

АГРОХИМИЯ ПОЧВ

УДК 631.4

П. Г. АДЕРИХИН, Д. И. ШЕГЛОВ

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И САХАРНОЙ СВЕКЛЫ
НА РАЗЛИЧНЫХ ПОДТИПАХ ЧЕРНОЗЕМОВ
ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЛОСЫ**

Показано, что решающим фактором в накоплении азота сельскохозяйственными культурами является богатство почв гумусом и азотом. Накопление фосфора связано с реакцией среды, величиной гидролитической кислотности и количеством подвижной P_2O_5 в почвах. Поглощение культурами калия определяется степенью насыщенности им почв и отношением обменных Ca^{++} и Mg^{++} к обменному K^+ . Урожай и качество озимой пшеницы и сахарной свеклы во многом зависят от содержания органического вещества и азота в почвах.

Проблема повышения продуктивности сельского хозяйства в настоящее время является одной из актуальнейших в нашей стране. Не менее актуальна и проблема улучшения качества сельскохозяйственной продукции. По первой проблеме имеются обширнейшие материалы, вторая менее исследована. Влияние почвенных условий на качество урожая изучено пока недостаточно, почти отсутствуют данные, характеризующие влияние почв на химический состав и качество урожая сельскохозяйственных культур в Центрально-Черноземной полосе (ЦЧП) [1, 2].

В настоящем сообщении рассматриваются результаты изучения продуктивности и качества урожая озимой пшеницы (сорт Мироновская 808) и сахарной свеклы (сорт Рамонская 06) на различных подтипах черноземов ЦЧП. Наблюдения и исследования проведены в 1972—1974 гг.

Исследования проводили на участках Государственной сортоиспытательной сети Воронежской, Курской, Орловской обл., а также на участке Научно-исследовательского института сельского хозяйства им. В. В. Докучаева (Каменная степь) и ВНИИ зернобобовых культур (г. Орел).

Исследования проводили на всех подтипах черноземов (южных, обыкновенных, типичных, выщелоченных, оподзоленных) и для сравнения на серых лесных (оподзоленных) почвах. Растительные пробы и почвенные образцы отбирали в период уборки урожая каждый культуры. Учет урожая пшеницы проводили при сплошной уборке комбайном отдельно на каждой делянке, где закладывали почвенные разрезы. Сахарную свеклу убирали вручную; вес корней на каждой делянке определяли в поле. Предшественником для озимой пшеницы был черный пар, для сахарной свеклы — озимая пшеница. Агротехника возделывания сельскохозяйственных культур общепринятая. Посев изучаемых культур проводили на делянках, на которые вносили минеральные удобрения (NPK) из расчета принятых средних доз для каждого типа и подтипа почв.

Анализ почвенных образцов проводили по общепринятым методам: валовой гумус — по И. В. Тюрину, общий азот — по Кьельдалю, обменные катионы — комплексометрическим методом, гидролитическую кислотность — по Каппену, рН водной вытяжки — потенциометрически, легкогидролизуемый азот — методом щелочного гидролиза по Корнфилду, подвижный фосфор — по Ф. В. Чирикову, обменный калий — по А. Л. Масловой, механический состав — по Н. А. Качинскому.

В растениях общий азот определяли по Кьельдалю, фосфор — колориметрически, калий — на пламенном фотометре, кальций и магний — комплексометрическим методом. Кроме того, для зерна озимой пшеницы определяли вес 1000 зерен, натуральный вес, содержание клейковины по ГОСТУ 13586, 1—68; при пересчете на сырой протеин пользовались коэффициентом 5,7. В корнях сахарной свеклы определяли содержание сахара методом холодной дигестии.

Результаты анализов почвенных и растительных образцов обработаны статистически на ЭВМ БЭСМ-4. Данные по урожаю и качеству сельскохозяйственных культур обработаны методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (1973).

Механический состав изученных почв колеблется от суглинистого до легкоглинистого. При этом каждый подтип почвы характеризуется определенным, характерным для него механическим составом. Так, южные, обыкновенные и типичные черноземы имеют легкоглинистый механический состав (содержание частиц $< 0,01$ мм 60,5—64,1%), выщелоченные — тяжелосуглинистый (физической глины 51,8%) и оподзоленные черноземы и серые лесные почвы характеризуются суглинистым механическим составом (табл. 1).

