

## О роли минеральных удобрений и способов основной обработки почвы в формировании продуктивности гибридов кукурузы

Н. И. Мамсиров<sup>1✉</sup>, А. А. Мнатсаканян<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Майкопский государственный технологический университет, Майкоп, Россия

<sup>2</sup> Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко, Краснодар, Россия

✉ E-mail: nur.urup@mail.ru

**Аннотация.** Производство кукурузы на Северном Кавказе и, в частности, в Адыгее имеет свои особенности. При ее возделывании необходимо постоянно совершенствовать отдельные элементы технологии, так как они в совокупности с техническими средствами определяют эффективность производства, семенную продуктивность и качество продукции [7]. **Цель работы** заключается в определении оптимальных способов основной обработки почвы и доз минеральных удобрений, дающих максимальный эффект при выращивании гибридов кукурузы селекции ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко». **Научная новизна** полученных результатов состоит в том, что впервые на слитых выщелоченных черноземах изучена отзывчивость новых гибридов кукурузы и выявлены наиболее оптимальные элементы технологии их возделывания. **Методы** исследования соответствуют «Методике опытного дела» Б. А. Доспехова. **Результаты.** В ходе исследований достоверно определено, что варианты почвенной обработки не оказывали существенного влияния на плотность сложения пахотного слоя почвы, варьируя в пределах 1,23–1,26 г/см<sup>3</sup>. Отмечено, что лучшие условия для роста и развития растений складываются при внесении удобрений в дозах N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub> и N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub>. Вспашка на глубину 30–32 см (3 вариант) и вспашка на 26–28 см с почвоуглублением (4 вариант) примерно одинаково воздействуют на анализируемые параметры кукурузы. Максимальная площадь листовой поверхности (7028–7083 см<sup>2</sup>) и наибольшая масса одного растения (2,25–2,26 кг) зафиксированы в 3 и 4 вариантах соответственно и сопровождалась получением самого высокого урожая – 5,84 и 5,62 т/га. Оптимальные параметры элементов структуры урожая отмечены в варианте с дозой N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub>, где урожай зерна гибрида РОСС 140 СВ составил 4,94 т/га, Краснодарский 194 МВ – 4,90 и РОСС 195 МВ – 5,25 т/га, что соответственно на 67,2, 72,6 и 69,0 % выше, чем на контроле. Применение удобрений в дозе N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub> обеспечивает лучшую экономическую эффективность, хотя урожайность здесь несколько меньше, чем на варианте N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub>. Наиболее рентабельным оказался вариант с дозой N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub>, и по гибридам данный показатель составил у РОСС 140 СВ – 168,6 %, у Краснодарского 194 МВ – 184,4 % и у РОСС 195 МВ – 185,4 %.

**Ключевые слова:** гибриды кукурузы, удобрения, минеральное питание, способы основной обработки почвы, высота растений, диаметр стебля, структура урожая, урожайность, экономическая эффективность.

**Для цитирования:** Мамсиров Н. И., Мнатсаканян А. А. О роли минеральных удобрений и способов основной обработки почвы в формировании продуктивности гибридов кукурузы // Аграрный вестник Урала. 2021. № 09 (2021). С. 11–24. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-212-09-11-24.

**Дата поступления статьи:** 26.07.2021, **дата рецензирования:** 02.08.2021, **дата принятия:** 05.08.2021.

### Постановка проблемы (Introduction)

Степень продовольственной безопасности и экономической независимости Российской Федерации в значительной мере зависят от уровня интенсификации отрасли земледелия, а также его способности удовлетворять растущие потребности питания за счет внутреннего производства продукции [5], [11].

Современные реалии мировой теории и мировой практики производства кормов и кормления сельскохозяйственных животных показывают, что альтернативы кукурузному растению как самому важному энергетическому компоненту кормовых ресурсов пока еще не найдено. В первую очередь, это в

основном касается кормления сельскохозяйственной птицы и свиней. В практическом скотоводстве (как в молочном, так и в мясном) достижение высоких результатов увеличения продуктивности стада крупного рогатого скота не представляется возможным без этого компонента рационов кормления. Понижение доли кукурузного зерна в составе рациона или его замена, к примеру, ячменным зерном может привести к снижению уровня концентрации обменной энергии в единице сухого вещества полноценного рациона, а в дальнейшем – к наиболее резкому спаду продуктивности сельскохозяйственных животных.

Мировое значение растения кукурузы и многостороннее ее использование определено самим растением, его биологическими особенностями и морфологическим строением [4]. Вместе с тем для получения хорошо развитых растений и, как следствие, формирования высоких и устойчивых урожаев зерна кукурузы ей особенно необходимо гармоничное сочетание земных и космических факторов окружающей среды [2], [9].

В условиях республики усовершенствование агротехнологии возделывания кукурузы нацелено на стабилизацию высоких и устойчивых ее урожаев, на сохранение почвенного плодородия, защиту ее от эрозионных процессов, условия накопления почвенной влаги и эффективную борьбу с сорняками и т. д. [5–7], [9].

Благодаря тому, что в современном земледелии высокий уровень развития процессов механизации и химизации, кукурузу на зерно и силос возможно возделывать без затрат ручного труда [5], [15].

Для стабилизации валового сбора зерна в целом немаловажное значение имеет поиск путей увеличения производства кукурузного зерна [1]. На данный момент на фоне структурных изменений в народном хозяйстве, касающихся в том числе и производства сельскохозяйственной продукции, на первом плане при возделывании сельскохозяйственных растений оказываются такие важные (не только в масштабах нашей страны, но и в глобальном плане) вопросы, как активное введение и широкое использование агротехнологий возделывания, не представляющих опасность для окружающей среды или сводящих эту опасность к минимуму и позволяющих существенно снизить ресурсопотребление [12], [13].

Основная цель исследования состояла в вопросах изучения условий минерального питания перспективных гибридов кукурузы и экспериментального определения таких приемов, которые позволят оптимизировать процессы обработки почвы, максимально повысив ее продуктивность. Исследование проводилось в условиях предгорной зоны Республики Адыгея – на выщелоченных слитых черноземах.

#### Методология и методы исследования (Methods)

На территории землепользования ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ» в основном распространены слитые выщелоченные черноземы, составляющие около 40 % всех пахотнопригодных почв Адыгеи. Именно слитой чернозем является основным типом почвенного покрова пахотных земель территории ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ». Согласно схематической почвенной карте, они могут на данной территории занимать до 78 % всех площадей земельных угодий. Механический состав слитых выщелоченных черноземов преимущественно бывает мелкоглинистым и тяжелосуглинистым. Содержание в данных почвах физической глины находится в пределах 67–78 %, а иловатых частиц – 36–49 % [13].

Посев проводился в третьей декаде апреля на глубину 4–6 см с нормой высева семян 70 тыс. шт/га. Предшественником являлась озимая пшеница. Аг-

ротехника возделывания гибридов кукурузы в исследованиях соответствовала рекомендованной для хозяйств Республики Адыгея, за исключением изучаемых факторов.

Исследования проводились по следующей схеме:

Опыт 1. Двухфакторный опыт закладывали в стационаре, где определяли влияние доз минеральных удобрений на продуктивность гибридов кукурузы. В качестве удобрений применяли аммофос, калий хлористый, аммиачную селитру. Фосфорно-калийные удобрения вносились под основную обработку, азотные – под предпосевную культивацию.

Фактор А (дозы удобрений):

– контроль – без удобрений;

–  $N_{90}P_{60}K_{40}$  – внесение удобрений в дозе  $N_{35}P_{60}K_{40}$  под основную обработку и под предпосевную культивацию в дозе  $N_{55}$ ;

–  $N_{120}P_{60}K_{40}$  – внесение удобрений в дозе  $N_{35}P_{60}K_{40}$  под основную обработку и под предпосевную культивацию в дозе  $N_{85}$ ;

–  $N_{150}P_{60}K_{40}$  – внесение удобрений в дозе  $N_{35}P_{60}K_{40}$  под основную обработку и под предпосевную культивацию в дозе  $N_{115}$ .

Обработка почвы: лущение + вспашка на 26–28 см + почвоуглубление + предпосевная культивация + две культивации междурядий.

Фактор В (гибриды кукурузы):

– РОСС 140 СВ;

– Краснодарский 194 МВ;

– РОСС 195 МВ.

Опыт 2. Исследования по определению влияния способов обработки почвы на продуктивность гибрида кукурузы Краснодарский 194 МВ при внесении удобрений в дозе  $N_{35}P_{60}K_{40}$  под основную обработку и под предпосевную культивацию в дозе  $N_{55}$  проводились по следующей схеме:

1. Лущение + безотвальная вспашка + две культивации междурядий, (контроль).

