференцированная 1 (под пары – глубокое рыхление, под зерновые – минимальная обработка);

III. Постоянная минимальная обработка под все культуры севооборота;

IV. Дифференцированная 2 (под сидеральный пар – глубокое рыхление, под яровые зерновые – прямой посев).

В качестве факторов воспроизводства почвенного плодородия были использованы измельчённая солома и ПКО сидератов и многолетних трав, минеральные удобрения.

Наблюдения за содержанием обменного калия проводили в два срока: во время посева яровых зерновых культур и после уборки урожая (ГОСТ 26.204-91). Данные по учёту урожая зерна и результаты других наблюдений обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову на ЭВМ с использованием программы AGROS ver. 2.09.

Центральная зона Самарской области, где проводились исследования, расположена между северной и южной зонами. Среднегодовое количество осадков составляет 400–550 мм. Почвенный покров представлен в основном типичными, обыкновенными и выщелоченными чернозёмами. Доминируют среднегумусные средней мощности среднесуглинистые, глинистые и тяжелосуглинистые чернозёмы. Значительные площади расположены на относительно выровненных землях.

Результаты исследований. Длительное применение удобрений приводило к увеличению в почве обменного калия во всех изучаемых севооборотах. Наибольшее содержание подвижных форм калия отмечено на среднем и интенсивном фонах по всем срокам наблюдений при несущественной разнице между фонами.

За счёт использования средств биологизации в сидеральном и зернотравяном севооборотах урожайность яровой пшеницы увеличилась с 1,56 до 1,66 т/га, ячменя – с 2,00 до 2,40 т/га.

Наиболее значимые прибавки урожая от удобрений получены в зернопаровом севообороте

(по озимой пшенице – 0,42–0,44 т/га, ячменю – 0,78–0,97 т/га). В севообороте с сидеральным паром удобрения повысили урожайность яровой пшеницы на 0,42–0,51 т/га (на 26,5–32,2%).

В расчёте на 1 га севооборотной площади использование средств интенсификации увеличило выход продукции в зернопаровом севообороте на 0,21–0,52 т/га зерновых единиц, в сидеральном – на 0,26–0,61 т/га З.Е., в зернотравяном – на 0,18–0,48 т/га З.Е. (табл.).

Наибольшая величина оплаты питательных веществ удобрений урожаем установлена при минимально необходимом уровне интенсификации в сидеральном и в зернотравяном севооборотах соответственно 8,7 и 7,3 кг/кг д.в. В опытах отмечено закономерное снижение оплаты урожаем питательных веществ при повышении доз вносимых удобрений.

После прохождения трёх ротаций севооборота в образцах почвы определено содержание гумуса, подвижных форм азота, фосфора и калия. В сидеральном и зернотравяном севооборотах поступление в почву свежего органического вещества (ПКО + солома) за период (1999–2008) превысило контроль (зернопаровой севооборот) на 24,631,0 т/га, что позволило сократить ежегодные потери гумуса на 0,150–0,240 т/га.

Дополнительное поступление в почву свежего органического вещества и снижение потерь гумуса позволили одновременно с ростом урожаев повысить обеспеченность почвы калием, использование его из удобрений. Калий и фосфор удобрений оказали равноценное влияние на урожайность ярового ячменя (14,6–14,8% в общем приросте урожая от удобрений). На посевах озимой пшеницы, кукурузы и яровой пшеницы после кукурузы калий по влиянию на урожай перешёл во второй минимум после азота. Долевое участие элементов питания в прибавке урожая этих культур по калию составило соответственно 26,4; 15,0 и 28,2%; по фосфору – 19,3; 9,5% и 16,7%.

Вынос калия за 12 лет исследований культурами зернопарового севооборота был равен 341,7–631,8 кг/га, сидерального – 499,8–693,3 кг/га, зернотравяного – 527,1–737,4 кг/га, или 38,0–70,2; 55,5–77,0 и 58,6–81,9 кг/га в год с 1 га уборочной площади. Наибольшим он был при посеве высокопродуктивных культур: кукурузы (103,2–134,2 кг/га) и озимой пшеницы (45,2–87,1 кг/га). Коэффициент использования калия из удобрений при этом составил соответственно 77,5–86,0 и 18,8–21,0%

Продуктивность биологизации систем воспроизводства почвенного плодородия при различных уровнях интенсивности использования пашни, т/га З.Е. (1999–2008 гг.)

Севооборот	Уровень интенсивности использования пашни				НСР ₀₅ среднее
	контрольный (без удобрений)	минимально необходимый	средний общепринятый	интенсивный	
Зернопаровой (контроль)	1,94	2,15	2,40	2,46	0,09
Сидеральный	2,18	2,44	2,68	2,79	0,06
Зернотравяной	2,23	2,41	2,63	2,71	0,11

и изменялся в зависимости от уровня урожая, погодных условий, доз удобрений.

Баланс калия в проведённых опытах был отрицательным. За три ротации зернопарового севооборота при внесении с удобрениями 330 кг/га K_2O вынос с урожаем составил 491,1 кг/га. Интенсивность баланса калия была равна 67,2%, дефицит калия составил 17,9 кг/га в год.