Таблица 1

Некоторые показатели изученных почв

Почва	Число раз- резов, n	Гумус, %			Общий азот, %			Содержа- ние частиц < 0,01 мм, %
		M	m	Δ	M	m	Δ	
Чернозем южный	11	4,97	0,17	0,37	0,25	0,0	0,01	64,1
обыкновенный	10	6,55	0,18	0,40	0,35	0,01	0,03	63,9
типичный	11	8,90	0,19	0,41	0,45	0,01	0,02	60,5
выщелоченный	8	6,70	0,21	0,49	0,36	0,01	0,03	51,8
оподзоленный	10	5,60	0,19	0,44	0,29	0,01	0,03	43,2
Серая лесная	8	3,27	0,21	0,55	0,21	0,01	0,03	36,4

Примечание. M — среднее арифметическое, [m — ошибка среднего арифметического, Δ — доверительные границы. Данные здесь и в последующих таблицах относятся к пахотному горизонту.

Содержание гумуса и общего азота в почвах (табл. 1) заметно возрастает от южных черноземов к типичным, достигая в последних наиболее высоких значений (8,9% гумуса и 0,45% азота). К северу от типичных черноземов эти показатели уменьшаются до минимальных значений (3,27% гумуса и 0,21% азота) в серых лесных почвах.

Физико-химические свойства почв согласуются с содержанием гумуса (табл. 2).

Количество обменных катионов возрастает от южных к типичным черноземам, составляя в последних 49 мг·экв Са и 6,3 мг·экв Mg. Севернее типичных черноземов содержание поглощенных оснований уменьшается до 17,1 мг·экв Са и 3,23 мг·экв Mg в серых лесных почвах. Величина гидролитической кислотности довольно высокая в оподзоленных черноземах (6,2 мг·экв) и серых лесных почвах (5,3 мг·экв/100 г почвы). Южнее этих почв величина гидролитической кислотности резко уменьшается. Степень насыщенности основаниями от южных черноземов к серым лесным почвам уменьшается с 97 до 80%. Реакция среды юж-

Физико-химические свойства почв

Почва	Число разрезов, п	Показатель	Обменные катионы			Гидролитическая кислотность	Степень насыщенности основаниями, %	рН водный
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	сумма			
			мг-экв/100 г почвы					
Чернозем южный	11	M	35,50	5,01	40,60	1,23	97,10	7,20
		m	0,87	0,31	0,84	0,27	0,62	0,12
		Δ	1,91	0,68	1,85	0,64	1,48	0,26
обыкновенный	10	M	41,70	6,22	47,90	1,99	95,90	6,93
		m	1,08	0,13	1,13	0,20	0,44	0,09
		Δ	2,49	0,30	2,60	0,47	1,01	0,20
типичный	11	M	49,06	6,31	55,30	2,81	95,40	6,76
		m	1,37	0,39	1,33	0,32	0,53	0,10
		Δ	3,02	0,87	2,92	0,75	1,23	0,22
выщелоченный	8	M	33,80	4,87	38,70	5,23	87,90	6,15
		m	1,14	0,31	1,00	0,29	0,53	0,09
		Δ	2,63	0,71	2,31	0,67	1,23	0,20
оподзоленный	10	M	24,80	4,22	29,00	6,18	82,50	5,89
		m	0,68	0,45	1,01	0,41	1,05	0,07
		Δ	1,55	1,04	2,33	0,93	2,42	0,16
Серая лесная	8	M	17,10	3,23	20,30	5,31	79,90	5,81
		m	1,37	0,67	1,64	0,22	1,10	0,14
		Δ	3,56	1,75	4,27	0,66	2,85	0,36

ных черноземов слабощелочная (рН 7,2), к северо-западу — в типичных черноземах — она близка к нейтральной и слабокислая в серых лесных почвах.

Из данных табл. 3 видно, что максимальное количество гидролизуемого азота (23 мг/100 г) наблюдается в типичных черноземах, от которых к северу и югу оно заметно уменьшается, составляя 12,8 мг в серых лесных почвах и 13,2 мг/100 г почвы в южных черноземах. Самое низкое

Таблица 3

Содержание подвижных форм питательных веществ в почвах, мг/100 г

Почва	Число разрезов, п	N			P ₂ O ₅			K		
		M	m	Δ	M	m	Δ	M	m	Δ
Чернозем южный	11	13,1	0,46	1,01	6,7	1,32	2,90	34,6	2,28	5,01
обыкновенный	10	18,6	0,59	1,36	11,1	0,40	0,92	34,4	1,15	2,64
типичный	11	23,0	0,65	1,43	12,8	1,66	3,65	33,5	1,45	3,18
выщелоченный	8	21,5	0,87	2,0	9,4	1,54	3,70	24,1	1,95	4,49
оподзоленный	10	18,9	0,68	1,56	10,6	1,53	3,53	21,2	2,16	4,98
Серая лесная	8	12,8	0,59	1,53	12,1	1,31	3,4	14,3	1,01	2,63

