

УДК 633.111.1: 631.81

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2022-2-106-107-117

EDN: KCGCCY

ПОТРЕБЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ СОРТАМИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Х.А. МАЛКАНДУЕВ, Р.И. ШАМУРЗАЕВ, А.Х. МАЛКАНДУЕВА

Институт сельского хозяйства –
филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН
360004, Россия, Нальчик, ул. Кирова, 224

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований по изучению динамики содержания азота, фосфора и калия в растениях, формированию биологического урожая и содержания в нем элементов минерального питания, потреблению основных элементов питания сортами озимой пшеницы по фазам роста и развития. Исследования проводились в почвенно-климатических условиях степной зоны Кабардино-Балкарии на двух сортах озимой мягкой пшеницы – Москвич (стандарт) и Южанка – в 2012–2014 гг. Анализ содержания азота, фосфора и калия в листьях и колосьях показывает, что наибольшее количество данных элементов в вегетативных органах отмечено в начальные фазы роста растений, с постепенным снижением по мере созревания.

Потребление элементов питания показало, что азота в растениях накапливалось больше всего к фазе восковой спелости, а накопление фосфора завершалось к периоду молочной спелости. Калий потреблялся растениями более интенсивно в период выхода в трубку и колошения.

Установлено содержание элементов питания в зерне и побочной продукции (солома) по сортам озимой пшеницы, а также их вынос с урожаем. Общий вынос питательных веществ увеличивался с ростом урожая. По общему выносу элементов минерального питания сорт Южанка превышает стандарт, а по выносу на единицу продукции существенных различий между сортами не наблюдалось.

Ключевые слова: озимая пшеница, элементы питания, урожайность, минеральное питание, вынос питательных веществ

Статья поступила в редакцию 18.02.2022

Принята к публикации 10.03.2022

Для цитирования. Малкандуев Х.А., Шамурзаев Р.И., Малкандуева А.Х. Потребление основных элементов питания сортами озимой пшеницы // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 2 (106). С. 107–117. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-2-106-107-117

ВВЕДЕНИЕ

Повышение урожайности озимой пшеницы зависит от обоснованного сочетания всех звеньев технологии возделывания и в первую очередь от оптимизации минерального питания [1, 2].

Система удобрений озимой пшеницы должна быть направлена на создание оптимального режима питания с учетом требований и конкретных условий возделывания данной культуры с целью наиболее полной реализации ее потенциальной продуктивности. Озимая пшеница в период вегетации на создание урожая расходует значительное количество питательных веществ, и чем выше урожай пшеницы, тем, как правило, она больше потребляет азота, фосфора, калия и других элементов питания. Зависимость выноса элементов питания растениями озимой пшеницы от величины урожая в различные годы

изучали Пруцков Ф.М., 1970; Афендулов К.П., Лантухова А.И., 1973; Пронько В.В., 2020; Адиньяев Э.Д., 1985; Петрова Л.Н., 2007; Губанов Я.В., Иванов Н.Н., 1988; Шатилов И.С., 1996 [3–9].

Доля удобрений в формировании урожая в засушливых районах без орошения составляет 10–15 %, в степной зоне при орошении – 40 % [10]. Для формирования высокого урожая с оптимальным химическим составом растения необходимо обеспечить в период вегетации сбалансированным поступлением элементов питания. Для этого определены потребности сельскохозяйственных культур в элементах питания в отдельные фазы их роста и развития, что имеет существенное практическое значение при установке лучших сроков внесения удобрений.

По данным Л.М. Державина и Р.Н. Попова (1984, ЦИНАО), высокоурожайные сорта требуют большего количества элементов питания [11]. Так, интенсивный сорт Мироновская 808 при урожайности 5,0 т/га выносит из почвы 150 кг азота с 1 га, а малоурожайные сорта – всего 40–50 кг. Разная количественная потребность и интенсивность поглощения растениями отдельных элементов питания должны учитываться при разработке системы применения удобрений. Определение потребности озимой пшеницы в основных элементах питания в отдельные фазы их роста и развития имеет большое практическое значение при расчете оптимального срока и способа внесения удобрений [12]. Вопросы потребления элементов минерального питания и влияние этого процесса на урожайность являются актуальными. В связи с этим для повышения эффективности использования минеральных удобрений и оптимизации приемов их применения необходимо изучение особенностей потребления основных элементов питания (азота, фосфора, калия) растениями озимой пшеницы, различающихся по морфологическим и биологическим признакам [13].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в степной зоне КБР. Объектами исследований были сорта озимой мягкой пшеницы Москвич (стандарт) и Южанка. Технология возделывания озимой пшеницы общепринятая для зоны. Норма высева – 5 млн всх. семян на 1 га. Посев осуществляли сеялкой Клен-1,5, уборка в фазу полной спелости комбайном Terrion-200. Площадь делянки – 50 м², повторность 4-кратная, предшественник – кукуруза на силос, удобрения в дозе (N₆₀P₉₀K₄₀) вносили под основную обработку почвы, подкормки проводили дважды – в фазу кущения и колошения с дозой аммиачной селитры (N₃₀). Содержание N и P в растительном материале определяли по методике Пиневица в модификации Куркаева, калий на пламенном фотометре. Вынос элементов питания (NPK) с урожаем пшеницы определяли расчетным методом с учетом содержания в основной и побочной продукции.

