

## Рус. УДК 633.34

*Влияние элементов технологии возделывания на урожайность сои в условиях черноземов обыкновенных*

Гринько Артем Владимирович, Кулыгин Владимир Анатольевич  
*Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, п. Рассвет, Россия; [grinko82@mail.ru](mailto:grinko82@mail.ru)*

*Аннотация:*

Совершенствование элементов технологии выращивания сои для получения высокой и устойчивой урожайности остается актуальной задачей аграрного производства. Для этого необходимо оптимизировать факторы, которые влияют на рост и развитие растений, а также использовать достижения селекции. Цель исследования – изучение влияния ключевых элементов технологии (способы основной обработки почвы, уровни минерального питания, норма высева семян) на урожайность сои в почвенно-климатических условиях Приазовской зоны Ростовской области. Исследования проводили на опытном поле агрохимии и защиты растений ФГБНУ «ДЗНИИСХ» в 2014—2017 гг. В статье приведены результаты исследований на новом сорте сои Казачка. Наибольшая урожайность сои (19,5 ц/га) была получена при отвальном способе основной обработки, фоне удобрений  $N_{80}P_{80}K_{80}$  и норме высева семян 0,7 млн. шт./га. Урожайность сои при чизельной обработке была меньше на 1,2 ц/га, или на 6,1 %. Лучшая окупаемость 1 кг удобрений получена на среднем фоне ( $N_{40}P_{40}K_{40}$ ), независимо от способа основной обработки почвы и нормы высева семян, она составила 3,33 кг/кг. В условиях дефицита энергетических и минеральных ресурсов наиболее эффективно следующее сочетание элементов технологии возделывания сои: чизельной почвенной обработки, среднего фона минерального питания и нормы высева семян 0,7 млн шт./га.

*Ключевые слова:* соя, фон удобрений, способ основной обработки, запасы влаги, засоренность, урожайность, прибавка урожайности.

## **Influence of elements of cultivation technology on soybean yield on chernozems of ordinary**

Grinko Artem V., Kulygin Vladimir A.

*Don Zonal Research Institute of Agriculture, Rassvet, Russia; [grinko82@mail.ru](mailto:grinko82@mail.ru)*

*Abstract:*

Improvement of the elements of soybean cultivation technology for obtaining high and sustainable yields is an actual task of agricultural production. To do this, it is necessary to optimize the factors that influence the growth and development of plants, as well as use the achievements of selection. The purpose of the research was to study the effect of important elements of technology (the method of soil cultivation, levels of mineral nutrition, the rate of seeding) on the yield of soybeans in the soil-climatic conditions of the Priazovskaya zone of the Rostov Region. The research was carried out on the experimental field of the Don Zonal Research Institute of Agriculture in 2014—2017. The article presents the results of research on a new variety of soybean Kazachka. The highest yield of soybean was obtained with

the moldboard method of soil cultivation, high level of mineral nutrition  $N_{80}P_{80}K_{80}$  and seeding rate 0.7 million pcs / ha, it was 19.5 c / ha. The yield of soybeans for chisel soil cultivation was less by 1.2 centner / ha, or 6.1%. The best payback of 1 kg of fertilizers was obtained at the medium level of mineral nutrition ( $N_{40}P_{40}K_{40}$ ), regardless of the method of soil cultivation and the seeding rate, it was 3.33 kg / kg. In the conditions of a shortage of energy and mineral resources, the most effective combination of elements of soybean cultivation technology: chisel soil cultivation, medium level of mineral nutrition and seed rate of 0.7 million pcs / ha.

*Key words:* soybean, mineral nutrition level, the method of soil cultivation, moisture reserves, weediness, productivity, yield increase.

