

DOI: 10.22363/2312-797X-2019-14-2-142-153

Научная статья

Вынос элементов питания и окупаемость минеральных удобрений урожаем сортов озимой пшеницы в технологиях разного уровня интенсивности

Н.Я. Ребух, П.М. Политыко, В.Н. Капранов,
Е.Ф. Киселев

Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», пос. Новоивановское,
Московская обл., Российская Федерация

Аннотация. Изучен вынос элементов питания и окупаемость минеральных удобрений урожаем сортов озимой пшеницы в технологиях разного уровня интенсивности. Схема опыта включала три системы удобрений, рассчитанные нормативным методом на три уровня урожайности (6, 8 и 10 т/га) с корректировкой на фактическое содержание подвижного фосфора и калия в почве. Образцы зерна и соломы отбирали перед уборкой по каждому сорту и технологии, в отобранных образцах определяли содержание элементов питания. Результаты анализов приводили на абсолютно сухое вещество. Расчет выноса питательных веществ осуществляли на 14 % влажность. Вынос элементов питания и окупаемость удобрений урожаем сортов озимой пшеницы зависят от генетических особенностей и технологии возделывания. При высокоинтенсивной технологии меньшей окупаемостью удобрений характеризовался сорт Московская 39—21 кг/кг, большей — Немчиновская 17—29 кг/кг. Чем высота стебля ниже, тем меньшее значение удельного выноса питательных веществ. В этом отношении выделяется сорт Немчиновская 24, поскольку в базовой технологии в сумме NPK составляло 210 кг/га, интенсивной — 330, высокоинтенсивной — 450 кг/га. В среднем за годы исследований меньшие затраты удобрений отмечены. С ростом интенсивности технологии, от базовой к высокоинтенсивной, вынос и затраты удобрений увеличиваются, а их окупаемость снижается.

Ключевые слова: озимая пшеница, вынос элементов питания, затраты, окупаемость удобрений, сорт, технология

Необходимость применения сортовой агротехники применительно к определенному сорту отмечал еще в начале прошлого столетия Н.И. Вавилов [1]. В настоящее время гипотеза о неравнозначности реакции сортов культурных растений на технологии их возделывания подтверждается во многих работах, где отражены особенности сортов в неодинаковой мере потреблять элементы питания из почвы и удобрений [2—6].

© Ребух Н.Я., Политыко П.М., Капранов В.Н., Киселев Е.Ф., 2019.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Генетиками и селекционерами постоянно создаются новые сорта с более высоким потенциалом урожая и улучшением его качества, в практике растениеводства происходит постоянная сортосмена. Высокопродуктивные сорта обычно обладают и высокой требовательностью к условиям роста. В результате возникает необходимость регулярной корректировки расчетных коэффициентов при определении дозы удобрений в зависимости от особенностей корневого питания новых сортов.

В основе разработанных балансовых методов расчета доз удобрений лежат коэффициенты использования растениями элементов питания из почвы и удобрений с учетом выноса [7]. Из-за значительной их вариабельности в разных почвенно-климатических условиях под влиянием биотических и абиотических факторов в последние годы эти методы не рекомендуются при планировании применения минеральных удобрений. Перспективными показателями при расчете следует считать: коэффициент возмещения выноса и норматив выноса [8].

В настоящее время нормативная база для научного обоснования доз минеральных удобрений с учетом генетической специфики минерального питания отдельно взятого сорта отсутствует. Такие показатели как нормативы затрат удобрений на получение урожая, нормативы выноса элементов питания единицей урожая не дифференцированы по сортам, а разработаны лишь применительно к отдельно взятой культуре, что не позволяет сельхозпроизводителю в современных рыночных условиях рассчитать потребность сорта в удобрениях. Несомненно, система удобрений должна разрабатываться не к какой-то отдельной культуре, а с учетом особенностей конкретного сорта. Это позволяет рационально использовать минеральные удобрения, по возможности снизить производственные затраты и более полно раскрыть сорта как элемент технологии по продуктивности и качеству зерна. Этой актуальнейшей проблеме и посвящены наши исследования.

Материалы и методы

Исследования проводили на полях Московского НИИСХ «Немчиновка» в стационарных опытах, размещаемых в пятипольном севообороте, в которых изучали реакцию сортов озимой пшеницы на применяемые технологии: базовую, интенсивную и высокоинтенсивную, отличающихся уровнем применения минеральных удобрений и средств защиты растений.