Степная зона характеризуется недостаточно устойчивым увлажнением. Среднегодовое количество осадков составляет 360–480 мм, из них на вегетационный период приходится 289–300 мм. Климат в зоне континентально-жаркий.

Период проведения исследований охватывал годы с различными метеорологическими условиями.

Так, в 2011–2012 году осенний период сложился благополучно, за август-ноябрь выпало 146 мм осадков, что на 15,7 мм больше среднемноголетних данных. Средняя температура составила 14,8 °С, что на 1,0 °С больше среднемноголетней. Такие условия осеннего периода положительно отразились на появлении всходов и осенней вегетации растений. В весенне-летний период (апрель-июнь) выпало 174,5 мм осадков, это ниже среднемноголетних данных на 4,5 мм, из них 77,1 мм выпало в апреле и 71,0 мм – в июне. Среднесуточная температура воздуха за этот период составила 19,9 °С.

В 2012–2013 году осадков за август-ноябрь выпало 161,9 мм, что на 31,6 мм больше среднемноголетних данных. Среднесуточная температура за осенний период составила 15,3 °С, что способствовало появлению дружных всходов и хорошей осенней вегетации озимой пшеницы. В весенне-летнюю (апрель-июнь) вегетацию количество выпавших осадков составило 196,9 мм, из них в мае выпало 88,4 мм, что положительно повлияло на рост и развитие озимой пшеницы.

Погодные условия 2013–2014 года характеризовались следующими особенностями: за осенний период выпало 92,5 мм, это на 3,6 мм меньше средних многолетних данных. Средняя температура осеннего периода составила 11,3 °С. За декабрь-март выпало 104,4 мм осадков, это на 11,8 мм больше среднемноголетних значений. За период весенне-летней вегетации (апрель-июнь) осадков выпало 156,8 мм, что на 22,8 мм меньше среднемноголетних данных. Средняя температура воздуха за этот период составила 17,7 °С при средней многолетней 17,4 °С.

Сумма осадков в мае составила 87,5 мм, что на 20,1 мм больше многолетних значений. Средняя температура воздуха равнялась 19,6 °С, что на 1,4 °С выше многолетних значений.

Таким образом, годы проведения исследований различались между собой как по количеству выпавших осадков, так и по температурному режиму, что позволило объективно оценить сорта по комплексу признаков.

Почвы в зоне представлены обыкновенными черноземами. Содержание гумуса колеблется от 3,0 до 3,5 %, подвижного фосфора – 15,6–28,7 мг/кг и обменного калия – 200–300 мг/кг, азота 17–21 мг/кг. Реакция почвы нейтральная (рН – 6,8–7,2). Гидротермический коэффициент – 0,9.

Анализы, учеты и наблюдения в исследованиях проводились в соответствии с общепринятыми методиками (Доспехов Б.А., 1985) и методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989) [14, 15].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению потребления питательных веществ растениями озимой пшеницы в период вегетации являются необходимым условием повышения урожая и качества зерна. Знания о ходе поступления элементов минерального питания в растения позволят регулировать этот процесс в жизни растений.

Процесс накопления питательных веществ в растениях озимой пшеницы, а также их вынос с урожаем в большей мере изменяется от фаз развития и генетических особенностей сортов. Максимальное содержание элементов питания отмечено в начале вегетации растений (табл. 1).

В последующие фазы роста растений их содержание уменьшается, так как интенсивное накопление питательных веществ в начале вегетации сменяется процессом образования и накопления органического материала.

Азот занимает особое положение среди элементов минерального питания, получаемых растениями из почвы. В растениях и отдельных органах его содержится больше по сортам в фазу выхода в трубку (1,72–1,75 %), к фазе полной спелости оно постепенно снижается (1,23–1,25%). Наиболее интенсивное потребление азота в этот период связано с тем, что в ранние фазы растения потребляют наибольшее количество для образования органического вещества. В наших исследованиях в фазу восковой спелости содержание азота возрастало по сравнению с фазой молочной спелости.

Таблица 1

СОДЕРЖАНИЕ NPK В РАСТЕНИЯХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, % ОТ АБСОЛЮТНО СУХОГО ВЕЩЕСТВА (2012–2014 гг.)

