

интенсивности применения калийных удобрений//Проблемы агрохимии и экологии. – 2018. – №3. – С. 16-21.

11. Лукин С.М., Марчук Е.В., Золкина Е.И., Климина Ю.М. Продуктивность зернопропашного севооборота при длительном применении различных систем удобрения на дерново-подзолистой супесчаной почве // Агрохимия. – 2018. – № 2. – С. 71-78.

12. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы/Под ред. В.Ф. Федоренко, А.А. Завалина, Н.З. Милащенко. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 395 с.

13. Лейних П.А. Влияние минеральных удобрений на калийный режим в дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве опытного поля ГНУ «Пермский НИИСХ» Россельхозакадемии//Пермский аграрный вестник. – 2013. – №2. – С. 25-29.

14. Налиухин А.Н., Веденеева Н.В. Калийный режим дерново-подзолистых почв льноводческих районов Вологодской области и эффективность калийных удобрений в посевах льна-долгунца//Агрохимия. – 2012. – №12. – С. 24-30.

15. Никитина Л.В., Романенков В.А., Иванова С.Е. Обеспеченность выщелоченного чернозёма калием и калийное питание сахарной свёклы// Проблемы агрохимии и экологии. – 2019. – №4. – С. 3-7.

16. Иванова С.Е., Романенков В.А., Никитина Л.В. Первые результаты научного проекта по совершенствованию рекомендаций по внесению калийных удобрений в России// Вестник Международного института питания растений. – 2016. № – С. 63-66.

17. Иванова С.Е., Лукин С.В. Совершенствование минерального питания сои в Белгородской области//Питание растений. – 2018. – №4. – С. 2-4.

POTASSIUM IN PLANT NUTRITION AND EFFECTIVENESS OF POTASSIUM FERTILIZERS

L.V. Nikitina *ved.N.S.*, *Candidate of Biological Sciences*, M.V. Belichenko *ved.N.S.*,

Candidate of Biological Sciences, All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov
127434, Moscow, Pryanishnikova str., 31a, E-mail kalinik@bk.ru

The active role of potassium in plant metabolism has been demonstrated. The functioning of agrocenoses in conditions of a deficient potassium balance is based on the systematic alienation of large quantities of K₂O from the upper arable layer and the formation of the crop largely occurs due to other non-exchangeable forms of potassium, more firmly associated with the mineral part of the soil, while the intensity of mobilization of non-exchangeable potassium was 80-99% from the total removal of potassium. The application of potassium fertilizers, both on soils poorly supplied with potassium and on soils with a high content of potassium, is an effective method, because contributes to increased crop yields and improved product quality.

Key words: long-term experiments, exchangeable potassium, non-exchangeable potassium, effectiveness of potassium fertilizers, doses of potassium fertilizers, sugar beets, soybeans, corn, potatoes.

УДК: 631.212633

DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.02

КАЛИЙ В СИСТЕМЕ УДОБРЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В.Г. Сычев¹, акад. РАН, В.В. Лапа², акад. НАН Беларуси, А.Р. Цыганов³, акад. НАН Беларуси, А.А. Цыганова⁴, к.с.-х.н., Т.Г. Синевич⁵, к.с.-х.н.

¹ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт имени Д.Н. Прянишникова, 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31А

² Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, г. Минск

³ УО Белорусский государственный технологический университет им. С.М. Кирова

⁴ Белорусский национальный технический университет

⁵ УО Гродненский государственный аграрный университет

Приведена динамика подвижного калия в пахотных почвах Республики Беларусь за период с 1966 по 2020 г. Установлено, что за указанный период содержание подвижного калия возросло с 67 мг/кг почвы в 1970 г. до 207 мг/кг почвы в 2020 г. Положительная динамика калия в пахотных почвах обусловлена использованием калийных и органических удобрений, а также постоянным применением органических удобрений. При возделывании сельскохозяйственных культур на загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС радионуклидами землями вносят дополнительные дозы (от 20 до 60 кг д.в./га) калийных удобрений для снижения перехода цезия-137 в растениеводческую продукцию. В системе применения калийных удобрений под сельскохозяйственные культуры на пахотных почвах необходимо улучшить соотношение между фосфором и калием, что возможно при переходе на более широкое использование комплексных форм минеральных удобрений.

Ключевые слова: калий, система удобрения, агрохимическое обследование, элементы питания растений, пахотные почвы.