2. Лущение + вспашка на 26–28 см + предпосевная культивация + две культивации междурядий.

3. Лущение + вспашка на 30–32 см + предпосевная культивация + две культивации междурядий.

4. Лущение + вспашка на 26–28 см + почвоуглубление + предпосевная культивация + две культивации междурядий.

5. Лущение + вспашка на 20–22 см + «Мерлин ВДГ» + предпосевная культивация + две культивации междурядий.

Общая площадь опытной делянки – 126 м<sup>2</sup>, площадь учетной делянки – 100 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, размещение вариантов в опыте рендомизированное по Б. А. Доспехову.

#### Результаты (Results)

В процессе проведения исследования отмечено, что у гибридов кукурузы отмечалось быстрое вступление в состояние молочно-восковой спелости зерна, при этом заметно сокращалась продолжительность межфазных периодов «всходы – молочно-восковая спелость – полная спелость» при внесении дозы удобрения  $N_{90}P_{60}K_{40}$ . Раннеспелый гибрид РОСС

140 СВ характеризовался расхождением полученных данных с контролем на 3–5 дней, гибрид Краснодарский 194 МВ – на 5–7 дней, гибрид РОСС 195 МВ – на 7–9 дней в сторону скороспелости и сокращения периода вегетации растений. Все дозы туков проявляли значимое воздействие на периоды наступления главных фаз вегетации.

Протяженность вегетационного периода независимо от вариации доз туков изменялась в незначительном диапазоне.

По межфазным периодам «всходы – начало появления метелок» у гибрида РОСС 140 СВ отличия по вариантам не превысили одного дня, у гибрида Краснодарский 194 МВ – 7 дней, РОСС 195 МВ – 5 дней, по периоду «всходы – полное появление нитей по-

чатка» колебания – 13 и 8 дней, «всходы – уборочная спелость» – 99 и 104 дня.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что гибрид РОСС 140 СВ меньше подвергается разным перепадам в процессе своего роста и развития и бережет устойчивость по межфазным периодам, которые короче в сравнении с гибридами Краснодарский 194 МВ и РОСС 195 МВ.

В процессе исследований за время произрастания раннеспелых гибридов РОСС 140 СВ, Краснодарский 194 МВ и РОСС 195 МВ провели отдельные биометрические измерения. Данные таблицы 1 подтверждают значительное преимущество гибрида РОСС 140 СВ по показателю высоты в сравнении с растениями других гибридов.

Таблица 1  
Вариативность биометрических показателей при разных уровнях обеспеченности минеральным питанием растений кукурузы

| Вариант               | Высота растений в фазе восковой спелости, см | Высота прикрепления початка, см | Диаметр стебля у основания, мм |
|-----------------------|--|---------------------------------|--------------------------------|
| РОСС 140 СВ           |  |                                 |                                |
| Без удобрений (к)     | 239,9  | 73,8                            | 23,3                           |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 256,2  | 81,9                            | 24,6                           |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 270,6  | 83,9                            | 24,7                           |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 271,3  | 83,8                            | 24,9                           |
| Краснодарский 194 МВ  |  |                                 |                                |
| Без удобрений (к)     | 232,0  | 79,9                            | 22,7                           |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 239,9  | 82,9                            | 25,4                           |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 252,6  | 83,9                            | 25,7                           |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 253,2  | 84,0                            | 25,9                           |
| РОСС 195 МВ           |  |                                 |                                |
| Без удобрений (к)     | 234,9  | 77,9                            | 22,5                           |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 242,0  | 79,9                            | 23,4                           |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 253,9  | 84,9                            | 24,6                           |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 253,8  | 84,9                            | 24,8                           |

Table 1  
Variability of biometric indicators at different levels of mineral nutrition supply to corn plants

| Variant               | Plant height in the phase of wax ripeness, cm | Cob attachment height, cm | Stem diameter at the base, mm |
|-----------------------|---|---------------------------|-------------------------------|
| ROSS 140 SV           |   |                           |                               |
| No fertilizers (c)    | 239.9   | 73.8                      | 23.3                          |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 256.2   | 81.9                      | 24.6                          |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 270.6   | 83.9                      | 24.7                          |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 271.3   | 83.8                      | 24.9                          |
| Krasnodarskiy 194 MV  |   |                           |                               |
| No fertilizers (c)    | 232.0   | 79.9                      | 22.7                          |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 239.9   | 82.9                      | 25.4                          |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 252.6   | 83.9                      | 25.7                          |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 253.2   | 84.0                      | 25.9                          |
| ROSS 195 MV           |   |                           |                               |
| No fertilizers (c)    | 234.9   | 77.9                      | 22.5                          |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 242.0   | 79.9                      | 23.4                          |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 253.9   | 84.9                      | 24.6                          |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 253.8   | 84.9                      | 24.8                          |

Характерная особенность гибрида РОСС 140 СВ – длинноватые междоузлия, более тонкие, нежели у Краснодарского 194 МВ и РОСС 195 МВ. Краснодарский 194 МВ выгодно отличается от других гибридов прочным стеблем, способным удерживать весомые початки и при этом не сгибаться. Следует отметить более высокое крепление початков у этого гибрида и значительную толщину стебля в его основании (замер производился на расстоянии 20–25 см от поверхности почвы). По всей видимости, именно эти факторы и обусловили большую стойкость растений в сравнении с другими гибридами.

На изменение норм удобрений гибриды реагируют примерно одинаково: любое внесение питательных веществ уже дает положительный эффект

[1], [14]. Максимальное изменение высоты растений произошло при внесении  $N_{150}P_{60}K_{40}$ . На этом варианте существенно изменился и показатель высоты крепления початка. По вариантам с нормой  $N_{120}P_{60}K_{40}$  и  $N_{150}P_{60}K_{40}$  отмечено незначительное увеличение диаметра стеблей по всем гибридам.

Принимая во внимание вышеизложенное, можно сделать вывод, что все биометрические данные по всем гибридам раннеспелой кукурузы демонстрировали положительную динамику при внесении минеральных удобрений.

В согласовании с методикой полевых обследований проведены исследования за динамикой прироста надземной массы (таблица 2).

Таблица 2

**Накопление сухой надземной массы по фазам вегетации в зависимости от уровня минерального питания (г/растение)**

| Вариант опыта         | Фаза развития |             |          |                           |
|-----------------------|---------------|-------------|----------|---------------------------|
|                       | 7–8 листьев   | Выметывание | Цветение | Молочно-восковой спелости |
| РОСС 140 СВ           |               |             |          |                           |
| Без удобрений (к)     | 24,2          | 130,2       | 164,8    | 194,9                     |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 23,5          | 148,5       | 190,2    | 216,0                     |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 24,1          | 153,7       | 203,6    | 227,3                     |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 24,3          | 153,5       | 204,4    | 229,6                     |
| Краснодарский 194 МВ  |               |             |          |                           |
| Без удобрений (к)     | 26,7          | 95,7        | 173,7    | 246,3                     |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 25,9          | 115,2       | 207,2    | 257,6                     |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 28,0          | 115,7       | 215,3    | 265,5                     |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 28,7          | 116,1       | 216,1    | 266,8                     |
| РОСС 195 МВ           |               |             |          |                           |
| Без удобрений (к)     | 25,6          | 85,7        | 162,2    | 228,3                     |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 26,0          | 101,6       | 191,4    | 241,6                     |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 26,6          | 98,7        | 187,2    | 248,3                     |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 26,1          | 92,2        | 178,6    | 249,3                     |

Table 2

**Accumulation of dry aboveground mass by phases of vegetation depending on the level of mineral nutrition (g/plant)**

| Variant of test       | Development phase |          |            |                    |
|-----------------------|-------------------|----------|------------|--------------------|
|                       | 7–8 leaves        | Sweeping | Blossoming | Milky-wax ripeness |
| ROSS 140 SV           |                   |          |            |                    |
| No fertilizers (c)    | 24.2              | 130.2    | 164.8      | 194.9              |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 23.5              | 148.5    | 190.2      | 216.0              |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 24.1              | 153.7    | 203.6      | 227.3              |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 24.3              | 153.5    | 204.4      | 229.6              |
| Krasnodarskiy194 MV   |                   |          |            |                    |
| No fertilizers (c)    | 26.7              | 95.7     | 173.7      | 246.3              |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 25.9              | 115.2    | 207.2      | 257.6              |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 28.0              | 115.7    | 215.3      | 265.5              |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 28.7              | 116.1    | 216.1      | 266.8              |
| ROSS 195 MV           |                   |          |            |                    |
| No fertilizers (c)    | 25.6              | 85.7     | 162.2      | 228.3              |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 26.0              | 101.6    | 191.4      | 241.6              |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 26.6              | 98.7     | 187.2      | 248.3              |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 26.1              | 92.2     | 178.6      | 249.3              |

В фазе 7–8 листьев, согласно наблюдениям, по сухой массе особых различий в вариантах опыта нет, отмечаются лишь небольшие внешние отличия у растений на удобренных и неудобренных вариантах.