Почва под стационарными опытами — дерново-подзолистая среднесуглинистая, имеющая следующие агрохимические показатели: pH_{KCl} 5,6—6,3; гумус — 1,8—2,0%; N_g — 1,16—1,34 ммоль/100 г; содержание подвижного фосфора и калия 274—316 и 110—137 мг/кг почвы (по Кирсанову). Мощность пахотного горизонта — 20—22 см. Плотность сложения почвы в равновесном состоянии — 1,20—1,35 г/см³. Система обработки почвы — комбинированная.

В опытах изучали сорта озимой пшеницы селекции Московского НИИСХ «Немчиновка»: Московская 40 (st.), Немчиновская 17, Немчиновская 24, Немчиновская 57, Московская 56, Московская 39 и Галина.

Схема опыта включала три системы удобрений, рассчитанные нормативным методом на три уровня урожайности (6, 8 и 10 т/га) с корректировкой на фактическое содержание подвижного фосфора и калия в почве. Дозы азотных удобрений в подкормку уточнялись по результатам растительной диагностики [9]. В итоге общие дозы минеральных удобрений составляли: по базовой технологии — N30P60K90 при основной обработке почвы и N30 в подкормку (весной в фазу кущения); по интенсивной — соответственно N30P90K120 и N60 (фаза кущения), N30 (фаза выхода в трубку); по высокоинтенсивной технологии — N30P120K180 + N60 (фаза кущения) + N30 (фаза выхода в трубку) + N30 (колошение).

Образцы зерна и соломы отбирали перед уборкой по каждому сорту и технологии, в которых определяли содержание элементов питания. Результаты анализов приводили на абсолютно сухое вещество. Расчет выноса питательных веществ осуществляли на 14% влажность.

Результаты и их обсуждение

Для расчетов использованы данные полевых опытов с вышеуказанными сортами озимой пшеницы, проведенных в 2012—2017 гг.

Установлено, что с ростом интенсивности возделывания у всех сортов содержание элементов питания в зерне и соломе и их вынос на единицу продукции значительно повышаются (табл. 1). Стандартный сорт Московская 40 при выращивании по базовой технологии в зерне содержал 2,23 % общего азота и выносил 24,5 кг на 1 тонну продукции. При интенсивной и высокоинтенсивной технологиях эти показатели увеличиваются до 2,39—2,66% и 26,9—31,2 кг/т. Следует отметить практически одинаковое потребление азота в сравнении со стандартом сортом Немчиновская 17. По базовой технологии в зерне этого сорта содержалось 2,25% азота, по высокоинтенсивной — 2,60%, соответственно вынос составлял 25,7 и 30,1 кг/т продукции. Если сопоставить данные в среднем по технологиям, то в основной продукции этих сортов накапливалось 2,43% азота при удельном выносе 27,5—27,8 кг/т.

Вследствие сортовых особенностей, в зерне Немчиновской 24 содержание азота изменялась по технологиям от 1,97 до 2,38%, а вынос тонной продукцией — от 20,9 до 25,6 т/га, т.е. в среднем нормативный вынос был меньше на 16% в сравнении с сортом Московская 40.

По базовой технологии в зерне остальных четырех сортов Немчиновская 57, Московская 56, Московская 39 и Галина содержалось 2,02—2,13% азота, по высокоинтенсивной — 2,46—2,67%. Менее всего в среднем по технологиям азота в зерне накапливалось у сорта Галина — 2,29%. Вынос при базовой технологии варьировал с 23,0 кг/т у сорта Московская 39 до 23,8 кг/т — Немчиновская 57. По высокоинтенсивной технологии показатель, наоборот, изменялся с 28,5 кг/т у сорта Немчиновская 57 до 30,8 кг/т — Московской 39. В среднем по технологиям по этим сортам нормативный вынос азота был минимальным у сорта Галина — 26,1 до 26,8 кг/т у сорта Московская 56.