содержание подвижного фосфора (6,7 мг/100 г) отмечено в южных черноземах. К северо-западу от этих почв наблюдается увеличение P₂O₅, с максимальным накоплением его в типичных черноземах. Относительно высокое содержание подвижного фосфора в серых лесных почвах (12,1 мг/100 г) объясняется более высокой его подвижностью, а также несколько повышенными дозами фосфорных удобрений, что отмечалось нами ранее [4, 25]. Обменного калия меньше всего в серых лесных почвах (14,3 мг/100 г). К юго-востоку от них, с переходом от одного подтипа почв к другому содержание калия возрастает, достигая максимальных величин (34,6 мг/100 г почвы) в южных черноземах. Полученные нами данные по химическому составу и физико-химическим свойствам исследуемых почв

дованных почв хорошо согласуются с результатами других авторов [3, 5, 6].

Указанные различия в химическом составе и свойствах почв обуславливают значительное разнообразие в режиме минерального питания растений. Важным вопросом в процессе почвенного питания растений является выяснение особенностей поглощения питательных элементов культурами из различных по плодородию почв.

Таблица 4

Содержание азота в культурах в зависимости от количества гумуса и подвижного азота в почвах

Почва	Гумус, %	Азот, мг/100 г	Азот в пшенице (зерно), %	Отклоне- ние*, %	Гумус, %	Азот, мг/100 г	Азот в свекле (корни), %	Отклоне- ние*, %
	в почвах				в почвах			
Чернозем южный	5,39	12,8	2,17	0,23	4,46	14,0	0,66	0,48
обыкновенный	6,88	20,8	2,25	0,15	6,36	18,1	0,83	0,31
типичный	9,28	24,3	2,40	—	8,74	22,2	1,14	—
выщелоченный	6,84	22,7	2,24	0,16	6,55	20,3	1,01	0,13
оподзоленный	5,24	17,8	2,06	0,34	5,43	18,5	0,81	0,33
Серая лесная	3,12	12,9	1,82	0,58	2,63	10,5	0,76	0,38

Число наблюдений—48

Ошибка опыта— $S_x=0,06\%$

Ошибка разности средних— $S_d=0,08\%$

Наименьшая существенная разность в содержании азота в зерне по подтипам почв— $НСР_{05}=0,16\%$

$S_x=0,06\%$

$S_d=0,09\%$

$НСР_{05}=0,18\%$

* Отклонение от содержания азота в культурах, выращенных на типичных черноземах.

Данные табл. 4 показывают, что наименьшее содержание азота в зерне (1,82%) отмечено для пшеницы, выращенной на серой лесной почве. К юго-востоку от серых лесных почв до типичных черноземов наряду с увеличением содержания гумуса и азота в почвах увеличивается и количество азота в зерне, достигая своего максимума (2,4%) на типичных черноземах. Южнее типичных черноземов, на обыкновенных и южных, содержание азота в зерне пшеницы заметно уменьшается. Статистическая обработка данных показала, что разность между содержанием азота в зерне на типичном черноземе и количеством его в пшенице, выращенной на других подтипах почв, в большинстве случаев достоверна с вероятностью 95% по всем изученным подтипам.

Накопление азота в корнях сахарной свеклы также находится в определенной зависимости от содержания гумуса и азота в почвах (табл. 4). Наибольшее количество его (1,4%) накапливается в корнях свеклы на типичном черноземе; к серым лесным почвам и южным черноземам количество его в свекле уменьшается.

На связь между химическим составом почвы и накоплением азота в зерне пшеницы и корнях сахарной свеклы указывали и другие авторы. Так, Княгиничев [14] указывает на то, что решающим фактором в накоплении азота в зерне является не климат, а богатство почв азотом. Для районов ЦЧП Минеев [16] отмечает, что зерно с высоким содержанием азота можно получить лишь в том случае, когда в почве восстановлен нормальный азотный баланс. Влиянием химических свойств почв можно объяснить наиболее высокое содержание азота в зерне пшеницы при посеве ее по черным парам. Это же подтверждают и данные Рамонской опытной станции (НИИСС) за ряд лет (1926, 1927, 1929, 1930).