Различия нарастают постепенно, и к фазе выметывания в зависимости от нормы удобрений и гибрида разница достигает 40–72 г.

Максимальная разница по гибридам отмечается в фазу цветения и молочно-восковой спелости. Она зависит от ряда их биологических особенностей. Например, на неудобренном варианте у гибрида РОСС

140 СВ на растение приходится 192,3 г сухой массы, Краснодарский 194 МВ – 243,6 г, РОСС 195 МВ – 225,8 г, или соответственно 15,8; 19,5 и 18,0 т на 1 га (с учетом густоты растений 70 тыс/га).

Примечательно, что чем выше на вариантах удельный вес туков, тем больше показатели сухой массы на одно растение.

Значительные колебания урожайности и структуры урожая отмечаются в зависимости от уровней минерального питания (таблица 3).

Таблица 3  
Элементы структуры урожая раннеспелых гибридов в зависимости от уровня минерального питания

| Вариант               | Число початков на 100 раст. | Масса початка, г | Выход зерна, % | Масса 1000 зерен, г |
|-----------------------|-----------------------------|------------------|----------------|---------------------|
| РОСС 140 СВ           |                             |                  |                |                     |
| Без удобрений (к)     | 96,1                        | 143,7            | 85,0           | 320,6               |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 105,2                       | 160,3            | 86,7           | 350,0               |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 107,2                       | 161,6            | 86,9           | 350,9               |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 108,1                       | 161,9            | 87,1           | 351,1               |
| Краснодарский 194 МВ  |                             |                  |                |                     |
| Без удобрений (к)     | 93,0                        | 149,2            | 84,6           | 329,3               |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 106,2                       | 152,9            | 87,1           | 334,8               |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 109,2                       | 160,0            | 89,1           | 343,1               |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 109,8                       | 161,4            | 89,9           | 345,2               |
| РОСС 195 МВ           |                             |                  |                |                     |
| Без удобрений (к)     | 92,0                        | 147,1            | 82,9           | 324,0               |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 102,1                       | 152,8            | 87,0           | 327,5               |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 111,2                       | 154,2            | 87,8           | 329,4               |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 113,4                       | 155,2            | 88,8           | 329,3               |

Table 3  
Elements of the yield structure of early maturing hybrids depending on the level of mineral nutrition

| Variant               | The number of cobs per 100 plants | Cob weight, g | Grain yield, % | The mass of a thousand grains of grain, g |
|-----------------------|-----------------------------------|---------------|----------------|---|
| ROSS 140 SV           |                                   |               |                |   |
| No fertilizers (c)    | 96.1                              | 143.7         | 85.0           | 320.6                                     |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 105.2                             | 160.3         | 86.7           | 350.0                                     |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 107.2                             | 161.6         | 86.9           | 350.9                                     |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 108.1                             | 161.9         | 87.1           | 351.1                                     |
| Krasnodarskiy 194 MV  |                                   |               |                |   |
| No fertilizers (c)    | 93.0                              | 149.2         | 84.6           | 329.3                                     |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 106.2                             | 152.9         | 87.1           | 334.8                                     |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 109.2                             | 160.0         | 89.1           | 343.1                                     |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 109.8                             | 161.4         | 89.9           | 345.2                                     |
| ROSS 195 MV           |                                   |               |                |   |
| No fertilizers (c)    | 92.0                              | 147.1         | 82.9           | 324.0                                     |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 102.1                             | 152.8         | 87.0           | 327.5                                     |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 111.2                             | 154.2         | 87.8           | 329.4                                     |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 113.4                             | 155.2         | 88.8           | 329.3                                     |

Масса початка весомо повышалась при внесении удобрений, причем увеличивались и масса зерна в початке, и масса 1000 зерен. Наблюдалась положительная динамика по количеству початков на 100 растений. К примеру, при норме минеральных удобрений  $N_{120}P_{60}K_{40}$  по сравнению с контролем увеличилось на 16 число початков гибрида Краснодарский 194 МВ, на 19 – РОСС 195МВ, на 10 – РОСС 140СВ. Отмечается увеличение массы початка: по Краснодарскому 194 МВ – порядка 1,8–6,5, РОСС 195 МВ – 2,1–6,9 и РОСС 140 СВ – 5,8–11,9 %. Итак, согласно резуль-

татам, полученным в ходе исследования, внесение минеральных удобрений существенно повышает продуктивность посевов раннеспелых гибридов кукурузы по всем показателям структуры урожая.

По полученным нами данным, рассматриваемые гибриды в силу своих генетических особенностей существенно различаются по урожайности зерна (таблица 4). В условиях опыта достоверно определена значимая величина изменения урожайности гибридов в зависимости от уровня их обеспеченности минеральным питанием.

Таблица 4

**Урожай зерна раннеспелых гибридов в зависимости от уровня минерального питания, т/га**

| Вариант опыта         | Повторность |      |      |      | Среднее |
|-----------------------|-------------|------|------|------|---------|
|                       | I           | II   | III  | IV   |         |
| РОСС 140 СВ           |             |      |      |      |         |
| Без удобрений (к)     | 3,45        | 3,33 | 3,17 | 3,59 | 3,45    |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 4,68        | 5,29 | 4,94 | 5,07 | 4,68    |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 4,94        | 5,13 | 4,84 | 5,26 | 4,94    |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 4,96        | 5,18 | 4,90 | 5,31 | 5,08    |
| Краснодарский 194 МВ  |             |      |      |      |         |
| Без удобрений (к)     | 3,56        | 3,78 | 3,73 | 3,77 | 3,56    |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 5,10        | 5,28 | 4,98 | 5,42 | 5,10    |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 5,90        | 5,21 | 5,13 | 5,19 | 5,36    |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 4,92        | 5,30 | 4,98 | 5,17 | 5,09    |
| РОСС 195 МВ           |             |      |      |      |         |
| Без удобрений (к)     | 3,63        | 3,50 | 3,34 | 3,77 | 3,63    |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 4,71        | 5,32 | 4,97 | 5,10 | 4,71    |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 5,25        | 5,06 | 4,83 | 5,46 | 5,25    |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 5,28        | 5,16 | 4,92 | 5,29 | 5,16    |

Ошибка опыта = 1,64701  
 НСР для фактора А сорта: 1,68881  
 НСР для фактора В удобрения: 1,68881  
 НСР для взаимодействий: 2,92511

Table 4

**Grain yield of early ripening hybrids depending on the level of mineral nutrition, t/ha**

| Variant of test       | Repetition |      |      |      | Average |
|-----------------------|------------|------|------|------|---------|
|                       | I          | II   | III  | IV   |         |
| ROSS 140 SV           |            |      |      |      |         |
| No fertilizers (c)    | 3.45       | 3.33 | 3.17 | 3.59 | 3.45    |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 4.68       | 5.29 | 4.94 | 5.07 | 4.68    |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 4.94       | 5.13 | 4.84 | 5.26 | 4.94    |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 4.96       | 5.18 | 4.90 | 5.31 | 5.08    |
| Krasnodarskiy 194 MV  |            |      |      |      |         |
| No fertilizers (c)    | 3.56       | 3.78 | 3.73 | 3.77 | 3.56    |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 5.10       | 5.28 | 4.98 | 5.42 | 5.10    |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 5.90       | 5.21 | 5.13 | 5.19 | 5.36    |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 4.92       | 5.30 | 4.98 | 5.17 | 5.09    |
| ROSS 195 MV           |            |      |      |      |         |
| No fertilizers (c)    | 3.63       | 3.50 | 3.34 | 3.77 | 3.63    |
| $N_{90}P_{60}K_{40}$  | 4.71       | 5.32 | 4.97 | 5.10 | 4.71    |
| $N_{120}P_{60}K_{40}$ | 5.25       | 5.06 | 4.83 | 5.46 | 5.25    |
| $N_{150}P_{60}K_{40}$ | 5.28       | 5.16 | 4.92 | 5.29 | 5.16    |

Experience error = 1.64701  
 LSD for factor A grade: 1.68881  
 LSD for factor B fertilizer: 1.68881  
 LSD for interactions: 2.92511

