

КАЛИЙНОЕ ПИТАНИЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ВЫСОКОКУЛЬТУРЕННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

О. Г. Кулеш, Е. Г. Мезенцева, О. В. Симанков

*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Калий является важнейшим элементом минерального питания растений. Несмотря на то, что запасы этого элемента в почвах заметно превосходят запасы других питательных веществ, при эффективном ведении сельскохозяйственного производства оптимизация условий калийного питания растений относится к числу первоочередных задач. Обусловлено это более высоким выносом калия культурными растениями по сравнению с другими элементами, а также активной сорбцией его компонентами твердой фазы почвы [1].

Почвы Беларуси сравнительно хорошо обеспечены калием. Пахотные почвы республики характеризуются в основном средней и повышенной обеспеченностью подвижным калием. Средневзвешенное содержание K_2O в глинистых и суглинистых почвах составляет 245 мг/кг почвы, в супесчаных – 218, в песчаных – 173 мг/кг почвы. Таким образом, в группе суглинистых пахотных почв эти показатели близки к оптимальным параметрам [2].

Следует отметить, что высокое содержание калия в почве является своего рода страховым фондом продуктивности посевов и в определенной мере гарантией снижения негативного воздействия на растения засухи, избыточного увлажнения, низких температур и других факторов.

В современных условиях низкозатратного земледелия важно не допустить снижения почвенного плодородия в отношении калия. Основной способ решения данной задачи – научно обоснованное, рациональное применение калийных удобрений. По подвижности по профилю почвы данный элемент занимает промежуточное положение между азотом и фосфором. Поэтому при внесении калийных удобрений на глинистых, тяжелых по гранулометрическому составу почвах значительная часть калия переходит в недоступные формы вследствие его фиксации минералами. На легких по гранулометрическому составу почвах калий удобрений вымывается из пахотного слоя, а иногда даже за пределы слоя почвы, в котором находятся корни, в подпочвенные воды [3].

К тому же, имеются различия в протекании процессов трансформации калийного состояния даже на почвах одного гранулометрического состояния, но разного генезиса.

Таким образом, для разработки рациональной системы применения калийных удобрений важно знать природу трансформационных процессов в системе «почва – калийное удобрение – растение» с позиций как возможностей мобилизации имеющихся запасов почвенного калия, так и сохранения определенной

устойчивости калийного состояния почвы. Сложность познания этих процессов обусловлена их сильной зависимостью от многих факторов: свойств почвы, времени года, водного и теплового режимов, особенностей потребления калия сельскохозяйственными культурами и др. [4, 5].

Актуальность изучения трансформации доступных соединений калия в высококультуренной почве в зависимости от погодных условий и систем удобрения и изменений концентрации калия в растениях яровой пшеницы на протяжении периода вегетации обусловила цель данной работы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные полевые исследования с яровой пшеницей сорт Сударыня проводили в 2018–2020 гг. на опытном поле РУП «Институт почвоведения и агрохимии» в ОАО «Гастелловское» Минского района на высококультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Агрохимическая характеристика пахотного слоя перед посевом: поле 1 (2018 г.) – pH_{KCl} – 5,9, содержание гумуса – 2,6 %, подвижные соединения калия – 277, фосфора – 699 мг/кг почвы, поле 2 (2019 г.) – pH_{KCl} – 6,1, содержание гумуса – 2,4 %, подвижные соединения калия – 253, фосфора – 708 мг/кг почвы, поле 3 (2020 г.) – pH_{KCl} – 5,9, содержание гумуса – 2,5 %, подвижные соединения калия – 187, фосфора – 573 мг/кг почвы.

Предшественник яровой пшеницы – горохо-овсяная смесь на зеленую массу и поукосно редька масличная.

Удобрения (мочевина, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) вносили согласно схеме опыта (табл. 2).

Агротехника возделывания яровой пшеницы – общепринятая для Республики Беларусь, включающая интегрированную систему защиты растений от сорной растительности, вредителей и болезней.

Опыт заложен в 4-кратном повторении, общая площадь делянки – 24 м².

