

УДК 631.41:631.42

## ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПОЧВОЙ В СТАЦИОНАРНОМ ОПЫТЕ

© 2024 г. О. В. Волынкина\*

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН  
620142 Екатеринбург, ул. Белинского, 112а, Россия

\*E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru

Оценили эффективное и потенциальное плодородие выщелоченного чернозема в условиях полевого стационарного эксперимента на Центральном опытном поле Курганского НИИСХ с применением 2-х технологий выращивания культур. В первой части опыта изучали севооборот кукуруза–пшеница–пшеница–овес при ежегодной вспашке, во второй – бессменную пшеницу после стерневого фона. Первая технология отличалась более высоким эффективным плодородием, большим количеством растительных остатков, за счет чего по содержанию гумуса проявилось ее преимущество. Положительное влияние удобрений на показатели потенциального плодородия почвы наблюдали при внесении 2-й и 3-й доз азота на фоне применения фосфора.

*Ключевые слова:* зернопропашной севооборот, бессменная пшеница после стерни, азотное и фосфорное удобрения, урожайность, растительные остатки, гумус, подвижные питательные вещества, кислотность.

DOI: 10.31857/S0002188124070012, EDN: CGMKDO

### ВВЕДЕНИЕ

Устойчивость во времени оптимальных уровней агрохимических признаков плодородия почвы стабилизирует продуктивность сельскохозяйственных культур. Важно знать, насколько управляемы и регулируемы показатели, тесно связанные с урожайностью. К ним относится уровень содержания подвижных питательных веществ. Особое внимание уделяется содержанию органического вещества в почве, которое представлено гумусом, остатками растительного и животного происхождения разной степени разложения. Связь продуктивности растений с этим показателем проявляется как напрямую, так и опосредованно. В агроценозах наряду с минерализацией легкоподвижной части гумуса происходит пополнение его запаса за счет трансформации растительных остатков. Сбалансированность этих процессов способствует сохранению содержания гумуса. В других случаях наблюдают снижение или повышение содержания гумуса. В литературе обсуждаются все 3 ситуации. На обыкновенном черноземе в опытах [1] без удобрения при исходном содержании гумуса 3.38% через 5 лет проявилось его снижение на 0.04%, через 32 года – на 0.92%. Применение удобрения в дозе N30P30 уменьшило потери до – 0.46%, а при полном минеральном удобрении до – 0.36%. Одностороннее внесение N150 или P30–90 вызывало снижение урожайности и потери

гумуса на 0.74–0.82%. Повышение содержания гумуса до 3.94% обеспечило удобрение почвы в дозе N150P120K120. На подобные закономерности указывали и другие исследователи [2–4].

Повышение содержания гумуса за счет внесения навоза и полного минерального удобрения показано в Красноярских исследованиях, в опытах Донского и Воронежского ГАУ, Белгородского НИИСХ, СибНИИ земледелия и химизации сельского хозяйства [5–9]. Установлено несколько важных факторов изменчивости содержания гумуса. Например, в работе [10] авторы считали, что вклад в данный показатель на 22% вносит такой вид органического удобрения, как навоз или солома, последняя действовала сильнее. На 33% изменялся результат определения содержания гумуса за счет глубины отбора пробы.

Определенное воздействие на содержание гумуса оказывает вид обработки почвы. В опытах Омских ученых темпы убыли запаса гумуса при минимальной обработке снижались в 2 раза по отношению к вспашке [11]. На темно–серой почве в экспериментах Орловских исследователей поверхностная обработка почвы обеспечивала повышение содержания гумуса по отношению к вспашке в слоях 0–10 и 10–20 см, а в слое 20–30 см различий не было обнаружено [12]. В работе [13] авторы

заметили, что лабильная фракция гумуса при нулевой обработке локализуется в слое 0–10 см, а при вспашке – на глубине заделки растительных остатков. В стационарном опыте на выщелоченном черноземе в Краснодарском крае с 2006 г. следили за изменением гумусового состояния почвы при 3-х способах обработки почвы. В севообороте с озимой пшеницей, подсолнечником и кукурузой на зерно без пара – традиционная система обработки почвы сохраняла или несколько повышала содержание гумуса с исходной величины в слое 0–10 см с 3.60 до 3.60–3.70–4.03% в 2015, 2016 и 2017 г. соответственно. Системы минимально–мульчирующая и такая же с разуплотнением в эти 3 года показали больший результат – 4.06–4.17–4.25%, что объяснялось разной скоростью разложения остатков [14]. В модельном опыте на типичном черноземе с 2012 г. исследовали трансформацию растительных остатков. За год солома озимой пшеницы разложилась на 25% и в следующие 2 года – на 72 и 87%. Скорость разложения стеблей и корней подсолнечника за эти 3 года была иной: 45, 73 и 90% [15].