Таблица 1

**Содержание элементов питания в основной и побочной продукции
сортов озимой пшеницы и вынос их урожаем (среднее за 2012—2017 гг.)**

Сорт	Тех- ноло- гия	Содержание, % на абсолютно сухое в-во						Вынос урожаем зерна с учетом побочной, кг/т		
		зерно			солома					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Московская 40 (st.)	1	2,23	0,77	0,55	0,54	0,20	1,65	24,5	8,7	21,2
	2	2,39	0,85	0,58	0,60	0,27	1,82	26,9	10,2	24,3
	3	2,66	0,87	0,61	0,71	0,37	2,04	31,2	11,8	28,8
Среднее		2,43	0,83	0,58	0,62	0,28	1,84	27,5	10,2	24,8
Немчиновская 17	1	2,25	0,76	0,54	0,58	0,23	1,76	25,7	9,0	23,0
	2	2,43	0,81	0,57	0,62	0,28	2,01	27,6	10,0	26,5
	3	2,60	0,88	0,58	0,73	0,34	2,31	30,1	11,2	29,3
Среднее		2,43	0,82	0,56	0,64	0,28	2,03	27,8	10,1	26,3
Немчиновская 24	1	1,97	0,71	0,56	0,50	0,19	1,72	20,9	7,6	18,4
	2	2,15	0,77	0,58	0,55	0,25	1,89	22,9	8,7	20,4
	3	2,38	0,80	0,60	0,57	0,37	2,16	25,6	10,2	24,7
Среднее		2,17	0,76	0,58	0,54	0,27	1,92	23,1	8,8	21,2
Немчиновская 57	1	2,12	0,76	0,55	0,55	0,21	1,64	23,8	8,7	21,3
	2	2,35	0,82	0,57	0,59	0,26	1,83	26,4	9,8	23,9
	3	2,46	0,88	0,60	0,68	0,33	2,04	28,5	10,9	27,1
Среднее		2,31	0,82	0,57	0,61	0,27	1,84	26,2	9,8	24,1
Московская 56	1	2,13	0,77	0,55	0,57	0,17	1,64	23,4	8,1	19,4
	2	2,42	0,81	0,57	0,65	0,23	1,78	27,3	9,2	22,6
	3	2,57	0,82	0,60	0,72	0,31	1,93	29,7	10,3	25,4
Среднее		2,37	0,80	0,57	0,65	0,24	1,78	26,8	9,2	22,5
Московская 39	1	2,08	0,72	0,54	0,52	0,20	1,65	23,0	8,2	20,9
	2	2,33	0,79	0,56	0,60	0,25	1,80	26,2	9,4	23,5
	3	2,67	0,83	0,57	0,70	0,34	1,96	30,8	10,9	27,0
Среднее		2,36	0,78	0,56	0,61	0,26	1,80	26,7	9,5	23,8
Галина	1	2,02	0,75	0,57	0,54	0,19	1,69	23,5	8,1	19,7
	2	2,36	0,80	0,59	0,63	0,25	1,79	26,2	9,1	21,1
	3	2,50	0,85	0,62	0,75	0,28	2,06	28,6	9,9	24,4
Среднее		2,29	0,80	0,59	0,64	0,24	1,85	26,1	9,0	21,7

Примечание: 1 — базовая (N60P60K90); 2 — интенсивная (N120P90K120); 3 — высокоинтенсивная технология (N150P120K180).

Table 1

Nutrient content in grain and by-products of winter wheat varieties and nutrient removal (average for 2012–2017)

Variety	Technology	Content, % on absolutely dry matter						Total removal including by-products, kg/t		
		grain			straw					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Moskovskaya 40 (st.)	1	2.23	0.77	0.55	0.54	0.20	1.65	24.5	8.7	21,2
	2	2.39	0.85	0.58	0.60	0.27	1.82	26.9	10.2	24,3
	3	2.66	0.87	0.61	0.71	0.37	2.04	31.2	11.8	28,8
Average		2.43	0.83	0.58	0.62	0.28	1.84	27.5	10.2	24.8
Nemchinovskaya 17	1	2.25	0.76	0.54	0.58	0.23	1.76	25.7	9.0	23,0
	2	2.43	0.81	0.57	0.62	0.28	2.01	27.6	10.0	26,5
	3	2.60	0.88	0.58	0.73	0.34	2.31	30.1	11.2	29,3
Average		2.43	0.82	0.56	0.64	0.28	2.03	27.8	10.1	26.3
Nemchinovskaya 24	1	1.97	0.71	0.56	0.50	0.19	1.72	20.9	7.6	18,4
	2	2.15	0.77	0.58	0.55	0.25	1.89	22.9	8.7	20,4
	3	2.38	0.80	0.60	0.57	0.37	2.16	25.6	10.2	24,7
Average		2.17	0.76	0.58	0.54	0.27	1.92	23.1	8.8	21.2
Nemchinovskaya 57	1	2.12	0.76	0.55	0.55	0.21	1.64	23.8	8.7	21,3
	2	2.35	0.82	0.57	0.59	0.26	1.83	26.4	9.8	23,9
	3	2.46	0.88	0.60	0.68	0.33	2.04	28.5	10.9	27,1
Average		2.31	0.82	0.57	0.61	0.27	1.84	26.2	9.8	24.1
Moskovskaya 56	1	2.13	0.77	0.55	0.57	0.17	1.64	23.4	8.1	19,4
	2	2.42	0.81	0.57	0.65	0.23	1.78	27.3	9.2	22,6
	3	2.57	0.82	0.60	0.72	0.31	1.93	29.7	10.3	25,4
Average		2.37	0.80	0.57	0.65	0.24	1.78	26.8	9.2	22.5
Moskovskaya 39	1	2.08	0.72	0.54	0.52	0.20	1.65	23.0	8.2	20,9
	2	2.33	0.79	0.56	0.60	0.25	1.80	26.2	9.4	23,5
	3	2.67	0.83	0.57	0.70	0.34	1.96	30.8	10.9	27,0
Average		2.36	0.78	0.56	0.61	0.26	1.80	26.7	9.5	23.8
Galina	1	2.02	0.75	0.57	0.54	0.19	1.69	23.5	8.1	19,7
	2	2.36	0.80	0.59	0.63	0.25	1.79	26.2	9.1	21,1
	3	2.50	0.85	0.62	0.75	0.28	2.06	28.6	9.9	24,4
Average		2.29	0.80	0.59	0.64	0.24	1.85	26.1	9.0	21.7

