

## CHEMICAL COMPOSITION AND ENERGY VALUE OF GRAIN OF VARIOUS VARIETY SAMPLES OF COMMON BEAN

N.O. Kostikova, M.P. Miroshnikova

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

**Abstract:** Biochemical assessment of common bean grains was conducted for the main groups of nutrients in 2015–2016. According to the results of research, differences and peculiarities of energy value of beans grain were identified and sources that were promising for further breeding work on this crop were identified, namely: 08–542, 09–164, 08–401 (high protein content); 12–322, 09–151, 08–221 (high fiber content); 09–148, 12–322, 05–75 (high fat content).

**Keywords:** common bean, promising lines, biochemical assessment, analysis of nutritional advantages, grain quality, energy value.

DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11048

УДК 63.633:31/37

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ СОРТОВ СОИ

Л.Г. БЕЛЯВСКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук

Ю.В. БЕЛЯВСКИЙ, кандидат биологических наук

А.А. ДИЯНОВА

ПОЛТАВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АГРАРНАЯ АКАДЕМИЯ, Украина

E-mail: bilyavska@ukr.net

*В статье представлен анализ практической ценности сортов сои по урожайности и экологической пластичности в разных климатических провинциях Украины. Проведена экологическая оценка сортов сои по методике Эберхарта и Рассела, которая позволила определить пластичность сортов и их адаптивный потенциал. По результатам экологического испытания лучшими были сорта сои Алмаз и Диона. Определены наиболее благоприятные регионы для выращивания современных сортов сои. Выявлены наиболее интенсивные и пластичные сорта сои – Алмаз со средней урожайностью по годам – 2,66, 2,93 т/га, а также сорта Антрацит и Аметист. Представлена ранговая оценка практической ценности сортов сои по урожайности зерна.*

*Установлено, что все изучаемые сорта имели высокую хозяйственную ценность – коэффициент агрономической стабильности выше 70%. Наибольшей селекционной ценностью по гомеостатичности выделяется сорт Алмаз, который в условиях Полтавской области проявил себя как наиболее интенсивный сорт с максимальной пластичностью.*

*Выделены сорта с высокими показателями адаптивности и пластичности, которые представляют ценность для селекции и практического использования.*

**Ключевые слова:** соя, сорт, урожайность, пластичность, стабильность.

Данные экологической пластичности и стабильности урожайности сои имеют существенную ценность для характеристики сортов [1, 2, 3]. Пластичность сорта – это свойство формировать удовлетворительный урожай при выращивании в разных условиях. Стабильность сорта является показателем устойчивости в реализации селекционно-генетических свойств генотипа [4]. Пластичность и стабильность характеризуют гомеостатичность сорта по варьированию условий выращивания и способностью адаптироваться [5, 6].

Эти исследования проводят по методике Eberhart S.A., Russel W.A. (1969), которые предложили оценивать экологическую пластичность сортов по двум показателям -

коэффициенту регрессии и среднеквадратическому отклонению от линий регрессии, или варианты стабильности, которые характеризуют в первом случае их реакцию в меняющихся условиях выращивания [7].

Чем выше числовые значения коэффициента, тем сильнее реакция сорта на улучшение условий его выращивания. Таким образом, оптимальные показатели имеют сорта, у которых коэффициенты регрессии выше, а среднеквадратическое значение – ниже.

Высокая чувствительность отдельных сортов к неблагоприятным условиям выращивания часто сужает ареал и ограничивает их общее распространение. На основании испытания сортов сои в разных регионах выращивания можно прогнозировать генетически определенную степень стабильности урожайности (приспособленности к условиям выращивания).

### Материалы и методика исследований

Материалом служили сорта украинской селекции, которые проходили экологическое сортоиспытание в разных провинциях Украины, отличающихся почвенно-климатическими условиями. Фенологические наблюдения, учеты и анализ данных проводили по методике государственного испытания сельскохозяйственных культур [8, 9]. Для определения параметров стабильности (агроэкологическая оценка сортов сои) использовали метод Eberhart S. A. & Russel W.A. [7]. Математическую обработку урожайных данных осуществляли методами дисперсионного, вариационного, корреляционного анализов и методом оценивания существенной разницы средней выборки по t-критерию [10]. Адаптивность сортов определяли по результатам экологических исследований. Были использованы программы *MS Excel* и *MathCAD*.

