

# Совершенствование минерального питания сои

**Иванова С. Е.**

Вице-президент Международного института питания растений (МИПР, IPNI) по Восточной Европе и Центральной Азии

**Носов В.В.**

Директор программы МИПР на юге и востоке России



Международный институт питания растений (IPNI) совместно с компанией ФосАгро реализует проекты, направленные на решение задач по обеспечению глобальной продовольственной безопасности в интересах человечества и формированию устойчивого развития отрасли производства удобрений в долгосрочной перспективе. Плодотворное сотрудничество позволило реализовать ряд научно-исследовательских проектов по разработке современных систем применения удобрений. Особое внимание уделялось оптимизации систем применения удобрений, которые позволяют не только максимизировать экономическую выгоду для производителей сельхозпродукции, но и сохранять окружающую среду. Благодаря работе IPNI при поддержке ФосАгро российские фермеры получили возможность ознакомиться с лучшими мировыми практиками в сфере сельского хозяйства, получить доступ к обучающей и справочной литературе.

# Научно-исследовательские проекты МИПР по сое в России

- Совершенствование минерального питания сои (2014-2016).
  - Место проведения опытов: Белгородская область и Краснодарский край.
  - Партнеры: Белгородский государственный национальный исследовательский Университет, ВНИИ масличных культур (г. Краснодар)
- Совершенствование минерального питания кукурузы и нута на черноземе обыкновенном карбонатном (Глобальный проект IPNI по кукурузе) (2011-2017)
  - Место проведения опытов: Ростовская область.
  - Партнеры: Южный федеральный университет

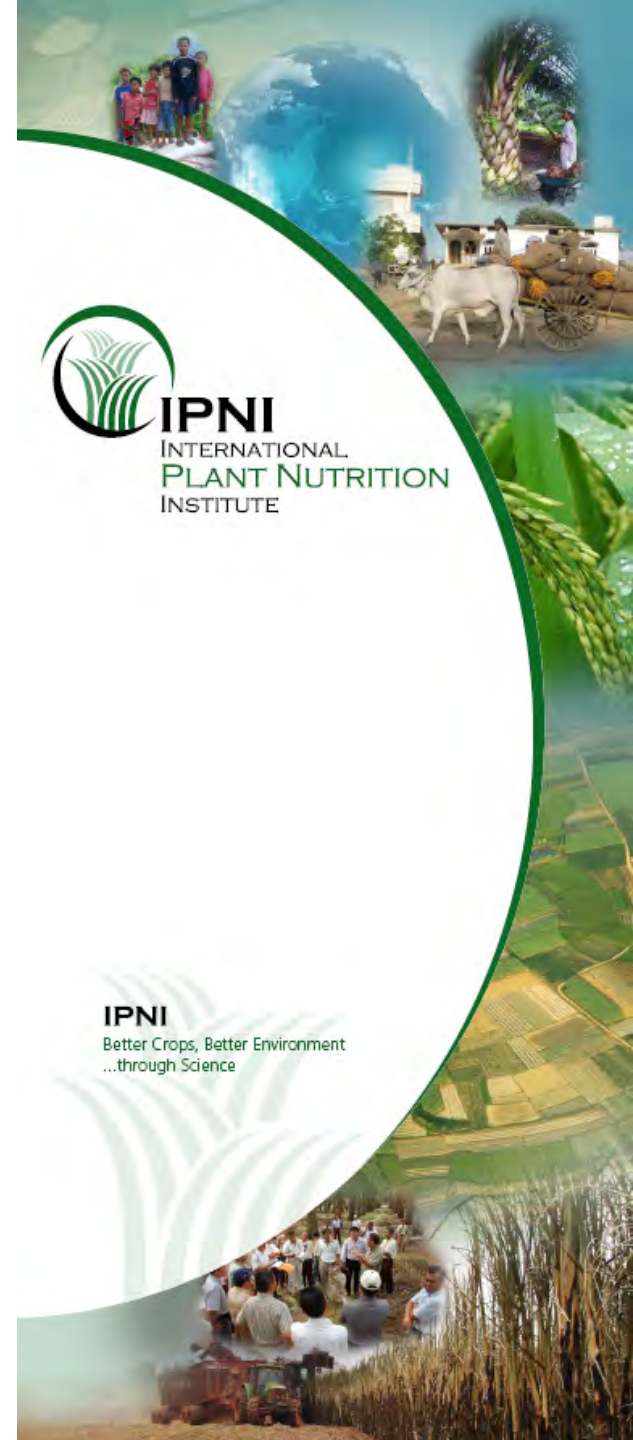
# Белгородская область



**IPNI**  
INTERNATIONAL  
PLANT NUTRITION  
INSTITUTE

**IPNI**

Better Crops, Better Environment  
...through Science



# Опыты с соей в Белгородской области в 2016.

- Опыты проводились в ЗАО “Краснояржская Зерновая компания” в Чернянском и Краснояржском районах Белгородской области.
- Схема опытов:

№	Варианты опыта	Виды удобрений
1	Контроль	-
2	N <sub>18</sub>	Карбамид
3	N <sub>9</sub> P <sub>39</sub>	Аммофос
4	N <sub>9</sub> P <sub>39</sub> K <sub>60</sub>	Хлористый калий + Аммофос
5	N <sub>9</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> S <sub>10</sub>	Карбамид + PKS 0:20:20:5 + Хлористый калий
6	N <sub>9</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> S <sub>10</sub> + некорневая подкормка*	Карбамид +PKS 0:20:20:5 + Хлористый калий + некорневая подкормка
7	N <sub>18</sub> P <sub>78</sub>	Аммофос
8	N <sub>18</sub> P <sub>78</sub> K <sub>80</sub>	Хлористый калий + Аммофос
9	N <sub>18</sub> P <sub>78</sub> K <sub>80</sub> S <sub>20</sub>	Карбамид + PKS 0:20:20:5
10	N <sub>18</sub> P <sub>78</sub> K <sub>80</sub> S <sub>20</sub> + некорневая подкормка	Карбамид+PKS 0:20:20:5 + некорневая подкормка

**- Удобрения вносились при посеве.**

**\*Некорневая подкормка: удобрение 18-18-18 + Mg + B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn.**

# Урожайность зерна сои, 2016.

Вариант	Краснояржский район				Чернянский район			
	Урожай- ность т/га	Прибавка		Окупаемость, кг зерна/кг д.в. удобрения	Урожай- ность, т/га	Прибавка		Окупаемость, кг зерна/кг д.в. удобрения
		т/га	%			т/га	%	
Контроль (без удобрений)	2,5	0	0	0	2,65	0	0	0
N <sub>18</sub>	2,58	0,08	3,2	4,4	2,64	-0,01	-0,4	0
N <sub>9</sub> P <sub>39</sub>	2,58	0,08	3,2	1,7	2,66	0,01	0,4	0,2
N <sub>9</sub> P <sub>39</sub> K <sub>60</sub>	2,68	0,18	7,2	1,7	2,74	0,09	3,4	0,8
N <sub>9</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> S <sub>10</sub>	2,73	0,23	9,2	1,9	2,81	0,16	6,0	1,3
N <sub>9</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> S <sub>10</sub> +листовая подкормка	2,71	0,21	8,4	1,8	2,85	0,20	7,5	1,7
N <sub>18</sub> P <sub>78</sub>	2,63	0,13	5,2	1,4	2,74	0,09	3,4	0,9
N <sub>18</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	2,60	0,10	4,0	0,6	2,75	0,10	3,8	0,6
N <sub>18</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> S <sub>20</sub>	2,69	0,19	7,6	1,0	2,83	0,18	6,8	0,9
N <sub>18</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> S <sub>20</sub> +листовая подкормка	2,69	0,19	7,6	1,0	2,83	0,18	6,8	0,9
HCP <sub>05</sub>	0,66				0,90			
Производственный опыт								
Контроль (практика хозяйства)					2,58	0	0	0
N <sub>0</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> S <sub>10</sub>					2,72	0,14	5,4	1,6

Максимальная урожайность сои в опытах достигалась только в вариантах с внесением серы. Прибавки урожая от серы составляли 0.04-0.05 и 0.08-0.09 т/га для доз 10 и 20 кг S/га.