Note: 1 — standard (N₆₀P₆₀K₉₀); 2 — intensive (N₁₂₀P₉₀K₁₂₀); 3 — high-intensity technology (N₁₅₀P₁₂₀K₁₈₀).

Различия по содержанию фосфора в основной продукции сортов озимой пшеницы были менее существенные. По базовой технологии накапливалось от 0,71 до 0,77%, интенсивной — 0,77—0,85%, высокоинтенсивной — 0,80—0,88%. В среднем по технологиям меньше фосфора содержалось в зерне сорта Немчиновская 24 — 0,76%, больше накапливалось у сорта Московская 40 — 0,83%. Вынос фосфора одной тонной зерна с учетом побочной продукции также имел различия как по сортам, так и технологиям. Если с урожаем сорта Немчиновская 24 с повышением интенсивности возделывания вынос составлял 7,6—10,2 кг/т, то, например, по сорту Московская 40 он равнялся 8,7—11,8 кг/т, сорту Немчиновская 17 — 9,0—11,2 кг/т, Московская 39 — 8,2—10,9 кг/т, Московская 56 — 8,1—10,3 кг/т, Немчиновская 57 — 8,7—10,9 кг/т, Галина — 8,1—9,9 кг/т. В среднем по технологиям сопоставимыми показателями удельного выноса фосфора выделялись сорта Немчиновская 24 и Галина (8,8—9,0 кг/т), Немчиновская 17 и Московская 40 (10,1—10,2 кг/т), Московская 39 и Немчиновская 57 (9,5—9,8 кг/т).

Различия по содержанию калия в зерне сортов озимой пшеницы по технологиям возделывания менее заметны. В среднем по технологиям колебания составляли от 0,56 до 0,59%. Известно, что больше калия накапливается в соломе. С повышением доз внесения калийных удобрений содержание калия в соломе увеличивалось. Наибольший рост отмечался у сорта Немчиновская 17, у которого при высокоинтенсивной технологии калия накапливалось 2,31% — выше, чем у сорта Московская 40, на 0,27%. Сопоставимыми значениями накопления в среднем по технологиям характеризовались сорта Московская 39 и Московская 56 (1,78—1,80%), Московская 40, Немчиновская 57 и Галина (1,84—1,85%). У короткостебельного сорта Немчиновская 24 содержание калия в соломе составляло в среднем 1,92%.

Больше калия выносил сорт Немчиновская 17 — в среднем 26,3 кг/т. У этого же сорта с ростом интенсивности технологии удельный вынос увеличивался с 23,0 до 29,3 кг/т. Одной тонной продукцией сорта Московская 40 выносилось от 21,2 до 28,8 кг калия. У остальных сортов значения были ниже, а наименьшими в среднем по технологиям у сортов Немчиновская 24 и Галина — соответственно 21,2 и 21,7 кг/т.