Объект исследования	Выход в трубку			Колошение			Спелость								
							молочная			восковая			полная		
	азот	фосфор	калий	азот	фосфор	калий	азот	фосфор	калий	азот	фосфор	калий	азот	фосфор	калий
Целое растение	<u>1,72</u>	<u>0,61</u>	<u>2,61</u>	<u>1,45</u>	<u>0,56</u>	<u>1,80</u>	<u>1,10</u>	<u>0,51</u>	<u>0,80</u>	<u>1,30</u>	<u>0,38</u>	<u>0,71</u>	<u>1,23</u>	<u>0,35</u>	<u>0,56</u>
	1,75	0,65	2,80	1,50	0,58	1,85	1,15	0,52	0,85	1,37	0,42	0,76	1,25	0,40	0,61
Листья	<u>3,22</u>	<u>0,85</u>	<u>2,56</u>	<u>2,91</u>	<u>0,56</u>	<u>2,20</u>	<u>2,01</u>	<u>0,40</u>	<u>2,05</u>	-	-	-	-	-	-
	3,30	0,90	2,60	3,02	0,63	2,27	2,15	0,46	2,10	-	-	-	-	-	-
Стебли	<u>2,71</u>	<u>0,97</u>	<u>2,80</u>	<u>1,10</u>	<u>0,39</u>	<u>1,53</u>	<u>0,60</u>	<u>0,31</u>	<u>1,27</u>	<u>0,75</u>	<u>0,24</u>	<u>0,96</u>	<u>0,56</u>	<u>0,21</u>	<u>0,81</u>
	2,75	1,02	2,98	1,25	0,45	1,60	0,72	0,36	1,36	0,86	0,26	1,04	0,58	0,22	0,90
Отмершие листья	<u>1,98</u>	<u>0,71</u>	<u>1,51</u>	<u>1,40</u>	<u>0,51</u>	<u>1,87</u>	<u>1,70</u>	<u>0,61</u>	<u>1,70</u>	<u>1,56</u>	<u>0,46</u>	<u>0,29</u>	<u>1,35</u>	<u>0,38</u>	<u>0,19</u>
	2,02	0,75	1,56	1,56	0,59	2,00	1,75	0,65	1,76	1,62	0,52	0,35	1,46	0,40	0,23
Колосья	-	-	-	<u>1,95</u>	<u>0,60</u>	<u>1,25</u>	<u>1,58</u>	<u>0,80</u>	<u>0,83</u>	<u>1,72</u>	<u>0,55</u>	<u>0,50</u>	<u>1,85</u>	<u>0,68</u>	<u>0,63</u>
	-	-	-	1,98	0,70	1,30	1,63	0,83	0,87	1,76	0,60	0,56	1,88	0,70	0,67

*Примечание: в числителе данные по сорту Москвич, в знаменателе по сорту Южанка.

Аналогичные изменения в содержании азота в фазу восковой спелости А.И. Носатовский (1965) объясняет тем, что «при орошении и выпадении осадков озимая пшеница может потреблять питательные вещества вплоть до фазы полной спелости» [16]. Минимальное содержание N отмечено в стеблях, богаты им листья, колосья и отмершие листья. В последующие фазы роста и развития содержание азота уменьшается более плавно в листьях, стеблях – почти в два раза, в колосьях изменяется незначительно.

В наших исследованиях сорт Южанка несколько выделяется по содержанию азота во всем растении и его органах во все фазы развития. Фосфора в растениях содержится значительно меньше, чем азота. Содержание фосфора более высокое в целом растении и отдельных органах в фазу выхода в трубку (0,61–0,97 % и 0,65–1,02 %). В последующие фазы содержание его значительно уменьшается и к фазе полной спелости составляет по сорту Москвич 0,21–0,68 %, по сорту Южанка 0,22–0,70 %. Содержание фосфора к концу вегетации в листьях, стеблях и отмерших листьях уменьшалось почти в два раза, в колосьях его количество изменялось незначительно.

В целых растениях и отдельных его органах содержание калия изменялось аналогично изменениям N и P. Более высокое содержание его также отмечено в фазу выхода в трубку (1,51–2,80 % и 1,59–3,10 %). В последующие периоды вегетации содержание его снижается как в целом растении, так и в отдельных его частях. Содержание (K) в листьях несколько убывает в стеблях в 3 раза, в атрофированных листьях более чем в 6 раз и в колосьях – в 2 раза.

Результаты исследований показали, что растения озимой пшеницы предельное содержание N, P и K имели в период интенсивного роста. Наиболее интенсивно растения потребляют элементы минерального питания в начальный период вегетации растений [17, 18]. По мнению В.Г. Минеева, «...для получения высоких урожаев озимой пшеницы необходимо в ранние фазы обеспечить посевы необходимым количеством элементов питания. При анализе потребностей растений в элементах питания значимо не только общее количество питательных веществ, потребляемое растениями за весь период вегетации, но и динамика содержания и потребления этих веществ растениями» [17].

Данные результатов предыдущих лет исследования являются основой для рационального применения удобрений в период вегетации культуры по потребностям в конкретном элементе питания. Результаты наших исследований динамики потребления основных элементов питания в основные фазы развития растений озимой пшеницы приведены в таблице 2.

Таблица 2

ДИНАМИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЯМИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (2012–2014 ГГ.)