В стационарных экспериментах более детально исследуют динамику содержания гумуса в почве с одновременным поиском оптимальных доз удобрений для стабилизации его уровня и продуктивности культур, в таких опытах проявление случайных факторов уменьшено. В полевых исследованиях возможен подбор методов химического анализа почвы и растений для диагностики условий минерального питания, разработка индексов обеспеченности, коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений, что необходимо для этапа внедрения результатов опытов в производство. При этом уточняются шкалы обеспеченности растений питательными элементами [16]. Однако только содержание в почве подвижных форм элементов питания не считается достаточным для определения оптимальных доз, что в свое время подчеркивал Д.Н. Прянишников, который на первый план выдвигал выводы полевого опыта [17]. Цель работы – оценка информативности результатов наблюдений за почвой в стационарном опыте.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект наблюдения – выщелоченный чернозем при применении 2-х технологий выращивания культур севооборота. В первой части стационарного опыта был использован севооборот кукуруза–пшеница–пшеница–овес при ежегодной вспашке (1971–1998 гг.), во второй – бессменная пшеница после стерни (1999–2022 гг.). Эксперимент заложен В.И. Волынкиным в 1971 г., исполнитель опыта с 1993 г. – автор статьи. Солону оставляли на поле с 1978 г. – со времени использования комбайна

Сампо-500. Агрохимические свойства выщелоченного чернозема маломощного малогумусного среднесуглинистого:  $pH_{KCl}$  6.2–6.4 ед. при закладке опытов и 5.0–5.2 ед. в настоящее время, содержание гумуса по Тюрину – 4.5%, общего азота по Кьельдалю – 0.20%, общего фосфора – 0.07%, суммы поглощенных Са и Mg – 20–22 мэкв/100 г (по Каппену). Содержание подвижного фосфора и обменного калия по Чирикову в слое почвы 0–20 см на участке под опытом было равно 40–50 и 250–350 мг/кг соответственно. Отбор почвы вели весной перед внесением удобрений. Наблюдения за изменчивостью во времени и после внесения удобрений таких свойств почвы, как содержание гумуса, суммы поглощенных оснований и кислотности почвы вели периодически. Содержание подвижных форм питательных веществ определяли ежегодно. Формы удобрения – аммиачную селитру и аммофос весной перед посевом локально сеялкой СЗ-3,6 на глубину 5 см.

Место проведения исследования – Центральное опытное поле Курганского НИИСХ. Характеристика погодных условий имеет важнейшее значение для объяснения величины урожая. Периодически повторявшиеся майские и июньские засухи – типичное явление для Зауралья. В центральной зоне Курганской обл. годовое количество осадков – 350–369 мм, за вегетацию – 190–207 мм. Продолжительность периода с температурой 10°C – 130–134 сут, в начале наступления такой температуры средний запас продуктивной влаги в метровом слое почвы равен 110–150 мм. Общая площадь делянки – 270 м<sup>2</sup>, учетная – 90 м<sup>2</sup>. Повторность вариантов трехкратная. Высевали районированные сорта культур. Учет урожая кукурузы вели скашиванием растений на площадке 14 м<sup>2</sup>, взвешиванием и определением влажности биомассы. Зерновые культуры скашивали напрямую комбайном Сампо-500 с отбором образца для анализа на влажность и сорность. Урожай приведен к 14%-ной влажности и 100%-ной чистоте. Количество растительных остатков подсчитали для соломы в снопах, взятых перед уборкой, для корней и жнивья – по Левину [18].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Продуктивность 2-х исследованных агроценозов существенно отличалась. Урожайность культур в севообороте в условиях ежегодной вспашки была значительно больше, чем во 2-й части опыта с бессменной пшеницей после стерневого фона (табл. 1, 2).