Установлена связь нормативного выноса с дозами азота, фосфора и калия. При выборке по каждому сорту 15 пар получена тесная линейная корреляция. Уравнения регрессии приведены в табл. 2. Вынос азота на 59—67% зависел от доз применения азотных удобрений, фосфора — на 65—96% от доз фосфорных удобрений, калия — на 66—92% от доз калийных удобрений. При этом коэффициент вариации V нормативного выноса азота изменялся от 7,9% у сорта Немчиновская 17 до 15,4% — Московская 39. Вариабельность значений нормативного выноса фосфора по сортам составляла 9,7—13,7%. Меньшей величиной характеризовался сорт Галина, большей — Немчиновская 24. Коэффициент вариации нормативного выноса калия изменялся от 10,6% у сорта Немчиновская 57 до 15,1% — Немчиновская 24. Все полученные коэффициенты соответствует допустимой (средней) изменчивости.

Таблица 2

Зависимости удельного выноса основных элементов питания Y , кг/т, урожаем основной и побочной продукции сортов озимой пшеницы от доз азота, фосфора и калия x , кг/га

Сорт	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции R	Коэффициент детерминации R^2
Московская 40 (st.)	$Y_N = 0,068x + 19,94$	0,77	0,59
	$Y_{P_{205}} = 0,051x + 5,61$	0,98	0,96
	$Y_{K_{20}} = 0,065x + 15,25$	0,96	0,92
Немчиновская 17	$Y_N = 0,045x + 22,78$	0,80	0,64
	$Y_{P_{205}} = 0,036x + 5,93$	0,81	0,65
	$Y_{K_{20}} = 0,067x + 17,56$	0,81	0,66
Немчиновская 24	$Y_N = 0,048x + 17,65$	0,77	0,60
	$Y_{P_{205}} = 0,043x + 4,91$	0,92	0,84
	$Y_{K_{20}} = 0,069x + 12,08$	0,85	0,72
Немчиновская 57	$Y_N = 0,052x + 20,50$	0,80	0,65
	$Y_{P_{205}} = 0,036x + 6,53$	0,89	0,80
	$Y_{K_{20}} = 0,062x + 15,97$	0,96	0,92
Немчиновская 56	$Y_N = 0,069x + 19,14$	0,82	0,67
	$Y_{P_{205}} = 0,036x + 5,93$	0,96	0,91
	$Y_{K_{20}} = 0,064x + 14,08$	0,89	0,79
Московская 39	$Y_N = 0,081x + 17,72$	0,77	0,59
	$Y_{P_{205}} = 0,045x + 5,40$	0,96	0,92
	$Y_{K_{20}} = 0,062x + 15,45$	0,96	0,92
Галина	$Y_N = 0,070x + 17,84$	0,81	0,65
	$Y_{P_{205}} = 0,051x + 6,22$	0,91	0,83
	$Y_{K_{20}} = 0,053x + 14,79$	0,86	0,75

Table 2

Dependencies of specific nutrient removal Y , kg/t, with grain and by-products of winter wheat varieties depending on nitrogen, phosphorus and potassium doses x , kg/ha

Variety	Regression equation	Correlation coefficient R	Determination coefficient R^2
Moskovskaya 40 (st.)	$Y_N = 0.068x + 19.94$	0.77	0.59
	$Y_{P_{205}} = 0.051x + 5.61$	0.98	0.96
	$Y_{K_{20}} = 0.065x + 15.25$	0.96	0.92
Nemchinovskaya 17	$Y_N = 0.045x + 22.78$	0.80	0.64
	$Y_{P_{205}} = 0.036x + 5.93$	0.81	0.65
	$Y_{K_{20}} = 0.067x + 17.56$	0.81	0.66
Nemchinovskaya 24	$Y_N = 0.048x + 17.65$	0.77	0.60
	$Y_{P_{205}} = 0.043x + 4.91$	0.92	0.84
	$Y_{K_{20}} = 0.069x + 12.08$	0.85	0.72
Nemchinovskaya 57	$Y_N = 0.052x + 20.50$	0.80	0.65
	$Y_{P_{205}} = 0.036x + 6.53$	0.89	0.80
	$Y_{K_{20}} = 0.062x + 15.97$	0.96	0.92
Nemchinovskaya 56	$Y_N = 0.069x + 19.14$	0.82	0.67
	$Y_{P_{205}} = 0.036x + 5.93$	0.96	0.91
	$Y_{K_{20}} = 0.064x + 14.08$	0.89	0.79
Moskovskaya 39	$Y_N = 0.081x + 17.72$	0.77	0.59
	$Y_{P_{205}} = 0.045x + 5.40$	0.96	0.92
	$Y_{K_{20}} = 0.062x + 15.45$	0.96	0.92
Galina	$Y_N = 0.070x + 17.84$	0.81	0.65
	$Y_{P_{205}} = 0.051x + 6.22$	0.91	0.83
	$Y_{K_{20}} = 0.053x + 14.79$	0.86	0.75