Фазы	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%
Москвич, ст.						
Выход в трубку	87,0	57,2	30,9	57,6	132,0	100,0
Колошение	105,3	69,3	40,6	75,7	130,7	99,0
Молочная спелость	115,7	76,1	53,6	100,0	84,2	63,6
Восковая спелость	152,0	100,0	44,2	82,5	82,6	62,6
Полная спелость	135,5	89,1	38,6	72,0	62,0	47,0
Южанка						
Выход в трубку	95,0	55,7	35,3	58,3	152,0	100,0
Колошение	123,3	72,1	47,7	78,8	152,0	100,0
Молочная спелость	133,9	78,5	60,5	100,0	98,9	65,1
Восковая спелость	170,6	100,0	52,3	86,4	94,6	62,2
Полная спелость	147,6	86,5	47,2	78,0	72,0	47,4

Как видно из результатов исследований, потребление элементов питания варьирует не только по фазам развития, но и по сортам (рис. 1–2).

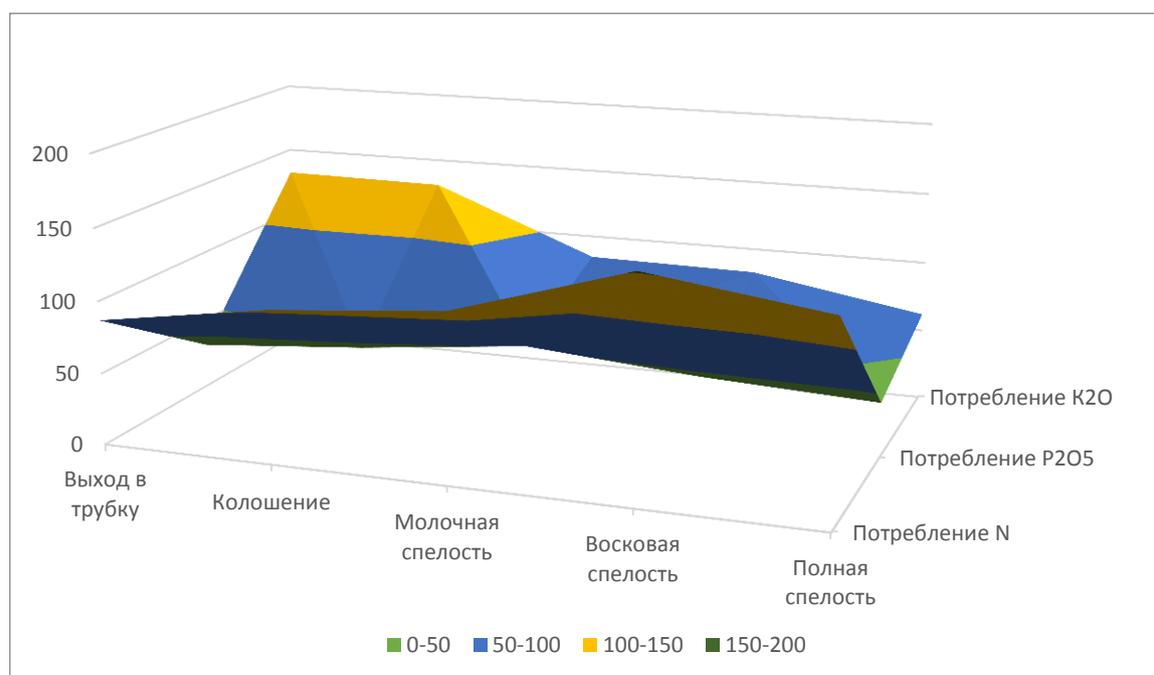


Рис. 1. Динамика потребления основных элементов питания в основные фазы развития озимой пшеницы сорта Москвич

Так, к молочной спелости растения ассимилировали N от 76,1 до 78,5 %. В растениях наибольшее содержание азота накапливалось к фазе восковой спелости. Оно снижалось по сортам к фазе полной спелости на 16,5 и 23 %.