Для диагностики калийного питания осуществлялся отбор почвенных и растительных образцов в фазы 1-го узла, флаг-листа, колошения, молочной спелости и созревания яровой пшеницы и, кроме того, почвенные образцы перед посевом культуры. В почвенных образцах определяли доступные соединения калия путем экстрагирования из почвы 0,2 М раствором уксусной кислоты при отношении почвы к экстрагенту 1:20, времени взаимодействия – 18–20 часов и последующим определением калия на пламенном фотометре [6].

В сырой растительной массе экстрагированием 0,2 М раствором уксусной кислоты (соотношение массы растений и экстрагирующего раствора 1:20, время взаимодействия – 18–20 часов, определение методом пламенной фотометрии) [7] определяли свободный калий (K₂O).

Содержание общего калия в растительных образцах определяли после мокрого озоления по методу ЦИНАО на пламенном фотометре (ГОСТ 26657-85).

Дисперсионный и корреляционный анализ экспериментальных данных выполнен согласно методике полевого опыта Б. А. Доспехова [8] с использованием соответствующих программ пакета MSExcel.

Анализ метеорологических условий в годы исследований показал значительные их различия (табл. 1). Условия 2018 г. в период от посева и до наступления фазы флаг-листа у яровой пшеницы характеризовались повышенными температурами

воздуха (15,8–17,8 °С), сопровождавшимся значительным недостатком влаги. В этот период, продолжавшийся 47 дней, выпало всего 21,1 мм осадков (22 % от нормы), а продуктивные запасы влаги в 20 см слое почвы снизились с 48,8 до 0 мм. В дальнейшем температурный режим оставался благоприятным, условия увлажнения улучшились, но дефицит запасов влаги в почве отмечался до фазы молочной спелости яровой пшеницы.

Таблица 1

Гидротермические условия по периодам вегетации яровой пшеницы, 2018–2020 гг.

Показатели	Год	Межфазный период				
		посев – 1-й узел	1-й узел – флаг-лист	флаг-лист – колошение	колошение – молочная спелость	молочная спелость – созревание
Средние t за период, °С (среднее многолетнее)	2018	15,8 (11,9)	17,8 (15,1)	18,3 (16,3)	17,1 (17,6)	21,2 (18,7)
	2019	11,4 (11,0)	18,8 (15,4)	22,8 (16,2)	19,4 (17,2)	16,4 (18,6)
	2020	8,2 (10,7)	16,4 (15,5)	21,0 (16,8)	20,1 (17,7)	17,1 (18,7)
Сумма осадков, мм (среднее многолетнее)	2018	19,1 (47)	2,0 (51)	17,7 (30)	192,1 (64)	11,0 (63)
	2019	51,6 (77)	14,8 (34)	8,1 (21)	36,4 (46)	63,0 (80)
	2020	53,3 (82)	90,7 (57)	19,9 (27)	66,6 (45)	35,4 (71)
Запасы продуктивной влаги в почве (слой 0–20 см) на начало/конец периода, мм	2018	48,8/20,9	20,9/0	0/6,7	6,7/24,9	24,9/18,3
	2019	11,1/11,9	11,9/9,2	9,2/12,5	12,5/5,4	5,4/21,2
	2020	8,6/15,9	15,9/40,1	40,1/27,3	27,3/33,3	33,3/21,8
Длительность межфазного периода, дн.	2018	27	20	10	31	18
	2019	46	14	7	17	27
	2020	46	21	9	14	27

2019 г. характеризовался недобором влаги на протяжении всего периода вегетации яровой пшеницы. При этом наиболее засушливые условия отмечались в критический период по отношению к влаге у данной культуры (1-й узел – колошение), когда выпало 22,9 мм осадков (42 % от нормы), при повышенных температурах воздуха (18,8–22,8 °С).

В 2020 г. наиболее неблагоприятные условия складывались от посева до первого узла, когда наблюдался дефицит влаги (осадки составили 65 % от нормы) и тепла (среднесуточные температуры ниже многолетнего показателя на 2,5 °С). В период от флаг-листа до молочной спелости установился повышенный температурный фон (средние температуры выше нормы на 2,4–6,6 °С). Количество осадков значительно превышало норму в периоды 1-й узел – флаг-лист, колошение – молочная спелость.

Для активности корневой системы растений, в том числе и в отношении поглощения калия идеальными термическими условиями являются температуры

в диапазоне 15–27 °С [9]. Таким образом в 2018 г. на протяжении всего периода вегетации яровой пшеницы температурный режим был благоприятным для поглощения калия растениями, в 2019 и 2020 гг. такие условия складывались от первого узла до созревания.