### Результаты исследования и их обсуждение

Взаимосвязь урожайности изучаемых сортов сои устанавливали на фоне пестроты погодных условий, продолжительности периода вегетации и стабильности урожайности (табл. 1).

Таблица 1

### Урожайность сортов сои в зависимости от влияния погодных условий региона, т/га

Сорт	Год			$\bar{x}$	S	max	min	R = max - min
	2009	2010	2011					
Аннушка	2,00	2,36	2,36	2,24	0,21	2,36	2,00	0,36
Легенда	1,98	1,92	2,41	2,10	0,27	2,41	1,92	0,49
Диона	2,07	2,22	2,21	2,17	0,08	2,22	2,07	0,15
Ворскла	2,34	2,29	2,09	2,24	0,13	2,34	2,09	0,25
Алмаз	2,66	2,72	2,93	2,77	0,14	2,93	2,66	0,27
Аметист	2,26	2,38	2,53	2,39	0,14	2,53	2,26	0,27
Антрацит	2,35	2,67	2,71	2,58	0,20	2,71	2,35	0,36
Белоснежка	2,06	2,02	2,06	2,05	0,02	2,06	2,02	0,04
Романтика	2,05	2,25	2,40	2,23	0,18	2,40	2,05	0,35
Киевская 98	2,15	2,11	2,43	2,23	0,17	2,43	2,11	0,32
Сузирья	2,39	2,21	2,38	2,33	0,10	2,39	2,21	0,18

Из таблицы 1 видно, что интенсивным сортом является Алмаз, урожайность которого на протяжении трехлетних испытаний превышала другие сорта, соответственно по годам на - 2,66; 2,72 и 2,93 т/га. Этот сорт был и наиболее пластичным, так как в годы исследований имел наивысшую среднюю урожайность на уровне 2,77 т/га. Приближались к уровню продуктивности Алмаза только сорта Антрацит и Аметист со средней урожайностью, соответственно 2,58 и 2,39 т/га. Стабильными по урожайности также были сорта Белоснежка, Диона и Сузирья.

Расчет коэффициентов регрессии дал возможность оценить экологическую пластичность

изучаемых сортов сои (рис. 1).

Показатель этого коэффициента в различных условиях характеризует общую тенденцию изменений урожайности каждого сорта. Если коэффициент регрессии приближается к 1 ( $b_i \cong 1,0$ ), то как правило, сорт такого типа считается пластичным при наличии комплекса неблагоприятных условий. Среди изучаемых сортов сои пластичными были Белоснежка, Легенда, Диона, Романтика, Киевская 98, Ворскла, Аннушка и Сузирья; а высокопластичными - сорта Аметист, Антрацит и Алмаз.