Для цитирования: Сычев В.Г., Лапа В.В., Цыганов А.Р., Цыганова А.А., Синевич Т.Г. Калий в системе удобрения сельскохозяйственных культур в республике Беларусь. // Плодородие. – 2023. – №6. – С. 8-11. DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.02.

Применение калийных удобрений в системе удобрения сельскохозяйственных культур – важный фактор их урожайности и повышения плодородия почв Республики Беларусь. Дерново-подзолистые почвы, преобладающие в структуре пахотных земель Республики Беларусь, изначально характеризовались низким содержанием подвижного калия. В период первого тура

агрохимического обследования, совмещенного с почвенным обследованием 1966-1970 г., содержание подвижного калия в пахотных почвах составляло 67 мг/кг почвы, а почвы с низким (менее 140 мг/кг почвы) содержанием калия занимали 88,0% пашни (рис. 1, 2). В этот период в расчете на 1 га пахотных почв применяли только 42 кг д.в. калийных удобрений (рис. 3).

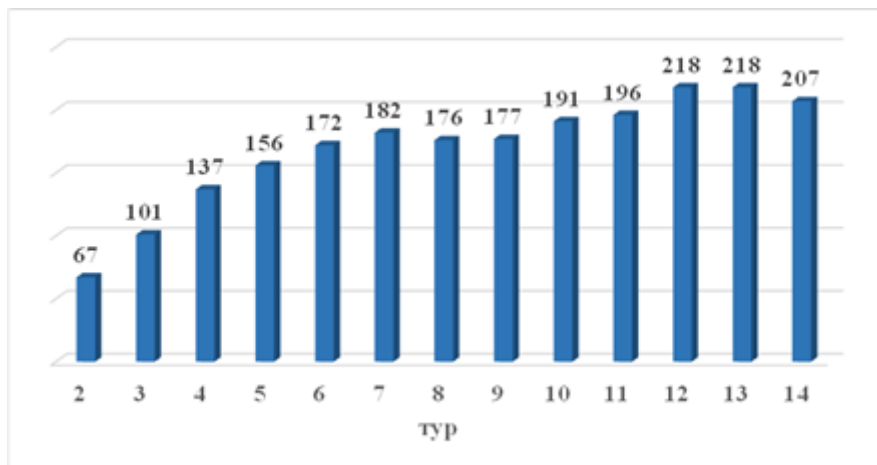


Рис. 1. Динамика содержания подвижного калия в пахотных почвах Республики Беларусь по турам крупномасштабного агрохимического обследования, мг/кг почвы

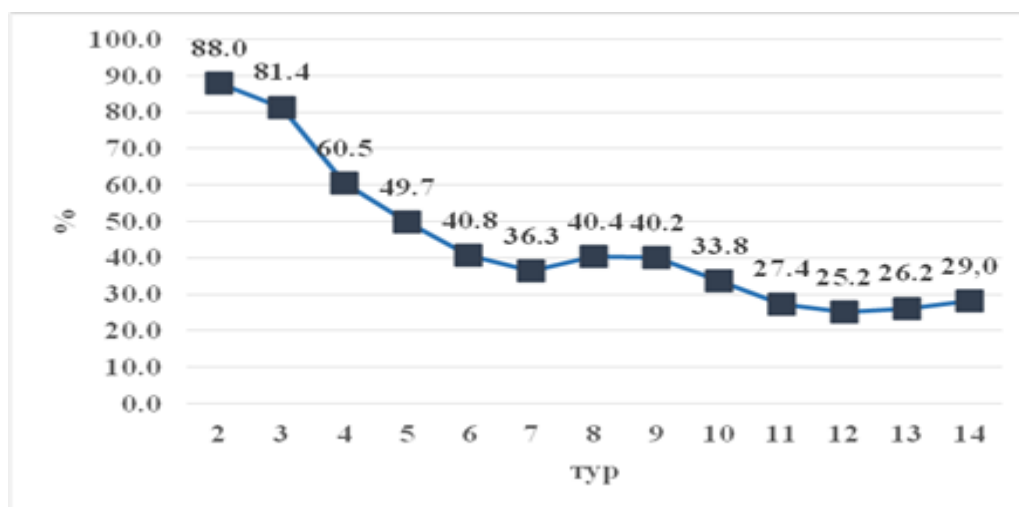


Рис. 2. Динамика низкообеспеченных калием почв (менее 140 мг/кг) по турам крупномасштабного агрохимического обследования