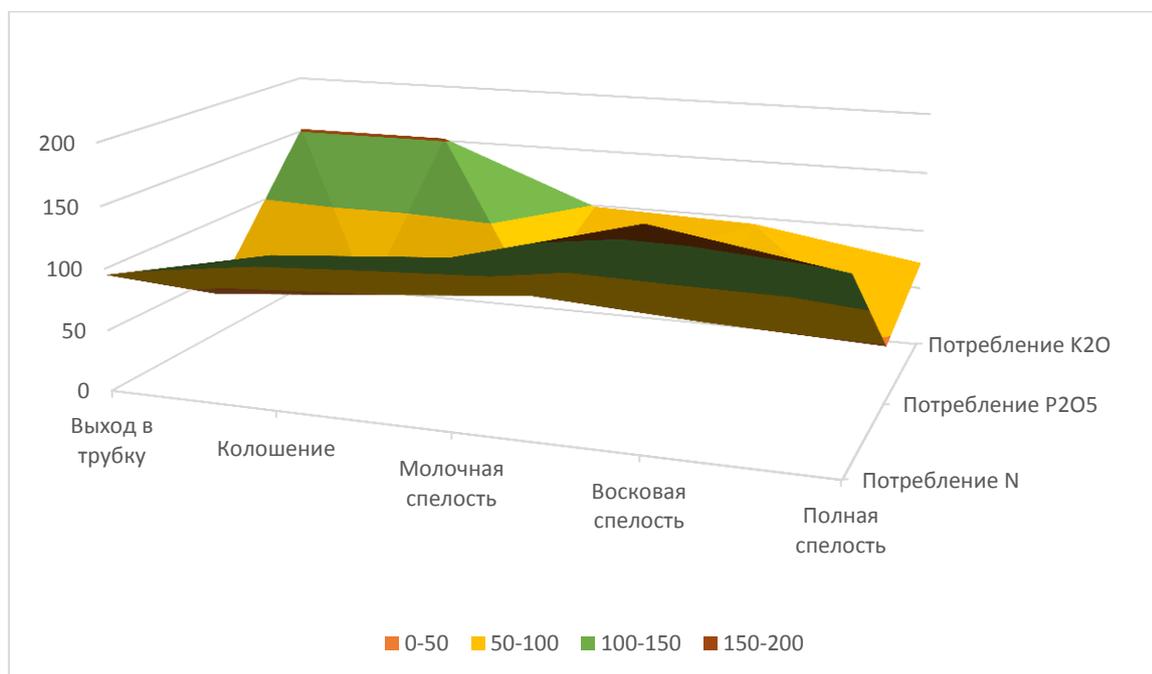


Рис. 2. Динамика потребления основных элементов питания в основные фазы развития озимой пшеницы сорта Южанка

К периоду молочной спелости завершилось поступление фосфора в растения. В последующем его содержание снижалось по сортам на 15,0 и 13,3 %.

Накопление фосфора более интенсивно идет до фазы колошения, в этот период он аккумулируется на 75 % и более от оптимального. Калий потребляется растениями более интенсивно в период выхода в трубку и колошения. К окончанию вегетации употребление K_2O дважды снижается по сравнению с предельным его накоплением.

Полученные данные показывают, что потребление питательных веществ идет наиболее интенсивно у сорта Южанка по сравнению с Москвичом. Поглощение N, P_2O_5 и K_2O значительно изменялось по сортам и биофазам развития. Наибольшее количество N было в фазу восковой спелости (152,0 и 176,6 кг/га), фосфора – в фазу молочной спелости (53,6 и 60,5 кг/га) и калия – в фазу выхода в трубку (132,0 и 152,0 кг/га).

По степени выраженности потребления элементы располагались от азота к калию и фосфору. При этом азот занимал главенствующее положение.

Содержание элементов минерального питания в зерне и соломе у сортов Москвич и Южанка в годы проведения исследований изменялось незначительно (табл. 3).

Так, в среднем за годы исследований содержание N в зерне у стандарта (сорт Москвич) составило 2,31 %, у сорта Южанка – 2,36 %; фосфора – 0,74 и 0,76 % соответственно; калия по сортам – 0,54 и 0,56 %.

Содержание элементов минерального питания в соломе в среднем по сортам составило: азота – 0,6 и 0,62 %, фосфора по – 0,25 % и калия – по 0,84 и 0,88 % соответственно.

Таблица 3

БИОЛОГИЧЕСКИЙ УРОЖАЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
И СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ (2012–2014 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га	Содержание, %		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2011–2012				
Москвич, ст.	<u>5,02*</u>	<u>2,21</u>	<u>0,60</u>	<u>0,45</u>
	6,80	0,61	0,20	0,77
Южанка	<u>5,46</u>	<u>2,24</u>	<u>0,62</u>	<u>0,47</u>
	7,21	0,63	0,18	0,80
2012–2013				
Москвич, ст.	<u>4,87</u>	<u>2,32</u>	<u>0,76</u>	<u>0,60</u>
	6,62	0,59	0,38	0,90
Южанка	<u>5,23</u>	<u>2,36</u>	<u>0,80</u>	<u>0,64</u>
	7,01	0,60	0,37	0,93
2013–2014				
Москвич, ст.	<u>4,72</u>	<u>2,30</u>	<u>0,86</u>	<u>0,57</u>
	6,47	0,60	0,17	0,85
Южанка	<u>5,18</u>	<u>2,33</u>	<u>0,88</u>	<u>0,56</u>
	7,00	0,62	0,20	0,87
Среднее за 2012–2014 гг.				
Москвич, ст.	<u>4,87</u>	<u>2,31</u>	<u>0,74</u>	<u>0,54</u>
	6,63	0,60	0,25	0,84
Южанка	<u>5,30</u>	<u>2,36</u>	<u>0,76</u>	<u>0,56</u>
	7,07	0,62	0,25	0,88
НСР ₀₅ (урожайность зерна)	0,23	–	–	–

*Примечание: в числителе показатели по зерну, в знаменателе по соломе.