Эти различия сказались на количестве растительных остатков, сумма которых была больше в первой части опыта. Коэффициент гумификации был равен 0.15. В среднем за 50 лет эксперимента

**Таблица 1.** Продуктивность зернопропашного севооборота (1971–1998 гг.)

Вариант	Урожайность, ц к.е./га					Прибавка, ± к контролю	Окупаемость, кг к.е./кг
	кукуруза	1-я и 2-я пшеница после кукурузы	овес	за севооборот	среднее за год		
Контроль	38.5	18.6	23.8	99.5	24.9	–	–
N25	44.7	21.0	25.2	112	28.0	3.1	12.4
N50	47.1	21.6	25.6	116	29.0	4.1	8.2
N75	47.5	20.9	24.9	114	28.6	3.7	4.9
N25P40	49.3	23.4	28.7	125	31.2	6.3	9.7
N50 P40	57.6	25.4	28.4	137	34.2	9.3	10.3
N75 P40	59.6	24.5	28.3	137	34.2	9.3	8.1
HCP <sub>05</sub>	9.5	2.0–2.7	1.3				

**Таблица 2.** Продуктивность бессменной пшеницы после стерни (1999–2023 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	± к контролю	Окупаемость, кг /кг
Контроль без удобрений	9.7	–	–
N20	11.5	1.8	9.0
N40	12.0	2.3	5.8
N60	11.8	2.1	3.5
N20P20	13.1	3.4	8.5
N40P20	15.2	5.5	9.2
N60P20	15.9	6.2	7.8
HCP <sub>05</sub>	1.2–3.1		

**Таблица 3.** Влияние состава удобрения и доз азота на количество растительных остатков и баланс ОВг

Вариант	Количество растительных остатков, т/га			Баланс ОВг за год, т/га		
	1-я часть опыта, 28 лет	2-я часть опыта, 22 года	средне-взвешенное за 50 лет	1-я часть опыта, 28 лет	2-я часть опыта, 22 года	средне-взвешенное за 50 лет
Контроль без удобрений	3.77	2.99	3.43	0.02	–0.13	0.05
N40	4.02	3.77	3.91	0.10	0.08	0.09
N25–20P40–20*	4.68	3.84	4.31	0.16	0.16	0.16
N50–40P40–20	4.97	4.49	4.76	0.21	0.27	0.23
N75–60P40–20	5.18	4.80	5.01	0.24	0.35	0.29

баланс гумифицированного органического вещества (ОВг) был положительным во всех вариантах с удобрением, отличаясь по величине, но существенное влияние оказывало только азотно-фосфорное удобрение при применении 2-й и 3-й доз азота (табл. 3).

При широкорядном посеве кукурузы на зеленую массу отмечено меньшее количество растительных остатков, а минерализация гумуса была больше – при коэффициенте 0.0095 в отличие от 0.0045 для зерновых культур. Сыграло роль и то, что 7 первых лет севооборота солому удаляли с поля. Поэтому

в посеве бессменной пшеницы в балансе ОВг в вариантах применения 2-й и 3-й доз азота в сочетании с фосфором проявилось небольшое преимущество. Содержание гумуса в контроле в целом сохранялось. В 2-х вариантах с удобрением уже к концу первого десятилетия их применения в годы севооборота обозначилась четкая закономерность увеличения количества гумуса. Достоверное увеличение содержания гумуса происходило в варианте применения 2-й и 3-й доз азота в составе NP-удобрений.

Показатели содержания гумуса варьировали согласно изменениям урожайности. Например, после

**Таблица 4.** Взаимосвязь величин доз азота и содержания гумуса в слое 0–20 см почвы, %

Вариант/ Год	1982	1987	1990	1993	1994	1995	Среднее		
В севообороте									
Контроль	4.35	4.94	4.58	4.45	4.38	4.25	4.49		
N50	4.23	4.62	4.70	4.60	4.48	4.38	4.42		
N25P40	4.26	5.60	4.72	4.97	4.38	4.25	4.70		
N50P40	5.27	5.63	5.17	5.03	5.40	4.97	5.24		
N75P40	5.08	6.67	5.05	5.26	5.28	4.97	5.38		
Посев бессменной пшеницы									
Вариант/ Год	2006	2008	2011	2012	2016	2020	2021	2022	Среднее
Контроль	4.64	4.43	4.39	4.70	4.35	4.75	5.55	4.69	4.69
N40	4.78	4.64	4.45	4.48	4.48	4.78	5.66	4.96	4.78
N20P20	4.68	4.23	4.31	4.48	4.35	4.76	5.15	4.88	4.60
N40P20	5.14	4.64	4.56	4.82	4.99	5.56	5.89	5.63	5.15
N60P20	5.39	5.07	4.70	5.69	4.99	5.59	5.72	5.32	5.31