# Вынос элементов питания с урожаем сои, 2016.

Опыт	Вариант опыта	Вынос элементов питания, кг/га			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S
Чернянский район, производственный опыт	Контроль	126	59,3	112	10,6
	N <sub>0</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> S <sub>10</sub>	135	63,2	118	13,0

В вариантах с максимальной урожайностью для формирования 1 ц зерна сои расходовалось в среднем 4,98 кг азота (N), 2,38 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 4,37 кг K<sub>2</sub>O и 0,45 кг S. Вынос серы достигал 13 кг/га.



# Опытные делянки в производственном опыте в Чернянском районе, 2016



Контроль – практика хозяйства



N9P40K60S10

На опытных делянках в вариантах без внесения серы у растений сои наблюдались характерные признаки недостатка серы – мелкие, желтовато-зеленые листья на верхушке растений. Стебли при этом тонкие, жесткие и вытянутые.



# Производственный опыт в Чернянском районе, 2016



# Выводы по Белгородской области:

- В полевых опытах, проведенных на черноземе типичном в Краснояружском районе в 2016 году, максимальная урожайность была достигнута при использовании удобрений в дозе  $N_9P_{40}K_{60}S_{10}$  – 2.73 т/га. При этом прибавка урожайности к контролю составила 0.23 т/га (9,2%), а окупаемость 1 кг д.в. удобрений составила 1.9 кг зерна.
- В полевых опытах, проведенных на черноземе типичном в Чернянском районе в 2016 году, максимальная урожайность (2.85 т/га) была достигнута при использовании дозы удобрений  $N_9P_{40}K_{60}S_{10}$  и некорневой подкормки. Прибавка урожайности составила 0.2 т/га (7,5%), а окупаемость – 1.7 кг зерна/кг д.в. удобрений.
- По результатам опытов, проведенных в Белгородской области в течение 3-х лет на черноземе типичном с низким содержанием подвижной серы (менее 6 мг/кг), выявлена отзывчивость сои на внесение серосодержащих удобрений.
- Недостаток серы в почве может быть фактором, ограничивающим получение высоких урожаев сои в Белгородской области, где 99% пахотных почв имеют низкое содержание подвижной серы (менее 6 мг/кг).