которые показали, что свекла, посеянная по чистому пару, на 40—70% богаче азотом, чем выращенная по озими и овсу.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что накопление азота в зерне пшеницы и корнях свеклы связано с химическими свойствами почвы и главным образом с содержанием в ней гумуса и подвижного азота. Питание растений фосфором определяется как общими его запасами, так и степенью подвижности и доступности растениям [2, 12].

Таблица 5

Содержание фосфора в культурах на разных почвах

Почва	Р ₂ O ₅ подвижная, мг/100 г	Гидролитическая кислотность, мг-экв	рН водный	Р ₂ O ₅ в пшенице (зерно), %	Р ₂ O ₅ подвижная, мг/100 г	Гидролитическая кислотность, мг-экв	рН водный	Р ₂ O ₅ в свекле (корни), %
	в почвах				в почвах			
Чернозем южный	8,3	0,9	7,2	0,48	2,1	0,4	7,6	0,17
обыкновенный	11,9	1,8	7,0	0,53	10,7	1,9	7,0	0,21
типичный	14,7	3,1	6,6	0,53	15,2	2,1	6,8	0,23
выщелоченный	10,2	5,5	6,1	0,61	9,1	5,1	6,2	0,21
оподзоленный	11,3	6,2	5,8	0,77	12,0	5,5	6,0	0,31
Серая лесная	9,7	5,7	5,7	0,65	11,6	5,5	5,6	0,32

$\bar{Sx}=0,04\%$
 $Sd=0,05\%$
 $НСР_{05}=0,1\%$

$\bar{Sx}=0,02\%$
 $Sd=0,03\%$
 $НСР_{05}=0,06\%$

Результаты наших исследований показали (табл. 5), что в накоплении фосфора культурами по подтипам почв заметна определенная тенденция постепенного уменьшения с северо-запада на юго-восток. Наиболее богато фосфором зерно пшеницы на оподзоленном черноземе (0,77%) и серой лесной почве (0,65%), а самое низкое его содержание отмечено в пшенице на южном черноземе (0,48%). Если принять за 100 содержание фосфора в корнях свеклы на южном черноземе, то на обыкновенном количество его составит 124, на типичном — 135, а на серой лесной почве — 188.

Как известно, в том же направлении, в котором происходит снижение накопления фосфора растениями, т. е. от серых лесных почв к южным черноземам, значительно уменьшается степень подвижности почвенных фосфатов [2], которая обусловлена в основном реакцией почвенного раствора и величиной гидролитической кислотности. Поэтому в наших исследованиях наблюдается определенная зависимость между накоплением фосфора культурами, величиной гидролитической кислотности и рН почвы. На почвах с высокой гидролитической кислотностью и низкими значениями рН растения значительно больше содержат фосфора, чем на почвах с малой гидролитической кислотностью и нейтральной или слабощелочной реакцией среды.

На большую роль реакции почвенного раствора в питании растений фосфором указывает в своей работе Адерихин [2]. Он пишет, что при рН, равной 5,0—5,5, почвы удерживают наименьшее количество фосфора, а растения, наоборот, поглощают относительно больше его, чем в почвах с более высокими показателями рН. Блэк [7], ссылаясь на работы других авторов, отмечает, что поглощение фосфора растениями при рН 7,7 составляет менее одной четверти от поглощения при рН, равной 5,0, даже если концентрация фосфора остается постоянной.

Содержание калия в культурах варьирует в значительных пределах, причем количество его в растениях часто не соответствует количеству подвижного калия в почвах. Отсутствие положительной корреляции

Содержание калия в культурах в зависимости от величины отношения

$$\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{\text{K}^{+}} \text{ в почвах}$$

Почва	Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺	Калий в пшенице, %		Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺	Калий в свекле, %	
	К ⁺ в почвах	зерно	солома	К ⁺ в почвах	корни	листья
Чернозем южный	52,7	0,41	0,75	73,0	0,71	2,66
обыкновенный	60,8	0,43	0,93	73,0	0,72	2,63
типичный	78,3	0,46	0,98	80,6	0,93	2,91
выщелоченный	68,0	0,40	0,74	85,1	1,25	3,05
оподзоленный	63,3	0,42	0,69	72,9	1,03	2,87
Серая лесная	61,0	0,39	0,56	52,7	0,97	2,83

$$\bar{Sx}=0,05\% \quad Sd=0,07\% \\ \text{НСР}_{0,5}=0,14\%$$

$$\bar{Sx}=0,06\% \quad Sd=0,08\% \\ \text{НСР}_{0,5}=0,16\%$$

Примечание. Статистически обработаны данные по содержанию калия в соломе пшеницы и корнях свеклы.