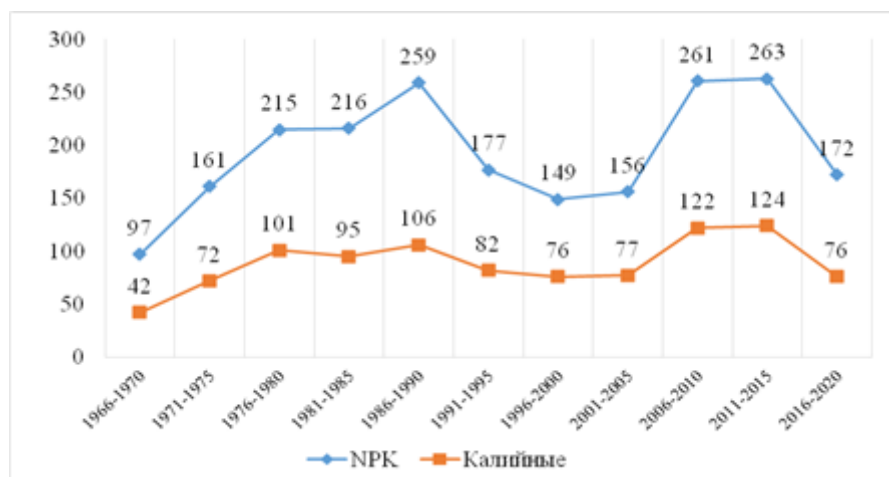


Рис. 3. Динамика применения калийных удобрений (кг д.в./га) на пахотных почвах Республики Беларусь

Недостаточная обеспеченность почв подвижным калием, как и другие неблагоприятные агрохимические показатели, в тот период существенно ограничивали урожайность сельскохозяйственных культур. Кроме того, отмечалась и низкая эффективность применяемых калийных удобрений, которая обуславливалась как недостаточными дозами, вносимыми под сельскохозяйственные культуры, так и потерями калия из почвенного поглощающего комплекса в результате выщелачивания. По данным многолетних лизиметрических

исследований в течение 35 лет, ежегодное вымывание калия с атмосферными осадками из пахотного слоя в нижележащие горизонты на дерново-подзолистых суглинистых почвах составляет 6,7 кг д.в./га, супесчаных – 32,5, песчаных – 47,6 кг д.в./га [1].

Динамика изменения содержания подвижного калия в пахотных почвах в последующие годы находилась в прямой зависимости от объемов применения калийных удобрений. В период с 1971 по 1990 г. внесение калийных удобрений на пахотных почвах постоянно увеличивалось

и достигло 106 кг д.в/га (рис. 3), а содержание подвижного калия возросло с 67 до 182 мг/кг почвы. Близкий к оптимальному уровень применения калийных удобрений – 122-124 кг д.в/га положительно отразился и на состоянии обеспеченности пахотных почв подвижным калием, которое достигло 218 мг/кг почвы и превысило нижнюю границу оптимальных параметров для дерново-подзолистых почв (200-300 мг/кг почвы). Следует отметить, что в расчете на 1 га пахотных почв в этот период ежегодно применялось более 10 т органических удобрений, что также

способствовало накоплению содержания калия в пахотных почвах (рис. 4).

В настоящее время, по данным крупномасштабного агрохимического обследования почв [2], содержание подвижного калия в пахотных почвах составляет 207 мг/кг почвы, а количество почв с очень низким содержанием калия (менее 80 мг/кг почвы) – 6,5% (табл. 1). В то же время 44,8% пахотных почв характеризуются оптимальным содержанием подвижного калия (более 200 мг/кг почвы).



Рис. 4. Внесение органических (т/га) удобрений под все сельскохозяйственные культуры на почвах пахотных земель Республики Беларусь

1. Распределение пахотных почв Беларуси по содержанию подвижного калия (2020 г.)

Область	По группам содержания K_2O , %						2013-2016 г.		2017-2020 г.
	I	II	III	IV	V	VI	Средневзвеш. K_2O , мг/кг почвы	Слабообеспечен. I группа, %	Средневзвеш. K_2O , мг/кг почвы
	<80	81-140	141-200	201-300	301-400	>400			
Брестская	6,4	25,4	30,7	27,4	7,8	2,3	194	6,7	185
Витебская	6,8	27,1	28	26	8,1	4,0	212	5,5	190
Гомельская	13,6	23,2	21,9	23,5	11,5	6,3	214	9,2	197
Гродненская	4,2	22,4	32,1	31,5	7,6	2,2	192	5,1	196
Минская	3,0	18,9	23,1	25,6	18,6	10,8	255	2,4	241
Могилевская	6,3	19,5	23,8	30,2	13	7,2	225	6,3	214
Беларусь	6,5	22,5	26,3	27,2	11,7	5,9	218	5,6	207

Система применения калийных удобрений под сельскохозяйственные культуры построена на принципах возмещения выноса калия с урожаем с дифференциацией применяемых доз в зависимости от содержания этого элемента в почвах. Нормативы удельного выноса элементов питания с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции установлены в многолетних полевых опытах и используются при расчете оптимальных доз минеральных удобрений.