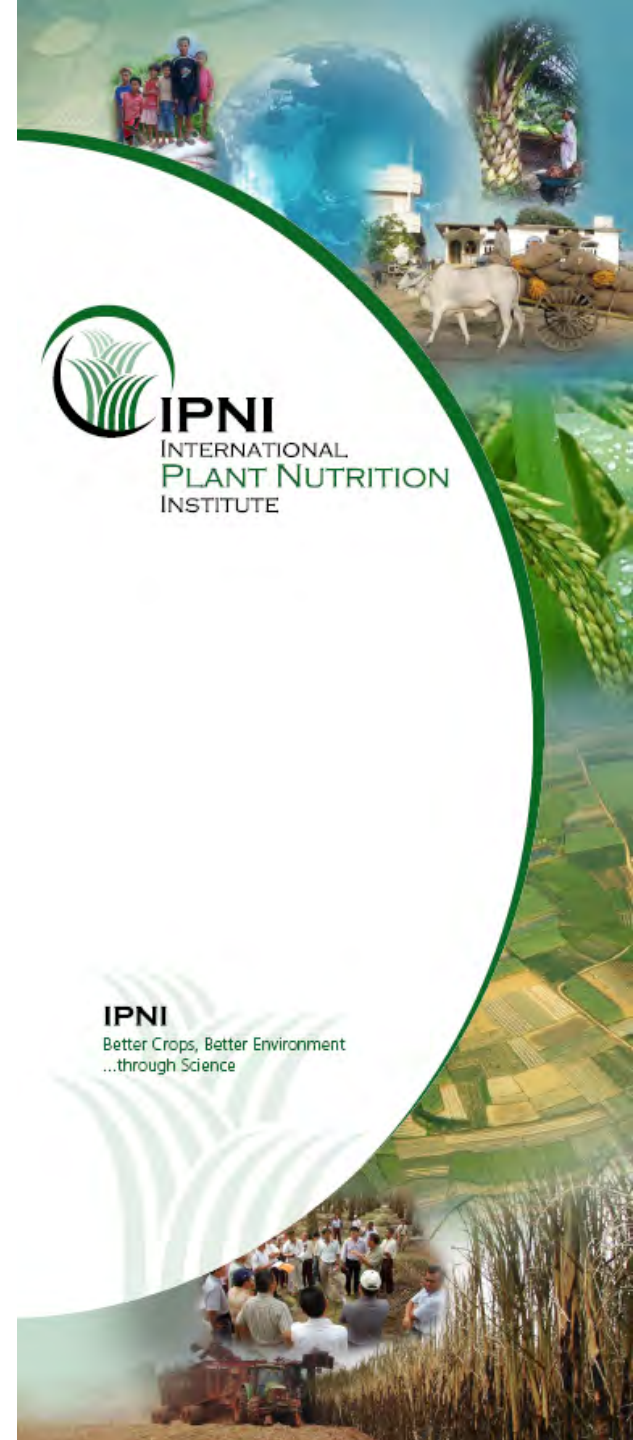
# Ростовская область



**IPNI**  
INTERNATIONAL  
PLANT NUTRITION  
INSTITUTE

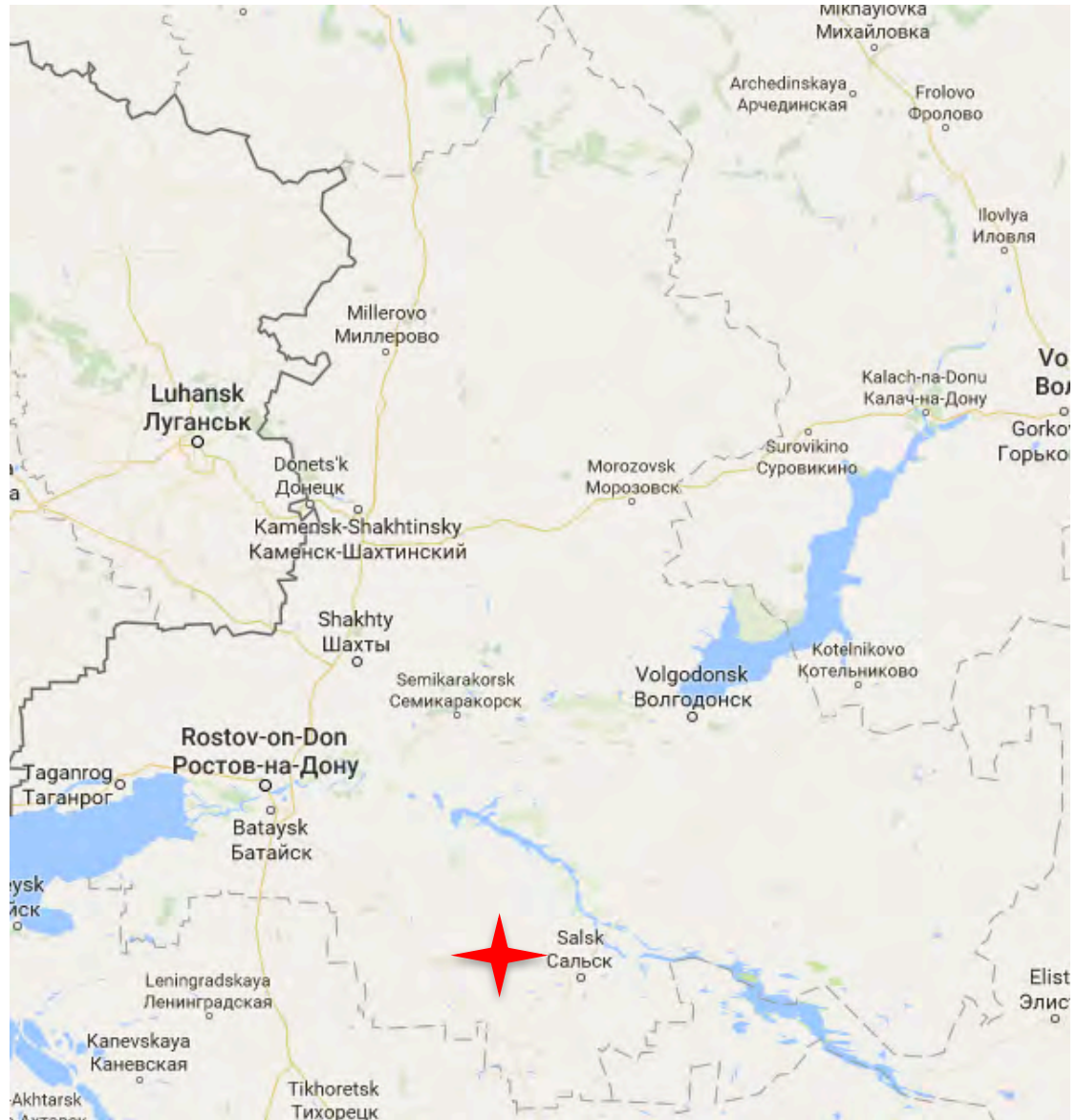
**IPNI**

Better Crops, Better Environment  
...through Science





# Район проведения опыта в Ростовской обл.



**Чернозем обыкновенный**  
ГУ «Целинский ГСУ»,  
Целинский р-н

# Севооборот в опытах: Ростовская обл.

Год	Культура	
	Участок I	Участок II
2011	Кукуруза	Соя
2012	Соя	Кукуруза
2013	Кукуруза	Соя



# Исходное плодородие чернозема обыкновенного: Ростовская обл., 2011 г.

Показатель*		Слой почвы 0-20 см	Класс обеспеченности
Гумус, %		3.0	-
рН (Н <sub>2</sub> О)		7.9	-
N-NO <sub>3</sub>	мг/кг почвы	14	Средний
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (по Мачигину)		22	Средний
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (по Олсену)		37	Повышенный**
K <sub>2</sub> O (по Мачигину)		312	Повышенный
K <sub>2</sub> O (по Масловой)		463	Очень высокий

\* Среднее для участков под кукурузу и сою.

\*\* Христенко А.А. и Иванова С.Е., 2011: <http://eeca-ru.ipni.net/article/EECARU-2020>

➤ Почва опытного участка характеризовалась средней обеспеченностью подвижным Р и повышенной – подвижным К (по Мачигину).

# Урожайность сои: Ростовская обл. (сорт Донская 9)

Вариант опыта*	2011	2012	2013	Среднее	Прибавка от повышения дозы N, %
<b>N<sub>9</sub>P<sub>40</sub></b> (практика хозяйств)	1.83	1.23	1.70	1.59	-
<b>N<sub>20</sub>P<sub>40</sub></b>	1.89	1.28	1.93	1.70	7
<b>N<sub>10</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub>**</b>	2.08	1.47	2.04	1.86	-
<b>N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub>**</b>	2.23	1.52	2.19	1.98	6
<i>HCP<sub>0.05</sub></i>	<i>0.11</i>	<i>0.11</i>	<i>0.16</i>		

\* Удобрения вносились под предпосевную культивацию.

\*\* В данных вариантах в 1-ый год выращивания сои проводилась инокуляция семян и обработка Mo, а в последующий год – только обработка Mo.

➤ По сравнению с усредненной практикой соседних хозяйств при оптимизации минерального питания урожайность повысилась в среднем на 25%.

# Качество урожая сои: Ростовская обл., среднее за 2011-2013 гг. (сорт Донская 9)

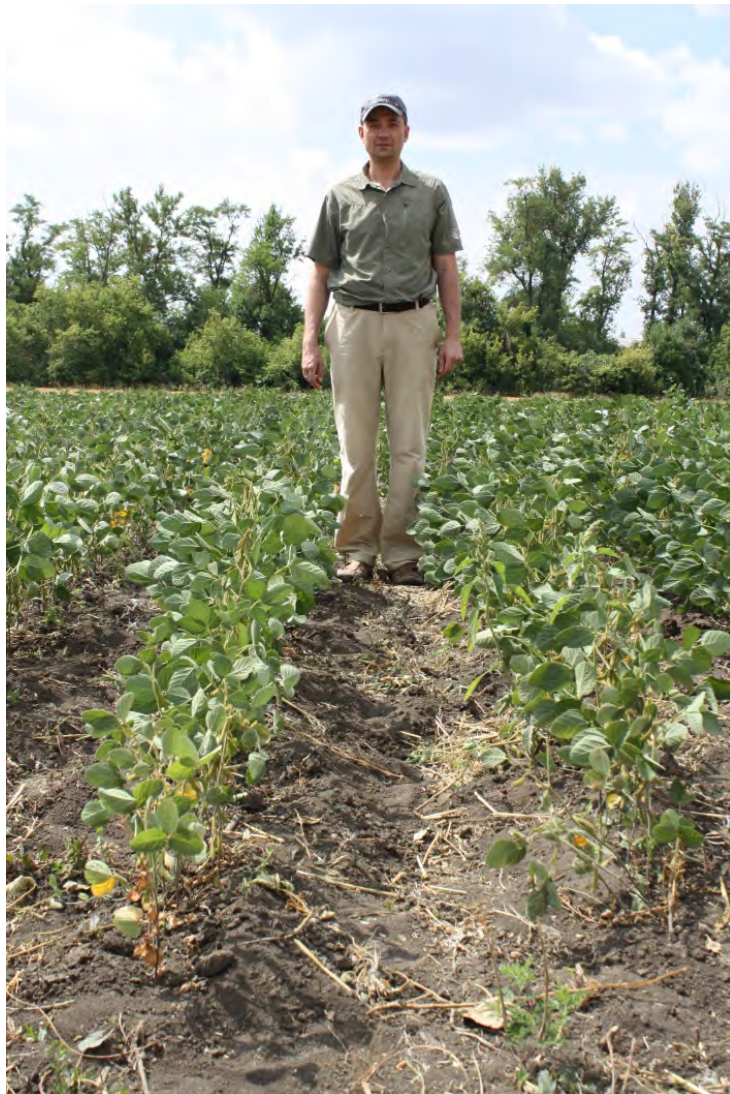
Вариант опыта	Содержание, %		Сбор, кг/га	
	Белок	Жир	Белок	Жир
<b>N<sub>9</sub>P<sub>40</sub></b> (практика хозяйств)	40.1	18.3	556	248
<b>N<sub>20</sub>P<sub>40</sub></b>	42.4	17.8	629	260
<b>N<sub>10</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub>**</b>	43.4	19.2	706	309
<b>N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub>**</b>	45.6	19.2	789	328

\* Удобрения вносились под предпосевную культивацию.