$$HCP_{05} = 0.4, F_{\text{факт}} = 2.40, F_{\text{табл}} = 0.26$$

**Таблица 5.** Влияние систем удобрения на величину  $pH_{KCl}$  в слое 0–20 см почвы

Вариант/Год	1992	1994	1995	2006	2008	2011	2012	2016	2020	2021
Контроль	5.40	5.50	5.30	5.41	5.20	5.34	5.34	5.61	5.21	5.15
N25–20P	5.40	5.40	5.40	5.39	5.08	5.34	5.17	5.57	5.31	5.17
N50–40P	5.35	5.20	5.30	5.32	5.09	5.20	5.07	5.42	5.24	5.22
N75–60P	5.25	5.30	5.20	5.22	4.85	5.00	5.03	5.27	5.00	5.00
$HCP_{05}$	0.15									

Примечание. Величина  $pH_{KCl}$  в период закладки опытов (1971–1972 гг.) была равна 6.2 ед.

**Таблица 6.** Влияние внесения удобрений на содержание суммы Са и Mg в слое 0–20 см почвы, ммоль (экв)/100 г

Вариант/ Год	1990	1992	1993	2006	2010	2022	2023
N0P0	20.4	19.6	21.7	21.7	19.0	20.4	21.7
N25–20P	21.2	19.5	22.4	21.1	–	–	–
N50–40P	22.1	18.8	22.9	22.0	–	–	21.1
N75–60P	21.0	18.8	21.8	22.6	22.8	20.2	21.5

получения высокого урожая пшеницы в 1985 г. (18–30 ц/га) содержание гумуса в 1987 г. было значительно больше. После засушливого 1992 г. с урожайностью 12–18 ц/га величины этого показателя в следующие годы были меньше. При дальнейших определениях содержания гумуса в почве под бессменной пшеницей можно отметить увеличение запасов гумуса в вариантах внесения удобрений N2–3P, в этом случае также наблюдали возрастание этого показателя после урожайных 2011 и 2017 гг. (табл. 4).

Наблюдения за кислотностью почвы показали, что применение азотных и фосфорных удобрений не вызывало большого изменения кислотности выщелоченного чернозема. Сильнее действовал временной фактор. Закономерность небольшого увеличения кислотности обнаружена в варианте с применением N75–60P (табл. 5).

Величина гидролитической кислотности ( $H_T$ ) постепенно повышалась с течением времени опыта и в ходе внесения удобрений. Например, в контроле в 1992 г.  $H_T$  равнялась 2.46 ммоль(экв)/100 г, в 2006 г. – 3.92, на фоне N<sub>3</sub>P в те же годы – 3.05 и 4.75. При этом величина  $pH_{H_2O}$  оставалась на исходном уровне ≈6.0. Сумма поглощенных элементов: кальция и магния, существенно не менялась как во времени, так и в случае внесения удобрений (табл. 6).

Более заметно удобрения влияли на содержание подвижных форм питательных элементов. В табл. 7 показано содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> по Чирикову в слое 0–20 см почвы под посевом бессменной пшеницы.

Без удобрений при исходной величине 40 мг/кг отмечены изменения показателя в пределах 43–51 мг/кг, в среднем за 15 лет – 48 мг/кг. В вариантах, где в течение 53 лет ежегодно применяли

**Таблица 7.** Содержание  $P_2O_5$  в слое 0–20 см почвы на стерневом фоне, мг/кг

Вариант/Год	2009–2012	2013–2016	2017–2020	2020–2023	Среднее за 15 лет
Контроль без удобрений	50	43	48	51	48
N40–60P0	39	45	39	42	41
N40–60P40+P20	77	87	84	100	87
$HCP_{05} = 12$ , $F_{\text{факт}} = 54.92$ , $F_{\text{табл}} = 4.75$					

**Таблица 8.** Содержание нитратного азота в 1-метровом слое почвы, кг/га

Вариант/Год	2015	2017	2018	2019	2020	2021	2023	Среднее
N0P0	35	54	41	48	48	71	73	53
N40–60P20	110	82	53	54	69	104	92	80
$HCP_{05}$	17							

только азотное удобрение, содержание  $P_2O_5$  оставалось на исходном уровне, меняясь в пределах 39–45, в среднем – 41 мг/кг.