Сельскохозяйственные культуры характеризуются высоким уровнем потребления калия. Так, для формирования 1 т основной и соответствующего количества побочной продукции озимой пшеницы требуется 19,2 кг калия, кукурузы на зерно – 32,9, сахарной свеклы – 6,5 кг калия (табл. 2).

2. Удельный вынос элементов питания, кг/т основной и соответствующее количество побочной продукции

Культура	Азот	Фосфор	Калий
Озимая пшеница	28,2	10,8	19,2
Кукуруза на зеленую массу	3,3	1,2	4,2
Кукуруза на зерно	29,5	11,5	32,9
Сахарная свекла	4,0	1,6	6,5

Дозы калийных удобрений под сельскохозяйственные культуры определяются с учетом планируемой

урожайности, удельного выноса калия планируемой урожайностью, содержания подвижного калия в почвах.

Калий – антагонист цезия-137 при поступлении в растения в процессе их выращивания. Поэтому на землях, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС радионуклидами, в системе удобрения сельскохозяйственных культур применяют повышенные дозы калийных удобрений для снижения поступления цезия-137 в растениеводческую продукцию. Этот агрохимический прием использовали в сельскохозяйственном производстве сразу после Чернобыльской аварии в 1986 г., и он наиболее эффективный в системе мероприятий по предотвращению последствий радиоактивного загрязнения почв [3, 4].

Система применения калийных удобрений на загрязненных цезием-137 почвах предусматривает применение основной дозы калия, рассчитанной на получение планируемой урожайности сельскохозяйственных культур, и дополнительной, рассчитанной на снижение поступления цезия-137 в растениеводческую продукцию. При этом основная доза калийных удобрений оплачивается за счет хозяйств, а дополнительная – за счет бюджетных средств.

Дополнительные дозы калийных удобрений дифференцируются в зависимости от содержания калия в

почвах и плотности загрязнения почв цезием-137 (5). Так, например, при содержании подвижного калия в дерново-подзолистых почвах 141-200 мг/кг почвы дополнительная потребность в калийных удобрениях при плотности загрязнения почв цезием-37 менее 5,0 кг/км² составляет 20 кг д.в./га, при плотности загрязнения 5,1-15,0 кг/км² дополнительно требуется 40 кг д.в./га калийных удобрений, а при плотности загрязнения 15,1-40,0 кг/км² дополнительная потребность в калийных удобрениях составляет 60 кг д.в./га. На пахотных дерново-подзолистых почвах с содержанием подвижного калия более 300 мг/кг почвы дополнительная потребность в калийных удобрениях отсутствует, так как при этом уже не происходит снижения поступления цезия-137 в растения. Такие же дозы дополнительной потребности в калийных удобрениях предусматриваются и на дерново-подзолистых почвах улучшенных сенокосов и пастбищ, загрязненных цезием-137.

Калийные удобрения под сельскохозяйственные культуры применяют в соответствии с технологическими схемами, утвержденными Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [6]. Учитывая размеры выщелачивания калия из пахотного слоя почв с атмосферными осадками и в результате весеннего снеготаяния, внесение калийных удобрений осенью под культуры весеннего посева не рекомендуется.

Эффективность применения калийных удобрений под сельскохозяйственные культуры во многом зависит от их соотношения с азотными и калийными удобрениями. При разработке планов применения удобрений под сельскохозяйственные культуры это соотношение устанавливается исходя из содержания в почвах фосфора и калия и биологических особенностей возделываемых культур в отношении потребления элементов питания. Однако в производственных условиях в силу разных причин при использовании простых форм минеральных удобрений это соотношение выдерживается не всегда. За период с 2016 по 2022 г. в расчете на 1 га пахотных почв было внесено 83 кг д.в. азотных, 19 фосфорных и 95 кг д.в. калийных удобрений, а фактическое соотношение между азотом, фосфором и калием составило в среднем 1:0,2-1,15. В объеме применяемых минеральных удобрений отмечается несбалансированность между азотом и фосфором, а также между фосфором и калием. На 1 кг азота приходилось только 0,2 кг фосфора при потребности в 2 раза больше, т.е. 0,4 кг. На 1 кг д.в. калийных удобрений применяли 5 кг д.в. калия, в то время как потребность калия с учетом обеспеченности почв этими элементами составляет 2,8 кг д.в. Как показывают ранее проведенные исследования, урожайность зерновых культур при

нарушении оптимального соотношения не возрастала и даже снижалась.