\*\* В данных вариантах в 1-ый год выращивания сои проводилась инокуляция семян и обработка Mo, а в последующий год – только обработка Mo.

- По сравнению с усредненной практикой соседних хозяйств при оптимизации минерального питания во все годы отмечено достоверно большее накопление белка в семенах и повышение сбора белка.

# Варианты с внесением 20-30 кг N/га: Ростовская обл., 30.07.2013



$N_{20}P_{40}$



$N_{30}P_{45}K_{30}$

Сорт  
Донская 9

# Выводы по Ростовской области:

- ✓ В полевых опытах, проведенных на черноземе обыкновенном на юге Ростовской обл., максимальная урожайность и лучшее качество сои были получены при применении фосфорно-калийных удобрений и внесении азотных удобрений в дозе 30 кг N/га.
- ✓ По сравнению с практикой применения удобрений под сою в соседних хозяйствах при оптимизации минерального питания урожайность повысилась в среднем на 25%.



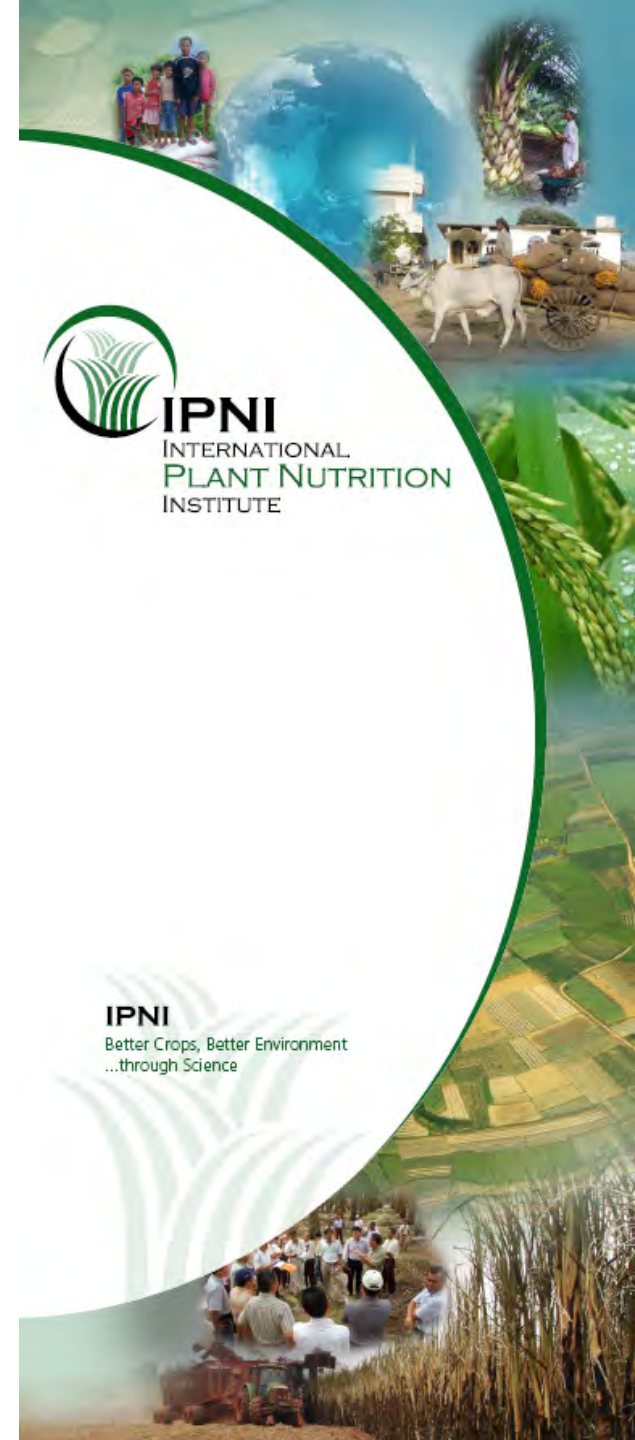
# Краснодарский край



**IPNI**  
INTERNATIONAL  
PLANT NUTRITION  
INSTITUTE

**IPNI**

Better Crops, Better Environment  
...through Science

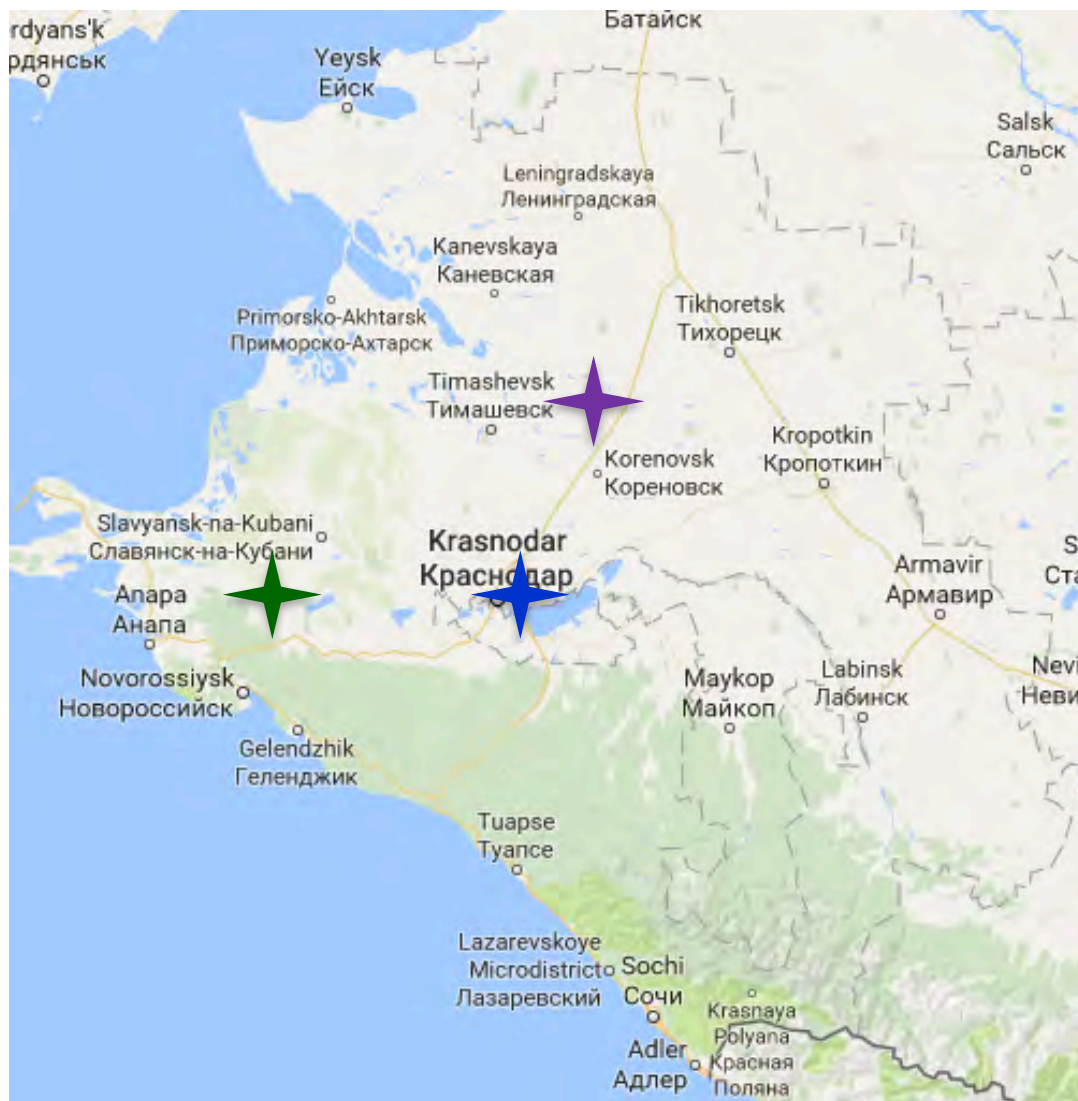


# Районы проведения опытов в Краснодарском крае

**Чернозем обыкновенный (2014-2016)**  
ФГУП «Березанское», Кореновский р-н