**Актуальность.** Соя является одним из богатейших белком растительных продуктов, играет важную роль в решении проблемы питания людей, кормопроизводстве и обеспечении сырьем ряда отраслей промышленности [1, 2]. По питательной ценности семян и зеленой массы соя превосходит другие бобовые культуры. В сухой массе бобов сои содержится до 24—32 % белка, 20—30 % углеводов, 13—17 %, много разных витаминов, каротина и других элементов [2]. Получение высоких и устойчивых урожаев данной культуры является актуальной задачей, стоящей перед работниками аграрного производства. В то же время фактическая урожайность сои, возделываемой в зоне недостаточного увлажнения, значительно ниже проектных показателей. По данным Минсельхоза, средняя урожайность сои за последние 5 лет по районам Ростовской области составила: по Веселовскому – 12,5 ц/га, Зерноградскому – 7,4 ц/га, Азовскому – 10,1 ц/га [3].

Главными факторами, лимитирующими продуктивность данной культуры в зоне недостаточного увлажнения, являются дефицит почвенной влаги в критические периоды водопотребления растений, недостаточное совершенство применяемых технологий возделывания, слабое внедрение в производство новых, эффективных сортов [4, 5]. В условиях неблагоприятной для сельхозтоваропроизводителей конъюнктуры цен на материальные ресурсы (специальную технику, удобрения, ГСМ, средства химизации), а также и на саму продукцию растениеводства, приоритетным становится рациональное использование удобрений, энергетических и трудовых затрат при возделывании сельхозкультур. В связи с этим актуальным остается совершенствование элементов технологии выращивания сои, направленное на оптимизацию факторов, влияющих на рост и развитие растений, широкое использование достижений селекции, способствующие получению высокой и устойчивой урожайности культуры.

В последние годы селекционерами Дона выведен ряд новых интенсивных сортов сои, широкое внедрение которых в производство могло бы способствовать повышению продуктивности данной культуры в регионе. Однако для реализации высокой потенциальной продуктивности новых сортов необходимы современные, адаптированные к условиям засушливого климата технологии возделывания [4]. В связи с этим нами исследовался новый перспективный сорт сои Казачка, выведенный селекционерами ДЗНИИСХ.

Сорт сои Казачка предназначен для почв высокого и среднего уровня плодородия, обладает высокими адаптивными свойствами к жаре и засухе; генетически защищен от основных болезней растений, распространенных на Дону.

**Материалы и методы.** Целью исследований являлось изучение влияния ключевых элементов технологии (способы основной обработки почвы, уровни минерального питания, норма высева семян) на урожайность сои в почвенно-климатических условиях приазовской зоны Ростовской области. Исследования проводились на опытном поле агрохимии и защиты растений ФГБНУ «ДЗНИИСХ» в 2014—2017 гг. Объектом исследований являлся новый сорт сои Казачка, его урожайность в зависимости от способа основной обработки почвы, нормы высева семян и уровня минерального питания. Варианты опыта были расположены в пространстве в четырехкратной повторности. При этом на варианты со способами основной обработки почвы наложены варианты с нормами высева семян и уровнями минерального питания растений. Опыт трехфакторный: А) способы основной обработки почвы; В) норма высева семян; С) фон минерального питания для изучаемого сорта Казачка.

*Фактор А – Способ обработки почвы:*

1. Отвальная на глубину 25-27 см (ПЛН- 4-35) (контроль);
2. Чизельная на глубину 35-37 см (ПЧН-2,5);
3. Поверхностная на 12-14 см (АКВ-4).

*Фактор В – Норма высева семян:*

1. Норма 0,5 млн шт./га (контроль);
2. Норма 0,6 млн шт./га;
3. Норма 0,7 млн шт./га.

*Фактор С – Режим питания растений:*

1. Без удобрений (контроль) (б/у).
2. Средний уровень питания –  $N_{40}P_{40}K_{40}$  (0,5 NPK);
3. Высокий уровень питания –  $N_{80}P_{80}K_{80}$  (NPK);

Нормы удобрений вносились под основную обработку почвы –  $N_{80}P_{80}K_{80}$  и  $N_{40}P_{40}K_{40}$ . При проведении основных обработок под сою энергетические затраты составили: при отвальной обработке 364, чизельной – 145, поверхностной – 86 МДж/га.