## Динамика влажности почвы по фазам развития кукурузы гибрида РОСС 195 МВ, % от веса сухой почвы

| Вариант | Всходы |       |       | 8–9 листьев |       |       | Выметывание метелки |       |       | Полная спелость |       |       |
|---------|--------|-------|-------|-------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|
|         | 0–10   | 10–20 | 20–30 | 0–10        | 10–20 | 20–30 | 0–10                | 10–20 | 20–30 | 0–10            | 10–20 | 20–30 |
| 1       | 23,5   | 23,7  | 24,0  | 19,2        | 19,9  | 19,6  | 20,6                | 21,1  | 21,6  | 24,1            | 24,2  | 24,3  |
| 2       | 22,7   | 26,8  | 28,6  | 19,1        | 20,8  | 22,2  | 21,0                | 21,4  | 22,1  | 24,9            | 25,0  | 25,1  |
| 3       | 22,7   | 26,4  | 28,4  | 19,3        | 21,0  | 22,5  | 21,1                | 21,5  | 22,2  | 24,6            | 24,7  | 28,1  |
| 4       | 22,8   | 26,0  | 28,6  | 19,5        | 21,1  | 22,7  | 21,2                | 21,7  | 21,5  | 24,4            | 25,5  | 25,1  |
| 5       | 22,5   | 26,1  | 28,7  | 19,0        | 20,7  | 22,0  | 20,8                | 21,2  | 23,0  | 25,1            | 25,1  | 26,3  |

Table 5

## Dynamics of soil moisture by phases of corn hybrid ROSS 195 MV development, % of the weight of dry soil

| Variant | Seedlings |       |       | 8–9 leafs |       |       | Panicle sweeping |       |       | Full ripeness |       |       |
|---------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|------------------|-------|-------|---------------|-------|-------|
|         | 0–10      | 10–20 | 20–30 | 0–10      | 10–20 | 20–30 | 0–10             | 10–20 | 20–30 | 0–10          | 10–20 | 20–30 |
| 1       | 23.5      | 23.7  | 24.0  | 19.2      | 19.9  | 19.6  | 20.6             | 21.1  | 21.6  | 24.1          | 24.2  | 24.3  |
| 2       | 22.7      | 26.8  | 28.6  | 19.1      | 20.8  | 22.2  | 21.0             | 21.4  | 22.1  | 24.9          | 25.0  | 25.1  |
| 3       | 22.7      | 26.4  | 28.4  | 19.3      | 21.0  | 22.5  | 21.1             | 21.5  | 22.2  | 24.6          | 24.7  | 28.1  |
| 4       | 22.8      | 26.0  | 28.6  | 19.5      | 21.1  | 22.7  | 21.2             | 21.7  | 21.5  | 24.4          | 25.5  | 25.1  |
| 5       | 22.5      | 26.1  | 28.7  | 19.0      | 20.7  | 22.0  | 20.8             | 21.2  | 23.0  | 25.1          | 25.1  | 26.3  |

Урожай зерна в среднем по повторностям составил на контрольном варианте опыта: 3,56 т/га – Краснодарский 194 МВ, 3,63 т/га – РОСС 195 МВ, 3,45 т/га – РОСС 140 СВ. Максимальное увеличение данного показателя установлено в варианте при полной норме  $N_{120}P_{60}K_{40}$  – 5,36 и 5,25 т/га Краснодарский 194 МВ и РОСС 195 МВ соответственно; 5,08 т/га – РОСС 140 при внесении  $N_{150}P_{60}K_{40}$ .

Довольно низкие показатели урожайности по всем гибридам обусловлены чрезмерным повышением температуры воздуха во второй половине лета.

Важнейшее направление, позволяющее в полной мере реализовать имеющийся потенциал по повышению урожайности кукурузы, – совершенствование существующих технологий возделывания гибридов в регионе, а также планомерная разработка и внедрение новых технологий [7], [10].

Система агротехнических мероприятий основывается на выверенной, теоретически и практически обоснованной технологии обработки почвы. Именно при соблюдении данного условия возможно достижение высоких показателей урожайности кукурузы.

Кукуруза – культура, чутко реагирующая на способы обработки почвы, напрямую зависящая от сложившихся на территории возделывания природно-климатических условий. Вследствие широкого распространения кукурузы в Адыгее ее возделывание сильно отражается на организационных вопросах всего хозяйства [7], [13].

Значимым показателем при обработке выступает плотность почвы, обуславливающая в последующем тепловой и водно-воздушный режимы, а также период вегетации растений [8].

Согласно данным, полученным в ходе исследований в 2018–2020 гг., такой важный показатель почвы, как плотность сложения пахотного слоя, на протяжении всего эксперимента оставался в рамках опти-

мального, варьируя в пределах 1,16–1,29 г/см<sup>3</sup>. Кроме того, с каждым последующим годом под влиянием сложившихся природно-климатических условий и определенной антропогенной нагрузки эта разница закономерно постепенно сходит на нет.

По вариантам опыта независимо от применяемых способов основной обработки почвы данный показатель не демонстрировал существенных отличий. В весенний период плотность пахотного слоя почвы составила 1,23–1,26 г/см<sup>3</sup>.

Как видно из данных таблицы 5, за годы исследований не наблюдалось какой-либо значимой разницы по величине влажности почвы на протяжении вегетационного периода независимо от вариантов опыта. По всем вариантам характерна одна и та же тенденция – неуклонное уменьшение влажности почвы при прохождении растениями фазы 8–9 листьев, постепенное увеличение на завершающем этапе фазы выметывания метелки, а затем значительное повышение этого показателя.

Высокие темпы роста и полноценное развитие растений напрямую зависят от такого немаловажного показателя, как запасы доступной влаги. Именно этот показатель определяет уровень почвенного плодородия. А значит, необходимо ясно представлять картину изменения водного режима почвы и уровень ее потребления растениями кукурузы в зависимости от способов основной обработки [3], [12].

На протяжении фаз онтогенеза кукурузы значимые колебания запасов доступной влаги в метровом слое почвы по вариантам с разными способами обработки отмечены не были.

По данным исследования, приведенным в таблице 6, в зависимости от применяемых приемов обработки почвы наблюдается положительная динамика процессов роста и развития растений кукурузы.

Таблица 6

Влияние приемов обработки почвы на рост, развитие, урожай и элементы структуры урожая кукурузы гибрида РОСС 195 МВ

Агротехнологии

| Вариант           | Засоренность, шт/м <sup>2</sup> | Высота растений, см | Толщина стебля, мм | Количество листьев, шт. | Площадь листовой поверхности, см <sup>2</sup> | Количество початков на 1 раст., шт. | Длина початка, см | Масса 1 растения, кг | Урожай зерна, т/га |
|-------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|---|-------------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| 1                 | 47                              | 232,4               | 24,3               | 9,0                     | 6267  | 0,9                                 | 14,6              | 2,03                 | 4,41               |
| 2                 | 35                              | 234,1               | 24,9               | 9,5                     | 6544  | 1,1                                 | 17,0              | 2,14                 | 4,78               |
| 3                 | 31                              | 251,6               | 26,1               | 11,1                    | 7003  | 1,4                                 | 17,1              | 2,21                 | 5,15               |
| 4                 | 32                              | 255,2               | 26,6               | 11,6                    | 7083  | 1,6                                 | 16,7              | 2,26                 | 5,62               |
| 5                 | 29                              | 253,9               | 26,3               | 11,3                    | 7028  | 1,5                                 | 16,8              | 2,25                 | 5,84               |
| HCP <sub>05</sub> |                                 |                     |                    |                         |   |                                     |                   |                      | 0,246              |
| P, %              |                                 |                     |                    |                         |   |                                     |                   |                      | 1,56               |

Table 6

Influence of soil cultivation techniques on the growth, development, yield and elements of the corn crop structure of the hybrid ROSS 195 MV

| Variant           | Debris, pcs/m <sup>2</sup> | Height of plant, cm | Stem thickness, mm | Number of leaves, pcs. | Sheet surface area, cm <sup>2</sup> | Number of cobs per 1 plant, pcs. | Cob length, cm | Weight of 1 plant, kg | Grain yield, t/ha |
|-------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------|-----------------------|-------------------|
| 1                 | 47                         | 232.4               | 24.3               | 9.0                    | 6267                                | 0.9                              | 14.6           | 2.03                  | 4.41              |
| 2                 | 35                         | 234.1               | 24.9               | 9.5                    | 6544                                | 1.1                              | 17.0           | 2.14                  | 4.78              |
| 3                 | 31                         | 251.6               | 26.1               | 11.1                   | 7003                                | 1.4                              | 17.1           | 2.21                  | 5.15              |
| 4                 | 32                         | 255.2               | 26.6               | 11.6                   | 7083                                | 1.6                              | 16.7           | 2.26                  | 5.62              |
| 5                 | 29                         | 253.9               | 26.3               | 11.3                   | 7028                                | 1.5                              | 16.8           | 2.25                  | 5.84              |
| LSD <sub>05</sub> |                            |                     |                    |                        |                                     |                                  |                |                       | 0.246             |
| P, %              |                            |                     |                    |                        |                                     |                                  |                |                       | 1.56              |

Отраженные в таблице 6 данные свидетельствуют о существенном повышении засоренности посевов на контрольном варианте при использовании безотвальной вспашки (47 шт/м<sup>2</sup>) и, как следствие, ощутимом снижении показателей, характеризующих полноценное развитие растений и уровень урожайности.