В сидеральном и зернотравяном севооборотах в связи с ростом урожаев и генетически обусловленным в растениях соотношением N:P:K отрицательный баланс калия сохранялся. При складывающихся в Заволжье гидротермических условиях без поступления извне обменный калий за счёт естественных процессов не восстанавливался полностью, что приводило к накоплению отрицательных последствий и уменьшению его количества в почве. При дополнительном поступлении органического вещества (ПКО многолетних трав и зелёной массы сидератов) в зернотравяном и сидеральном севооборотах сформировалась более высокая обеспеченность почв обменным калием в сравнении с зернопаровым, что составило 146–151 мг/кг почвы.

Полученные в опытах данные позволили рассчитать эффект мобилизации необменного калия почвы. В среднем за год без применения удобрений переход труднообменного калия в обменный, а затем в водорастворимый составил 38–54 кг/га. Наиболее активно эти процессы проходили при поступлении в почву свежего органического вещества.

Длительное применение минимальных и дифференцированных обработок почвы в технологиях нового поколения с применением в качестве удобрений измельчённой соломы, по сравнению с традиционной, обеспечивало в наших исследованиях математически доказуемое улучшение калийного режима почвы.

В среднем за годы исследований наибольшее содержание обменного калия в весенний период выявлено при применении технологии с дифференцированными обработками почвы – 185–189 мг/кг почвы (II, IV вар.), что на 20,1–22,7% выше контроля. Применение постоянных минимальных обработок почвы в севообороте имело по сравнению с контролем преимущество в годы с недостаточным количеством осадков во вневегетационный период.

В период посева яровой пшеницы, ярового ячменя и на чистом пару обеспеченность почв обменным калием в вариантах II, IV составила 169–196 мг/кг почвы, что на 14–50 мг/кг (9,0–32,9%) превышало контроль. Во время кушения озимой пшеницы достоверное увеличение K_2O – на 27 мг/кг почвы (18,8%) по сравнению с контролем установлено на варианте с дифференцированной обработкой 1.

В годы с количеством осадков во вневегетационный период выше нормы обеспеченность почв подвижным калием в меньшей степени зависела от технологий возделывания. Математически доказуемое увеличение в почве K_2O по сравнению с

контролем установлено на варианте с дифференцированной обработкой 2 (вар. IV) – на 34 мг/кг почвы (21,8%).

После уборки сельскохозяйственных культур наибольшее содержание K_2O наблюдалось на вариантах с дифференцированными обработками почвы в севообороте (185–187 мг/кг почвы). При постоянной мелкой обработке в севообороте исследуемый показатель снижался на 13–15 мг/кг (7,6–8,7%). Наименьшее содержание обменного калия выявлено в контроле (156 мг/кг почвы).

При лучшей обеспеченности обменным калием наибольшая урожайность озимой пшеницы получена на варианте с дифференцированной обработкой 12,32 т/га, что на 2,2–11,5% превышало этот показатель на остальных вариантах. Урожайность других культур севооборота в зависимости от изучаемых технологий изменялась незначительно.

В среднем по севообороту современные технологии, благодаря оптимизации агрохимических свойств почвы, обеспечили равную продуктивность севооборота с традиционной технологией возделывания 1,73–1,82 т/га, при наибольших показателях на варианте с дифференцированной обработкой 1.

Выводы. Таким образом, по данным проведённых исследований, длительное применение удобрений на чернозёмных почвах приводило к увеличению в почве обменного калия во всех изучаемых севооборотах. Наибольшее содержание подвижных форм калия отмечено на среднем и интенсивном фонах по всем срокам наблюдений при незначительной разнице между фонами. Применение современных технологий с использованием в качестве удобрений соломы по сравнению с технологией, где применялась вспашка, обеспечило увеличение в весенний период содержания обменного калия в среднем за годы исследований на 14,9–22,7%, в годы с недостаточным количеством осадков во вневегетационный период – на 16,3–25,3%. Благодаря оптимизации агрохимических свойств почвы современные технологии обеспечили равную с традиционной технологией продуктивность пашни 1,73–1,82 т/га.

Литература

1. Панников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрения и урожай. М.: Агропромиздат, 1987. 512 с.
2. Казаков Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье: монография. Самара: Изд-во Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2008. 251 с.
3. Горянин О.И., Чичкин А.П., Обушенко С.В. Агрохимические свойства чернозёма обыкновенного при биологизации систем воспроизводства почвенного плодородия в Среднем Поволжье // Аграрный научный журнал. 2012. № 12. С. 17–20.
4. Каштанов В.В. Научно-методические основы современных систем земледелия. М.: Агропромиздат, 1988. 32 с.
5. Кирюшин В.И., Данилова А.А. Биологическая активность выщелоченного чернозёма Приобья // Почвоведение. 1990. № 9. С. 79–86.
6. Горянин О.И., Корчагин В.А., Цунин А.А. Технологические комплексы нового поколения возделывания зерновых культур в чернозёмной степи Среднего Поволжья // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 5. С. 47–49.
7. Концепция формирования современных ресурсосберегающих комплексов возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье / науч. ред., сост. В.А.Корчагин. Изд. 2-е., перераб. и доп. Самара, 2008. 88 с.
8. Чичкин А.П. Система удобрений и воспроизводство плодородия обыкновенных чернозёмов Заволжья. М.: РАСХН, 2001. 250 с.