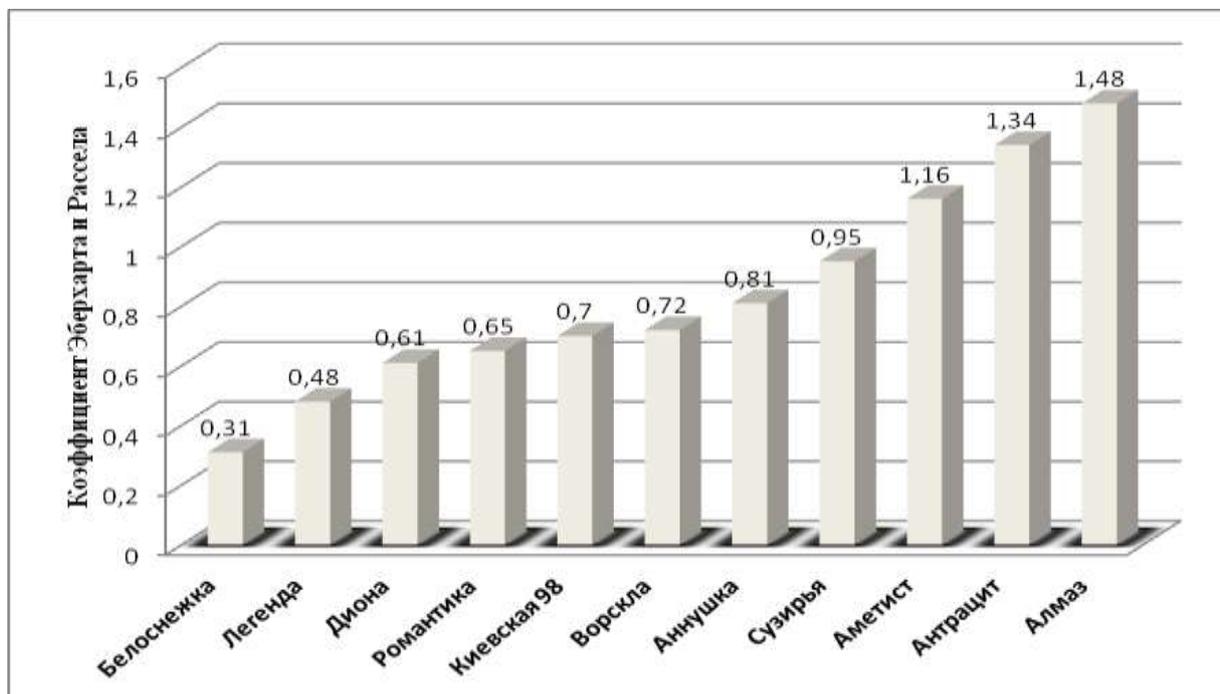


Рис. 1. Коэффициенты регрессии сортов сои по Эберхарту и Расселу

Степень стабильности урожайности характеризуется показателем отклонения от общей дисперсии: чем больше отрицательный показатель отклонения от общей дисперсии, тем сорт имеет максимальную стабильность урожайности; сорт с отклонением от регрессии, которое приближается к нулю, является пластичным. А те, что с положительным знаком и существенно отдалены от нуля - являются высокопластичными. Стабильность и пластичность сортов сои в зависимости от экологических условий региона выращивания представлены на рис. 2.

Адаптивность сортов определяли по результатам многолетних или экологических исследований:

$$b_i = \frac{\sum X_{ij} I_j}{\sum I_j}, \quad (1)$$

де  $b_i$  – коэффициент регрессии урожая каждого ( $i$ -го) сорта в окружающей среде с лучшими или худшими условиями;  $X_{ij}$  – урожайность  $i$ -го сорта в каких-либо  $j$ -условиях;  $I_j$  – индекс  $j$ -ых условий, что является разницей средней урожайности всех сортов в этих условиях и общей средней урожайностью среди всех опытов.