В варианте применения азотного и фосфорного удобрений (NP) с 2008 г., где в дополнение к последнему действию P40, вносимого в севообороте в течение 25 лет в сумме P1000, с 2008 г. добавляли P20, т.е. количество примененного фосфора к весне 2023 г. составило P1300. В этом случае накопление  $P_2O_5$  в пахотном слое почвы повысилось до 77–100 мг/кг, в среднем – до 87 мг/кг. Сопоставление содержания подвижного фосфора и урожайности культур в вариантах четко показало их тесную связь для бедной фосфатами почвы. Определение содержания подвижного  $P_2O_5$  в почве можно использовать для подбора полей, где необходимо вносить фосфорное удобрение. Удобная шкала Чирикова была несколько откорректирована В.И. Волынкиным для местных условий. Пять классов шкалы в мг/кг выглядит так: очень низкая – 0–20, низкая – 20–45, средняя – 45–60, повышенная – 60–80 и высокая – более 80 мг/кг фосфорного удобрения. Заметнее снизились показания в среднем и повышенном классах, по шкале Чирикова они равнялись 51–100 и 101–150 мг/кг, а в опытах Курганского НИИСХ при показателе 74 мг/кг фосфорное удобрение уже не действовало.

При тесном взаимодействии азота и фосфора, эффективным фосфорное удобрение оказывалось только при условии хорошей обеспеченности растений азотом (после пара, а после других предшественников – при совместном внесении с азотным удобрением). Действительно, одностороннее применение P20 в нашем опыте в севообороте без пара и на бессменной пшенице за 53-летний период повышало урожайность лишь в 16% лет.

Количество нитратного азота в 1-метровом слое почвы весной в начале мая перед внесением удобрений (определяли остаточные количества удобрений на фонах регулярного их применения)

в среднем было равно 53 кг/га в контроле и 80 кг/га на фоне N40–60P20 (табл. 8).

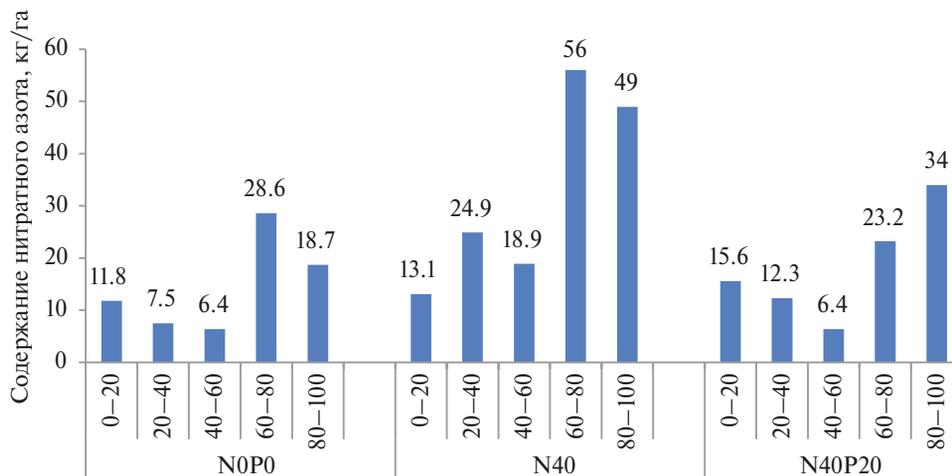
При применении 2-й и 3-й доз азота на фосфорном фоне чаще накопление нитратного азота приближалось к оптимуму, который для 1-метрового слоя почвы был равен  $\approx 80$  кг/га.

Иногда количество нитратного азота было близким в этих двух показанных вариантах, что можно объяснить более высоким использованием нитратного азота предыдущим урожаем, а также очень прохладным маем со снижением температуры воздуха во 2-й декаде до 9.6–11.7°C, что наблюдали в 2018 и 2019 г. Малое количество нитратного азота в 1-метровом слое могло быть и после частичной его миграции с осадками в слои ниже 1 м, что было доказано повышенным содержанием азота в слое 80–100 см (рис. 1) при почвенном анализе весной 2023 г.

Названные причины – зависимость накопления нитратного азота от температуры воздуха и от обильных осадков делает менее надежной диагностику потребности растений в азоте только по данному показателю. Недостаточно тестировать данный элемент только в поверхностном слое почвы 0–40 см. Следует совмещать учет содержания нитратного азота в 1-метровом слое и урожайность предшествующей культуры, ее удобренность, а также сравнивать с результатами полевых стационарных опытов в условиях, аналогичных хозяйственным.