Система защиты растений от сорной растительности и вредных организмов с учетом изменяющейся фитосанитарной ситуации предусматривает: применение гербицида сплошного действия Раундап до всходов нормой 3,5—4,0 л/га; боронование по всходам в фазе 5—6 листьев; обработка посевов инсектицидом Карате Зеон нормой 0,125—0,130 л/га в фазе молочно-восковой спелости против хлопковой совки.

**Условия проведения исследований.** Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным карбонатным среднемощным легкосуглинистым на лессовидном суглинке. Содержание гумуса в пахотном слое 3,9—4,1 %, общего азота 0,21—0,24%. Содержание минерального азота и подвижного фосфора низкое, обменного калия – повышенное. Реакция почвенного раствора

слабощелочная (рН 7,2—7,3). Плотность сложения пахотного слоя в ненарушенном состоянии составляет 1,29г/см<sup>3</sup>. Агротехника при проведении опыта соответствовала зональным рекомендациям [6]. При проведении опыта использовались общепринятые методики [7, 8].

В годы проводимых исследований погодные условия в период роста и развития сои существенно отличались, что отражает показатель гидротермического коэффициента, который составил в 2015 году – 0,65; 2016 – 0,82, 2017 году – 0,77, характеризую вегетационные периоды как «очень засушливый» и «засушливый».

**Результаты.** Соя считается относительно засухоустойчивой культурой. Однако, как показывает практика, в годы, когда погодные условия способствовали оптимальной влагообеспеченности растений, урожайность культуры увеличивалась более чем в два раза, по сравнению с условиями возделывания при дефиците почвенной влаги. Поэтому важным фактором, оказывающим существенное влияние на условия роста и развития сои в зоне недостаточного увлажнения, являются запасы продуктивной почвенной влаги, особенно в критические периоды водопотребления культуры, которые напрямую зависят от количества выпавших атмосферных осадков. Критическим периодом водопотребления сои является цветение, и дефицит почвенной влаги в это время оказывает существенное влияние на снижение урожайности культуры. Высока потребность растений во влаге и в период восковой спелости.

Одним из показателей почвенной влагообеспеченности являются запасы продуктивной влаги в слое 1 м. На основании ранее проведенных исследований установлено, что если в названном слое содержится влаги более 160 мм, запасы оцениваются как «отличные»; 160—130 мм – «хорошие»; 130—90 мм – «удовлетворительные»; 90—60 мм – «плохие» и менее 60 мм – «очень плохие» [9].

Разные фоны минерального питания сои, а также нормы высева семян, не оказывали заметного влияния на изменение влажности почвы на вариантах опыта. Более весомые различия в содержании продуктивной влаги в метровом слое почвы имели место при разных способах основной обработки почвы. Характерны средние показатели в годы исследований на варианте с нормой НРК и средней по высеvu нормой семян (таблица 1).

*Таблица 1 – Запасы продуктивной почвенной влаги под соей сорта Казачка в слое 1 м в зависимости от способа основной обработки почвы (вариант с нормой НРК), мм*

Норма высева	Время определения запасов влаги / оценка			
	посев	цветение	восковая спелость	полная спелость
Отвальная	162	107	81	48
Чизельная	173	111	85	47
Поверхностная	179	115	88	50

Как следует из приведенных данных, при посеве сои запасы продуктивной влаги на вариантах опыта изменялись в пределах 162—179 мм и оценивались

как «отличные». При этом количество влагозапасов увеличивалось пропорционально снижению интенсивности обработки. Самая существенная разница отмечена между вариантами отвальной и поверхностной обработок, где более мелкая обработка способствовала увеличению почвенных влагозапасов на 17 мм, или 10,5%.

В период цветения, когда потребность растений сои во влаге резко повышается, почвенные влагозапасы на вариантах варьировали от 106 до 117 мм и оценивались как «удовлетворительные». Разница между наибольшими и наименьшими значениями сократилась до 7,5 %.

В период восковой спелости запасы почвенной влаги в слое 1 м при отвальной обработке составили 81, чизельной – 85, поверхностной – 88 мм, что позволяет оценить их количество как «плохое». В данной фазе развития растений разница в показателях влагозапасов на вариантах стала минимальной. В период полной спелости почвенная влага в метровом слое опустилась до крайне низкого уровня – 47—50 мм.