Сбалансированность минерального питания сельскохозяйственных культур может быть обеспечена при переходе на более широкое использование комплексных минеральных удобрений, в составе которых учтены биологические особенности в отношении потребления всех элементов питания. Необходимый ассортимент таких удобрений в промышленных объемах производят на Гомельском химическом заводе и, начиная с 2024 г., планируется их более широкое применение под такие культуры как лен, сахарная свекла, озимый рапс, озимая пшеница.

Заключение. Калий является одним из важных элементов, определяющих плодородие дерново-подзолистых почв Республики Беларусь и урожайность сельскохозяйственных культур. Отмечается также его положительная роль в комплексе мероприятий по снижению перехода радиоактивного изотопа цезия-137 в растениеводческую продукцию на землях, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

В настоящее время содержание подвижного калия в пахотных почвах (207 мг/кг почвы) соответствует нижней границе оптимальных параметров. Однако в системе удобрения сельскохозяйственных культур нарушено его оптимальное соотношение с фосфором, что снижает эффективность калийных удобрений. Для оптимизации соотношения между основными элементами питания предлагается перейти к более широкому применению в сельском хозяйстве комплексных форм минеральных удобрений.

Литература

1. Пироговская Г.В. Поступление, потери элементов питания растений в системе атмосферные осадки – почва – удобрение – растение. – Минск: Белорусская наука, 2018. – 227 с.
2. Богдевич И.М., Лапа В.В., Рак М.В. и др. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель (2017-2020 г.). – Минск, 2022. – 275 с.
3. Цыбулько Н.Н., Лапа В.В., Богдевич И.М. и др. Рекомендации по ведению сельского хозяйства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021-2025 годы. – Минск, 2021. – 142 с.
4. Комплекс мероприятий по повышению плодородия и защиты от деградаций почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь на 2021-2025 годы. / Под ред. Лапы В.В., Цыбулько Н.Н. – Минск, 2021. – 147 с.
5. Богдевич И.М., Василюк Г.В., Лапа В.В., Боровиков А.Н., Гурков В.В. Инструкция по определению дополнительной потребности в материально-технических средств для сельского хозяйства в зоне радиоактивного загрязнения. – Минск, 1995. – 20 с.
6. Привалов Ф.И., Гракун В.В., Урбан Э.П., Лузинский Д.В., Лапа В.В. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых и технических растений (сборник отраслевых регламентов). – Минск, 2021. – 530 с.

POTASSIUM IN SOILS AND IN FERTILIZER SYSTEM OF AGRICULTURAL PLANTS IN BELARUS

Sytchev V.G.¹, akad. Russian Academy of Science,¹ Lapa V.V., akad. Belarus Academy of Science², Tsyganov A.R., akad. Belarus Academy of Science,³ Tsyganova A.A., Ph. D⁴, Synevitch T.G. Ph. D⁵

¹ Russian Institute for Agrochemistry named by D.N. Pryanishnikov, Moscow

² Belarus Institute for Soil Science and Agrochemistry, Minsk

³ Belarus State Technological University named by S.M. Kirov, Minsk

⁴ Belarus National Technical University, Minsk; ⁵ Grodno State Agrarian University, Grodno

Dynamics of mobile potassium content in arable soils of Belarus is presented. It was established that potassium content was increased from 67 up to 207 mg/kg of soil for the period 1970–2020. Positive dynamics of mobile potassium content in arable soils was achieved as a result of active application of potassium and organic fertilizers. Additional doses of potassium fertilizers (from 20 up to 60 mg/kg) are applied on the soils contaminated by radionuclides as a result of Chernobyl accident in order to reduce Cs¹³⁷ content in plant production. At present it is necessary to make a correction of phosphorus and potassium ratio in the fertilization system of agricultural plants by the way of extend the application of complex forms of fertilizers.

Keywords: potassium, fertilizer system, agrochemical inspection, plant nutrition elements, arable soils.