Также чем выше влажность почвы, тем лучше поглощается калий растениями [9]. Удовлетворительные (20–40 мм) [10] запасы продуктивной влаги в слое 0–20 см почвы в 2018 г. наблюдались в период посев – первый узел и при прохождении фазы колошения. В 2019 г. таких периодов не отмечалось, в 2020 г. от фазы флаг-листа до уборки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание доступного калия, определяемого в 0,2 М уксусной кислоте, перед посевом яровой пшеницы в зависимости от года исследования изменялось в среднем по опыту в пределах от 151 до 239 мг/кг (рис. 1), что составило 80–86 % от подвижных форм, извлекаемых 0,2 М соляной кислотой. Значительные различия, наблюдаемые по годам исследования были обусловлены в первую очередь агрохимическими особенностями полей.

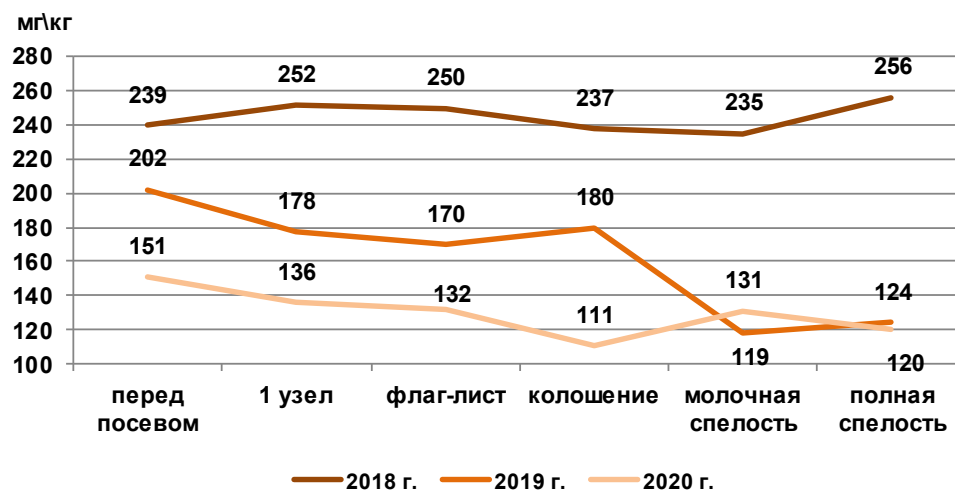


Рис. 1. Динамика содержания доступного калия в почве (мг/кг почвы) в среднем по опыту за вегетацию яровой пшеницы по годам исследования

Наибольшее содержание доступного калия наблюдалось в 2018 г. на поле 1 – 235–256 мг/кг почвы, колебания в данном показателе за период вегетации яровой пшеницы были незначительными, коэффициент вариации (V) составил 3,6 %. В 2019 г. на поле 2 количество доступного калия изменялось от 119 до 202 мг/кг, максимальные значения показателя отмечались перед посевом яровой пшеницы, наименьшие в молочную – полную спелость, в этом году установлено наибольшее варьирование содержания доступного калия за период вегетации (V – 20,5 %). В 2020 г. на поле 3 количество доступного калия было наименьшим среди годов исследования – 111–151 мг/кг почвы, в целом характер изменений показателя за вегетацию яровой пшеницы (снижение от посева к уборке) был близким к тенденциям отмечавшимся в 2019 г., при коэффициенте вариации за период 10,5 %.

При значительных различиях в содержании доступного калия по полям установить влияния данного фактора на урожайность зерна яровой пшеницы не представилось возможным в силу значительного воздействия на данный показатель погодных условий, существенно различавшихся по годам. В экстремально засушливых условиях в 2018 г. при наибольшем содержании в почве доступного калия получена наименьшая средняя по опыту урожайность (41,1 ц/га). Хорошая увлажненность на протяжении периода вегетации в 2020 г. обусловила получение наибольшей продуктивности яровой пшеницы (60,2 ц/га) при наименьшей обеспеченности посевов доступным калием среди годов исследования.

В то же время отмеченное обстоятельство позволило проанализировать динамику содержания доступного калия в почве при существенном колебании метеорологических показателей.