между содержанием калия в почвах и растениях указывает на то, что на процесс питания растений калием огромное влияние оказывают физико-химические свойства почв и в первую очередь состояние почвенного поглощающего комплекса.

Нами установлено, что на почвах отдельных подтипов с близкими химическими и физико-химическими свойствами накопление калия культурами определяется степенью насыщенности почвенного поглощающего комплекса этим элементом, что отмечено также в работах и других исследователей [10, 18, 20, 27].

При рассмотрении почв разных подтипов, значительно различающихся по своему составу и свойствам, тесной зависимости между содержанием калия в почвах и содержанием его в растениях не наблюдается. Это обусловлено тем, что при равном количестве обменного калия в почвах степень насыщенности им будет больше в тех почвах, в которых меньше емкость катионного обмена. Так, при содержании, равном 16,9 мг калия на 100 г серой лесной почвы, степень насыщенности составила (при емкости обмена 24,7 мг·экв) 1,46%, а в типичном черноземе при содержании 34,7 мг калия степень насыщенности (при емкости обмена 61,8 мг·экв) составила 1,18%.

Полученные данные (табл. 6) свидетельствуют о том, что накопление калия растениями на разных подтипах почв обусловлено не только степенью насыщенности им почвенного поглощающего комплекса, но составом и свойствами сопутствующих катионов и главным образом отношением обменных кальция и магния к калию.

При отношении $\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{\text{K}^{+}}$, равном на серой лесной почве 61, содержание калия в зерне составило 0,39%, в соломе — 0,56%, а при величине отношения, равном 78, на типичном черноземе — 0,46 и 0,98% соответственно. Статистическая обработка данных по содержанию калия в соломе показала, что разница между наибольшим количеством его в пшенице (типичный чернозем) и остальными подтипами почв в основном достоверна. В зерне пшеницы наблюдается лишь тенденция к увеличению его количества с увеличением отношения $\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{\text{K}^{+}}$ в почвах. Накопление калия в корнях и листьях сахарной свеклы на разных подтипах почв также связано с отношением поглощенных катионов в почвах. С увеличением отношения $\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{\text{K}^{+}}$ увеличивается и содержание калия в свекле. По подтипам почв существенная разница в содержании

Таблица 7

Содержание кальция и магния в культурах на разных почвах

Почва	Кальций			Магний		
	почва, мг/эка	пшеница (зерно+солома), %	свекла (корни+листья), %	почва, мг/эка	пшеница (зерно+солома), %	свекла (корни+листья), %
Чернозем южный	37,5	0,25	1,09	5,2	0,20	0,85
обыкновенный	43,4	0,27	1,16	6,3	0,20	0,97
типичный	49,7	0,27	1,19	6,6	0,23	1,12
выщелоченный	32,4	0,26	1,33	5,0	0,20	1,09
оподзоленный	24,9	0,24	1,23	4,8	0,20	0,90
Серая лесная	16,4	0,22	1,21	3,2	0,18	0,83

калия отмечена в корнях свеклы. Влияние сопутствующих катионов и, в частности, кальция и магния на доступность растениям обменного калия отмечено в работах и других авторов [12, 19, 26, 28 и др.].

Учитывая, что количество кальция, выносимое с урожаем, крайне мало по отношению к его содержанию в подавляющем большинстве почв, можно предположить, что накопление кальция культурами будет в малой степени зависеть от количества обменного кальция в почвах, что и подтверждается результатами наших исследований.

Таблица 8

Урожай озимой пшеницы и сахарной свеклы на разных почвах (среднее за 2 года)

Почва	Озимая пшеница			Сахарная свекла		
	урожай, ц/га	отклонение от урожая на типичном черноземе		урожай, ц/га	отклонение от урожая на типичном черноземе	
		ц/га	%		ц/га	%
Чернозем южный	29,6	13,4	31,4	260	25	8,8
обыкновенный	33,6	9,4	21,8	273	12	4,2
типичный	43,0	—	—	285	—	—
выщелоченный	31,2	11,8	27,4	268	17	6,0
оподзоленный	28,8	14,2	33,0	256	29	10,2
Серая лесная	24,4	18,6	43,2	232	53	18,6
НСР ₀₅	—	5,7	18,9	—	26,6	10,1

Тем не менее данные табл. 7 показывают, что накопление кальция и магния в культурах имеет общую тенденцию к увеличению от серых лесных почв к выщелоченным и типичным черноземам, а далее на юг, к южным черноземам, содержание кальция в растениях уменьшается.