В вариантах 3 и 4 (вспашка на глубину 30–32 и 26–28 см с почвоуглублением соответственно) влияние рассматриваемых факторов на основные значимые параметры растений относительно равно.

Наибольшая величина площади листовой поверхности и масса одного растения отмечаются в 4 и 5 вариантах. По этим вариантам собран самый большой урожай – 5,62 и 5,84 т/га соответственно.

Фитосанитарное состояние посевов подвергалось контролю на протяжении всего онтогенеза кукурузы (начало, середина и заключительная стадия вегетации). Осуществлялся учет контрольных вариантов по пяти площадкам площадью 0,25 м<sup>2</sup> (20 × 125 см) опыта. Первый произведен в фазе 3-4 пар настоящих листьев кукурузы (начало вегетации – май), последующие два – в фазы выметывания метелки (середина вегетации – июль) и молочно-восковой спелости початков (конец вегетации – август).

Проведенный контроль показал количественно-весовое соотношение сорняков на посевах кукурузы. Так, доля однолетних злаков составила 50–70 % общей засоренности. Их сырая и сухая масса – 81,8 и 18,5 % в общей массе сорняков.

Количество однолетних двудольных сорняков по сырой и сухой массе составило 68 шт., или 16,4 %, а многолетние двудольные – 21,9 шт., или 4,6 % к общей массе. Середина вегетации (июль) характеризуется увеличением засоренности посевов на 12–15 % по сравнению с началом вегетации. К завершению вегетации засоренность снижается на 8–10 %.

Чтобы добиться повышения урожайности кукурузы, рекомендуется повышения урожайности кукурузы, рекомендуется на слитых выщелоченных черноземах проводить основную вспашку на глубину 20–22 см, применяя при этом дождевой почвенный гербицид «Мерлин ВДГ» и вспашку на глубину 26–28 см с почвоуглублением на фоне лущения и двух между-рядных культиваций в обоих случаях.

Установлено, что увеличение засоренности посевов кукурузы от 29 до 47 шт. на 1 м<sup>2</sup> уменьшило число листьев с 11,3 до 9,0 шт. на одном растении. Такая же закономерность отмечалась и по площади листовой поверхности, которая уменьшилась соответственно с 7028 см<sup>2</sup> до 6267 см<sup>2</sup>. Итак, смело можно утверждать, что посеги кукурузы в предгорной зоне Адыгеи засорены в основном однолетними злаками, а значит, необходимо бороться с ними всеми доступными способами.

Проанализировав эффективность возделывания гибридов кукурузы на зерно (таблица 8), установили, как меняется стоимость реализованной продукции при условии внесения удобрений: РОСС 140 СВ –

## Зависимость урожайности кукурузы гибрида РОСС 195 МВ от засоренности посевов

| № п/п              | Вариант   | Засоренность, шт/м <sup>2</sup> | Урожайность, т/га |
|--------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| 1                  | Лушение + безотвальная вспашка + две культивации междурядий (контроль)                                  | 47                              | 4,41              |
| 2                  | Лушение + вспашка на 26–28 см + предпосевная культивация + две культивации междурядий                   | 35                              | 4,78              |
| 3                  | Лушение + вспашка на 30–32 см + предпосевная культивация + две культивации междурядий                   | 31                              | 5,15              |
| 4                  | Лушение + вспашка на 26–28 см + почвоуглубление + предпосевная культивация + две культивации междурядий | 32                              | 5,62              |
| 5                  | Лушение + вспашка на 20–22 см + «Мерлин ВДГ» + предпосевная культивация + две культивации междурядий    | 29                              | 5,84              |
| НСР <sub>0,5</sub> |   |                                 | 0,246             |
| Ошибка опыта, %    |   |                                 | 1,56              |

Table 7

## Dependence of the corn yield of the hybrid ROSS 195 MV on the crops weediness

| No.                 | Variant  | Debris, pcs/m <sup>2</sup> | Productivity, t/ha |
|---------------------|--|----------------------------|--------------------|
| 1                   | Peeling + non-moldboard plowing + two cultivation of row spacings (control)                              | 47                         | 4.41               |
| 2                   | Peeling + plowing at 26–28 cm + presowing cultivation + two cultivations of row spacings                 | 35                         | 4.78               |
| 3                   | Peeling + plowing at 30–32 cm + presowing cultivation + two cultivations of row spacings                 | 31                         | 5.15               |
| 4                   | Peeling + plowing at 26–28 cm + soil deepening + presowing cultivation + two cultivations of row spacing | 32                         | 5.62               |
| 5                   | Peeling + plowing 20–22 cm + “Merlin VDG” + presowing cultivation + two cultivation of row spacings      | 29                         | 5.84               |
| LSD <sub>0,5</sub>  |  |                            | 0.246              |
| Experience error, % |  |                            | 1.56               |

44 850 руб/га, Краснодарский 194 МВ – 46 280 руб/га, РОСС 195 МВ – 46 190 руб/га, и естественно, при этом, себестоимость 1 центнера зерна намного выше, чем на вариантах с внесением минеральных удобрений и составляет по гибридам РОСС 140 СВ – 657,6 руб/ц, Краснодарский 194 МВ – 637,3 руб/ц, РОСС 195 МВ – 625,0 руб/ц.

По неудобренным вариантам также был проведен анализ эффективности возделывания кукурузы на зерно, согласно которому по гибридам получена следующая стоимость реализованной продукции: РОСС 140 СВ – 44 850 руб/га, Краснодарский 194 МВ – 46 280 руб/га, РОСС 195 МВ – 46 190 руб/га. Естественно, при этом себестоимость 1 ц зерна намного выше, чем на вариантах с внесением минеральных удобрений, и составляет по гибридам РОСС 140 СВ – 657,6 руб/ц, Краснодарский 194 МВ – 637,3 руб/ц, РОСС 195 МВ – 625,0 руб/ц.

Наиболее рентабельным оказался вариант с дозой  $N_{120}P_{60}K_{40}$  и по гибридам составил РОСС 140 СВ – 168,6 %, Краснодарский 194 МВ – 184,4 %, РОСС 195 МВ – 185,4 %. По результатам экономической оценки вариантов можно сделать вывод о целесообразности внесения удобрений в дозе  $N_{120}P_{60}K_{40}$ . При невысокой себестоимости единицы продукции условно-чистый доход больше, чем в варианте без внесения удобрений.

В свою очередь, применение высоких доз удобрений ( $N_{150}P_{60}K_{40}$ ) экономически необоснованно – урожайность по всем гибридам кукурузы повышалась незначительно или была на уровне дозы  $N_{120}P_{60}K_{40}$ .

Согласно полученным в опыте данным, использование нормы  $N_{90}P_{60}K_{40}$  не только окупает понесенные производственные затраты на приобретение удобрений и их внесение, но и позволяет получить дополнительный доход, в отличие от неудобренного варианта.

Чтобы сделать необходимые выводы по оценке экономической эффективности различных вариантов обработки почвы под кукурузу на зерно, можно изучить данные таблицы 9.

По результатам проведенного анализа экономических показателей можно сделать вывод о большей целесообразности возделывания гибрида РОСС 195 МВ по пятому варианту: рост урожайности культуры относительно контрольного варианта составляет 30,2 %.

Рост производственных затрат на основную и дополнительную продукцию пропорционален росту урожайности кукурузы. И только в пятом варианте присутствуют затраты на применение гербицида «Мерлин ВДГ». Это обстоятельство значительно увеличивает общую сумму производственных затрат в пятом варианте исследований, однако окупается за счет прибавки к урожаю.