В работе [11], посвященной в том числе и изучению особенностей трансформации калия почвы и удобрения в зависимости от различных уровней увлажнения и температуры почвы отмечается зачастую разнонаправленное влияние данных факторов на трансформацию калия в почвах различных по химическому составу материнской породы, гранулометрическому составу и степени окультуренности.

На динамику содержания доступного калия в почве с одной стороны оказывают растения, которые в процессе роста и развития поглощают большое количество данного элемента, с другой меняющиеся гидротермические условия. Усваивая калий, растения снижают его концентрацию в почвенном растворе, которая восстанавливается за счет обменного и необменная калия. Этот процесс ускоряет попеременное подсушивание и увлажнение почвы [3].

В опыте возделывание яровой пшеницы в 2018 г. на поле с наибольшими показателями содержания доступного калия не способствовало большему, по сравнению с другими годами исследования, поглощению калия растениями (рис. 2), что было обусловлено неблагоприятными погодными условиями, наблюдавшимися в критические периоды роста.

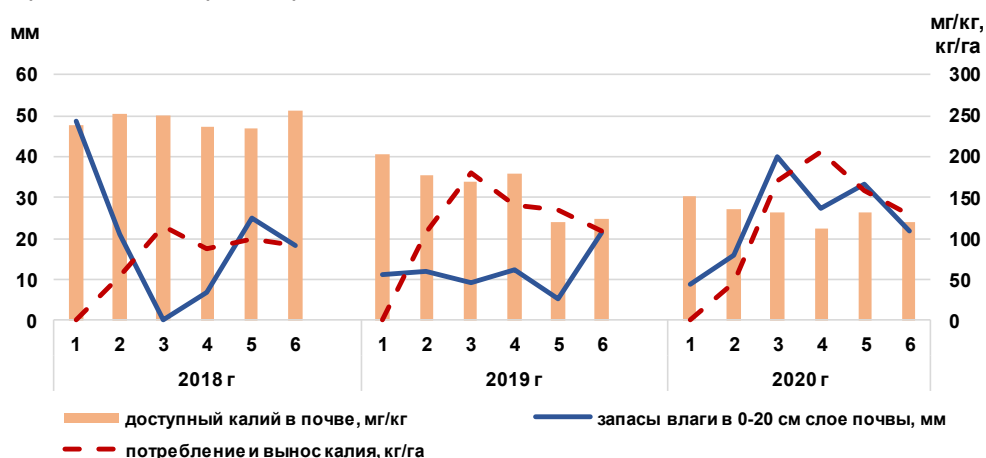


Рис. 2. Динамика содержания доступного калия (в среднем по опыту), запасов влаги в почве и потребления калия по основным фазам развития яровой пшеницы:

- 1 – перед посевом; 2 – 1-й узел; 3 – флаг-лист; 4 – колошение;
- 5 – молочная спелость; 6 – полная спелость

В результате не установлено снижения содержания доступного калия в почве, которое могло быть обусловлено потреблением элемента растениями яровой пшеницы. В то же время иссушение почвы, наблюдавшееся от посева до фазы флаг-листа, когда запасы влаги в 0–20 см слое почвы снизились от 48,8 до 0 мм, а в дальнейшем к молочной спелости повысились до 24,9 мм также существенно не повлияли на динамику содержания доступного калия в почве. Достоверные изменения в содержании данной формы калия отмечены в период молочная – полная спелость, когда показатель повысился на 21 мг/кг почвы ($НСР_{05} - 20$).

В 2019 и 2020 гг., когда погодные условия были более благоприятны для роста растений яровой пшеницы, прослеживаются некоторые закономерности в динамике содержания доступного калия в почве, обусловленные в первой половине вегетации потреблением калия растениями, во второй – гидротермическими условиями.

Максимальный показатель потребления калия в 2019 г. (180 кг/га) наблюдался в фазе флаг-листа яровой пшеницы, содержание доступного калия от посева к данной фазе снизилось на 32 мг/кг, при этом существенное снижение показателя на 24 мг/кг почвы ($НСР_{05} - 12$) отмечено в период посев – 1 узел, когда потребление элемента составило 60 % от максимального.