Данные табл. 7 свидетельствуют о том, что изменение химических и физико-химических свойств почв в сторону, благоприятную для роста и развития растений, приводит к повышению содержания кальция и магния как в озимой пшенице, так и в сахарной свекле.

Различия в поглощении элементов питания растениями на разных подтипах почв обусловили неодинаковую величину урожая изучаемых культур (табл. 8). Средние данные по каждому подтипу почв показывают, что более высокий урожай озимой пшеницы (43 ц)* и сахарной свеклы (285 ц) был получен на типичных черноземах. От типичных черноземов к серым лесным почвам, а также к южным черноземам урожай

* Значительное превышение урожая озимой пшеницы на типичном черноземе по сравнению с другими подтипами почв, по-видимому, связано с тучностью этого чернозема и более высоким по сравнению с другими участками уровнем грунтовых вод, что в засушливый 1972 г. сыграло немаловажную роль.

указанных культур снижается. Полученные данные показывают, что величина урожая обусловлена не отдельными агрохимическими показателями, а всем комплексом почвенных условий, определяющих плодородие почв. На всех подтипах снижение урожая как озимой пшеницы, так и сахарной свеклы сопряжено с падением содержания в почвах гумуса, общего и легкогидролизуемого азота, поглощенных оснований — кальция и магния и во многих случаях подвижного фосфора и обменного калия.

Состав и свойства почв оказывают влияние не только на величину урожая, но и на его качество. Полученные данные (табл. 9) показы-

Таблица 9

Качество озимой пшеницы и корней сахарной свеклы на разных почвах

Почва	Озимая пшеница					Сахарная свекла				
	вес 1000 зерен, г	натура зерна, г	сырой протеин (N×5,7), %	отклонение *, %	клейковина, %	зола, %	содержание сахара, %	отклонение *, %	общий азот, %	зола, %
Чернозем южный	36,5	771	12,4	1,0	28,0	1,51	18,0	0,4	0,66	2,60
обыкновенный	36,9	766	12,8	0,6	30,3	1,60	18,3	0,1	0,83	2,37
типичный	40,8	774	13,4	—	31,8	1,69	17,2	1,2	1,14	2,83
выщелоченный	40,3	778	12,8	0,6	27,8	1,55	17,3	1,1	1,01	3,48
оподзоленный	37,6	762	11,8	1,6	24,6	1,58	17,5	0,9	0,81	2,59
Серая лесная	37,5	756	10,4	3,0	21,2	1,53	18,4	—	0,76	2,77

Данные по протеину $\bar{Sx}=0,3\%$
 $NCP_{05}=0,8\%$

$Sd=0,42\%$

Данные по содержанию сахара

$\bar{Sx}=0,22\%$
 $Sd=0,31\%$
 $NCP_{05}=0,62\%$

* Отклонение от наибольшего содержания.

вают, что с повышением плодородия почв улучшаются физические показатели зерна (натурный вес и вес 1000 зерен).

Пшеница, выращенная на серой лесной почве, характеризуется самым низким содержанием сырого протеина (10,4%) и клейковины (21,2%) в зерне. К юго-востоку от серых лесных почв до типичных черноземов наряду с повышением плодородия почв неуклонно повышается количество белка и клейковины в зерне, достигая максимума (13,4% белка и 32% клейковины) на типичных черноземах. Южнее последних процент белка и клейковины снова падает, составляя на южных черноземах соответственно 12,4 и 28%. Статистическая обработка полученных данных показала, что различия в содержании белка в пшенице по подтипам почв в большинстве случаев достоверны.

Наши данные прямо или косвенно подтверждают работы ряда исследователей [16, 21, 22 и др.], которые прямо указывают на то, что решающим фактором накопления белка в зерне является богатство почв азотом.

В противоположность озимой пшенице сахаристость корней сахарной свеклы (табл. 9) заметно снижается с повышением плодородия, что говорит о взаимосвязи качества со свойствами почв, с их химическим составом и главным образом с содержанием в них гумуса и азота. Так, более высокая сахаристость (18,4%) корней отмечена в свекле на серой лесной почве. В юго-восточном направлении от серых лесных почв процент сахара в корнях снижается, составляя более низкие значения на выщелоченных (17,3%) и типичных черноземах (17,2%). К югу от типичных черноземов, на обыкновенных и южных, сахаристость снова повышается, составляя 18,3—18,0%.

Многочисленными исследованиями [8, 11, 13, 23 и др.] установлено, что высокое содержание азота в питательной среде, а также внесение повышенных доз азотных удобрений приводит к большему накоплению азота в корнях и одновременному снижению в них сахара. Это обусловлено тем, что повышенное содержание азота в сахарной свекле приводит к более интенсивному синтезу белковых веществ, на построение которых затрачивается много углеводов.