Таблица 8

Экономическая эффективность возделывания гибридов кукурузы в зависимости от доз удобрений

Агротехнологии

| Показатель                               | РОСС 140 СВ       |   |  |  | Краснодарский 194 МВ |   |  |  | РОСС 195 МВ       |   |  |  |
|--|-------------------|---|--|--|----------------------|---|--|--|-------------------|---|--|--|
|  | Без удобрений (к) | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> | N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> | N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> | Без удобрений (к)    | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> | N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> | N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> | Без удобрений (к) | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> | N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> | N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> |
| Урожайность, т/га                        | 3,45              | 4,68  | 4,94   | 5,08   | 3,56                 | 5,10  | 5,36   | 5,09   | 3,63              | 4,71  | 5,25   | 5,16   |
| Стоимость продукции, тыс. руб/т          | 13,0              | 13,0  | 13,0   | 13,0   | 13,0                 | 13,0  | 13,0   | 13,0   | 13,0              | 13,0  | 13,0   | 13,0   |
| Стоимость валовой продукции, тыс. руб/га | 44,9              | 60,8  | 64,2   | 66,0   | 46,3                 | 66,3  | 69,7   | 66,2   | 46,2              | 61,2  | 68,3   | 67,1   |
| Производственные затраты, тыс. руб/га    | 22,7              | 23,4  | 23,9   | 24,6   | 22,7                 | 23,4  | 24,5   | 24,6   | 22,7              | 23,4  | 23,9   | 24,6   |
| Себестоимость единицы продукции, руб/ц   | 657,6             | 499,3   | 483,9  | 483,6  | 637,3                | 458,8   | 457,0  | 482,9  | 625,0             | 496,1   | 455,4  | 476,4  |
| Условно чистый доход, тыс. руб/га        | 22,2              | 37,5  | 40,3   | 41,5   | 23,6                 | 42,9  | 45,2   | 41,7   | 23,5              | 37,9  | 44,3   | 42,5   |
| Уровень рентабельности, %                | 97,7              | 160,4   | 168,6  | 168,6  | 104,0                | 183,3   | 184,4  | 169,4  | 103,5             | 162,0   | 185,4  | 172,9  |

Table 8

Economic efficiency of corn hybrids cultivation, depending on the doses of fertilizers

| Indicator                                     | ROSS 140 SV        |   |  |  | Krasnodarskiy 194 MV |   |  |  | ROSS 195 MV        |   |  |  |
|---|--------------------|---|--|--|----------------------|---|--|--|--------------------|---|--|--|
|   | No fertilizers (c) | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> | N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> | N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> | No fertilizers (c)   | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> | N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> | N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> | No fertilizers (c) | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> | N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> | N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> |
| Productivity, t/ha                            | 3.45               | 4.68  | 4.94   | 5.08   | 3.56                 | 5.10  | 5.36   | 5.09   | 3.63               | 4.71  | 5.25   | 5.16   |
| Production cost, thousand rub/t               | 13.0               | 13.0  | 13.0   | 13.0   | 13.0                 | 13.0  | 13.0   | 13.0   | 13.0               | 13.0  | 13.0   | 13.0   |
| The cost of gross production, thousand rub/ha | 44.9               | 60.8  | 64.2   | 66.0   | 46.3                 | 66.3  | 69.7   | 66.2   | 46.2               | 61.2  | 68.3   | 67.1   |
| Production costs, thousand rub/ha             | 22.7               | 23.4  | 23.9   | 24.6   | 22.7                 | 23.4  | 24.5   | 24.6   | 22.7               | 23.4  | 23.9   | 24.6   |
| Unit cost, rub/c                              | 657.6              | 499.3   | 483.9  | 483.6  | 637.3                | 458.8   | 457.0  | 482.9  | 625.0              | 496.1   | 455.4  | 476.4  |
| Conditional net income, thousand rub/ha       | 22.2               | 37.5  | 40.3   | 41.5   | 23.6                 | 42.9  | 45.2   | 41.7   | 23.5               | 37.9  | 44.3   | 42.5   |
| Profitability level, %                        | 97.7               | 160.4   | 168.6  | 168.6  | 104.0                | 183.3   | 184.4  | 169.4  | 103.5              | 162.0   | 185.4  | 172.9  |

Таблица 9

Экономическая эффективность приемов обработки почвы при выращивании кукурузы на зерно гибрида РОСС 195 МВ, среднее за 2018–2020 гг.

| Показатель                             | Вариант приема обработки почвы |        |        |        |        |
|--|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|  | 1                              | 2      | 3      | 4      | 5      |
| Урожайность, т/га                      | 4,41                           | 4,78   | 5,15   | 5,62   | 5,84   |
| Прирост урожайности, т/га              | –                              | 0,37   | 0,74   | 1,21   | 1,33   |
| Цена реализации продукции, руб/т       | 13 000                         | 13 000 | 13 000 | 13 000 | 13 000 |
| Стоимость продукции, руб/га            | 57 330                         | 62 140 | 66 950 | 73 060 | 75 920 |
| Прирост стоимости продукции, руб/га    | –                              | 4 810  | 9 620  | 15 730 | 17 290 |
| Производственные затраты, руб/га       | 27 045                         | 27 325 | 27 799 | 27 960 | 28 125 |
| Себестоимость единицы продукции, руб/ц | 613,3                          | 571,6  | 539,7  | 497,5  | 481,5  |
| Условно-чистый доход, руб/га           | 30 285                         | 34 815 | 39 151 | 45 100 | 47 795 |
| Уровень рентабельности продукции, %    | 111,9                          | 127,4  | 140,8  | 161,3  | 169,9  |

*Economic efficiency of soil cultivation techniques when growing corn for grain of the hybrid ROSS 195 MV, average for 2018–2020*

| Indicator                                  | Tillage method |        |        |        |        |
|--|----------------|--------|--------|--------|--------|
|  | 1              | 2      | 3      | 4      | 5      |
| Productivity, t/ha                         | 4.41           | 4.78   | 5.15   | 5.62   | 5.84   |
| Yield increase, t/ha                       | –              | 0.37   | 0.74   | 1.21   | 1.33   |
| Sales price of products, rub/t             | 13 000         | 13 000 | 13 000 | 13 000 | 13 000 |
| Production cost, rub/ha                    | 57 330         | 62 140 | 66 950 | 73 060 | 75 920 |
| Increase in the cost of production, rub/ha | –              | 4 810  | 9 620  | 15 730 | 17 290 |
| Production costs, rub/ha                   | 27 045         | 27 325 | 27 799 | 27 960 | 28 125 |
| Unit cost, rub/c                           | 613.3          | 571.6  | 539.7  | 497.5  | 481.5  |
| Conditional net income, rub/ha             | 30 285         | 34 815 | 39 151 | 45 100 | 47 795 |
| Profitability level of products, %         | 111.9          | 127.4  | 140.8  | 161.3  | 169.9  |

Себестоимость единицы продукции снижает пропорционально росту урожайности культуры и затрат на ее производство во всех вариантах исследований. Близкие показатели экономической эффективности имеют варианты 4 и 5. Как следствие, наибольший условно-чистый доход и уровень рентабельности продукции наблюдаются в пятом варианте исследований: 47 795 руб/га и 169,9 % соответственно. По четвертому варианту эти показатели составили 45 100 руб/га и 161,3 % соответственно.

Следовательно, наиболее эффективны при возделывании кукурузы на зерно пятый (лушение + вспашка на 20–22 см + «Мерлин ВДГ» + предпосевная культивация + две культивации междурядий) и четвертый варианты обработки почвы (лушение + вспашка на 26–28 см + почвоуглубление + предпосевная культивация + две культивации междурядий).

#### **Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

Согласно полученным в результате исследования данным, плотность сложения почвы незначительно меняется в зависимости от способов ее обработки – от 1,23 до 1,26 г/см<sup>3</sup>.

Раннеспелые гибриды кукурузы, выращиваемые на слитых выщелоченных черноземах, демонстрируют высокую степень отзывчивости на внесение удобрений. Активизируются процессы роста и развития растений, повышается урожайность, возрастают качественные характеристики зерна. Максимальный положительный эффект наблюдается при внесении удобрений в дозе  $N_{120}P_{60}K_{40}$  и  $N_{150}P_{60}K_{40}$  (различие по вариантам небольшое).

Вспашка на глубину 30–32 и 26–28 см с почвоуглублением (4 и 5 варианты) примерно в равной мере влияет на рассматриваемые в опыте параметры. Так, максимальной величины площадь листовой поверхности и масса одного растения достигают в 5 и 5 вариантах – 7028–7083 см<sup>2</sup> и 2,25–2,26 кг, соответственно. Это позволяет получить самый большой урожай – 5,84 и 5,62 т/га.