В 2020 г. неблагоприятные условия в начале вегетации обусловили более продолжительный период поглощения калия из почвы, который длился до фазы колошения. Снижение содержания доступного калия в почве за данный период составило 40 мг/кг почвы, наиболее интенсивно оно происходило в промежутке флаг-лист – колошение (достоверное снижение на 21 мг/кг ($НСР_{05} - 19$)), когда продолжающееся потребление калия растениями совпало с ухудшением условий увлажнения.

Во второй половине вегетации в 2019 и 2020 гг., когда поглощение калия растениями из почвы практически завершено, прослеживается четкая тенденция зависимости количества доступного калия в почве от гидротермических условий, в первую очередь от запасов влаги в 20-сантиметровом слое почвы. Корреляционно-регрессионный анализ данных за вегетацию позволил установить криволинейную зависимость между вышеупомянутыми показателями, для 2019 г. корреляционное отношение (η) составило 0,95, для 2020 г. – 0,90 (значимость результатов при $\eta \geq 0,80$). Для данных 2018 г. такой связи не установлено. Как правило, повышение количества влаги в почве сопровождалось увеличением содержания доступного калия, снижению – соответственно уменьшением.

Регулируемым фактором, оказывающим влияние на содержание элементов питания в почве, является внесение соответствующих удобрений. Внесение в опыте 90 кг д. в./га калия (совместно с P_{30}) в среднем за три года не оказало существенного влияния на изменение содержания доступного калия в почве по сравнению с вариантом без внесения удобрений.

Имеются сведения [12] об усилении мобилизации труднодоступного калия при применении азотных удобрений. В нашем опыте применение 120 кг д. в./га азота способствовало существенному повышению содержания доступных форм калия в фазы 1 узла, колошения и молочной спелости (рис.3). В фазе флаг-листа достоверных различий между вариантами не установлено. В данной фазе в среднем за три года установлены максимальные значения потребления калия, составившие в варианте $N_{120}P_{30}K_{90}$ 186,9 кг/га, в варианте без удобрений –

99,4 кг/га, при внесении $P_{30}K_{90}$ – 122,5 кг/га. Таким образом, количество поглощенного калия в варианте $N_{120}P_{30}K_{90}$ было на 53–88 % выше и, вероятнее всего, обусловило снижение содержания доступного калия в данном варианте до уровня, наблюдавшегося в вариантах без удобрения и при внесении РК.

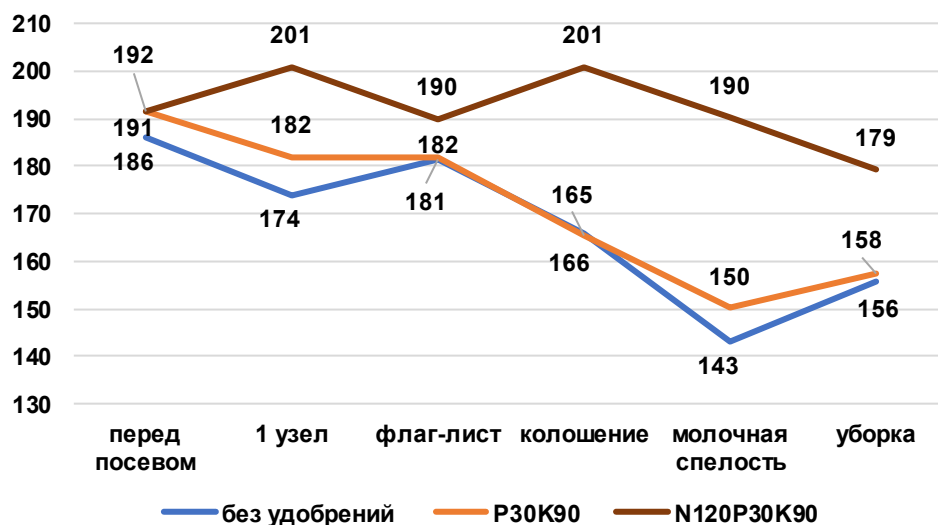


Рис. 3. Динамика содержания доступного калия в почве в зависимости от системы удобрения по основным фазам развития яровой пшеницы (в среднем за три года)

Можно отметить, что при внесении в опыте 60, 90 и 150 кг д. в./га азота на фоне $P_{30}K_{90}$ также наблюдались тенденции повышения содержания доступного калия в почве, но наиболее выраженные существенные закономерности установлены при внесении 120 кг д. в./га азота.