Затраты удобрений NPK на производство одной тонны зерна озимой пшеницы менее различались между сортами, но в большей мере зависели от технологии возделывания, главным образом от уровня применения минеральных удобрений (табл. 3). Так, по базовой технологии в сумме NPK составляло 210 кг/га, интенсивной — 330, высокоинтенсивной — 450 кг/га. В среднем за годы исследований меньшие затраты удобрений отмечены у сорта Немчиновская 24. С увеличением интенсивности технологии они составляли соответственно 47, 52 и 61 кг/т. Сопоставимыми затратами NPK по высокоинтенсивной технологии выделялись сорта Московская 40, Немчиновская 17 и Московская 39 — 71—72 кг/т, а также сорта Немчиновская 56 и Немчиновская 57 — 65 и 67 кг/т соответственно.

Таблица 3

Затраты и окупаемость минеральных удобрений урожаем сортов озимой пшеницы селекции Московского НИИСХ «Немчиновка» (среднее за 2012—2017 гг.)

Сорт	Технология	Урожайность, т/га	Затраты удобрений NPK, кг/т	Окупаемость 1 кг NPK урожаем, кг
Московская 40 (st.)	1	6,92	54	33
	2	8,49	61	26
	3	10,56	72	23
Немчиновская 17	1	8,77	58	42
	2	10,53	64	32
	3	12,97	71	29
Немчиновская 24	1	7,63	47	36
	2	9,10	52	28
	3	11,19	61	25
Немчиновская 57	1	7,97	54	38
	2	9,86	60	30
	3	11,11	67	25
Московская 56	1	8,52	51	41
	2	9,63	59	29
	3	11,73	65	26
Московская 39	1	6,98	52	33
	2	8,10	59	25
	3	9,64	71	21
Галина	1	7,81	53	37
	2	9,09	57	28
	3	11,53	69	26

Примечание: 1 — базовая (N60P60K90); 2 — интенсивная (N120P90K120); 3 — высокоинтенсивная технология (N150P120K180).

Table 3

Costs and payback of mineral fertilizers with harvest of winter wheat varieties (average for 2012–2017)

Variety	Technology	Yield, t/ha	NPK fertilizer costs, kg/t	Payback of 1 kg NPK by harvest, kg
Moskovskaya 40 (st.)	1	6.92	54	33
	2	8.49	61	26
	3	10.56	72	23
Nemchinovskaya 17	1	8.77	58	42
	2	10.53	64	32
	3	12.97	71	29
Nemchinovskaya 24	1	7.63	47	36
	2	9.10	52	28
	3	11.19	61	25
Nemchinovskaya 57	1	7.97	54	38
	2	9.86	60	30
	3	11.11	67	25
Nemchinovskaya 56	1	8.52	51	41
	2	9.63	59	29
	3	11.73	65	26
Moskovskaya 39	1	6.98	52	33
	2	8.10	59	25
	3	9.64	71	21
Galina	1	7.81	53	37
	2	9.09	57	28
	3	11.53	69	26

Note: 1 — standard ($N_{60}P_{60}K_{90}$); 2 — intensive ($N_{120}P_{90}K_{120}$); 3 — high-intensity technology ($N_{150}P_{120}K_{180}$).

С увеличением доз применения минеральных удобрений (от базовой технологии к высокоинтенсивной) их окупаемость урожаем, как правило, снижалась. Наибольшей величиной по базовой технологии отличались сорта Немчиновская 17 и Московская 56, составляя соответственно 42 и 41 кг/кг. Окупаемость затрат удобрений урожаем сортов Немчиновская 24, Немчиновская 57 и Галина при базовой технологии составляла 36—38 кг/кг. Одинаковые значения окупаемости (33 кг/кг) получены по сортам Московская 40 и Московская 39.

При высокоинтенсивной технологии меньшей окупаемостью удобрений характеризовался сорт Московская 39 — 21 кг/кг, большей — Немчиновская 17 — 29 кг/кг.