При внесении минеральных удобрений в норме  $N_{120}P_{60}K_{40}$  фаза молочно-восковой спелости раннеспелых гибридов отмечается по вариантам опыта на 77, 86 и 82 день, а полная спелость – на 97, 108 и 101 день с опережением на 2–3 дня на контрольном варианте.

Наблюдался рост засоренности посевов в варианте безотвальной вспашки, сопровождающийся ухудшением значимых показателей, которые определяют качество развития и уровень урожайности кукурузы.

Структура урожая раннеспелых гибридов кукурузы лучше при внесении дозы  $N_{120}P_{60}K_{40}$ , где также зафиксирован урожай РОСС 140 СВ – 4,94 т/га, Краснодарский 194 МВ – 4,90, РОСС 195 МВ – 5,25 т/га, что на 67,2, 72,6 и 69,0 % соответственно превышает аналогичный показатель на неудобренном варианте. Увеличились и показатели элементов структуры урожая – число початков на 100 растений, масса початка, масса 1000 зерен.

Внесение  $N_{120}P_{60}K_{40}$  позволяет добиться максимальной экономической эффективности, хотя урожайность здесь несколько меньше, чем на варианте  $N_{150}P_{60}K_{40}$ . Наиболее рентабельным оказался вариант с дозой  $N_{120}P_{60}K_{40}$  и по гибридам составил у РОСС 140 СВ – 168,6 %, у Краснодарского 194 МВ – 184,4 % и у РОСС 195 МВ – 185,4 %.

При возделывании раннеспелых гибридов кукурузы в предгорной зоне Республики Адыгея оптимальной является доза удобрений  $N_{120}P_{60}K_{40}$ . Удобрения вносятся как перед посевом и в виде подкормок (азотные), так и под основную обработку почвы (фосфорно-калийные). Для получения высокого урожая перспективных гибридов кукурузы РОСС 140 СВ, Краснодарский 194 МВ, РОСС 195 МВ на выщелоченных черноземах рекомендуемой обработкой является вспашка на глубину 20–22 см с последующим использованием при уходе за посевами гербицида «Мерлин ВДГ», а также вспашка на глубину 26–8 см с почвоуглублением. И в первом, и во втором случаях проводятся лушение и две междурядные культивации.

## Библиографический список

1. Акинчин А. В., Линков С. А., Ступаков А. Г. Изменение питательного режима чернозема типичного в зависимости от технологии возделывания культур // Сахарная свекла. 2016. № 2. С. 43–46.
2. Дзанагов С. Х., Ханикаев Б. Р., Гагиев Б. В., Басиев А. Е., Кануков З. Т., Лазаров Т. К. Реакция кукурузы на повышение уровня минерального питания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 3. С. 8–13.
3. Долгополова Н. В., Акименко А. С. Основные элементы в севообороте и оптимальные технологии при выращивании яровых зерновых в агроландшафте ЦЧЗ // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 1. С. 11–15.
4. Кануков З. Т., Басиев А. Е., Лазаров Т. К., Дзанагов С. Х. Влияние разных уровней удобрений на ростовые процессы, урожайность и качество кукурузы, выращиваемой на силос, в Северной Осетии-Алании // Плодородие. 2017. № 2 (95). С. 20–22.
5. Кильдюшкин В. М., Солдатенко А. Г., Животовская Е. Г., Китайгора Т. С. Перспективные технологии возделывания кукурузы на зерно на черноземе выщелоченном Краснодарского края // Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – основа оптимизации агроландшафтов: сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Курск, 2016. С. 145–148.
6. Кишев А. Ю., Ханиева И. М., Жеруков Т. Б., Шибзухов З. Г. С. Применение новых гербицидов на посевах кукурузы на выщелоченных черноземах КБР // EUROPEAN RESEARCH: сборник статей XII Международной научно-практической конференции. Пенза, 2017. С. 77–79.
7. Мамсиров Н. И., Мнатсаканян А. А., Малич И. Ю. Оценка эффективности возделывания высокоурожайных и перспективных гибридов кукурузы в Адыгее // Новые технологии. 2020. № 3. С. 134–141. DOI: 10.24411/2072-0920-2020-10315.
8. Матирный А. Н., Найденов А. С., Макаренко С. А. Влияние системы основной обработки почвы на агрофизические показатели чернозема выщелоченного // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых. Краснодар, 2016. С. 666–667.
9. Найденов А. С., Терехова С. С., Гудов С. Е. Особенности формирования урожая зерна кукурузы в зависимости от способа обработки почвы и применения гербицида на обыкновенном черноземе Западного Предкавказья // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 70. С. 68–75. DOI: 10.21515/1999-1703-70-68-75.
10. Найденов А. С., Терехова С. С., Дереча Ф. И., Гудов С. Е. Влияние способа обработки почвы и гербицида на продуктивность кукурузы в условиях равнинно-эрозионного ландшафта // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 69. С. 152–157. DOI: 10.21515/1999-1703-69-152-157.
11. Цуциев Р. А., Дзанагов С. Х. Влияние удобрений на урожайность полевых культур и продуктивность звена севооборота в лесостепной зоне Северной Осетии // Известия Горского государственного аграрного университета. 2020. Т. 57. № 2. С. 14–20.
12. Litsukov S. D., A. F. Glukhovchenko, E. G. Kotlyarova, A. I. Titovskaya, A. V. Akinchin Agrochemical substantiation of the inclusion of bird droppings under grain maize at different tillage in terms of the southwestern part of the Central Black Earth region // Bioscience Biotechnology Research Communications. 2019. T. 12. No. S5. Pp. 152–160.
13. Mamsirov N. I., Chumachenko Y. A., Udzhuhu A. C. Agrochemical properties of fused chernozem, depending on the methods of basic processing and the norms of fertilization // Ecology, Environment and Conservation. 2018. T. 24. No. 1. Pp. 462-471.
14. Stupakov A. G., Orekhovskaya A. A., Kulikova M. A., Manokhina L. A., Panin S. I., Geltukhina V. I. Ecological and agrochemical bases of the nitrogen regime of typical chernozem depending on agrotechnical methods // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. Article number 52027. DOI: 10.1088/1755-1315/315/5/052027
15. Turyansky A. V., Kotlyarova E. G., Litsukov S. D., Titovskaya A. I., Akinchin A. V. Research of development trends in the field of soil fertility restoration // Ecology, Environment and Conservation. 2018. T. 24. No. 3. Pp. 1048–1052.

**Об авторах:**

Нурбий Ильясович Мамсиров<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства сельскохозяйственной продукции, ORCID 0000-0003-4581-5505, AuthorID 377074; +7 (918) 223-23-25, nur.urup@mail.ru

Арсен Аркадьевич Мнатсаканян<sup>2</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией земледелия, ORCID 0000-0002-1214-1068, AuthorID 818712; +7 (918) 654-42-98, newagrotech2015@mail.ru

<sup>1</sup> Майкопский государственный технологический университет, Майкоп, Россия

<sup>2</sup> Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко, Краснодар, Россия

## About the role of mineral fertilizers and methods of basic soil treatment in the formation of corn hybrids productivity

N. I. Mamsirov<sup>1</sup>, A. A. Mnatsakanyan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Maykop State Technological University, Maykop, Russia

<sup>2</sup> National Center of Grain named after P. P. Lukyanenko, Krasnodar, Russia

✉ E-mail: nur.urup@mail.ru

**Abstract.** The production of corn in the North Caucasus, and particularly in Adygea, has its own characteristics. While cultivating, it is necessary to improve individual elements of technology constantly, since they, together with technical means, determine production efficiency, seed productivity and quality of product [7]. **The purpose of the work** is to determine the optimal methods of basic soil cultivation and doses of mineral fertilizers that give the maximum effect when growing corn selection hybrids of the FSBSI “National Grain Center named after P. P. Lukyanenko”. **The novelty** of the obtained results is that the responsiveness of new corn hybrids has been studied for the first time on merged leached black soils and the most optimal elements of their cultivation technology have been identified. **The research methods** correspond to the “Methodology of Experimental Business” by B. A. Dospikhov. **Results.** As a result, it was found that the types of tillage did not have a significant effect on the density of the topsoil and varied within 1.23–1.26 g/cm<sup>3</sup>. It was noted that the best conditions for the growth and development of plants are formed when fertilizers are applied at doses of N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub> and N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub>. Plowing to a depth of 30–32 cm (option 3) and plowing to a depth of 26–28 cm with soil deepening (option 4) had approximately the same effect on the analyzed parameters of corn. The maximum leaf area in the range of 7028–7083 cm<sup>2</sup> and the largest weight of one plant, 2.25–2.26 kg, was noted respectively in 3 and 4 options, which contributed to obtaining of the highest yield – 5.84 and 5.62 t/ha. The optimal parameters of the elements in the yield structure were noted in the variant with a dose of N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub>, where the grain yield of the hybrid ROSS 140 SV was 4.94 t/ha, Krasnodar 194 MV – 4.90 and ROSS 195 MV – 5.25 t/ha, which is on 67.2, 72.6 and 69.0 % higher than in the control. The use of fertilizers in a dose of N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub> provides better economic efficiency, although the yield here is somewhat lower than on the N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub> option. The most cost-effective was the variant with the dose of N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub>, and amounted: ROSS 140 SV – 168.6 %, Krasnodar 194 MV – 184.4 % and ROSS 195 MV – 185.4 %.