Способность почвы обеспечивать растения калием в большей степени характеризует содержание данного элемента в растениях в различные периоды их роста и развития. Внутриклеточная концентрация калия в растениях в 100–1000 раз превышает его концентрацию в почвенном растворе. Калия в 3–5 раз больше в молодых жизнеспособных частях и органах растений, чем в старых. Критический период в потреблении данного элемента растениями приходится на первые 15 дней после всходов, а период максимального потребления совпадает с периодом интенсивного прироста биомассы [13].

По данным опыта в среднем за три года максимальное содержание свободного (определяемого в свежих образцах в уксуснокислой вытяжке) и общего калия отмечено в растениях в фазе 1-го узла 3,61–4,38 % и 5,11–5,63 % соответственно (табл. 2). В дальнейшем концентрация калия в растениях значительно снижалась к молочной спелости в 3,8 и 3,6 раза соответственно.

В отличие от азота и фосфора калий не входит в состав органических соединений, а находится в клетках растений в ионной форме в виде растворимых солей в клеточном соке и частично в виде недолговечных комплексов с коллоидами цитоплазмы. Около 80 % калия находится в клеточном соке и может легко вымываться водой (дождями и при поливе). Поэтому при определении данного

элемента в вытяжке уксусной кислоты извлекается 65–71 % от общего калия, в то время как азота при определении данным методом извлекалось 3–7 % [14], фосфора 9–56 % [15].

Внесение калийных удобрений, совместно с фосфорными не оказало значительного влияния на повышение содержания калия в растениях, за исключением фазы колошения, когда в среднем за три года количество свободного калия увеличилось на 0,35 %, общего – на 0,27 %.

Таблица 2

Динамика содержания свободного и общего калия в надземной части растений яровой пшеницы, % в сухом веществе

Вариант	Свободный калий (K ₂ O)				Общий калий (K ₂ O)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Без удобрений	3,61	2,43	1,57	0,98	5,29	3,43	2,34	1,51
P ₃₀ K ₉₀ – фон	3,86	2,59	1,92	0,94	5,27	3,43	2,61	1,64
Фон + N ₆₀	3,89	2,80	2,24	1,01	5,11	3,47	2,88	1,41
Фон + N ₉₀	4,13	3,09	2,48	1,10	5,51	3,69	3,15	1,60
Фон + N ₁₂₀	4,38	3,27	2,29	1,10	5,63	4,23	3,20	1,68
Фон + N ₁₅₀	4,13	2,84	1,89	1,14	5,44	4,21	2,94	1,59
Фон + N ₉₀₊₃₀ * +30*	4,36	3,18	2,10	1,14	5,93	4,22	3,04	1,68
НСР ₀₅	0,37	0,37	0,35	F _ф < F ₀₅	F _ф < F ₀₅	0,60	0,23	F _ф < F ₀₅

Примечание. 1 – 1-й узел, 2 – флаг-лист, 3 – колошение, 4 – молочная спелость;

* – МикроСтим-Медь, Марганец (1,0 л/га) + Экосил (0,1 л/га).

Отмечено положительное влияние внесения азотных удобрений на накопление калия в растениях яровой пшеницы, при этом, как правило, наибольших значений концентрация калия в растениях достигала при внесении 120 кг д. в./га азота. При разовом внесении 150 кг д. в./га азота наблюдалась тенденция или достоверное снижение концентрации элемента. При дробном внесении той же дозы азота данных негативных тенденций не выявлено.

В общей закономерности снижения содержания в растениях калия от первого узла к молочной спелости отмечены некоторые особенности по годам, обусловленные влиянием условий увлажнения и теплообеспеченности. Потребление калия корнями растений снижается при уменьшении влажности почвы [1]. Также при низкой температуре уменьшается интенсивность фотосинтеза, отток углеводов к корням и, как следствие, снижается их поглотительная деятельность.

В опыте динамика содержания калия в растениях наиболее отклонялась от среднего показателя в 2018 г., когда отмечались экстремально засушливые условия в период флаг-листа – колошение (рис. 4). Концентрация свободного калия в фазу флаг-листа в этом году составила 2,36 %, что в 1,6 раза ниже, чем в 2019 и 2020 г. Величина снижения содержания общего калия была сопоставимой (1,5 раза).