В среднем за годы исследований биологический урожай был выше у сорта Южанка. Превышение над стандартом Москвич составило по зерну на 0,43 т/га, по соломе – на 0,44 т/га.

Вынос элементов минерального питания урожаем озимой пшеницы значительно изменяется по годам и сортам: общий вынос питательных веществ увеличивается с ростом урожая (табл. 4).

Аналогичную зависимость выноса элементов питания растениями озимой пшеницы от величины урожая отмечали и другие исследователи.

Проведенные исследования по выносу урожаем сортов озимой пшеницы Москвич и Южанка элементов минерального питания показали, что в 2012 году при урожае зерна 5,02 и соломы 6,8 т/га общий вынос элементов по Москвичу составил: (N) – 152,4, (P₂O₅) – 43,7 и (K₂O) – 75,0 кг/га. По Южанке при урожае зерна 5,46 т/га и соломы 7,21 т/га общий вынос веществ (N; P₂O₅; K₂O) был на уровне 167,7; 46,7 и 83,4 кг/га соответственно. При этом вынос элементов на 1 т зерна по сорту Москвич составил: N – 30,0 кг; P₂O₅ – 8,7 и K₂O – 14,9 кг; по сорту Южанка соответственно 31,0; 8,5; 13,7 кг.

В опытах 2013 и 2014 гг. показатели по общему выносу N у сортов Москвич и Южанка варьировали от 146,8–152,0 и 165,7–167,7 кг/га соответственно, по P₂O₅ – 51,6–62,1 и 59,6–67,7; по K₂O – 81,9–88,0 и 89,9–90,6. Вынос элементов с урожаем на единицу зерна в исследуемые годы (2013–2014) по сортам Москвич и Южанка составил: по N – 31,0–32,0 кг; P₂O₅ – 10,9–12,7; K₂O – 17,3–18,8 кг. При этом различий в выносе N у сортов не наблюдалось. В 2013 году вынос элементов (P₂O₅, K₂O) по сортам был выше, что составило

12,4–12,7 и 18,0–18,8 кг. В среднем за годы исследований сорт Южанка по общему выносу N превышал стандарт Москвич на 15,3 кг/га, по P₂O₅ на – 5,5 и K₂O – 9,0 кг/га. По выносу на единицу зерна существенных различий между изучаемыми сортами не наблюдалось.

Таблица 4

ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ С УРОЖАЕМ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
(2012–2014 гг.)

Показатели	Сорт	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2011–2012				
Общий вынос, кг/га	Москвич, ст.	152,4	43,7	75,0
	Южанка	167,7	46,7	83,4
Вынос на 1 ц зерна, кг	Москвич, ст.	3,0	0,87	1,49
	Южанка	3,1	0,85	1,37
Содержится в зерне, % от общего выноса	Москвич, ст.	72,2	69,0	32,0
	Южанка	72,9	72,3	30,7
2012–2013				
Общий вынос, кг/га	Москвич, ст.	152,0	62,1	88,0
	Южанка	165,4	67,7	98,7
Вынос на 1 ц зерна, кг	Москвич, ст.	3,1	1,27	1,80
	Южанка	3,2	1,24	1,88
Содержится в зерне, % от общего выноса	Москвич, ст.	74,3	59,6	32,9
	Южанка	74,6	61,7	33,9
2013–2014				
Общий вынос, кг/га	Москвич, ст.	146,8	51,6	81,9
	Южанка	164,1	59,6	89,9
Вынос на 1 ц зерна, кг	Москвич, ст.	3,1	1,09	1,73
	Южанка	3,2	1,15	1,73
Содержится в зерне, % от общего выноса	Москвич, ст.	73,9	78,7	32,8
	Южанка	73,5	76,5	32,2
2012–2014 гг.				
Общий вынос, кг/га	Москвич, ст.	150,4	52,5	81,6
	Южанка	165,7	58,0	90,6
Вынос на 1 ц зерна, кг	Москвич, ст.	3,1	1,07	1,67
	Южанка	3,2	1,08	1,66
Содержится в зерне, % от общего выноса	Москвич, ст.	73,5	69,1	32,6
	Южанка	73,7	70,2	32,3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наибольшее содержание азота и фосфора от общего выноса накапливалось в зерне, калия – в соломе. На основании полученных данных установлена динамика потребления, перераспределения и выноса азота, фосфора и калия у изученных сортов озимой пшеницы, которые зависели от условий возделывания, фазы развития растений и биологических особенностей.