Заключение

С повышением интенсивности возделывания сортов озимой пшеницы нормативный вынос элементов питания увеличивается. Эта закономерность прослеживается по всем сортам. Наоборот, окупаемость удобрений урожаем от базовой технологии к высокоинтенсивной снижается. При расчете доз минеральных удобрений нормативным методом следует учитывать сортовые особенности озимой пшеницы, условия питания растений, агрохимическую характеристику почвы, метеорологические и технологические факторы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сенченкова Е.М., Торшин С.П. Вопросы агрохимии в трудах Н.И. Вавилова (К 100-летию со дня рождения) // *Агрохимия*. 1987. № 10. С. 136—141.
2. Климашевский Э.Л. Генетический аспект минерального питания растений. М.: Агропромиздат, 1991. 451 с.
3. Войтович Н.В., Хачидзе А.С., Мамедов М.Г., Горбунова Н.И. Влияние сортовых агротехнологий на вынос питательных веществ и окупаемость удобрений зерном озимых культур // Проблемы селекции и технологии возделывания зерновых культур: материалы научной конференции. Новоивановское-Немчиновка, 2008. С. 385—391.
4. Трапезников В.К., Иванов И.И., Тальвинская Н.Г., Анохина Н.Л., Никонов В.И. Особенности минерального питания сортов и видов яровой пшеницы при различных способах внесения удобрения // *Агрохимия*. 2004. № 1. С. 51—59.
5. Вильдфлуш И.Р., Козотько Е.И. Сортовая отзывчивость яровой пшеницы на условия минерального питания на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // *Почвоведение и агрохимия*. 2012. № 1. С. 82—89.
6. Сандухадзе Б.И., Журавлева Е.В. Азотная подкормка современных интенсивных сортов озимой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья // *Питание растений*. 2012. № 2. С. 2—6.
7. Державин Л.М., Литвак Ш.И., Седова Е.В. Современные методы определения доз минеральных удобрений. Обзорная информация. М.: ВНИИТЭИСХ, 1988. 44 с.
8. Методика разработки нормативов выноса и коэффициентов возмещения выноса питательных веществ при удобрении сельскохозяйственных культур. М.: ВНИИА. 2008. 24 с.
9. Диагностика минерального питания пшеницы и некорневые подкормки (методические указания). М., 1985. 16 с.

История статьи:

Поступила в редакцию: 30 апреля 2019 г.

Принята к публикации: 20 мая 2019 г.

Об авторах

Ребух Назих Ясер — аспирант, лаборатория сортовых технологий озимых зерновых культур, Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», Российская Федерация, 143026, Московская область, Одинцовский район, пос. Новоивановское, ул. Агрохимиков, дом 6, e-mail: n.rebuhk@outlook.fr

Политыко Петр Михайлович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией сортовых технологий озимых зерновых культур, Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», Российская Федерация, 143026, Московская область, Одинцовский район, пос. Новоивановское, ул. Агрохимиков, дом 6, e-mail: niicrnz@mail.ru

Капранов Владимир Николаевич — доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория сортовых технологий озимых зерновых культур, Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», Российская Федерация, 143026, Московская область, Одинцовский район, пос. Новоивановское, ул. Агрохимиков, дом 6, e-mail: niicrnz@mail.ru

Киселев Евгений Федорович — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория сортовых технологий озимых зерновых культур, Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», Российская Федерация, 143026, Московская область, Одинцовский район, пос. Новоивановское, ул. Агрохимиков, дом 6, e-mail: niicrnz@mail.ru

Для цитирования

Ребух Н.Я., Политыко П.М., Капранов В.Н., Киселев Е.Ф. Вынос элементов питания и окупаемость минеральных удобрений урожаем сортов озимой пшеницы в технологиях разного уровня интенсивности // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. 2019. Т. 14. № 2. С. 142—153. doi: 10.22363/2312-797X-2019-14-2-142-153.

Nutrient removal and payback of mineral fertilizers by harvest of winter wheat varieties under technologies of different intensity levels

Nazih Y. Rebukh, Petr M. Polityko, Vladimir N. Kapranov, Evgeny F. Kiselev

Federal research center “Nemchinovka”,
Moscow region, Russian Federation

Abstract. Nutrient removal and payback of mineral fertilizers by harvest of winter wheat varieties were studied under technologies of different intensity levels in 2012—2015. The design of the experiment included three fertilizer systems divided into three yield levels (6, 8 and 10 t/ha) adjusted for the actual content of mobile phosphorus and potassium in the soil. Samples of grain and straw were taken for each variety and technology before harvesting, nutrient content was determined. Calculation of nutrient removal was carried out at 14% moisture. Nutrient removal and payback of fertilizers by harvest of winter wheat varieties depended on genetic characteristics and cultivation technology. Nemchinovskaya and Moskovskaya varieties had the highest (17—29 kg/kg) and the lowest (39—21 kg/kg) fertilizer payback, respectively, in high-intensity technology. The lower the stem height, the lower the nutrient removal. The sum of fertilizers (NPK) used by Nemchinovskaya 24 variety was 210 kg/ha in standard technology, 330 kg/ha in intensive technology, and 450 kg/ha in high-intensity technology. Lower fertilizer costs were noted on average over the research years. Increasing intensity of technology — from standard to high-intensity — resulted in increased nutrient removal and fertilizers costs, and their payback decreased.