Обеспеченность растений подвижным калием на участке под опытом была высокой во всех вариантах. В слое 0–20 см содержалось 250–300 мг  $K_2O$ /кг по Чирикову.

Высокая информативность показанных результатов анализа почвы в стационарном опыте позволило построить графики отзывчивости культур на испытанные дозы удобрений, установить оптимальные уровни доз, сопоставлять урожайность с индексами обеспеченности растений питательными веществами,



**Рис. 1.** Содержание  $N-NO_3$  на (27.04.2023 г.) в слоях по 20 см на глубину 1 м, кг/га, его содержание в 1-метровом слое было равно: в варианте N0P0 – 73.0, N40 – 162 и N40P20 – 91.6 кг/га.

вычислять баланс питательных веществ. Эти данные становятся основой мониторинга состояния почвы по ряду агрохимических показателей выщелоченного чернозема Центрального опытного поля Курганского НИИСХ. Кроме этого, сопоставление агрохимических показателей почвы с продуктивностью культур становится базой знаний для последующей подготовки экспертно-советующей программы, с помощью которой можно консультировать специалистов земледелия по вопросам применения экономически выгодных доз удобрений для условий, идентичных опыту.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В стационарном эксперименте на Центральном опытном поле Курганского НИИСХ эффективное плодородие выщелоченного чернозема характеризовалось более высокой продуктивностью агроценоза, представленного севооборотом кукуруза–пшеница–пшеница–овес при ежегодной вспашке по сравнению с бессменной пшеницей после стерни. Действие внесенного удобрения на урожайность культур в обоих агроценозах было положительным при условии применения азотного в сочетании с фосфорным удобрением, поскольку почва опытного участка была бедна подвижным фосфором. Более высокой урожайностью и лучшей окупаемостью отличалась система удобрений в дозах N50–40P40–20. Агрохимические свойства почвы в ряде вариантов опыта на удобряемых фонах изменялись в желательном для земледельцев направлении. Положительно влияло применение 2-й и 3-й доз азота с фосфором, оно улучшало показатели плодородия почвы по количеству подвижных форм питательных веществ и содержанию гумуса. В среднем за 50 лет опыта баланс гумифицированного органического вещества оказался положительным во всех

вариантах, но отличался по величине в пользу вариантов NP при применении 2-й и 3-й доз азота.

В контроле кислотность почвы от исходной величины  $pH_{KCl}$  6.2 ед. возросла к 2021 г. до показателя среднекислой – 5.2 ед. Удобрение N75–60P усилило кислотность до  $pH_{KCl}$  5.0 ед.

Для диагностики потребности растений в фосфорном удобрении эффективно и надежно использовать измерение содержания подвижного  $P_2O_5$  в слое 0–20 см почвы по шкале Чирикова, откорректированной для местных условий.

Для правильного применения азотного удобрения необходимо пользоваться комплексом показателей. К ним относятся содержание  $N-NO_3$  в 1-метровом слое почвы, учет растения-предшественника, его удобренности и результатов полевого стационарного опыта в почвенно–климатических условиях той зоны, для которой осуществляется оптимизация доз азота. В Курганском НИИСХ есть возможность пользоваться результатами зональных экспериментов на 3-х опытных полях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаповалова Н.Н., Шустикова Е.П. Влияние длительного применения и последствий разных видов и доз минеральных удобрений на агрохимические свойства обыкновенного чернозема // Мат-лы Всерос. совещ. научн. учреждений – участников Географической сети опытов с удобрениями 6 октября 2016 г. / Под ред. В.Г. Сычева. М.: ВНИИА, 2016. С. 314–321.
2. Чуб М.П., Пронько В.В., Сайфулина Л.Б., Ярошенко Т.М., Климова Н.Ф. Плодородие чернозема южного и продуктивность зернопропашного севооборота