В 2020 г. низкие температуры и недостаток влаги в период посев – первый узел обусловили снижение поглотительной способности растений. В результате содержание свободного калия в растениях в фазе 1 узла составило 3,81 %, что на 0,42 % ниже, чем в 2019 г. и на 1,29 % ниже, чем в 2018 г. Концентрация

общего калия была ниже на 2,11 и 0,59 % соответственно. К фазе флаг-листа не отмечалось, обычно наблюдаемое, существенное снижение данного показателя, концентрация свободного калия составила 3,70 %, общего – 4,85 %. То есть при улучшении условий поглощения растения компенсировали недостаток элемента, сформировавшийся в предыдущую фазу.

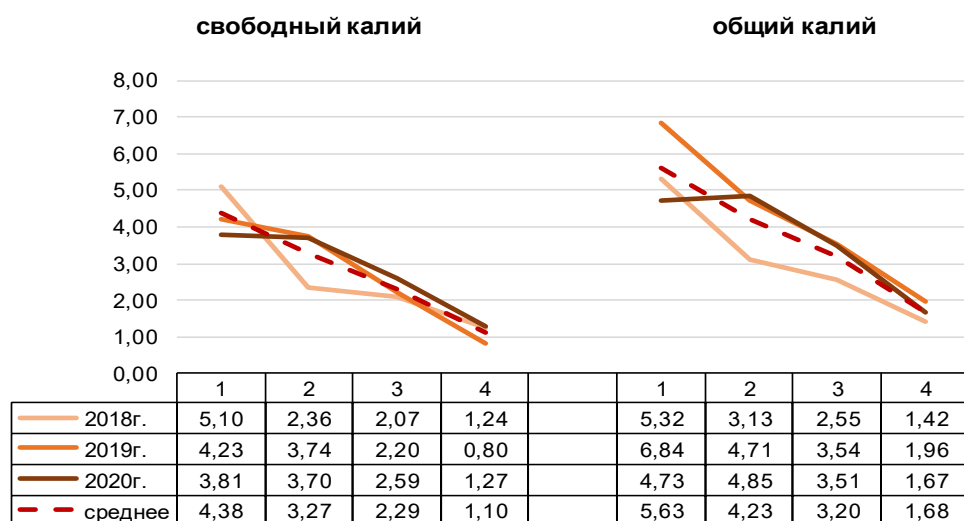


Рис. 4. Динамика содержания свободного и общего калия в надземной массе растений по основным фазам развития яровой пшеницы по годам исследования, % в сухом веществе:
1 – 1-й узел; 2 – флаг-лист; 3 – колосшение; 4 – молочная спелость

В 2019 г., как отмечалось, на протяжении всей вегетации ощущался недостаток влаги, что отразилось в большей степени на приросте биомассы, содержание калия в растениях было близко к показателям 2020 г. за исключением концентрации свободного калия в фазу молочной спелости, которая снизилась до 0,80 %, что в 1,6 раза ниже, чем в 2018 и 2020 гг. Данный факт может быть связан со снижением запасов влаги в 0–20 см слое почвы до 5,4 мм, тогда как в предыдущие фазы он держался на уровне 9,2–12,5 мм. Необходимо отметить, что концентрация общего калия в данную фазу была даже несколько выше, чем в другие годы исследования.

Расчет коэффициента вариации показал, что содержание калия в растениях в большей степени изменялось в зависимости от года исследований ($V = 19\%$), то есть складывающихся на протяжении вегетации погодных условий, чем от системы удобрения ($V = 10\%$).

ВЫВОДЫ

Проведенные на высококультурной почве исследования с яровой пшеницей позволили установить зависимость содержания доступного калия в почве от содержания влаги в 0–20 см слое почвы ($\eta 0,90-0,95$). Повышение

количества влаги в почве сопровождалось увеличением содержания доступного калия, снижение – уменьшением. Наиболее четко данная связь прослеживалась во второй половине вегетации (колошение – полная спелость), когда практически прекращается потребление элемента растениями.

В период от посева до флаг-листа – колошения в погодных условиях близких к оптимальным происходит достоверное снижение содержания доступного калия в почве на 16–26 %, обусловленное потреблением его растениями.