Кроме того, сахарная свекла, выращенная на почвах с высоким содержанием гумуса и азота, характеризуется повышенной зольностью (табл. 9), которая отрицательно сказывается на выходе сахара при сахароварении [24]. Таким образом, чем выше почвенное плодородие и чем больше почва содержит органического вещества и азота, тем менее качественный получается урожай свеклы.

По мнению многих авторов [9, 17 и др.], отрицательное действие повышенного содержания азота на качество свеклы можно устранить дополнительным внесением калийных и фосфорных удобрений. Исходя из этого можно предположить, что отрицательное влияние на качество сахарной свеклы оказывает не избыток азота, а скорее недостаток по отношению к азоту других элементов пищи и, в частности, фосфора и калия. Взять хотя бы содержание подвижного калия в почвах. Как было отмечено выше, поглощение его культурами находится в определенной зависимости от степени насыщенности калием почвенного поглощающего комплекса, величина которой снижается от серых лесных почв к типичным черноземам и снова возрастает к южным. Количество же подвижного азота в почвах, наоборот, возрастает от серых лесных почв к типичным и снижается к южным черноземам. Отсюда если взять отношение подвижного азота в почвах к степени насыщенности почв калием, то получим следующие величины: для серых лесных почв 7:1, для типичных черноземов 19:1, для южных черноземов 10:1. Из этих отношений видно, что в типичном черноземе на единицу калия приходится в 2,7 раза больше азота, чем в серой лесной почве. Несомненно, что такое превосходство азота над калием в типичном черноземе приведет к усиленному поглощению азота растением, к бурному развитию вегетативной массы, а явный недостаток калия по отношению к азоту затормозит процесс накопления углеводов и в конечном итоге приведет к значительному снижению сахаристости корней сахарной свеклы.

Таким образом, пониженное содержание сахара в свекле на высокоплодородных почвах обуславливается не высоким содержанием гумуса и азота в них, а относительно низким для сахарной свеклы содержанием калия, фосфора и других элементов. Другими словами, несбалансированность элементов минерального питания является основной причиной снижения качества корней сахарной свеклы.

Выводы

1. Установленные различия в химическом составе и физико-химических свойствах изученных почв обуславливают значительное разнообразие в накоплении минеральных элементов в растениях.

2. Одним из факторов накопления азота озимой пшеницей и сахарной свеклой является богатство почв гумусом и азотом. С увеличением в почве содержания указанных компонентов повышается количество азота в культурах.

3. Накопление фосфора в растениях тесно связано с рН почвы, величиной гидролитической кислотности, а также с количеством подвижного фосфора в почвах. Снижение рН почвы и повышение гидролитической кислотности в ней приводит к более высокому накоплению фосфора в пшенице и свекле.

4. Поглощение изученными культурами калия из почвы зависит от величины отношения обменных кальция и магния к обменному калию. При узком отношении их пшеница и свекла накапливают калия меньше, чем при широком.

5. Содержание кальция и магния в растениях зависит как от их количества в почвах, так и от химических и физико-химических свойств почв. С повышением плодородия почв увеличивается содержание кальция и магния в растениях.

6. Урожай озимой пшеницы и сахарной свеклы во многом определяется составом и свойствами почв, причем величина урожая обуславливается не отдельными агрохимическими показателями, а всем комплексом почвенных условий, определяющих плодородие почвы. Наибольший урожай озимой пшеницы (43 ц/га) и сахарной свеклы (285 ц/га) был получен на плодородных типичных черноземах. К северу и югу от типичных черноземов вместе с уменьшением плодородия почв снижается и урожай указанных культур.

7. Качество зерна озимой пшеницы связано с количеством гумуса и азота в почве; с увеличением содержания гумуса и азота повышается содержание белка и клейковины в зерне. Более высокое качество зерна (13,4% белка и 31,8% клейковины) отмечено в пшенице, выращенной на типичных черноземах, несколько ниже — на обыкновенных, южных и выщелоченных черноземах, еще ниже — на оподзоленных и самое плохое качество зерна (10,4% белка и 21,2% клейковины) характерно для пшеницы, выращенной на серых лесных оподзоленных почвах.