Наблюдения за динамикой потребления элементов минерального питания в течение вегетации позволяют приурочить применение минеральных удобрений к периоду активного поглощения этих элементов растениями озимой пшеницы, что является одним из приемов повышения эффективности использования удобрений, повышения урожая зерна и улучшения его технологических свойств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сычев В.Г., Афанасьев Р.А., Кирсанов Г.А. и др. Возможности дистанционной диагностики минерального питания растений // Плодородие. 2020. № 2. С. 13–17.
2. Волосевич А.Н., Трубняков М.Д., Рыбаков А.О. и др. Динамика агрохимических показателей почвы в зависимости от применения азотсодержащих минеральных удобрений при возделывании озимых зерновых культур в условиях Северо-Запада РФ // Известия Великолукской ГСХА. 2019. № 1. С. 13–26.
3. Пруцков Ф.М. Озимая пшеница. Москва: Колос, 1970. С. 322–327.
4. Афендулов К.П., Лантухова А.И. Удобрения под планируемый урожай. Москва: Колос, 1973. 237 с.
5. Пронько В.В., Ярошенко Т.М., Климова Н.Ф. и др. Влияние минеральных удобрений и погодных условий на вынос элементов питания зерновыми культурами в степи Поволжья // Плодородие. 2020. № 2. С. 17–20.
6. Адиньяев Э.Д. Динамика накопления сухого вещества и потребление основных элементов питания в зависимости от режима орошения озимой пшеницы // Труды Горского сельскохозяйственного института. 1974. Т. 35. С. 13–23.
7. Петрова Л.Н. Возделывание озимой пшеницы по интенсивной технологии в Ставропольском крае: рекомендации. Ставрополь: СНИИСХ, 1985. 79 с.
8. Губанов Я.В., Иванов Н.Н. Озимая пшеница. Москва: Агропромиздат, 1988. С. 209–303.
9. Шатилов И.С. Руководство по программированию урожая. Москва: Россельхозиздат, 1996. 150 с.
10. Пруцков Ф.И., Осипов И.П. Интенсивная технология возделывания зерновых культур. Москва: Колос, 1990. С. 166–175.
11. Державин Л.М. Особенности минерального питания и применение удобрений // Зерновое хозяйство. 1985. № 2. С. 7–21.
12. Усачев В.А., Андреев Н.Н., Плечов Д.В. Влияние макроэлементов и регуляторов роста на динамику содержания азота, фосфора, калия и серы в растениях озимой пшеницы сорта Бирюза в условиях лесостепи среднего Поволжья // Вестник Ульяновской ГСХА. 2016. № 1. С. 25–32.
13. Гудиев О.Ю., Зеленская Т.Г., Касаткина А.О. и др. Потребление азота, фосфора и калия растениями различных сортов озимой пшеницы в зависимости от условий минерального питания // Земледелие. 2019. № 7. С. 24–27.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 352 с.
15. Головачев В.И., Кириловская Е.В. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Калинин: Калининская типография, 1989. Вып. 2. 194 с.
16. Носатовский А.И. Пшеница. Москва: Колос, 1965. 568 с.
17. Минеев В.Г. Удобрения озимой пшеницы. Москва: Колос, 1973. 208 с.

Сведения об авторах

- Малкандуев Хамид Алиевич**, д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр., Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;
360004, Россия, Нальчик, ул. Кирова, 224;
kbniiish2007@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4946-3818>
- Шамурзаев Рустам Ильясович**, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;
360004, Россия, Нальчик, ул. Кирова, 224;
tama8333@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0169-6826>

Малкандуева Аминат Хамидовна, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;
360004, Россия, Нальчик, ул. Кирова, 224;
malkandyewaax@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4306-3733>