**Keywords:** corn hybrids, fertilizers, mineral nutrition, methods of basic tillage, plant height, stem diameter, crop structure, yield, economic efficiency.

**For citation:** Mamsirov N. I., Mnatsakanyan A. A. O roli mineral'nykh udobreniy i sposobov osnovnoy obrabotki pochvy v formirovaniy produktivnosti gibridov kukuruzy [About the role of mineral fertilizers and methods of basic soil treatment in the formation of corn hybrids productivity] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 09 (212). Pp. 11–24. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-212-09-11-24. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 26.07.2021, **date of review:** 02.08.2021, **date of acceptance:** 05.08.2021.

### References

1. Akinchin A. V., Linkov S. A., Stupakov A. G. Izmenenie pitatel'nogo rezhima chernozema tipichnogo v zavisimosti ot tekhnologii vozdeleyvaniya kul'tur [Changes in the nutrient regime of typical black soil depending on the technology of crops cultivation] // Sugar beet. 2016. No. 2. Pp. 43–46. (In Russian.)
2. Dzanagov S. Kh., Khanikayev B. R., Gagiev B. V., Basiev A. E., Kanukov Z. T., Lazarov T. K. Reaktsiya kukuruzy na povyshenie urovnya mineral'nogo pitaniya [Reaction of the corn to an increase in the mineral nutrition level] // Proceedings of the Gorsky State Agrarian University. 2016. Vol. 53. No. 3. Pp. 8-13. (In Russian.)
3. Dolgopolova N. V., Akimenko A. S. Osnovnye elementy v sevooborote i optimal'nye tekhnologii pri vyrashchivaniy yarovykh zernovykh v agrolandshafte TsChZ [The main elements in crop rotation and optimal technologies for the cultivation of spring crops in the agricultural landscape of the Central Black Earth Zone] // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2017. No. 1. Pp. 11–15. (In Russian.)
4. Kanukov Z. T., Basiev A. E., Lazarov T. K., Zaganov S. Kh. Vliyanie raznykh urovney udobrennosti na rostovye protsessy, urozhaynost' i kachestvo kukuruzy, vyrashchivaemoy na silos, v Severnoy Osetii-Alanii [Influence of different fertilization levels on growth processes, yield and quality of corn grown for silage in North Ossetia-Alania] // Plodorodie. 2017. No. 2 (95). Pp. 20–22. (In Russian.)
5. Kil'dyushkin V. M., Soldatenko A. G., Zhivotovskaya E. G., Kitaygora T. S. Perspektivnye tekhnologii vozdeleyvaniya kukuruzy na zerno na chernozeme vyshchelochennom Krasnodarskogo kraya [Promising technologies for the cultivation of corn for grain on leached black soil of the Krasnodar Territory] // Adaptivno-landshaftnye sistemy zemledeliya – osnova optimizatsii agrolandshaftov: sbornik dokladov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Kursk, 2016. Pp. 145–148. (In Russian.)

6. Kishev A. Yu., Khanieva I. M., Zherukov T. B., Shibzukhov Z. G. S. Primenenie novykh gerbitsidov na posevakh kukuruzy na vyshchelochennykh chernozemakh KBR [Application of new herbicides on corn crops on leached black soil of the Kabardino-Balkar Republic] // EUROPEAN RESEARCH: sbornik statey XII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Penza, 2017. Pp. 77–79. (In Russian.)
7. Mamsirov N. I., Mnatsakanyan A. A., Malich I. Yu. . Otsenka effektivnosti vozdeleyvaniya vysokourozhaynykh i perspektivnykh gibridov kukuruzy v Adygee [Evaluation of the cultivation efficiency of high-yielding and promising corn hybrids in Adygea] // New technologies. 2020. No. 3. Pp. 134–141. DOI: 10.24411/2072-0920-2020-10315. (In Russian.)
8. Matirnyy A. N., Naydenov A. S., Makarenko S. A. Vliyanie sistemy osnovnoy obrabotki pochvy na agrofizicheskie pokazateli chernozema vyshchelochennogo [Influence of basic tillage system on agrophysical indicators of leached black soil] // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: sbornik statey po materialam IX Vserossiyskoy konferentsii molodykh uchenykh. Krasnodar, 2016. Pp. 666–667. (In Russian.)
9. Naydenov A. S., Terekhova S. S., Gudov S. E. Osobennosti formirovaniya urozhaya zerna kukuruzy v zavisimosti ot sposoba obrabotki pochvy i primeneniya gerbitsida na obyknovennom chernozeme Zapadnogo Predkavkaz'ya [Features of corn grain yield formation depending on the method of tillage and the use of the herbicide on the ordinary black soil of the Western Ciscaucasia] // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2018. No. 70. Pp. 68–75. DOI: 10.21515/1999-1703-70-68-75. (In Russian.)
10. Naydenov A. S., Terekhova S. S., Derek F. I., Gudov S. E. Vliyanie sposoba obrabotki pochvy i gerbitsida na produktivnost' kukuruzy v usloviyakh ravninno-erozionnogo landshafta [Influence of the soil cultivation method and herbicide on the productivity of corn in the conditions of a plain-erosional landscape] // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2017. No. 69. Pp. 152–157. DOI: 10.21515/1999-1703-69-152-157. (In Russian.)
11. Tsutsiev R. A., Dzanagov S. Kh. Vliyanie udobreniy na urozhaynost' polevykh kul'tur i produktivnost' zvena sevooborota v lesostepnoy zone Severnoy Osetii [The influence of fertilizers on the field crops yield and the productivity of the crop rotation link in the forest-steppe zone of North Osetia] // Proceedings of the Gorsky State Agrarian University. 2020. T. 57. No. 2. Pp. 14–20. (In Russian.)
12. Litsukov S. D., A. F. Glukhovchenko, E. G. Kotlyarova, A. I. Titovskaya, A. V. Akinchin Agrochemical substantiation of the inclusion of bird droppings under grain maize at different tillage in terms of the southwestern part of the Central Black Earth region // Bioscience Biotechnology Research Communications. 2019. T. 12. No. S5. Pp. 152–160.
13. Mamsirov N. I., Chumachenko Y. A., Udzhuhu A. C. Agrochemical properties of fused chernozem, depending on the methods of basic processing and the norms of fertilization // Ecology, Environment and Conservation. 2018. T. 24. No. 1. Pp. 462-471.
14. Stupakov A. G., Orekhovskaya A. A., Kulikova M. A., Manokhina L. A., Panin S. I., Geltukhina V. I. Ecological and agrochemical bases of the nitrogen regime of typical chernozem depending on agrotechnical methods // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. Article number 52027. DOI: 10.1088/1755-1315/315/5/052027
15. Turyansky A. V., Kotlyarova E. G., Litsukov S. D., Titovskaya A. I., Akinchin A. V. Research of development trends in the field of soil fertility restoration // Ecology, Environment and Conservation. 2018. T. 24. No. 3. Pp. 1048–1052.

#### **Authors' information:**

Nurbiy I. Mamsirov<sup>1</sup>, doctor of agricultural sciences, associate professor, head of the department of agricultural production technology, ORCID 0000-0003-4581-5505, AuthorID 377074; +7 (918) 223-23-25, [nur.urup@mail.ru](mailto:nur.urup@mail.ru)

Arsen A. Mnatsakanyan<sup>2</sup>, candidate of agricultural sciences, head of the agriculture laboratory, ORCID 0000-0002-1214-1068, AuthorID 818712; +7 (918) 654-42-98, [newagrotech2015@mail.ru](mailto:newagrotech2015@mail.ru)

<sup>1</sup> Maykop State Technological University, Maykop, Russia

<sup>2</sup> National Center of Grain named after P. P. Lukyanenko, Krasnodar, Russia