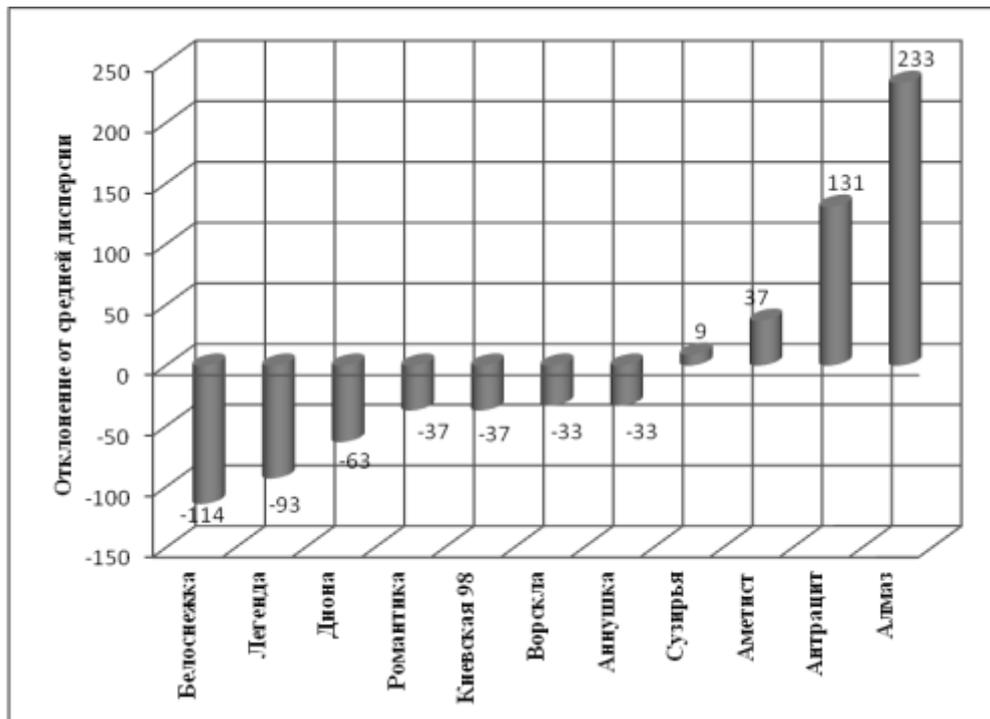


Рис. 2. Зависимость стабильности и пластичности сортов сои от экологических условий выращивания

Для определения гомеостатичности и агрономической стабильности пользовались формулами:

– средняя арифметическая  $\bar{x} = \sum X / n$ , (2)

где  $X$  – варианта,  $n$  – количество вариант (показателей);

– дисперсия  $\sigma^2 = \frac{\sum f \left( X - \bar{x} \right)^2}{n - 1}$ , (3)

где  $f$  – частота;  $x$  – средняя арифметическая;

– стандартное отклонение  $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$ , (4)

– ошибка средней арифметической  $s_x = \sigma / \sqrt{n}$ , (5)

– экологический коэффициент вариации, в%; характеризует степень изменчивости признака  $V_e = 100\sigma / \bar{x}$ ,

– гомеостатичность – показатель селекционной ценности генотипа

$$Hom = \frac{\bar{x}}{V_a}, \quad (6)$$

– коэффициент агрономической стабильности; наиболее ценными для производства являются сорта, у которых коэффициент стабильности превышает 70%

$$As = 100 - Ve$$

Экологическое оценивание сортов сои проведено в 6 провинциях (климатическое районирование почвенно-климатических зон Украины) [11].

Результаты экологического сортоизучения сои за 2005 год представлены в таблице 2. Лучшими сортами сои по результатам экологического сортоизучения, в сравнении со средней урожайностью в опыте - 2,47 т/га, были: сорта Алмаз и Диона – соответственно 2,73 и 2,50 т/га. Приблизился к ним сорт Юг 30 – 2,44 т/га.

Среди приведенных провинций, наиболее благоприятными для выращивания новых сортов сои были Днестровско-Днепровская Лесостепная, Причерноморская среднестепная и Донецко-Донская северостепная. Средние прибавки, в сравнении со средней урожайностью в опыте составили соответственно - 1,06, 0,10 и 0,01 т/га.

О зависимости стабильности сорта под влиянием экологических условий региона выращивания можно утверждать на основе ряда статистических показателей. Так, по размаху вариации между максимальной и минимальной урожайностью можно сделать вывод о степени стабильности сорта под влиянием разных экологических условий регионов – чем ниже этот показатель, тем сорт более стабильный. По этому показателю сорта расположили в порядке уменьшения – Анжелика, Юг 30, Диона и Алмаз.

Таблица 2

**Урожайность сои по результатам экологического изучения, 2005 г.**

Провинции Украины	Сорта сои				Среднее	Разница
	Юг 30	Алмаз	Диона	Анжелика		
Днестровско-Днепровская Лесостепная	3,59	3,84	3,62	3,05	3,53	1,06
Причерноморская среднестепная	2,56	3,02	2,84	1,85	2,57	0,10
Донецко-Донская северостепная	2,38	2,82	2,3	2,41	2,48	0,01
Левобережно-Днепровская Лесостепная	1,77	2,18	2,03	1,87	1,96	-0,51
Среднерусская Лесостепная	2,26	2,31	2,04	2,18	2,20	-0,27
Левобережно-Днепровская северостепная	2,10	2,22	2,19	1,84	2,09	-0,38
<i>Среднее</i>	2,44	2,73	2,50	2,20	2,47	
<i>Стандартное отклонение</i>	0,62	0,64	0,62	0,47		
<i>Мах – максимальная урожайность</i>	3,59	3,84	3,62	3,05		
<i>Мин – минимальная урожайность</i>	1,77	2,18	2,03	1,84		
<i>R - размах колебаний урожайности</i>	1,82	1,66	1,59	1,21		
<i>Ошибка средней арифметической</i>	0,25	0,26	0,25	0,19		
<i>Ve, % – коэффициент вариации</i>	2,55	2,35	2,49	2,16		
<i>Нот – гомеостатичность</i>	0,10	0,12	0,10	0,10		
<i>As – коэффициент агрономической стабильности</i>	74,5	76,5	75,1	78,4		