REFERENCES

1. Sychev V.G., Afanasiev R.A., Kirsanov G.A. et al. Possibilities of remote diagnostics of plant mineral nutrition. *Plodorodiye* [Fertility]. 2020. No. 2. Pp. 13–17. (In Russian)
2. Volosevich A.N., Trubnyakov M.D., Rybakov A.O. et al. Dynamics of agrochemical indicators of the soil depending on the use of nitrogen-containing mineral fertilizers in the cultivation of winter grain crops in the conditions of the North-West of the Russian Federation. *Izvestiya Velikolukskoy GSKHA* [News of Velikoluksk State Agricultural Academy]. 2019. No. 1. Pp. 13–26. (In Russian)
3. Prutskov F.M. *Ozimaya pshenitsa* [Winter wheat]. Moscow: Kolos, 1970. Pp. 322–327. (In Russian)
4. Afendulov K.P., Lantukhova A.I. *Udobreniya pod planiruyemyy urozhay* [Fertilizers for the planned harvest]. Moscow: Kolos, 1973. 237 p. (In Russian)
5. Pronko V.V., Yaroshenko T.M., Klimova N.F. et al. The influence of mineral fertilizers and weather conditions on the removal of nutrients by grain crops in the Volga steppe. *Plodorodiye* [Fertility]. 2020. No. 2. Pp. 17–20. (In Russian)
6. Adinyaev E.D. The dynamics of accumulation of dry matter and the consumption of basic nutrients depending on the irrigation regime of winter wheat. *Trudy Gorskogo sel'skohozyajstvennogo instituta* [Proceedings of the Gorsky Agricultural Institute]. 1974. Vol. 35. Pp. 13–23. (In Russian)
7. Petrova L.N. *Vozdelyvaniye ozimoy pshenitsy po intensivnoy tekhnologii v Stavropol'skom krae* [Cultivation of winter wheat according to intensive technology in the Stavropol Territory]: recommendations. Stavropol: SNIISKH, 1985. Pp. 13–18. (In Russian)
8. Gubanov Ya.V., Ivanov N.N. *Ozimaya pshenitsa* [Winter wheat]. Moscow: Agropromizdat, 1988. Pp. 209–303. (In Russian)
9. Shatilov I.S. *Rukovodstvo po programmirovaniyu urozhayev* [Harvest Programming Guide]. Moscow: Rosselkhozizdat, 1996. 150 p. (In Russian)
10. Prutskov F.I., Osipov I.P. *Intensivnaya tekhnologiya vzdelyvaniya zernovykh kul'tur* [Intensive technology of cultivation of grain crops]. Moscow: Kolos, 1990. P. 166–175. (In Russian)
11. Derzhavin L.M. Features of mineral nutrition and the use of fertilizers. *Zernovoye khozyaystvo* [Grain economy]. 1985. No. 2. Pp. 7–21. (In Russian)
12. Usachev V.A., Andreev N.N., Plechov D.V. Influence of macroelements and growth regulators on the dynamics of nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur content in winter wheat plants of the Biryuza variety in the conditions of the forest-steppe of the middle Volga region. *Vestnik Ul'yanovskoy GSKHA* [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy]. 2016. No. 1. Pp. 25–32. (In Russian)
13. Gudiev O.Yu., Zelenskaya T.G., Kasatkina A.O., Okrut S.V., Stepanenko E.E. Consumption of nitrogen, phosphorus and potassium by plants of various varieties of winter wheat depending on the conditions of mineral nutrition. *Zemledeliye* [Agriculture]. 2019. No. 7. Pp. 24–27. (In Russian)
14. Dosphehov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 352 p. (In Russian)
15. Golovachev V.I., Kirilovskaya E.V. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Methods of state testing of agricultural crops variety]. Kalinin: Kalinin Publishing House, 1989. No. 2. 194 p.

16. Nosatovsky A.I. *Pshenitsa* [Wheat]. Moscow: Kolos, 1965. 568 p.
17. Mineev V.G. *Udobreniya ozimoy pshenitsy* [Fertilizers of winter wheat]. Moscow: Kolos, 1973. 208 p.

Original article

CONSUMPTION OF BASIC NUTRIENTS BY WINTER WHEAT VARIETIES

Kh.A. MALKANDUEV, R.I. SHAMURZAEV, A.Kh. MALKANDUEVA

Institute of Agriculture –
branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360004, Russia, Nalchik, 224 Kirov street

Annotation. The article presents the results of studies on the dynamics of the content of nitrogen, phosphorus and potassium in plants, the formation of a biological crop and the content of mineral nutrition elements in it, the consumption of basic nutrients by winter wheat varieties during growth and development phases. The studies were carried out in the soil and climatic conditions of the steppe zone of Kabardino-Balkaria on two varieties of winter soft wheat: Moskvich (standard) and Yuzhanka in 2012-2014. An analysis of the content of nitrogen, phosphorus and potassium in leaves and ears shows that the largest amount of these elements in the vegetative organs was noted in the initial phases of plant growth, gradually decreasing as they mature. The consumption of nutrients showed that nitrogen accumulated in plants most of all by the phase of wax ripeness, and the accumulation of phosphorus was completed by the period of milky ripeness. Potassium was consumed by plants more intensively during the period of tube growth and heading.

The content of nutrients (NPK) in grain and by-products (straw) for winter wheat varieties, as well as their removal with the harvest, has been established. The total removal of nutrients increased with the growth of the crop. In terms of the total removal of mineral nutrition elements, the Yuzhanka variety exceeds the standard, and in terms of the removal per unit of production, there were no significant differences between the varieties.

Keywords: winter wheat, nutrients, productivity, mineral nutrition, nutrient removal

The article was submitted 18.02.2022

Accepted for publication 10.03.2022

For citation. Malkanduev Kh.A., Shamurzaev R.I., Malkandueva A.Kh. Consumption of basic nutrients by winter wheat varieties. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2022. No. 2 (106). Pp. 107–117. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-2-106-107-117

Information about the authors

Malkanduyev Khamid Alievich, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Institute of Agriculture – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; 360004, Russia, Nalchik, 224 Kirov street;

malkandyewaax@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4946-3818>

Shamurzaev Rustam Ilyasovich, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Institute of Agriculture – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; 360004, Russia, Nalchik, 224 Kirov street;

tama8333@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0169-6826>

Malkanduyeva Aminat Khamidovna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Institute of Agriculture – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; 360004, Russia, Nalchik, 224 Kirov street;

malkandyewaax@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4306-3733>