Таким образом, запасы почвенной влаги на посевах сои в периоды наибольшей водопотребности растений оценивались в годы исследований как «удовлетворительные» (цветение) и «плохие» (восковая спелость), что оказало определенное влияние на показатели продуктивности культуры.

Разные способы основной обработки почвы, нормы высева семян и фоны минерального питания предопределили отличия условий вегетации сои на вариантах опыта и отразились на средних показателях урожайности (таблица 2).

*Таблица 2 – Урожайность сои сорта Казачка в зависимости от способов основной обработки, нормы высева и уровней минерального питания*

Способ основной обработки	Норма высева, млн шт./га	Урожайность, ц/га / фон NPK		
		б/у	0,5 NPK	NPK
Отвальная	0,5	10,8	12,7	14,0
Чизельная		10,7	12,2	13,3
Поверхностная		9,4	10,7	11,1
Отвальная	0,6	12,0	14,9	17,7
Чизельная		11,6	14,4	16,4
Поверхностная		10,3	11,3	12,2
Отвальная	0,7	13,0	17,0	19,5
Чизельная		12,4	16,2	18,3
Поверхностная		9,2	10,9	11,5
НСР <sub>0,5</sub> = 1,31 ц/га; НСР <sub>0,5</sub> : по фактору А – 1,27 ц/га; по фактору В – 1,39 ц/га; по фактору С – 1,35 ц/га				

Как следует из приведенных данных, наибольшая продуктивность сои обеспечивалась при отвальной основной обработке почвы, независимо от фона минерального питания и нормы высева семян. Урожайность семян при разных нормах удобрений составила: при норме высева семян 0,5 млн. шт./га – 10,8—

14,0 ц/га; норме 0,6 млн. шт./га – 12,0—17,7 ц/га; норме 0,7 млн шт./га – 13,0-19,5 ц/га. При чизельной основной обработке почвы отмечено некоторое снижение урожайности сои, которое, независимо от фона минерального питания, равнялось: при норме высева 0,5 млн. шт./га – 0,1—0,7 ц/га, или 0,9—5,0%, норме 0,6 млн. шт./га – 0,4—1,3 ц/га (3,3—7,3%), норме 0,7 млн шт./га – 0,6—1,2 ц/га, или 4,6—56,1 %, по сравнению с контролем. В условиях поверхностной основной обработки почвы аналогичные снижения урожайности были выше, возрастая по мере увеличения посевных норм и составив 1,4—2,9 ц/га (13,0—20,7%), 1,7—5,5 ц/га (14,2—31,1%) и 3,8—8,0 ц/га (29,2—41,0%).

Увеличение нормы высева семян способствовало повышению продуктивности сои, независимо от способа основной обработки почвы и уровня минерального питания. В условиях отвальной основной обработки, при разных фонах удобрений, увеличение норм высева до 0,6 и 0,7 млн. шт./га повышало урожайность семян, соответственно, на 1,2—3,7 ц/га (11,1—26,4%) и 2,2-5,5 ц/га (20,4-39,3%), по сравнению с контролем. Аналогичное увеличение на вариантах с чизельной обработкой почвы составило 0,9—3,1 ц/га (8,4—23,3%) и 1,7—5,0 ц/га (15,9—37,6%). Значительно меньшие прибавки урожайности семян по мере увеличения нормы высева получены в условиях поверхностной основной обработки. При разных фонах удобрений увеличение урожайности семян не превышало: при норме 0,6 млн. шт./га – 0,6—1,1 ц/га (5,6—9,9%), норме 0,7 млн. шт./га – 0,2—0,4 ц/га (1,9—3,6%).