**Лугово-черноземная почва (2014)**  
ООО «Нирис», Абинский р-н

**Чернозем выщелоченный (2014-2016)**  
Центральная экспериментальная  
база ФГБНУ ВНИИМК, г. Краснодар



# Исходное плодородие почв (0-20 см): Краснодарский край

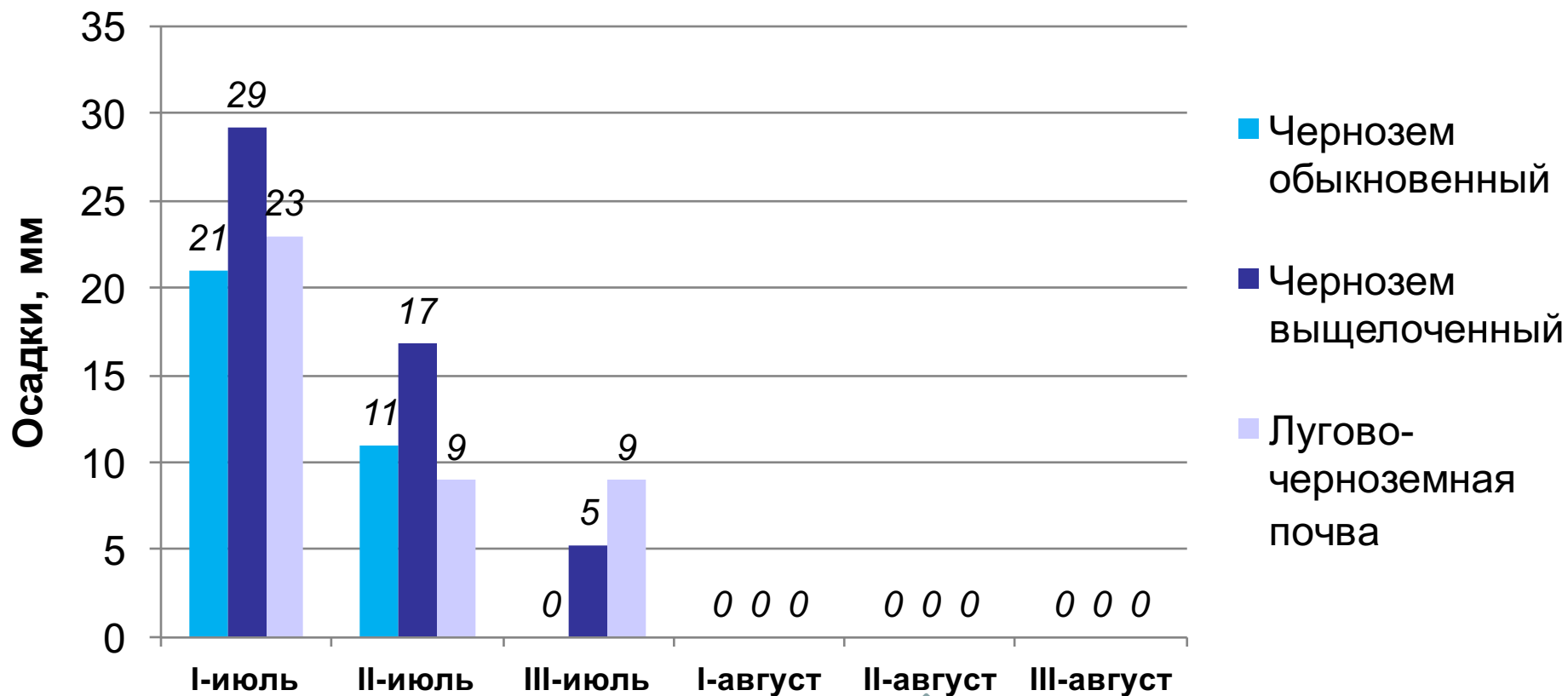
Показатель		Чернозем выщелоченный (2014-2016)	Чернозем обыкновенный (2014-2016)	Лугово- черноземная почва (2014)
Гумус, %		2.9 – 3.5	3.2 – 3.4	3.6
рН (Н <sub>2</sub> О)		5.4 – 6.6	6.8 – 7.2	7.0
N-NO <sub>3</sub>	мг/кг ПОЧВЫ	12 – 28	13 – 29	5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (по Мачигину)		26 – 29	25 – 35	48
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (по Олсену)		37 – 39	35 – 42	59
K <sub>2</sub> O (по Мачигину)		395 – 461	352 – 431	237

- **Обеспеченность почв опытных участков подвижными формами Р и К (по Мачигину) составила от средней до высокой.**

# Сорта сои в опытах: Краснодарский край

Годы	Чернозем выщелоченный	Чернозем обыкновенный	Лугово- черноземная почва
2014	<b>Вилана</b> <i>среднеспелый (115–118 дн.)</i>		
2015	<b>Вилана</b> <i>среднеспелый (115–118 дн.)</i>	<b>Славия</b> <i>раннеспелый (105–112 дн.)</i>	-
2016	<b>Лира</b> <i>ультраранний (90–100 дн.)</i>		-

# Осадки по декадам июля – августа: Краснодарский край, 2014 г.



Среднеспелый сорт  
(Вилана)