Влияния калийных удобрений в дозе 90 кг д. в./га на динамику показателя содержания доступного калия в почве, а также свободного и общего калия в растениях не отмечалось, при этом внесение азотных удобрений приводило к достоверному повышению данных показателей. Наиболее выраженные существенные закономерности установлены при внесении 120 кг д. в./га азота: повышение содержания доступного калия в почве на 8–40 мг/кг почвы, свободного калия в растениях на 0,16–0,68 %, общего калия на 0,04–0,80 % в зависимости от фазы.

Содержание калия в растениях в большей степени изменяется в зависимости от складывающихся на протяжении вегетации погодных условий (V – 19 %), чем от системы удобрения (V – 10 %).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прокошев, В. В. Калий и калийные удобрения / В. В. Прокошев, И. П. Дерюгин. – М.: Ледум, 2000. – 185 с.
2. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2017–2020 гг.) / И. М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевича; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2022. – 276 с.
3. Калийный режим почв [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://studref.com/374099/agropromyshlennost/kaliynyy_rezhim_pochv – Дата доступа: 07.12.2022.
4. Пчелкин, В. У. Почвенный калий и калийные удобрения / В. У. Пчелкин. – М.: Колос, 1966. – 336 с.
5. Якименко, В. Н. Калий в агроценозах Западной Сибири / В. Н. Якименко. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. – 2003. – 231 с.
6. Методы определения содержания доступных растениям соединений азота, фосфора и калия в дерново-подзолистых почвах / Н. Н. Семенов, [и др.] – Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2019. – 16 с.
7. Методы оперативной диагностики минерального питания зерновых культур / Н. Н. Семенов [и др.] – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2019. – 16 с.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд. доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Калий в жизни растений [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://fitofert.ru/kaliy_v_shizni_rasteniy/ – Дата доступа: 12.01.2023.
10. Почвенно-гидрологические константы. Расчет запасов влаги. Оценка запасов влаги. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/6726476/> – Дата доступа: 22.02.2022.

11. Лямцева, Е. Г. Калийное состояние легких дерново-подзолистых почв и его трансформация в современных условиях: автореф. дис. ...канд. с/х наук: 06.01.04 / Е. Г. Лямцева; Великолукская ГСХА. – СПб – Пушкин, 2008. – 22 с.

12. Иванов, А. И. Емкостно-энергетическая оценка калийного состояния окультуренной дерново-подзолистой почвы / А. И. Иванов, В. А. Воробьев, Е. Г. Лямцева. – Плодородие. – 2009. – № 4. – С. 23–24.

13. Значение калия для растений и его содержание в почве [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://agrotest.com/ru/article/znachenie-kaliya-dlya-rastenij-i-ego-soderzhanie-v-rochve/> – Дата доступа: 18.12.2022.

14. Диагностика азотного питания яровой пшеницы на высокоокультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / О. Г. Кулеш [и др.] – Почвоведение и агрохимия. – 2021. – № 1(66). – С. 60–72.

15. Кулеш, О. Г. Фосфорное питание яровой пшеницы на высокообеспеченной фосфатами дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / О. Г. Кулеш, Е. Г. Мезенцева, О. В. Симанков. – Почвоведение и агрохимия. – 2022. – № 1(68). – С. 73–85.

POTASSIUM NUTRITION OF SPRING WHEAT ON HIGHLY CULTIVATED SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL

O. G. Kulesh, E. G. Mezentseva, O. V. Simankov

Summary

The results of studies that, when cultivating spring wheat, made it possible to establish a decrease in the content of available potassium in a highly cultivated soil by 16–26 % in the period from sowing to the flag leaf-heading, due to the consumption of potassium by plants. In the second half of the growing season (heading – full ripeness), the content of available potassium in the soil to a greater extent depended on the moisture content in the 0–20 cm soil layer (η 0,90–0,95). There was an increase in the content of available potassium in the soil by 8–40 mg/kg of soil, free potassium in plants by 0,16–0,68 %, total potassium by 0,04–0,80 %, depending on the phase of growth and development of spring wheat when applying 120 kg/ha of nitrogen fertilizers against the background of $P_{30}K_{90}$. The effect of potash fertilizers on these indicators has not been established.

Поступила 07.04.23