Применение удобрений обеспечивало повышение урожайности сои, которая возрастала по мере увеличения норм минерального питания и высева семян, а также интенсификации основной обработки почвы. При норме высева 0,7 млн. шт./га на вариантах отвальной обработки фон удобрений N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> обеспечивал прибавку урожайности 4,0 ц/га или 30,8 %, а фон удобрений N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub> – 6,5 ц/га, или 50,0 %, по сравнению с контролем. Аналогичные прибавки после чизельной обработки почвы составили 3,8—5,9 ц/га, или 30,7—47,6%. Меньший эффект от применения удобрений получен на вариантах с поверхностной обработкой, где соответствующие прибавки не превышали 1,7—2,3 ц/га (18,5—25,0%).

Аналогичная тенденция изменения урожайности просматривалась и на вариантах с нормой высева 0,6 млн. шт./га. В этих условиях фон N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> при отвальной и чизельной обработках обеспечивал прибавку урожайности 2,9 и 2,8 ц/га, или 24,1 а фон N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub> – 5,7 и 4,8 ц/га, или 47,5 и 41,4%, по сравнению с контролем. При поверхностной обработке аналогичные прибавки не превысили 1,0—1,9 ц/га (9,7—18,5%).

При норме высева 0,5 млн. шт./га прибавки урожайности от применения удобрений были ниже. При этом нормы N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> и N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub> обеспечивали прибавку урожайности: по отвальной обработке – 1,9 ц/га (17,6%) и 3,2 ц/га (29,6%); чизельной – 1,5 ц/га (14,0%) и 2,6 ц/га (24,3%); поверхностной – 1,3 ц/га (13,8%) и 1,7 ц/га (18,1%).

Разные фоны минерального питания сои оказали влияние на показатели эффективности использования удобрений (таблица 3).

Таблица 3 – Анализ эффективности применения удобрений под сою сорта Казачка

Густота стояния, млн шт./га	Фон удобрений	Сумма NPK, кг д.в.	Урожайность, ц/га	Прибавка от удобрений,		Окупаемость кг удобрений прибавкой урожая, кг
				ц/га	%	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Отвальная обработка</b>						
0,5	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	120	12,7	1,9	17,6	1,58
0,6			14,9	2,9	24,1	2,42
0,7			17,0	4,0	30,8	3,33
0,5	N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	240	14,0	3,2	29,6	1,33
0,6			17,7	5,7	47,5	2,38
0,7			19,5	6,5	50,0	2,71
<b>Чизельная обработка</b>						
0,5	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	120	12,2	1,5	14,0	1,25
0,6			14,4	2,8	24,1	2,33
0,7			16,2	3,8	30,7	3,17
0,5	N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	240	13,3	2,6	24,3	1,08
0,6			16,4	4,8	41,4	2,00
0,7			18,3	5,9	47,6	2,46
<b>Поверхностная обработка</b>						
0,5	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	120	10,7	1,3	13,8	1,08
0,6			11,3	1,0	9,7	0,83
0,7			10,9	1,7	18,5	1,42
0,5	N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	240	11,1	1,7	18,1	0,71
0,6			12,2	1,9	18,5	0,79
0,7			11,5	2,3	25,0	0,96

Наиболее высокая окупаемость удобрений прибавкой урожая обеспечивалась средним фоном минерального питания растений, независимо от разных способов основной обработки и норм высева семян. В абсолютном значении самый высокий показатель получен на среднем фоне удобрений при отвальной обработке и норме высева 0,7 млн. шт./га, составив 3,33 кг дополнительной продукции на 1 кг внесенных удобрений. В условиях чизельной и поверхностной обработках почвы при той же норме высева соответствующие показатели были меньше, составив 3,17 и 1,42 кг/кг.

На высоком фоне удобрений при норме высева 0,7 млн. шт./га в условиях отвальной, чизельной и поверхностной обработок дополнительной продукции на 1 кг внесенных удобрений получено меньше, чем на среднем фоне, она не превысила 2,71; 2,46 и 0,96 кг/кг соответственно.

**Заключение.** Таким образом, при возделывании нового сорта сои Казачка наибольшая урожайность семян обеспечивалась при отвальном способе

основной обработки, высоком фоне удобрений ( $N_{80}P_{80}K_{80}$ ) и норме высева семян 0,7 млн. шт./га и составила 19,5 ц/га. Однако при этом разница с аналогичным показателем в условиях чизельной обработки не превысила 1,2 ц/га, или 6,1 %.