15.08 – начало налива  
семян на черноземах

23.08 – начало налива семян  
на лугово-черноземной почве



# Урожайность сои: Краснодарский край, 2014 г. (сорт Вилана)

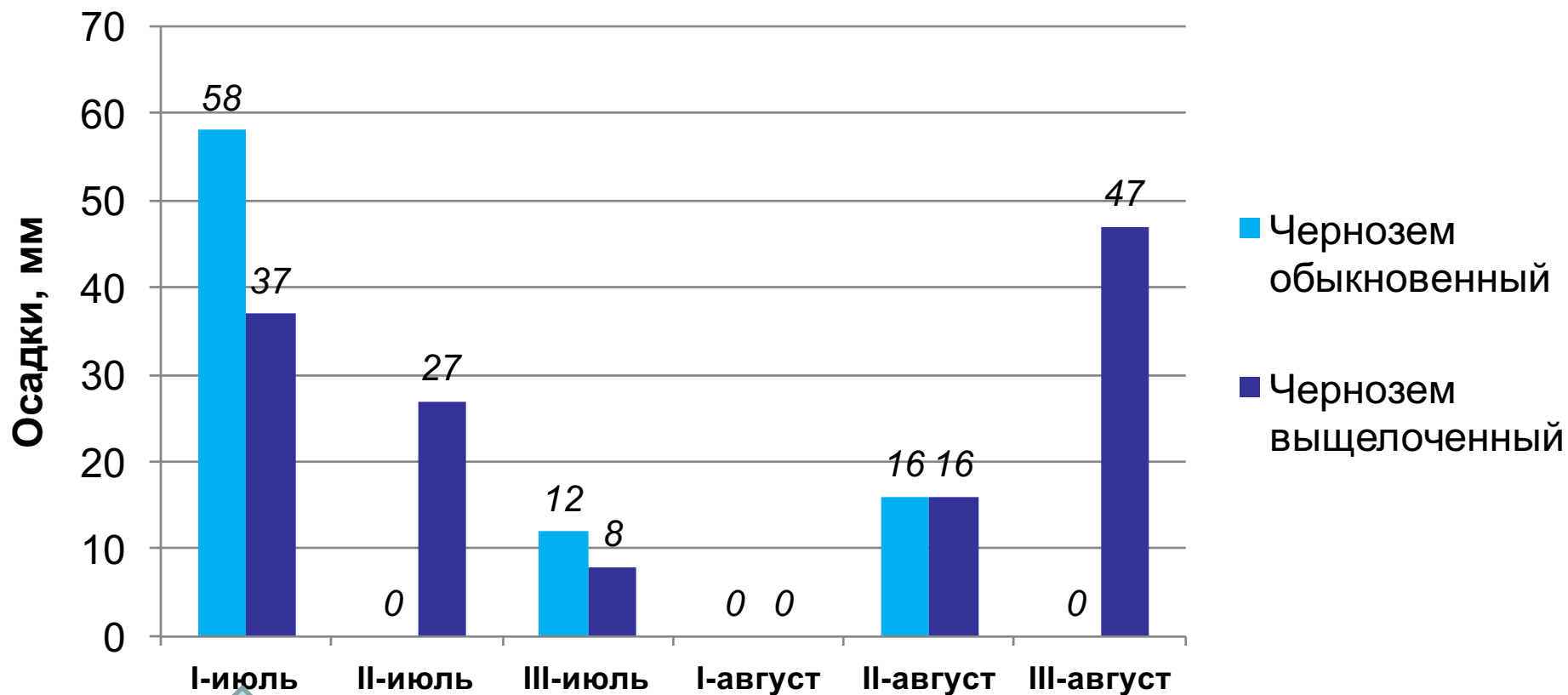
Вариант опыта	Урожайность семян, т/га					
	Чернозем обыкно- венный	±, %	Чернозем выщело- ченный	±, %	Лугово- черноземная почва	±, %
Контроль	1.44	-	1.43	-	1.86	-
N <sub>18</sub>	1.43	-1	1.52	6	1.96	5
N <sub>9</sub> P <sub>39</sub>	1.44	0	1.32	-8	1.91	3
N <sub>9</sub> P <sub>39</sub> K <sub>60</sub>	1.37	-5	1.32	-8	1.86	0
N <sub>18</sub> P <sub>78</sub>	1.44	0	1.46	2	1.98	6
N <sub>18</sub> P <sub>78</sub> K <sub>60</sub>	1.27	-12	1.40	-2	1.71	-8
<i>HCP</i> <sub>0.05</sub>	0.12		0.16		0.24	

Примечания:

- 1) Удобрения вносились при посеве (кроме калийных, внесенных под предпосевную культивацию).
- 2) Инокуляция и обработка семян Mo – во всех вариантах.

➤ У среднеспелого сорта в 2014 г. была низкая урожайность и отсутствовала достоверная отзывчивость на применение удобрений.

# Осадки по декадам июля – августа: Краснодарский край, 2015 г.



06.07 – начало налива семян  
у раннеспелого сорта (Славия)  
на черноземе обыкновенном

27.07 – начало налива семян у среднеспелого  
сорта (Вилана) на черноземе выщелоченном

# Урожайность сои: Краснодарский край, 2015 г.

Вариант опыта	Урожайность семян, т/га			
	Чернозем обыкновенный (сорт Славия)	±, %	Чернозем выщелоченный (сорт Вилана)	±, %
Контроль	1.93	-	1.58	-
N <sub>18</sub>	2.02	5	1.64	4
N <sub>6</sub> P <sub>26</sub>	2.02	5	1.66	5
N <sub>6</sub> P <sub>26</sub> K <sub>18</sub>	2.06	7	1.66	5
N <sub>12</sub> P <sub>52</sub>	2.03	5	1.65	4
N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> K <sub>18</sub>	2.03	5	1.65	4
<i>HCP</i> <sub>0.05</sub>	0.09		0.08	

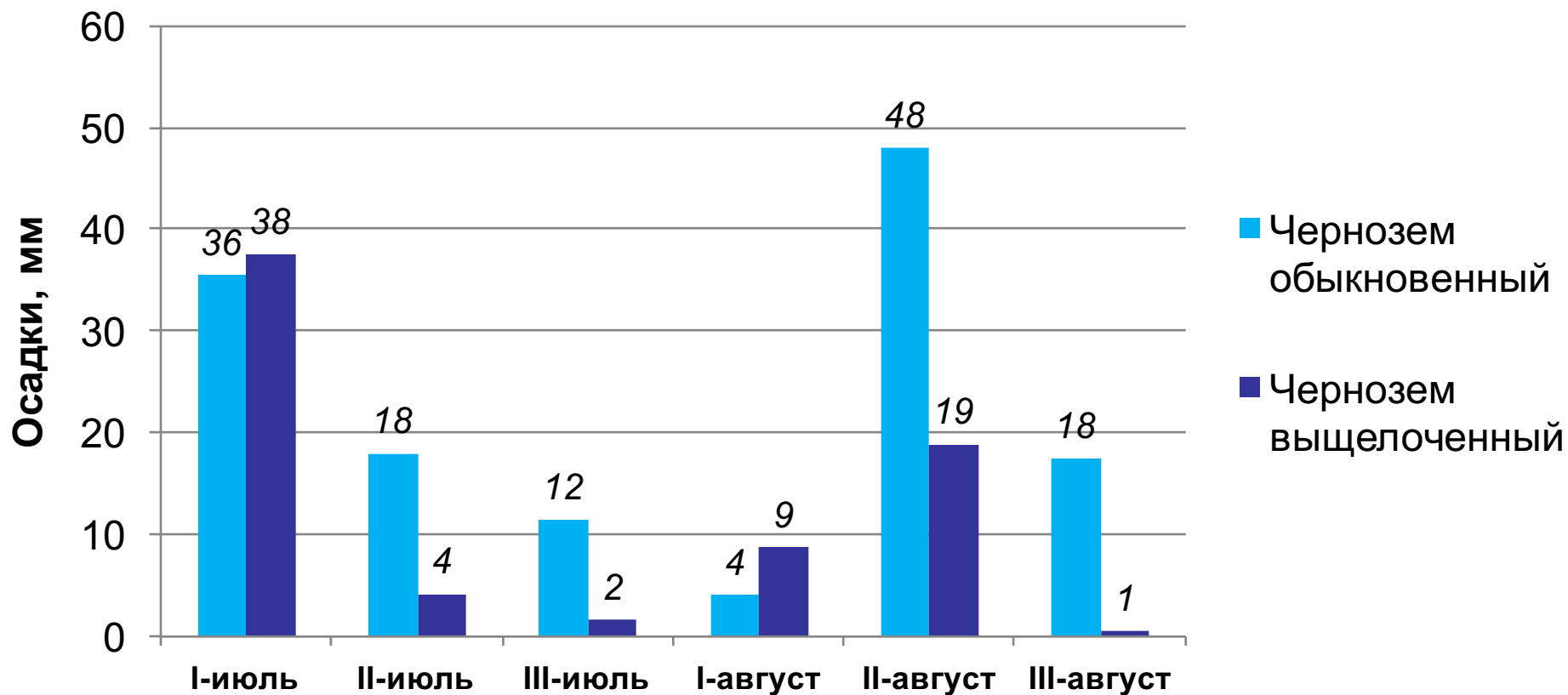
Примечания:

1) Удобрения вносились при посеве.

2) Инокуляция и обработка семян Mo – во всех вариантах.

➤ **Наибольшая продуктивность и отзывчивость на применение удобрений в 2015 г. (7%-прибавка) наблюдались у раннеспелого сорта по сравнению со среднеспелым.**

# Осадки по декадам июля – августа: Краснодарский край, 2016 г.



06.07 – начало налива семян  
на черноземе обыкновенном

27.07 – начало налива семян  
на черноземе выщелоченном

Ультраранний сорт  
(Лира)

# Урожайность сои: Краснодарский край, 2016 г. (сорт Лира)

Вариант опыта	Урожайность семян, т/га			
	Чернозем обыкно- венный	±, %	Чернозем выщело- ченный	±, %
Контроль	2.47	-	2.35	-
Некорневая подкормка	2.63	6	2.50	6
N <sub>6</sub> P <sub>26</sub> + Некорн. подкормка	2.77	12	2.63	12
N <sub>6</sub> P <sub>26</sub> K <sub>18</sub> + Некорн. подкормка	2.88	17	2.68	14
N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> + Некорн. подкормка	2.85	15	2.68	14
N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> K <sub>18</sub> + Некорн. подкормка	2.87	16	2.67	14
<i>HCP</i> <sub>0.05</sub>	0.06		0.07	

Примечания:

1) Удобрения вносились при посеве.

2) Некорневая подкормка: удобрение 18-18-18 + Mg + S + микроэлементы (0.3%, 350 л/га).

3) Инокуляция и обработка семян Mo – во всех вариантах.

➤ **Ультраранний сорт в 2016 г. имел близкую к потенциальной продуктивность и хорошо отзывался на применение удобрений – при оптимизации стартовых доз и проведении некорневой подкормки урожайность выросла на 14-17%.**



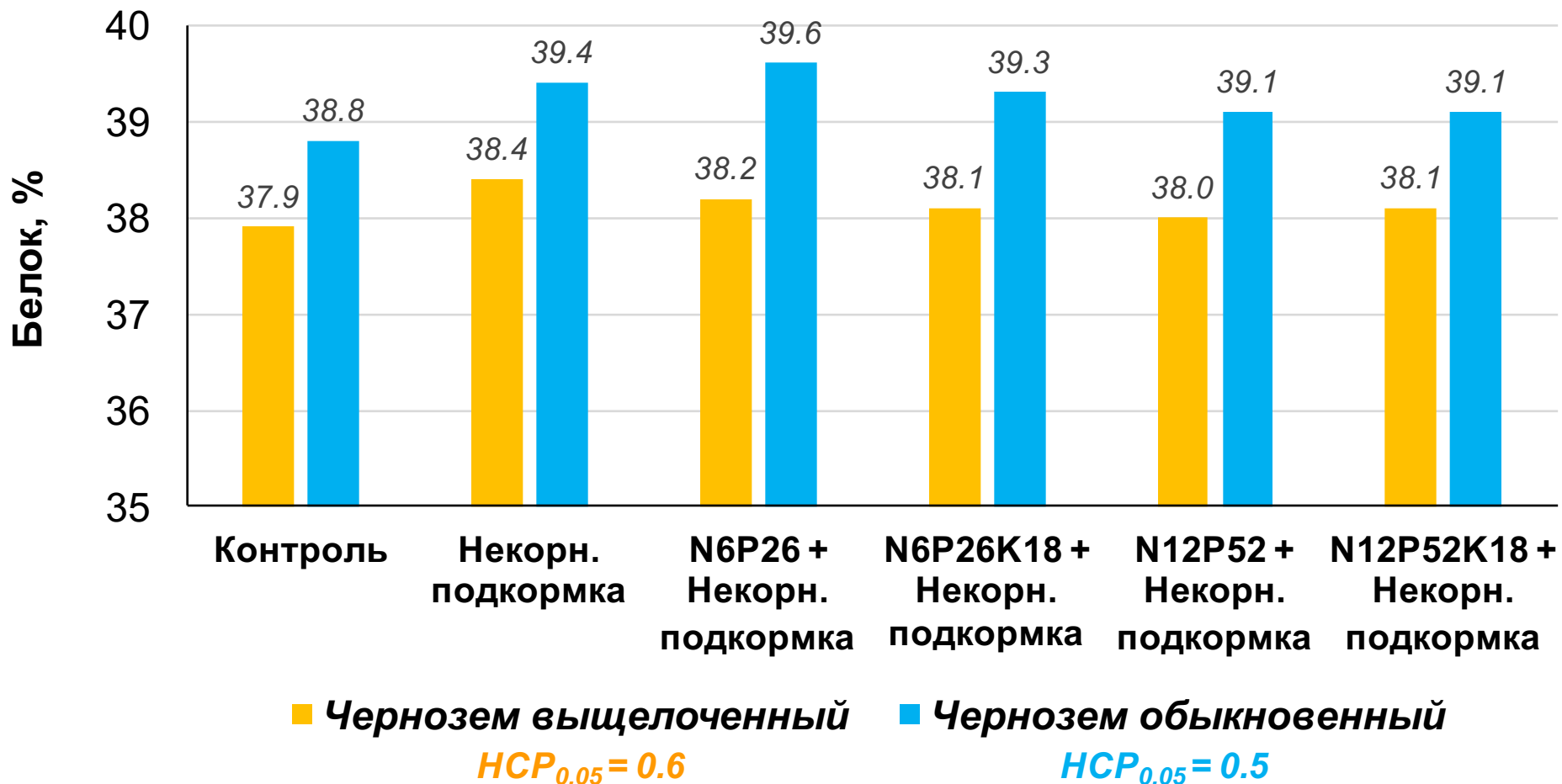
# Структура урожайности сои: Краснодарский край, 2016 г. (сорт Лира)

Вариант опыта	Высота растения, см		Кол-во бобов на растении, шт.		Кол-во бобов на 1 м <sup>2</sup> , шт.		Кол-во семян на растении, шт.		Кол-во семян на 1 м <sup>2</sup> , шт.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Контроль	53	67	57	47	1043	1130	122	102	2245	2438
Некорн. подкормка	55	71	57	49	1085	1213	127	99	2406	2445
<b>N<sub>6</sub>P<sub>26</sub> + Некорн. подк.</b>	66	77	61	50	1255	1259	125	109	2553	2595
<b>N<sub>6</sub>P<sub>26</sub>K<sub>18</sub> + Некорн. подк.</b>	65	79	63	55	1198	1311	141	112	2677	2671
<b>N<sub>12</sub>P<sub>52</sub> + Некорн. подк.</b>	68	79	61	53	1267	1297	126	109	2632	2672
<b>N<sub>12</sub>P<sub>52</sub>K<sub>18</sub> + Некорн. подк.</b>	64	81	62	54	1198	1341	141	108	2716	2672
<i>HCP<sub>0.05</sub></i>	4	4	11	6	76	72	22	14	105	127

Примечания: 1 – чернозем выщелоченный, 2 – чернозем обыкновенный.