8. Сахаристость корней сахарной свеклы заметно уменьшается с увеличением содержания гумуса и азота в почвах. Ухудшение качества свеклы на высокоплодородных почвах обусловлено, по-видимому, не столько высоким содержанием гумуса и азота в них, сколько относительно низким для сахарной свеклы содержанием фосфора, калия и других элементов в почвах. Несбалансированность элементов минерального питания является основной причиной снижения качества урожая свеклы.

Литература

1. Адерихин П. Г. Изменение черноземных почв ЦЧО при их использовании в сельском хозяйстве. В кн.: Черноземы ЦЧО и их плодородие.
2. Адерихин П. Г. Фосфор в почвах и в земледелии Центрально-черноземной полосы. Воронеж, 1970.
3. Адерихин П. Г., Тихова Е. П. Агрохимическая характеристика почв Центрально-черноземной полосы. В кн.: Агрохимическая характеристика почв СССР. М., 1963.
4. Адерихин П. Г., Щеголов Д. И. Влияние свойств почвы на урожай и качество озимой пшеницы в ЦЧО. В сб.: Проблемы почвоведения, агрохимия и мелиорация почв. Воронеж, 1974.
5. Афанасьева Е. А. Черноземы Средне-Русской возвышенности. М., 1966.
6. Ахтырцев Б. П. Лесные почвы Окско-Донской низменности и их изменение при сельскохозяйственном использовании. Научн. зап. Воронеж. отд. геогр. об-ва СССР. Воронеж, 1965.
7. Блэк К. А. Растение и почва. М., 1973.
8. Варшавский Б. Я. Повышение урожайности и сахаристости сахарной свеклы. Киев, 1966.
9. Власюк П. А. Агрофизиологические основы питания сахарной свеклы. Киев, 1966.
10. Гедройц К. К. Почвенный поглощающий комплекс, растения и удобрения, Сельхозгиз, 1935.
11. Горная В. Я. Качество сахарной свеклы различных сортов при разных уровнях питания. В кн.: Технические культуры. Киев, 1960.
12. Демолон Л. Рост и развитие культурных растений. М., 1961.
13. Карпенко П. В. Потери в свекловодстве и борьба с ними. Воронеж, 1936.
14. Княгиничев М. И. Использование изменчивости белка в растениеводстве. Биохимия культурных растений, т. 8, 1948.
15. Кулаковская Т. Н. Агрохимические свойства почв и их значение в использовании удобрений, Минск, 1965.
16. Минеев В. Г. Удобрение озимой пшеницы. М., 1973.
17. Орловский Н. И. Основы биологии сахарной свеклы, Киев, 1952.

18. *Петербургский А. В.* Обменное поглощение в почве и усвоение растениями питательных веществ, М., 1959.
19. *Ратнер Е. И.* Минеральное питание растений и поглотительная способность почв. М., 1950.
20. *Ратнер Е. И.* Питание растений и применение удобрений. М., 1965.
21. *Стрельникова М. М.* Повышение качества зерна пшеницы. Киев, 1971.
22. *Суднов П. Е.* Агротехнические приемы повышения качества зерна пшеницы. М., 1965.
23. *Тонкаль Е. А.* Удобрение и сахаристость сахарной свеклы. В сб.: Действие удобрений на урожай и его качество. М., 1965.
24. *Хелемский М. З.* О технологических качествах сахарной свеклы. В кн.: Продуктивность и технологические качества сахарной свеклы. Киев, 1970.
25. *Щеглов Д. И.* Автореф. канд. дис., Воронеж, 1974.
26. *Ярусов С. С.* Подвижность обменных катионов как одна из проблем почвоведения и агрохимии. В сб.: Почвенный поглощающий комплекс и вопросы земледелия. М., 1937.
27. *Strasman A., Quidet P., Blanchet R. C. R. Acad. Agr. France*, v. 44, 1958.
28. *Van-Ytallie. Soil Sci.*, v. 65, N 5, 1948.

Кафедра почвоведения Воронежского
государственного университета

Дата поступления
1.II.1975 г.

P. G. ADERIKHIN, D. I. SHCHEGLOV

**PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT AND SUGAR BEET
ON DIFFERENT SUBTYPES OF CHERNOZEMS
IN CENTRAL CHERNOZEM BELT**

It has been shown that the most important factors of nitrogen accumulation by crops are large amounts of humus and nitrogen in soils. Nitrogen accumulation depends on the hydrolytic acidity and the quantity of available P_2O_5 in soils. The uptake of potassium by crops is determined by the degree of saturation and the ratio of exchangeable Ca^{++} and Mg^{++} to exchangeable K . The yields and the quality of winter wheat and sugar beet greatly depend on the content of organic substances and nitrogen in soils.