- при длительном применении минеральных удобрений // *Агрохимия*. 2010. № 7. С. 3–13.
3. *Помазкина Л.В., Семенов Ю.В., Симакова А.А., Кириллова Н.Н., Баиалханов И.А.* Оценка баланса углерода почв в агроэкосистемах Иркутской области // *Агрохимия*. 2016. № 5. С. 65–71.
  4. *Чесняк Г.Я., Гаврилюк Ф.Я., Крупеников И.А., Лактионов Н.И., Шилихина Н.А.* Гумусовое состояние черноземов // *Русский чернозем: 100 лет после Докучаева*. М.: Изд-во Наука, 1983. С. 186–198.
  5. *Сычев В.Г., Шевцова Л.К., Мерзлая Г.Е.* Исследование динамики и баланса гумуса при длительном применении систем удобрения на основных типах почв // *Агрохимия*. 2018. № 2. С. 3–21.
  6. *Новиков А.А.* Гумус черноземов обыкновенных при внесении удобрений и эффективность возделываемых с.-х. культур // *Научн. журн. Рос. НИИ пробл. мелиорации*. 2017. № 2(26). С. 131–143.
  7. *Воронин А.Н., Соловichenko В.Д., Самыкин В.Н., Пятрясов А.А.* Плодородие черноземов и продуктивность сахарной свеклы в результате антропогенеза // *Плодородие*. 2010. № 1(52). С. 34–35.
  8. *Громовик А.И., Королев В.А.* Влияние длительного применения удобрений в зернопропашном севообороте на показатели плодородия чернозема выщелоченного // *Агрохимия*. 2014. № 12. С. 10–15.
  9. *Шарков И.Н., Данилова А.А.* Влияние агротехнических приемов на изменение содержания гумуса в пахотных почвах // *Агрохимия*. 2010. № 12. С. 72–81.
  10. *Чуян Н.А., Брескина Г.М.* Оптимизация содержания и состава органического вещества в черноземе типичном // *Агрохим. вестн.* 2018. № 3. С. 35–39.
  11. *Холмов В.Г., Шуляков М.И.* Совершенствование агротехнологий зерновых на черноземах лесостепи Западной Сибири // *Современные проблемы почвозащитного земледелия и пути повышения устойчивости зернового производства в степных регионах*. Шортанды, 2006. Ч. 1. С. 102–106.
  12. *Нечаев Л.А., Черкасов Г. Н., Коротеев В.И.* Продуктивность зернопаропропашного севооборота и агрохимические свойства темно-серой лесной почвы в зависимости от зернобобовых культур, удобрений и способов основной обработки почвы // *Агрохимия*. 2013. № 1. С. 3–17.
  13. *Соколов М.С., Глинушкин А.П., Спиридонов Ю.Я., Торопова Е.Ю., Филипчук О.Д.* Технологические особенности почвозащитного ресурсосберегающего земледелия (в развитии концепции ФАО) // *Агрохимия*. 2019. № 5. С. 3–20.
  14. *Васюков П.П., Лесовая Г. М., Чуварлеева Г. В., Мнатсаканян А.А., Быков О.Б., Мухина М.Т.* Оценка изменения плодородия чернозема выщелоченного Краснодарского края в зависимости от систем обработки почвы // *Плодородие*. 2018. № 3(102). С. 17–20.
  15. *Дедов А.А., Дедов А.В., Несмеянова М.А.* Динамика разложения растительных остатков в черноземе типичном и продуктивность культур севооборота // *Агрохимия*. 2016. № 6. С. 3–8.
  16. *Кук Дж.У.* Регулирование плодородия почвы. М.: Колос, 1970. 519 с.
  17. *Прянишников Д.Н.* Избр. соч. М.: Госсельхозиздат, 1952. 692 с.
  18. *Левин Ф.И.* Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции // *Агрохимия*. 1977. № 8. С. 36–42.

## Evaluation of the Informative Value of the Results of Soil Observations in a Stationary Experiment

O. V. Volynkina<sup>#</sup>

*Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the RAS,  
ul. Belinskogo 112a, Ekaterinburg 620142, Russia*

<sup>#</sup>*E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru*

The effective and potential fertility of leached chernozem was evaluated in a field stationary experiment at the Central Experimental Field of the Kurgan Research Institute and the application of 2 crop cultivation technologies. In the first part of the experiment, the corn–wheat–wheat–oat crop rotation was studied during annual plowing, in the second – permanent wheat after a stubble background. The first technology was characterized by higher effective fertility, a large number of plant residues, due to which its advantage was manifested in terms of humus content. The positive effect of fertilizers on the indicators of potential soil fertility was manifested when applying the 2nd and 3rd doses of nitrogen against the background of the use of phosphorus.

*Keywords:* crop rotation, permanent wheat after stubble, nitrogen and phosphorus fertilizers, yield, plant residues, humus, mobile nutrients, acidity.