Ошибку средней арифметической использовали для характеристики средней арифметической на 5% уровне значимости ( $x \pm t_{05S_x}$ ) – чем меньше колебания средней, тем более достоверный результат. С учетом ошибки средней арифметической, сорта сои разделили в последовательности, аналогичной размаху вариации – Анжелика, Юг 30, Диона и Алмаз.

Экологический коэффициент вариации характеризовал степень изменчивости средней арифметической (до 10% – низкая пестрота, 10-20 – средняя и больше 20 – высокая). Так, все изучаемые сорта сои были включены в группу с низкой степенью изменчивости – до 10%.

Гомеостатичность характеризовала селекционную ценность генотипа сорта – чем выше этот показатель, тем выше вероятность попадания сорта в следующую селекционную программу. По этому показателю изучаемые сорта распределились следующим образом: наиболее ценный - сорт Алмаз, равнозначными между собой - Анжелика, Юг 30, Диона.

Коэффициент агрономической стабильности сорта характеризовал показатель

хозяйственной ценности сорта. Оптимальными для производства считаются сорта, у которых этот показатель превышает 70%. Этому уровню соответствовали все изученные сорта сои. В группе они следуют в такой последовательности – Анжелика, Алмаз, Диона и Юг 30.

Оценка специфической значимости сорта, которую обуславливают как генетический ( $E_i$ ) потенциал сорта, так и стабильность его реализации ( $R_i$ ), позволяет определить значение каждого из них и представить комплексную оценку уровня урожайности зерна, линейку показателей технологического качества и устойчивости к болезням.

Расчеты специфической значимости сортов сои по урожайности зерна представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Оценка урожайности сортов сои, т/га**

Сорт сои, $N$	Провинция (зона изучения), $r$						$\chi_i$	$\bar{\chi}_i$	$E_i$	$R_i$	$vi^2$	
	Днестровско-Днепровская Лесостепная	Причерноморская среднестепная	Донецко-Донская северостепная	Левобережно-Днепровская Лесостепная	Среднерусская Лесостепная	Левобережно-Днепровская						
Юг 30	3,59	2,56	2,4	1,77	2,26	2,1	14,7	2,4	-0,03	1,09	0,04	
Алмаз	3,84	3,02	2,8	2,18	2,31	2,2	16,4	2,7	0,26	1,12	0,06	
Диона	3,62	2,84	2,3	2,03	2,04	2,2	15,0	2,5	0,03	1,06	0,14	
Анжелика	3,05	1,85	2,4	1,87	2,18	1,8	13,2	2,2	-0,27	0,73	0,27	
$\chi_j$	10,3	9,90	7,90	8,80	8,40	10,3	59,3	$\sum \beta^2_i$ $G_{факт.} =$			0,51	
$\bar{\chi}_j$	2,60	2,50	2,00	2,20	2,10	2,60	2,5				0,41	
$E_j$	0,10	0,01	-0,51	-0,27	-0,38	0,1	$G_{05}$ по ст.свободы 3 и 6			0,71		
$N =$	4	$r =$	6									

Также проведена ранговая оценка практической ценности сортов сои по урожайности зерна. Чем ниже ранг изучаемого сорта в сравнении с районированным, тем он имеет большую хозяйственную ценность.

По генотипическому эффекту (показатель урожайности) большинство изучаемых сортов (кроме сорта Анжелика) относятся ко второму рангу. По сумме рангов лучшими были сорта: Алмаз, Диона и Юг 30.

По массе 1000 зерен, влажности зерна и продолжительности вегетационного периода сорта различались только по генотипическому эффекту: преимущество по рангам имели сорта: Анжелика – ранг 1, Алмаз и Диона – ранг 2 и Юг 30 – ранг 3. По пластичности все сорта относились ко второму рангу. В такой же последовательности распределялись сорта и по сумме рангов.