Наибольшая окупаемость 1 кг удобрений прибавкой урожая получена на среднем фоне минерального питания ( $N_{40}P_{40}K_{40}$ ), независимо от способа основной обработки почвы и норм высева семян. Лучший показатель отмечен на отвальной обработке при норме высева 0,7 млн. шт./га, окупаемость составила 3,33 кг/кг.

В целом, при возделывании нового сорта сои Казачка, в условиях дефицита энергетических и минеральных ресурсов, на варианте: отвальный способ основной обработки, высокий фон удобрений ( $N_{80}P_{80}K_{80}$ ) и норма высева семян 0,7 млн. шт./га, возможно применение менее энергозатратной чизельной обработки и среднего фона минерального питания, обеспечивающего наиболее эффективное использование удобрений.

#### Список литературы

1. Селицкий С. А., Балакай Г. Т. Технология возделывания сои в Ростовской области // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. Вып. № 3(59) – С. 212–216.
2. Шевченко П. Д., Зинченко В. Е. Растениеводство. Новочеркасск, 2012. – 520 с.
3. Григорьева А. В. Урожайность сои в условиях Ростовской области: Материалы VIII Междунар. конф. молодых ученых и специалистов. Краснодар: ВНИИМК, 2015. – С. 51.
4. Зинченко В. Е., Гринько А. В., Вошедский Н. Н. Возделывание сои на богаре в условиях Ростовской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2017. №4. – С.79—82.
5. Кулыгин В. А. Влияние элементов технологии на продуктивность сои в условиях обыкновенных черноземов // Достижения АПК, 2016. №2. – С. 69—72.
6. Зональные системы земледелия Ростовской области (на период 2013—2020 гг.): монография / Донской зональный НИИ сельского хозяйства РАСХН. – Ростов н/Д.: МСХиП РО, 2012. – Ч. 3. – 375 с.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Сельхозгиз, 1985. – 424 с.
8. Методика полевых опытов с кормовыми культурами. М.: Изд-во ВНИИ кормов, 1971. – 157 с.
9. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986. – С. 151.



### Spisok literatury

1. Selitskiy S. A., Balakay G. T. Tekhnologiya vozdeleyvaniya soi v Rostovskoy oblasti // Puti povysheniya effektivnosti oroshayemogo zemledeliya: sb. nauch. tr. / FGBNU «RosNIIPM». – Novocherkassk: RosNIIPM, 2015. – Vyp. № 3(59) – S. 212–216.
- Shevchenko P. D., Zinchenko V. Ye. Rastenyevodstvo. – Novocherkassk, 2012. – 520 s.
2. Grigor'yeva A. V. Urozhaynost' soi v usloviyakh Rostovskoy oblasti: Materialy VIII Mezhdunar. konf. molodykh uchenykh i spetsialistov. – Krasnodar: VNIIMK, 2015. – S. 51.
3. Zinchenko V. Ye., Grin'ko A. V., Voshedskiy N. N. Vozdeleyvaniye soi na bogare v usloviyakh Rostovskoy oblasti // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – №4. – S.79-82.
4. Kulygin V. A. Vliyaniye elementov tekhnologii na produktivnost' soi v usloviyakh obyknovennykh chernozemov // Dostizheniya APK. – 2016. – №2. – S. 69-72.
5. Zonal'nyye sistemy zemledeliya Rostovskoy oblasti (na period 2013-2020 gg.): monografiya / Donskoy zonal'nyy NII sel'skogo khozyaystva RASKHN. – Rostov n/D.: MSKHiP RO, 2012. – CH. 3. – 375 s.
6. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta. – M.: Sel'khozgiz, 1985. – 424 s.
7. Metodika polevykh opytov s kormovymi kul'turami. – M.: Izd-vo VNII kormov, 1971. – 157 s.
8. Vadyunina A. F., Korchagina Z. A. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv. – 3-ye izd., pererab. i dop. – M.: Agropromizdat, 1986. – S. 151.