Keywords: winter wheat, nutrient removal, costs, fertilizer payback, variety, technology

REFERENCES

1. Senchenkova EM, Torshin SP. Questions of agrochemistry in Vavilov N.I. proceedings (to the 100th anniversary of his birth). *Agricultural Chemistry*. 1987; (10):136—141. (In Russ).
2. Klimashevsky EL. *The genetic aspect of plant mineral nutrition*. Moscow: Agropromizdat publ.; 1991. (In Russ).
3. Voytovich NV, Khachidze AS, Mamedov MG, Gorbunova NI. Influence of cultivar agrotechnologies on nutrient removal and payback of fertilizers by winter crop grain. *Problems of grain crop breeding and cultivation technology: proceedings of the scientific conference*. Novoivanovskoe-Nemchinovka; 2008. p. 385—391. (In Russ).
4. Trapeznikov VK, Ivanov II, Tal'vinskaya NG, Anokhina NL, Nikonov VI. Mineral nutrition of spring wheat cultivars and species under different fertilization regimes. *Agricultural Chemistry*. 2004; (1):51—59. (In Russ).
5. Vildflush IR, Kogotko EI. High-quality responsiveness of spring wheat on conditions of a mineral food of podzolvisol. *Pochvovedeniye i agrokimiya*. 2012; (1):82—89. (In Russ).
6. Sanduhadze BI, Zhuravleva EV. Nitrogen additional fertilizing of modern intensive winter wheat varieties in Central Non-Black Earth Region. *IPNI Newsletter in Russian*. 2012; (2):2—6. (In Russ).
7. Derzhavin LM, Litvak SI, Sedova EV. *Modern methods for determining doses of mineral fertilizers. Survey information*. Moscow: VNIITE-ISH publ.; 1988. (In Russ).
8. *Methodology of development of removal standards and reimbursement factors for nutrient removal under crop fertilizing*. Moscow: VNIIA publ.; 2008. (In Russ).
9. *Diagnosis of wheat mineral nutrition and foliar dressing (guidelines)*. Moscow: VNIPTIHIM publ.; 1985. (In Russ).

Article history

Received: 29 April 2019

Accepted: 20 May 2019

About authors

Rebukh Nazih Yasser — postgraduate student, laboratory of varietal technologies of winter grain crops, Federal Research Center “Nemchinovka”, 6, Agrikhimikov str., Novoivanovskoye village, Odinzovo district, Moscow region, 143026, Russian Federation; e-mail: n.rebouh@outlook.fr

Polityko Petr Mikhailovich — Doctor of Sciences in Agriculture, Professor, Head of the Laboratory of Varietal Technologies of Winter Grain Crops, Federal Research Center “Nemchinovka”, 6, Agrikhimikov str., Novoivanovskoye village, Odinzovo district, Moscow region, 143026, Russian Federation; e-mail: niicrnz@mail.ru

Kapranov Vladimir Nikolaevich — Doctor of Sciences in Agriculture, Leading Researcher, Laboratory of Varietal Technologies of Winter Grain Crops, Federal Research Center “Nemchinovka”, 6, Agrikhimikov str., Novoivanovskoye village, Odinzovo district, Moscow region, 143026, Russian Federation; e-mail: niicrnz@mail.ru

Kiselev Evgeny Fedorovich — Candidate of Sciences in Agriculture, Leading Researcher, Laboratory of Varietal Technologies of Winter Crops, Federal Research Center “Nemchinovka”, 6, Agrikhimikov str., Novoivanovskoye village, Odinzovo district, Moscow region, 143026, Russian Federation; e-mail: niicrnz@mail.ru

For citation

Rebukh NY, Polityko PM, Kapranov VN, Kiselev EF. Nutrient removal and payback of mineral fertilizers by harvest of winter wheat varieties under technologies of different intensity levels. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2019; 14(2):142—153. doi: 10.22363/2312-797X-2019-14-2-142-153 (In Russ).