- **Оптимизация минерального питания ультрараннего сорта в 2016 г. способствовала улучшению в основном таких элементов структуры урожая, как высота растения и количество бобов и семян на 1 м<sup>2</sup>.**

# Содержание белка в семенах сои: Краснодарский край, 2016 г. (сорт Лира)



➤ При оптимизации минерального питания ультрараннего сорта в 2016 г. на черноземе обыкновенном отмечено достоверное повышение накопления белка в семенах.

# Растения с 3-х вариантов: Краснодарский край, чернозем выщелоченный, 21.07.2016



Сорт  
Лира

Контроль

Некорневая  
подкормка

$N_6P_{26}$  + Некорневая  
подкормка



# Бобы с 3-х вариантов: Краснодарский край, чернозем выщелоченный, 21.07.2016



Сорт  
Лира

Контроль

Некорневая  
подкормка

$N_6P_{26}$  + Некорневая  
подкормка

# Краснодарский край, чернозем обыкновенный, 28.07.2016 г.

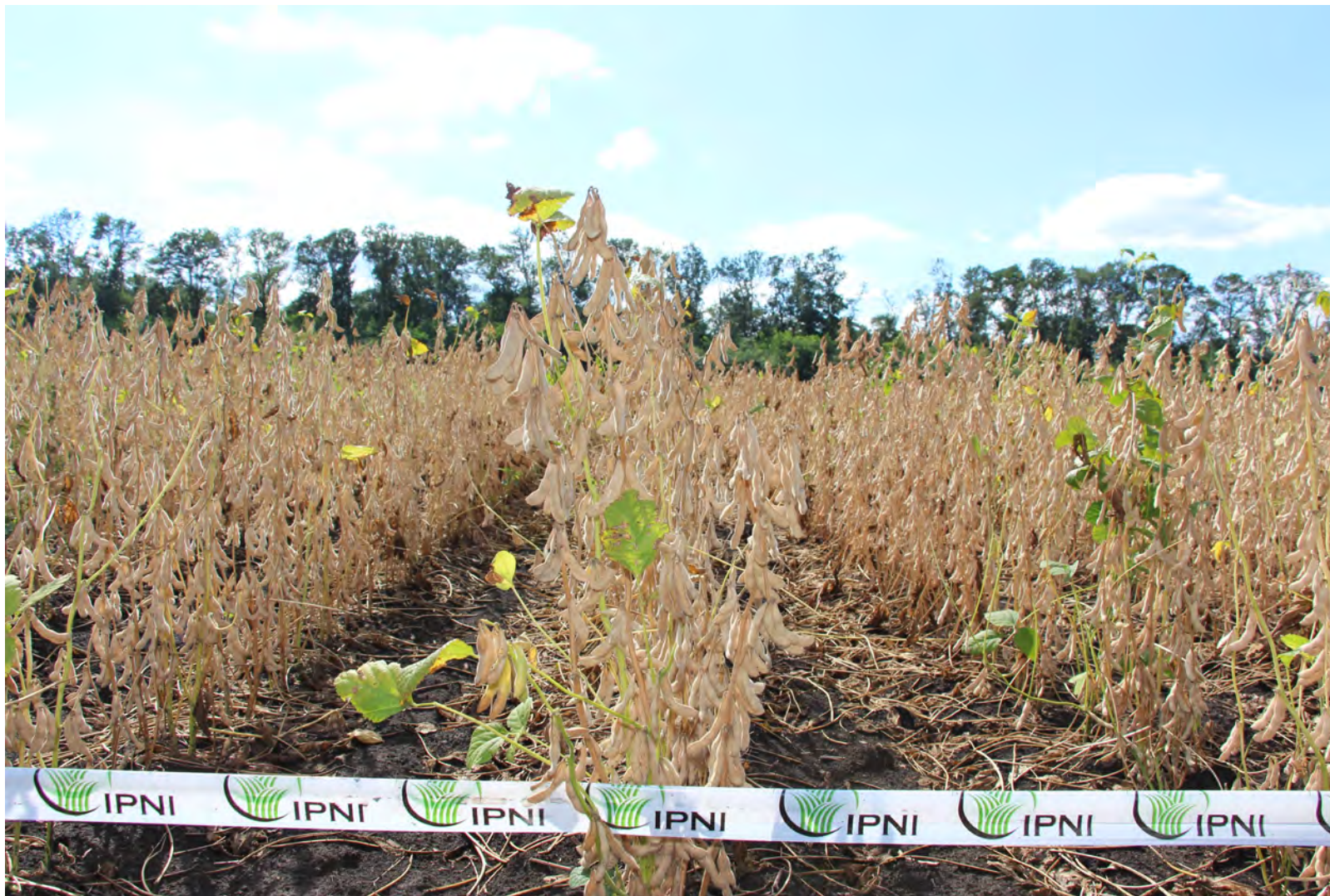


Сорт  
Ли́ра

$N_{12}P_{52}K_{18}$  + Некорневая подкормка



# Краснодарский край, чернозем обыкновенный, 14.08.2016



Сорт  
Ли́ра

$N_{12}P_{52}K_{18}$  + Некорневая подкормка

# Выводы по Краснодарскому краю:

- ✓ В полевых опытах, проведенных на черноземах выщелоченных и обыкновенных Краснодарского края, наиболее скороспелый сорт сои (90-100 дн.) показал максимальную продуктивность и отзывчивость на применение удобрений. Прибавка урожайности в 2016 г. составила 14-17% по сравнению с вариантом, где удобрения не вносились. Основная роль в повышении продуктивности сои при этом принадлежала фосфорным удобрениям.
- ✓ Предварительные данные свидетельствуют о хорошей отзывчивости сои на проведение некорневых подкормок комплексными удобрениями с микроэлементами в начале фазы цветения. Прибавка урожайности в 2016 г. составила 6% по сравнению с вариантом, где данная подкормка не проводилась.



# Благодарность партнерам:

- ❑ Белгородский государственный национальный исследовательский Университет (г. Белгород): зав. кафедрой Агроэкологии, д.с.-х.н. Лукин С.В.
- ❑ Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону): проф. кафедры Почвоведения и оценки земельных ресурсов, д.с.-х.н. О.А. Бирюкова.
- ❑ ВНИИ масличных культур (г. Краснодар): экс-заведующий лабораторией Технологии возделывания сои, к.с.-х.н. В.Л. Махонин; заведующий агротехнологическим отделом, д.с.-х.н. Н.М. Тишков.