Следует обратить внимание, что сорт Алмаз был лучшим по устойчивости к полеганию, осыпанию, по устойчивости к засухе, а также – устойчивым к аскохитозу и септориозу.

### Выводы

1. Экологическая оценка сортов выявила наиболее интенсивный сорт сои – Алмаз. За три года изучения сорт показал максимальную пластичность (средняя урожайность составила 2,77 т/га). Незначительно уступали Алмазу только сорта Антрацит и Аметист.

2. Среди провинций наиболее благоприятными для выращивания изучаемых сортов сои были Днестровско-Днепровская Лесостепная, Причерноморская среднестепная и Донецко-Донская северостепная, которые входят в «соевый пояс Украины», где сконцентрированы основные посевные площади этой стратегической культуры.

3. На основании ранговой оценки сортов сои по сумме рангов генотипических и экологических оценок эффектов первое место занял сорт Алмаз.

### Литература

1. Жученко А.А. Адаптивная селекция растений. Селекция продуктивных сортов. Биология. – М.: Знание, – № 12. – 1986. – С. 4-30.
2. Лещенко А.К., Михайлов В.Г. Пластичность сортов сои по урожайности семян // Селекция и семеноводство. – Киев, – 1975. – Вып. 29. – С. 55-60.
3. Ракина М.С. Экологическая пластичность образцов сои из мировой коллекции ВИР по основным показателям качества семян / Достижения науки и техники АПК, – 2011. – № 2. – С. 12-14.
4. Литун П.П. Взаимодействие генотип-среда в генетических и селекционных исследованиях и способы его изучения. – В сб.: Проблемы отбора и оценки селекционного материала. – К.: Наукова думка, – 1980. – С. 63-92.
5. Ващенко А.П., Мудрик Н.В., Фисенко П.П., Дега Л.А. и др. Соя на Дальнем Востоке. – Владивосток: Дальнаука, – 2010. – 435 с.
6. Білявська Л.Г. Адаптивність сортів сої полтавської селекції в умовах зміни клімату // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – Фахове видання (сільськогосподарські науки). – Запоріжжя. – 2010. Вип. 15. – С. 33-38.
7. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. – 1966. – V. 6, – № 1, – P. 36-40.
8. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. – Под ред. В.В. Волкодава. – К., – 2000. – Вип. 1 (Загальна частина). – 100 с.
9. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. Зернові, круп'яні та зернобобові. – К.: – Алефа, – 2000. – 68 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
11. Провінції України (карта) [Електроний ресурс]: // режим доступу : <https://www.bagazhnaniy.ru/obrazovanie/zapadnoukrainskaya-provinciya>

## ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL STABILITY AND PLASTICITY OF SOYBEAN VARIETIES

L.G. Bilyavska, Y.V. Belyavskiy, A.A. Diyanova

POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY, Ukraine, Poltava, 1/3 Skovorody str., 36003

**Abstract:** *The article gives analysis of practical value of soybean varieties according to productivity and ecological plasticity in different climatic provinces of Ukraine. Ecological estimation of soybean varieties by the methodology of Eberhart and Rassel has been made. This estimation helped to determine variety plasticity and potential to adaptability. It has been established that varieties Almaz and Diona were the best according to the results of ecological research of varieties. The most favourable regions for cultivation of up-to-date soybean varieties have been chosen. Variety Almaz has been defined as the most intensive and plastic soybean variety (average yield during research years was 2,66-2,93 t/ha). Varieties Antratsit and Ametist also have shown high plasticity. The article gives rank estimation of practical value of soybean varieties on the basis of grain productivity.*

*It has been established that all examined varieties had high economic value – coefficient of agronomic stability is higher than 70%.*

*Variety Almaz has the greatest selective value according to homeostatic character. Almaz is the most intensive variety with maximal plasticity grown in Poltava region.*

*Varieties with high indices of adaptability and plasticity which are very valuable for selection and practical use have been singled out.*

**Keywords:** soybean, variety, value, yield, plasticity, ecological stability, variety study.